

HIDROGEOLOGIA DA REGIÃO DE ARAÇUAÍ, NO MÉDIO VALE DO RIO JEQUITINHONHA-MG

**Fernando Roberto de Oliveira¹ ; Leila Nunes Menegasse² &
Uriel Duarte³**

Resumo - Este trabalho descreve as atividades realizadas na região de Araçuaí, no âmbito do projeto "Hidrogeologia da região central da bacia do rio Jequitinhonha, MG", que se encontra em andamento na região homônima, a qual é fortemente castigada por condições climáticas adversas, com precipitações anuais abaixo de 1.000 mm, que aliadas a solos de baixa fertilidade, torna a sobrevivência difícil, especialmente no meio rural. A carência de recursos hídricos superficiais elege o suprimento de água subterrânea como a principal fonte para essa área. A área é constituída por coberturas detríticas cenozóicas com destaque para a Formação São Domingos; por rochas graníticas Brasileiras intrusivas nos metamorfitos neoproterozóicos do Grupo Macaúbas. Impresso no Grupo Macaúbas há uma persistente xistosidade com direção NE e mergulhos para SE e NW, com domínio do primeiro. Juntas sistemáticas com direção NE e NW, sendo as feições de maior interesse no estudo de aquíferos fraturados, como no caso dos granitóides e metamorfitos. Em termos quantitativos os poços tubulares da região apresentam a maior parte das vazões inferiores a 10m³/h, já qualitativamente suas águas são razoáveis com condutividade elétrica, em sua maior parte abaixo 1000 mMho/cm e sólidos totais dissolvidos menores que 750 mg/L.

Palavras-chaves - Jequitinhonha; Fraturado.

1 – INTRODUÇÃO

¹ USP/Instituto de Geociências- Fone 0xx11-818-4052/Fax 0xx11-818-4129 - e-mail:fro@usp.br

² UFMG/Depto de Geologia – Fone 0xx31-449-5446/Fax 0xx31-449-5410 - e-mail:menegase@igc.ufmg.br

³ USP/Instituto de Geociências- Fone 0xx11-818-4226/Fax 0xx11-818-4207 - e-mail:urduarte@usp.br

Este artigo descreve as atividades iniciais realizadas no projeto "Hidrogeologia da região central da bacia do rio Jequitinhonha, MG" que está em desenvolvimento na região homônima. Essa região é fortemente castigada por condições climáticas adversas,

tendendo para a semi-aridez, com precipitações anuais abaixo de 1.000 mm, atingindo 700 mm nos municípios de Itinga e Itaobim, que aliadas a solos de baixa fertilidade, torna a sobrevivência difícil, especialmente no meio rural. A carência de recursos hídricos superficiais, exceto nas proximidades dos leitos de alguns rios, especialmente o Jequitinhonha, elege o suprimento de água subterrânea como a principal fonte para a região. Entretanto, a locação de poços profundos com sucesso, para a obtenção de água subterrânea é dificultada pela natureza fissurada da maioria dos aquíferos da região, que são representados principalmente por rochas cristalinas e metamórficas, sendo freqüente o insucesso.

Como alternativa aos aquíferos fissurais, ocorrem na área coberturas detríticas de idade Cenozóica, que podem vir a se constituir em potenciais aquíferos de natureza granular, comumente com características hidrogeológicas superiores àqueles. Todavia, tais coberturas, na região, ainda não foram estudadas sob o enfoque de um aproveitamento hídrico subterrâneo.

2 - OBJETIVOS

Este projeto tem por objetivo os seguintes pontos:

- ✓ Desenvolver estudos para uma melhor caracterização do potencial aquífero e a gestão destes, com o enfoque de uma utilização voltada para a zona rural, contemplando o consumo humano, a dessedentação animal e principalmente, para a irrigação em pequenas áreas agrícolas, com sistema de produção familiar, principalmente aqueles voltados para subsistência.
- ✓ Zoneamento dos aquíferos para a identificação dos locais mais promissores, sob o ponto de vista quantitativo e qualitativo.
- ✓ Estudo das coberturas detríticas cenozóicas, quanto à potencialidade hídrica subterrânea e qualidade de suas águas.
- ✓ Estudo da qualidade química das águas subterrâneas.
- ✓ Proposta de cultivos agrícolas adequadas aos teores de salinização das águas e às necessidades de água para irrigação requeridos pelos cultivos. A região será zoneada em função das disponibilidades hídricas, grau e tipo de salinização e características do solo para fins agrícolas.

3-LOCALIZAÇÃO

A região abordada no referido projeto localiza-se, a 580 km de Belo Horizonte, na porção nordeste do estado de Minas Gerais (fig. 01), na área limítrofe com o sul do estado da Bahia, com área aproximada de 14.900 km². Geograficamente a área representa um prolongamento para o sul do semi-árido nordestino. A região alvo do estudo é delimitada pelos divisores de água do Rio Jequitinhonha inseridos no polígono regular, cujos vértices apresentam as seguintes coordenadas:

- V1- 16⁰⁰'00" S e 41³⁰'00" W;
- V2- 17⁰⁰'00" S e 41³⁰'00" W;
- V3- 17⁰⁰'00" S e 42³⁰'00" W;
- V4- 16⁰⁰'00" S e 42³⁰'00" W.

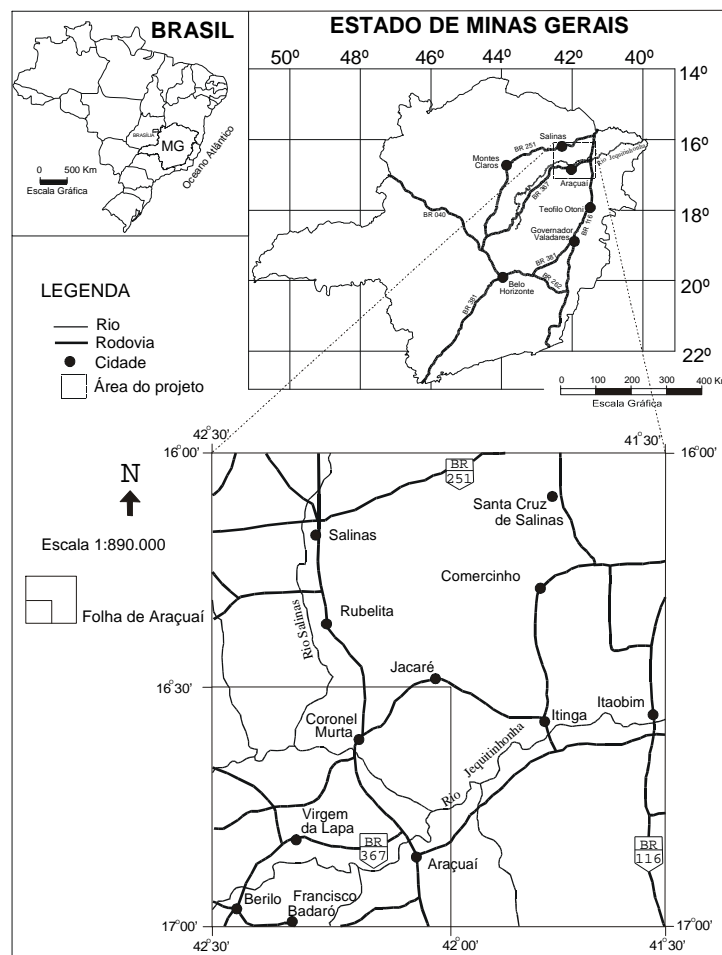


Figura 01. Mapa de localização da área

Em termos geotectônicos, a área em estudo situa-se na extremidade Nordeste da Província da Mantiqueira, fazendo limites a oeste e a norte com o Cráton do São Francisco e a leste com a Província Costeira (Almeida, 1977).

Os itens que se seguem são relativos apenas a porção sudoeste da área do projeto "Hidrogeologia da região central da bacia do rio Jequitinhonha, MG", a qual já conta com boa parte dos trabalhos de campo realizados, compreendida entre as seguintes coordenadas: 16^o30'00" a 17^o00'00" S e 42^o00'00" a 42^o30'00" W (fig.02) Este polígono envolve totalmente a folha cartográfica de Araçuaí MI-2310, publicada pelo IBGE na escala 1:100.000.

4 - GEOLOGIA

O cenário geológico da área em estudo (figura 01) está representado por rochas metamórficas, onde se destacam especialmente xistos, além de quartzitos e rochas calcio-silicáticas, estes de modo subordinado, pertencentes ao Grupo Macaúbas (Pedrosa Soares, 1996); rochas cristalinas compreendendo granitos, granitóides, pegmatitos, gnaisses e migmatitos. Ambos os conjuntos litoestratigráficos encontram-se parcialmente capeados por coberturas detríticas cenozóicas (Almeida & Litwinski, 1984; COMIG, 1994; Pedrosa-soares, 1996).

✓ COBERTUTAS DETRÍTICAS

As coberturas de natureza detríticas que ocorrem na região constituem duas unidades distintas: i) a mais antiga ocorre a oeste da área, sendo representada pela Formação São Domingos, com idade considerada como tardi-miocênica a pliocênica (Pedrosa-Soares & Saadi, 1989; Saadi, 1991; Pedrosa-Soares, 1996). Compreende um pacote de sedimentos de composição areno-argilosa, caoliníticos, com delgados níveis conglomeráticos, de estratificação pouco desenvolvida, em geral semi-consolidados, depositadas sobre a superfície de aplainamento Sul-Americana; ii) coberturas elúvio-coluvionares, depósitos aluvionares e depósitos de vertentes constituem a unidade de coberturas mais recentes, sendo considerada como de idade quaternárias COMIG (1994).

✓ ROCHAS CRISTALINAS

Aproximadamente 10% da área é constituída por granitóides relacionados às faixas móveis neoproterozóicas (COMIG, 1994.), ocorrendo principalmente na porção nordeste da área (fig. 02). São granitos tardi a pós-tectônicos, intrusivos na Formação Salinas, possuindo um acervo geocronológico que indicam idades situadas no intervalo entre 700

e 500 Ma, portanto Brasilianos. Nos trabalhos COMIG, (*op. cit*) e Pedrosa-Soares, (1996) esses litotipos são subdivididos em três tipos petrográficos distintos: i) Biotita granito, com fácies granodioríticas localizadas; ii) moscovita granitos, os quais são originários dos primeiros por alteração metassomática; iii) granitos pegmatóides constituem fácies de cúpula representando a cristalização final dos líquidos magmáticos residuais, estando associados aos mesmos inúmeros pegmatitos muitos dos quais ricos em gemas.

✓ GRUPO MACAÚBAS

O Grupo Macaúbas, de idade neoproterozóica, compreende cerca de 75% da área em estudo, ocorrendo em quase toda a área, exceto na porção nordeste. É constituído da base para o topo, pelas Formações Salinas, Chapada Acauã e Nova Aurora (Pedrosa-Soares, 1996).

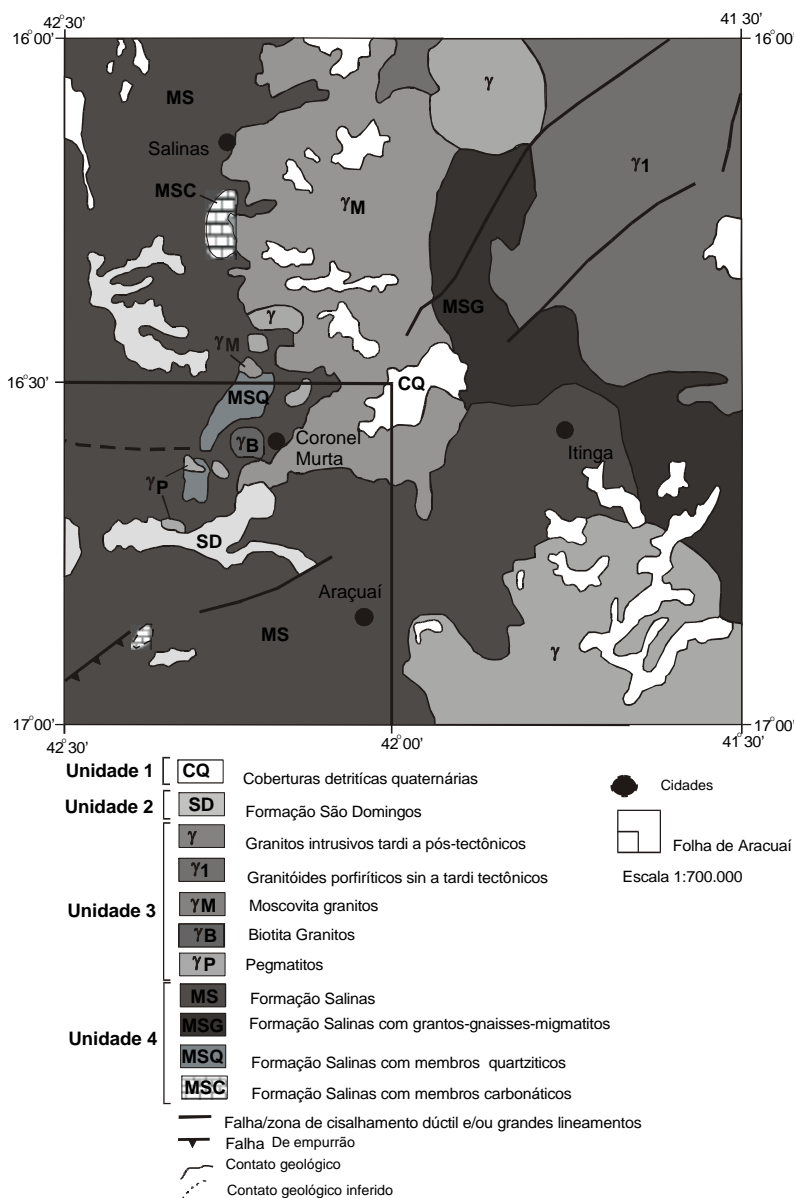


Figura 02. Mapa geológico área do Projeto, modificado de COMIG (1994).

A Formação Salinas é composta por um monótono pacote de quartzo-mica xistos bandados, mais ricos em biotita que em moscovita, as vezes apresentam plagioclásio, granada e localmente calcita. A Noroeste da área dominam biotita quartzitos e xistos carbonáticos, enquanto a sudoeste destacam-se quartzo-mica xistos com intercalações de cálcio-silicáticas, biotita-quartzito, xistos grafitosos e metaconglomerados clasto-suportados. Segundo Pedrosa-soares *op. cit.* a Formação Salinas representa depósitos distais de margem passiva, sedimentados por correntes turbidíticas de baixa densidade, seus metaconglomerados sugerem depósitos de canais de leques submarinos. A sudeste da área, com o aumento do metamorfismo, a Formação Salinas passa a gnaisses, migmatitos e anatexitos COMIG (1994).

A Formação Chapada Acauã ocupa uma estreita faixa a oeste da área, sendo constituída por quartzitos, metadiamicititos, suportados por matriz pelítica ou areno-síltica, com intercalações de metapelitos. Enquanto a Formação Nova Aurora, que também ocorre na porção oeste da área, compreende metadiamicititos com intercalações de quartzitos, localmente ferruginosos. Essas duas formações ocorrem de modo muito subordinado na área, correspondendo a menos de 5% do total.

5 - GEOLOGIA ESTRUTURAL

O cenário estrutural regional tem como feição planar mais notável a xistosidade S_1 da Formação Salinas, a qual cobre grande parte da área sendo penetrativa em todas as escalas. Comumente posiciona-se paralela a subparalelamente ao acamamento S_0 , exceto quando da ocorrência de dobras fechadas e assimétricas, onde se pode observar claramente o posicionamento plano-axial de S_1 , o qual faz elevado ângulo com S_0 . A superfície S_1 é uma xistosidade de caráter tectônico, marcada pela orientação planar ou curvilinear de minerais com hábito micáceo (micas) ou lamelares como quartzo e carbonato. Sobre a sua superfície está impressa uma lineação mineral, materializada pela recristalização de minerais como turmalina e filossilicatos, comumente mantém um paralelismo com a lineação de estiramento mineral, como observado por Pedrosa Soares (1996), com atitudes próximas a EW e caimento para leste, com mergulho em torno de 40° . Em locais de maior magnitude de deformação instaladas em camadas menos competentes (níveis filossilicáticos), são desenvolvidas zonas de cisalhamento dúcteis, onde S_1 assume o caráter de uma foliação milonítica S_m , com o desenvolvimento de estruturas do tipo SC .

Na figura (03) está representado o diagrama estereográfico com as medidas da xistosidade S_1 levantadas na folha de Araçuaí. Observa-se que a concentração máxima é de $141^{\circ}/53^{\circ}$, com apreciável dispersão no sentido do mergulho, que embora domine para SE, pode também estar apontado para NW. Esta situação ocorre nos locais onde os mergulhos da xistosidade são bem mais elevados do que aquele da concentração máxima. Uma das explicações para a elevação no ângulo de mergulho da xistosidade, bem como a flutuação em seu sentido pode ser a intrusão de corpos graníticos, os quais tendem a verticalizar a xistosidade S_1 . Pedrosa Soares (1996) aponta estruturas tectônicas distintas para esse quadro, por exemplo rampa de calvagem e transcorrência com estruturas flor, neste caso a xistosidade apresenta mergulhos opostos, o que pode ser observado na região de Itira, localizada a norte de Araçuaí.

As juntas se constituem em um outro conjunto de estruturas planares presentes na região, sendo a trama geológica de maior interesse dentro dos objetivos deste trabalho. Essas representam o meio de transporte e acumulação de água em rochas “duras”, como aquelas existentes na região.

Pelos levantamentos realizados, ainda iniciais, na região que compreende a folha de Araçuaí, não é possível assegurar inteiramente a natureza das juntas ocorrentes na área, ou seja, se são juntas de tração ou cisalhamento, haja vista a importância hidrogeológica que se reveste o caráter genético das juntas. Juntas nucleadas por tração, as quais possuem $\delta 1$ paralelos às suas superfícies são mais abertas do que aquelas geradas a partir de cisalhamento, de modo que potencialmente propiciam a circulação/armazenamento de maiores volumes de água.

Com o mesmo grau de importância que a abertura das juntas é o seu espaçamento e grau de conexão, pois quanto menor o primeiro e maior o segundo ficam aumentadas as possibilidades de uma determinada rocha “dura” se constituir em um aquífero de quantitativamente aceitável, especialmente em se tratando de regiões onde há grande déficit hídrico.

De acordo com os dados preliminares obtidos ocorrem três famílias de juntas: NW, WNW e NE. A família com direção NW domina sobre as demais, apresentando mergulhos elevados, com grande parte dos dados acima de 50° (fig.04) têm espaçamento centimétrico a decimétrico, com predomínio do segundo, possuem aberturas submilimétricas a milimétricas. As famílias WNW e NE, apresentam mergulhos, em média mais elevados em relação as anteriores, superiores a 65° , sendo que o espaçamento e aberturas são compatíveis com aquelas. Feições diagnósticas da natureza das juntas,

como superfícies estriadas, estilolíticas ou plumosas, ainda não foram encontradas nos trabalhos iniciais realizados.

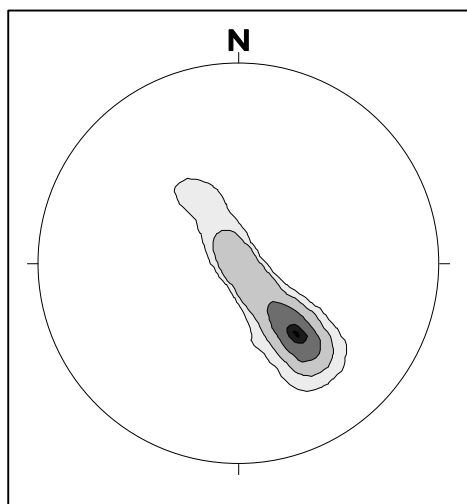


Figura 03. Isolinhas de RMD da xistosidade do Grupo Macaúbas. conc. máx. $141^{\circ}/53^{\circ}$
2,07%-6,21%-16,21%-25,17%-27,93% N=290

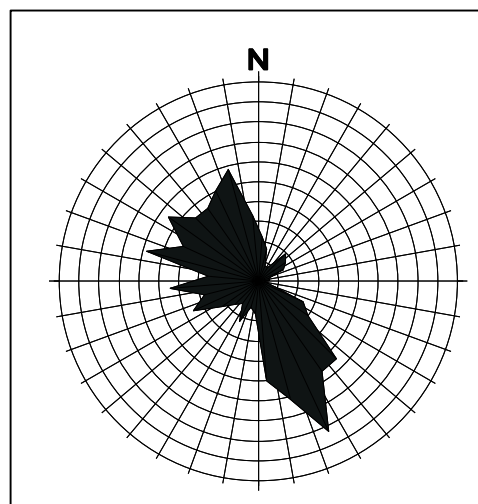


Figura 04. Diagrama em rosácea de juntas na área. N=400

As juntas ocorrem de modo sistemático, são penetrativas pelo menos em mesoescala, mas provavelmente também o são em megaescala, como parecem indicar os trabalhos, em andamento, de processamento digital de imagens, em imagens de satélite Landsat TM, bem como em imagem de RADAR, além disso como, já salientado por Saadi (1989), e facilmente observável em imagens, o rio Araçuaí, em seu baixo/médio curso, apresenta verdadeiros meandros “retangulares”, os quais são controlados pelas juntas/falhas de direção NW e NE.

As famílias de juntas NW e NE ocorrem de modo associado, embora aquelas de direção NW sejam mais frequentes, devendo se constituir em um par de cisalhamento, o qual foi gerado, muito possivelmente como uma etapa final, de natureza rúptil, do evento que imprimiu a xistosidade S_1 na Formação Salinas, hipótese esta já postilada em Pedrosa Soares (1996).

Pedrosa Soares (*op. cit.*) propõe a divisão da região englobada pela folha de Araçuaí em dois domínios estruturais distintos, um a noroeste – Domínio Santana Baixo-Vacaria (DSBV), limitando com outro na porção sudeste – Domínio Araçuaí-Minas Novas, onde o primeiro é interpretado como um sistema de rampas de calvamento frontais e oblíquas com transporte tectônico geral para oeste, enquanto o segundo mostra uma geometria em flor, com a componente direcional de transporte tectônico predominantemente dextral. Os trabalhos de campo iniciais mostram evidências para ambas, como lineação de estiramento de alto a médio mergulho (*dip*), estruturas tipo SC, vergência de dobras apertadas assimétricas; lineação de estiramento mineral de baixo mergulho (*strike*) e pequenas falhas direcionais com movimento dextral. Embora os dados de campo estejam

sinalizando para a interpretação dada pelo referido autor, ainda falta uma maior massa crítica de dados, o que será obtido durante o andamento do trabalho.

6 - ASPECTOS FISIOGRAFICOS, CLIMÁTICOS, VEGETAÇÃO E SOLOS.

O relevo da área em estudo, pode ser dividido em três grandes domínios fisiográficos segundo a classificação Secretaria Ciência Tecnologia /IGA (1982) e CETEC (1980,1983):

- ✓ Morfologia marcada pela presença de chapadas, formadas por superfícies de aplainamento na porção central e norte da área, fazendo parte da extremidade oriental dos Geraes .
- ✓ Os planaltos localizam-se a nordeste da área, são constituídos, em sua maioria, por morfologias do tipo “pães-de-açúcar”, com altitudes situadas entre 600-900m, sendo os terrenos mais elevados da área em questão. São feições muito características dos granitóides intrusivos Brasileiros com formas dômicas.
- ✓ Uma faixa de terreno, margeando o rio Jequitinhonha com direção aproximada SW-NE configura a depressão do rio Jequitinhonha, com altitudes abaixo de 300m na extremidade leste da área. Constitui uma região de formas aplainadas, com sedimentos aluvionares.

O clima para a região, segundo a classificação de *Köppen*, é do tipo *Bsw*, continental-seco, quente com temperatura média do mês mais frio do ano superior a 18^oC e média das temperaturas máximas em torno de 34^oC sendo que a época seca coincide com o inverno. Entretanto, as chuvas tendem a diminuir a medida que se desloca para o norte, em direção a região nordeste, com o clima se aproximando de um quadro de semi-aridez. A precipitação média anual fica abaixo dos 1.000mm, sendo que nos municípios de Itinga e Itaobim a precipitação anual fica abaixo de 700mm (PLANVALE, 1994). A umidade relativa média é de 75%, com evapotranspiração por volta de 1450 mm, com um deficit hídrico anual de cerca de 700 mm.

A vegetação natural na área pode ser dividida nos seguintes grupos (Secretaria Ciência Tecnologia/IGA *op. cit.*):

- ✓ Floresta Tropical caducifólia não espinhosa, compreendendo a mata de cipó, perfaz em torno de 10% da vegetação local. Assenta-se em solos do tipo podzol e latossolo, com predomínio no primeiro.

- ✓ A caatinga constitui cerca de 70% da cobertura vegetal natural da região, abrigando-se mais na porção norte da área. Esta assentada em solo podzol vermelho-amarelo.
- ✓ Os cerrados compreendem uma faixa de vegetação natural que ocorrem no setor noreste e sudoeste da área, representam cerca de 20% do total da área. Crescem sobre solos do tipo terra roxa estruturada e podzol vermelho-amarelo.

7 - HIDROGEOLOGIA

Sob o ponto de vista hidrogeológico a região em estudo foi dividida preliminarmente em quatro unidades aquíferas, em função dos litotipos e naturalmente do tipo de porosidade dos mesmos:

- ✓ Unidade 1. Compreende as raras coberturas aluvionares, que ocorrem em algumas porções do rio Jequitinhonha e do rio Araçuaí, são de dimensões muito reduzidas, para a representação na escala deste trabalho. Podem vir a ter importância muito localizadamente, embora as propriedades rurais situadas às margens desses rios não sofram os problemas acarretados pela falta de água, pois tais rios são perenes.
- ✓ Unidade 2. Os aquíferos desta unidade são de natureza granular e compreende os espessos pacotes de sedimentos grosseiramente estratificados da Formação São Domingos, a qual chega a ultrapassar os 100m de espessura na região de Virgem da Lapa, e demais coberturas de natureza elúvio-coluvionares que recobrem as superfícies de aplainamento terciárias.

A Formação São Domingos é constituída por sedimentos de natureza pelito-arenosos, caoliníticos com estreitos níveis conglomeráticos semi-consolidados, localmente, em sua porção superior, apresenta crostas ferruginosas que chegam atingir até 5 metros de espessura, como ocorre na região imediatamente a norte de Virgem da Lapa. Tal formação constitui grandes chapadas na região, com extensão superior 30 km, na direção leste-oeste. Seu desenvolvimento está relacionado à superfície de aplainamento Sul-americana de King (1956).

As condições de infiltração da referida formação são satisfatórias, mesmo considerando a presença de pelitos em sua constituição e de crosta limonítica em sua porção superior, pois ambos os fatores atuam de modo a reduzir a permeabilidade diminuindo e retardando a infiltração. Por outro lado, o fato dessa formação estar localizada nas porções mais elevadas da área, com cotas entre 650-800 m, apresentar um relevo muito plano, e a praticamente inexistência de redes de drenagem superficial,

configuram condições significativamente favoráveis para a infiltração, de modo a favorecer a recarga na região.

Quando a Formação São Domingos assenta sobre rochas pouco alteradas/pouco fraturadas é comum ocorrer fontes nos contatos, como resultado da diferença de porosidade e permeabilidade entre ambas, situação esta que corrobora com padrões satisfatórios de permeabilidade dessa formação. A ocorrência de litologias com espessuras razoáveis de material alterado ou com padrões de fraturamento adequados (extensão, abertura e grau de conectividade), ou ainda com descontinuidades significativas (superfície de xistosidade), em contato com a base dessa formação, potencialmente representa áreas favoráveis de recarga para as rochas “duras” da região. Os estudos futuros dos poços tubulares na região irão fornecer subsídios para esclarecimento do modelo de circulação neste contexto local.

Com relação às coberturas de natureza elúvio-coluvionares que recobrem as superfícies de aplainamento terciárias, são materiais que em geral guardam a composição da rocha que lhe deu origem, sendo mais arenosa ou argilosa em função do litotipo original (Pedrosa-Soares, 1996). De forma semelhante à Formação São Domingos, também ocupa porções topograficamente elevadas, com relevo plano a levemente ondulado, podendo se constituir em áreas de recarga favoráveis. Entretanto, os dados a respeito dessas coberturas ainda são poucos, devendo ser aumentados durante o prosseguimento do trabalho.

- ✓ Unidade 3. Esta unidade, a de maior extensão na área deste estudo, compreende as litologias do Grupo Macaúbas, especialmente a Formação Salinas, cerca de 90% do referido grupo, na área já estudada. As características hidrogeológicas da Formação Salinas são praticamente só de aquíferos fraturados com uma pequena contribuição, em sua porção alterada, quando de espessura considerável, de meio granular.

A Formação Salinas tem ocorrência bastante ampla, sustenta relevo dominado por colinas suaves a medianamente onduladas e policonvexas, quando de composição predominantemente xistosa, representando áreas dissecadas, com altitudes em geral de até 500 m, com uma camada de alteração de espessura variável, mas em média de 10,0m, com uma densa rede de drenagem com padrões claramente ditados pelo padrão estrutural regional (direções de xistosidade, de fraturamento, falhamento), o que facilita o escoamento superficial, em detrimento da infiltração. Quando de composição quartzítica a Formação Salinas, ocupada posições altimétricas mais elevadas, sustentando chapadas e pontões.

As porções da Formação Salinas de composição predominantemente xistosa, potencialmente têm possibilidades de constituir aquíferos quantitativamente razoáveis, para os padrões regionais, quando houver a coexistência das seguintes condições :i) padrões de descontinuidade de natureza metamórfico-estrutural; ii)níveis espessos de alteração; iii)relevo suave, iv)sobreposição da Formação São Domingos. As duas últimas condições constituem, quando presentes, um quadro relativamente mais favorável no que tange a recarga de água subterrânea na Formação Salinas.

- ✓ Unidade 4. Esta unidade engloba as rochas graníticas intrusivas, se situando na porção nordeste da área na qual o trabalho foi iniciado, mas é muito significativa no contexto global do projeto " Hidrogeologia da região central da bacia do rio Jequitinhonha, MG", onde perfaz cerca de 45% do total da área.

Os granitóides da região se apresentam pouco alterados ou não alterados, não chegando a constituir um manto de alteração expressivo (solo + camada intemperizada), como ocorre no trópico úmido, onde o manto de intemperismo chega a atingir dezenas de metros (Jones, 1985) os quais dão origem a extensos aquíferos.

Os terrenos graníticos ocupam porções topográficas elevadas, com morfologias do tipo "pães de açúcar", pontões e serras. Possuem redes de drenagem em padrões radiais e dendrítico, especialmente nos corpos de maiores dimensões.

As fraturas representam os meios mais importantes onde as rochas graníticas locais podem conduzir e armazenar água, mas não são tão bem desenvolvidas como as existentes na Formação Salinas, pois são corpos mais homogêneos, formados posteriormente, sendo menos deformados, segundo Pedrosa Soares (1996). Tais rochas retêm apenas as juntas de resfriamento, não sistemáticas, e aquelas geradas durante a fase rúptil da deformação que atingiu a Formação Salinas. Esta última situação ainda não foi completamente esclarecida nos trabalhos realizados.

8 - CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES SOBRE OS POÇOS TUBULARES DA REGIÃO DE ARAÇUAÍ

De acordo com o cadastramento de poços efetuados pela COPASA (1995) e pela CPRM (comum. verbal), existem cerca de 186 poços tubulares na região, distribuídos nos municípios, conforme a tabela (01). Entretanto, apenas 164 poços possuem dados suficientes para serem tratados de modo estatístico, embora tenham informações apenas parciais.

Salienta-se que os dados estatísticos apresentados a seguir estão fortemente influenciados pela maior concentração de poços no Grupo Macaúbas (87,5%) em relação às demais unidades, de acordo com a tabela 01. De modo que os dados médios globais sempre refletirão este fato.

Unidades	No de poços	Porcentagem
Fm. São Domingos	10	5,5
Granitóides	13	7,0
Gr. Macaúbas	163	87,5
Área total	186	100

Tabela 01- Número de poços por Unidade hidrogeológica (COPASA/CPRM)

✓ **MANTO DE ALTERAÇÃO**

A espessura média do manto de alteração para toda a área de estudo é de 9,5m, com 50% dos dados abaixo de 4m, em acordo com os valores normalmente encontrados em clima semi-árido. Devendo-se levar em consideração que esse valor inclui a espessura do solo. O manto de alteração desenvolvido no Grupo Macaúbas tem granulometria dominante na fração argila, enquanto que nos granitóides distribui-se também na fração areia, onde predominam quartzo e feldspato, estes variando segundo o grau de alteração da rocha.

✓ **VAZÃO**

Nos gráficos 01, 02,03 e 04 estão representadas as freqüências dos valores de vazões dos poços locados, respectivamente, na Formação São Domingos, granitóides, Grupo Macaúbas e na área como um todo.

Verifica-se que apenas o Grupo Macaúbas possui um número estatisticamente representativo de poços (tabela 02), o que é justificado pela extensão desta unidade na área, a qual perfaz cerca de 75% da mesma. Certamente outros fatores devem influenciar esta tendência, os quais serão abordados durante o desenvolvimento do projeto. Assim, de uma forma geral, a vazão média global para toda a área (8,0 m³/h) está fortemente influenciada pelos valores do Grupo Macaúbas.

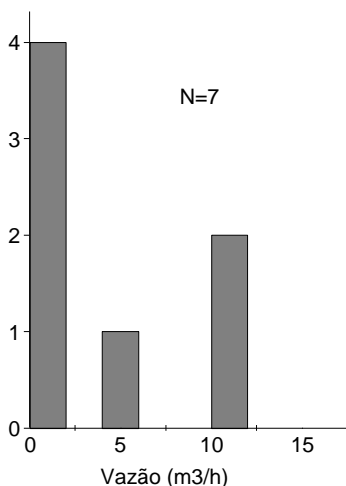


Gráfico 01. Frequência de vazão na Fm. São Domingo

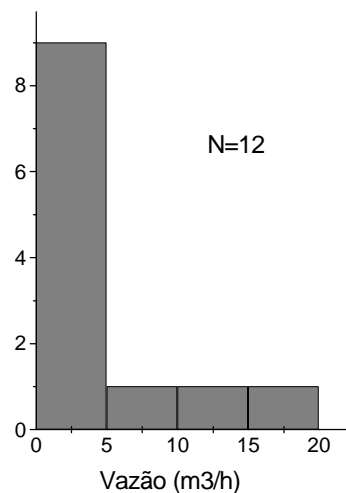


Gráfico 02. Frequência de vazão nos granitóides

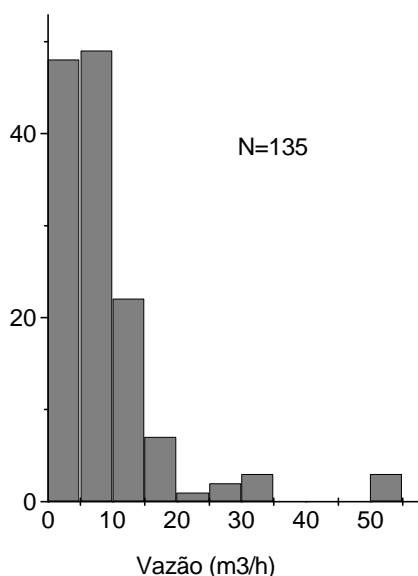


Gráfico 03. Frequência de vazão no Grupo Macaúbas

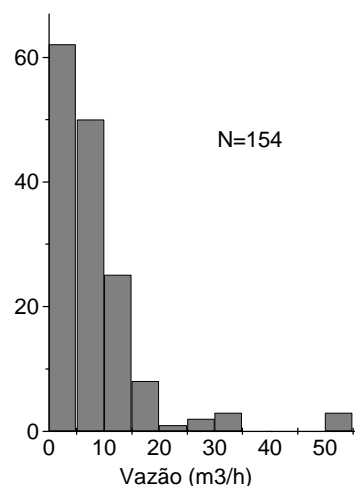


Gráfico 04. Frequência de vazão na área total

A vazão média de $8,6\text{m}^3/\text{h}$ no Grupo Macaúbas é superior aos $5\text{m}^3/\text{h}$ (Rebouças, 1997) normalmente encontrados em rochas cristalinas em climas semi-áridos, com delgado manto de alteração. Este valor é também superior ao encontrado nas demais unidades, ressaltando que o número de poços dessas unidades é estatisticamente pouco representativos (tabela 02). Isto se deve ao fato do Grupo Macaúbas, possuir mais descontinuidades que os granitóides, materializadas por sua xistosidade e juntas, as quais contribuem conjuntamente para a circulação e armazenamento da água, enquanto nos granitóides apenas as juntas o fazem.

Há também uma tendência natural de maior recarga no Grupo Macaúbas em virtude de seu relevo mais suave e arrasado relativamente aos granitóides.

Unidades	N^o de Dados	Máximo	mínimo	média	mediana	desvio padrão
Fm. São Domingos	7	11,9	0,1	4,1	1,08	5,1
Granitóides	12	17,5	0,4	3,5	0,8	5,3
Gr. Macaúbas	135	51,4	0,3	8,6	6,3	9,0
Área total	154	51,4	0,1	8,0	6	8,7

Tabela 02 – Estatística das vazões (m³/h)

Conforme se observa no gráfico (05) não há correlação entre a espessura do manto de alteração e a vazão, embora não se esperasse tal correlação em função do clima da região, entretanto a mesma é fortemente afetada pela descrição incompleta e falha dos perfis dos poços.

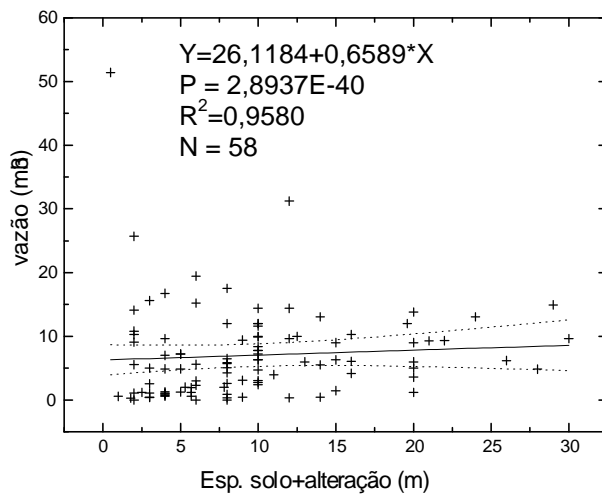


Gráfico 05. Correlação entre espessura do solo + alteração e vazão na área

✓ CAPACIDADE ESPECÍFICA

Apesar da capacidade específica dos poços apresentar uma média de $1,2\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ (tabela 03) verifica-se que 57% estão abaixo de $0,25\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$, como pode ser observado no gráfico (06).

Unidade	Nº de dados	Máximo	mínimo	média	mediana	desvio padrão
Granitóides	9	0,59	0,006	0,137	0,018	0,217
Grupo Macaúbas	94	45	0,004	1,304	0,272	5,426
Área total	103	45	0,004	1,202	0,259	5,192

Tabela 03 – Estatística das capacidades específicas ($\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$)

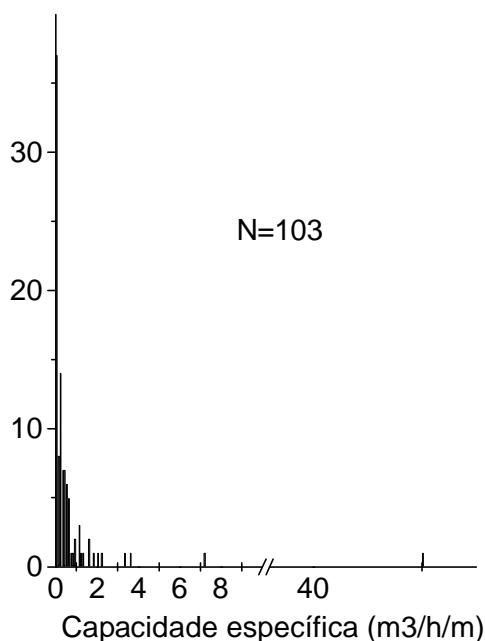


Gráfico 06 Frequência de capacidade específica para a área total

✓ **SALINIDADE**

A grande maioria dos poços apresentam valores de Sólidos Totais Dissolvidos dentro dos limites aceitáveis para uso humano animal e agrícola, apresentando um valor médio de 486 mg/L (tabela 04), sendo que 90% dos valores estão abaixo de 1000mg/L (53 dados), de acordo com o gráficos (07, 08, 09 e 10). Destaca-se a similaridade da faixa de valores de STD nas águas dos granitóides e do Grupo Macaúbas (aquíferos fraturados), em contraste com os baixos valores de STD na Formação São Domingos (aquífero granular), com média de 45 mg/L (tabela 03), refletindo o menor tempo de renovação nesta e possivelmente a presença de constituintes mineralógicos mais estáveis.

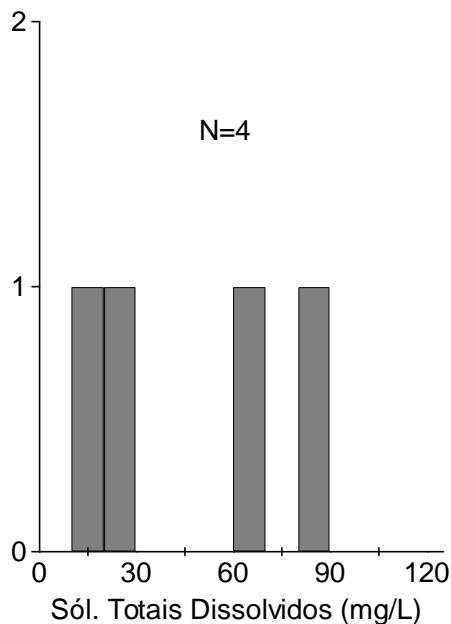


Gráfico 07. Frequência de STD na Fm. São Domingos

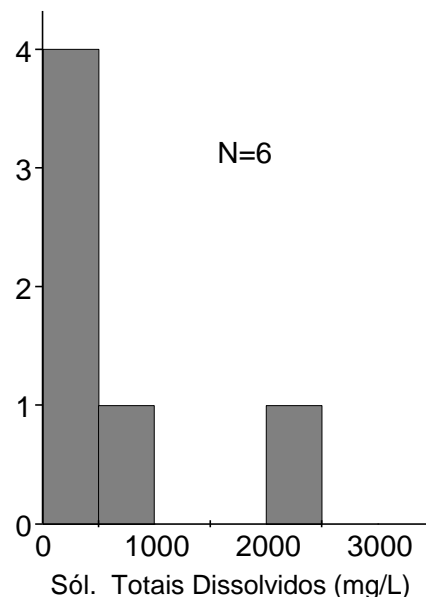


Gráfico 08. Frequência de STD nos granitóides

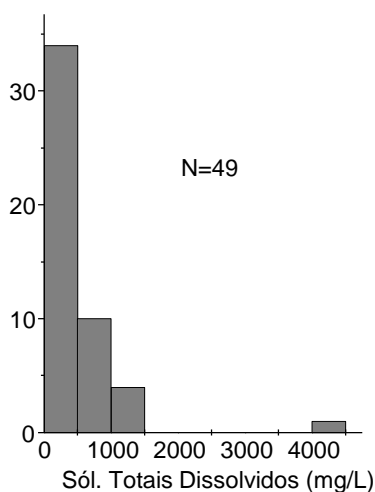


Gráfico 09. Frequência de STD no Grupo Macaúbas

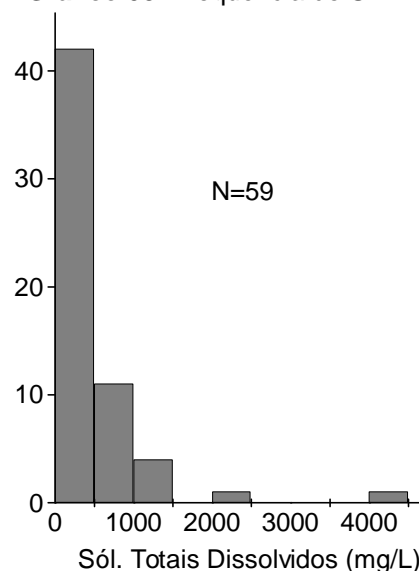


Gráfico 10. Frequência de STD na área

Unidades	Nº de Dados	máximo	mínimo	média	mediana	desvio padrão
Fm. São Domingos	4	81	10	45	44,5	34,3
Granitóides	6	2334	42	616,3	340,5	871,5
Gr. Macaúbas	49	4456	61	515,3	332,9	637,2
Área total	59	4456	10	486,0	330	643,3

Tabela 04. Dados estatísticos de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), em mg/L

Nos gráficos (11, 12, 13 e 14) estão plotados as freqüências de condutividade elétrica, respectivamente da Formação São Domingos, dos granitóides, do Grupo Macaúbas e da área global. A maior parte dos dados (93% ou 79 poços), estão abaixo de 750 mMho/cm (tabela 05), que representa o valor de referência máxima para uso agrícola em solos medianamente drenados (USSL, 1954).

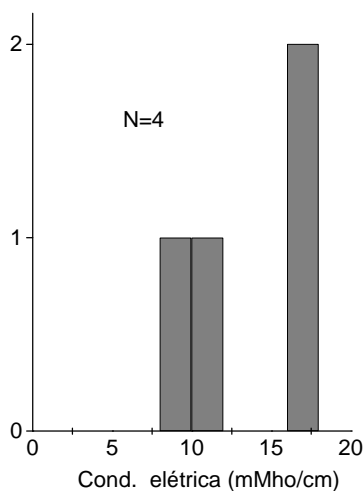


Gráfico 11. Frequência de Condutividade Elétrica na Fm. São Domingos

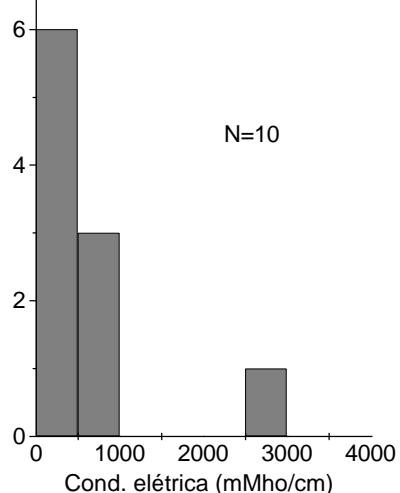


Gráfico 12. Frequência de Condutividade Elétrica nos granitóides

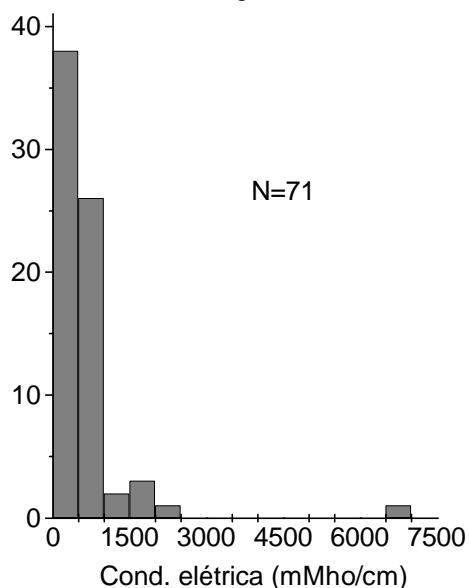


Gráfico 13. Frequência de Condutividade Elétrica no Grupo Macaúbas

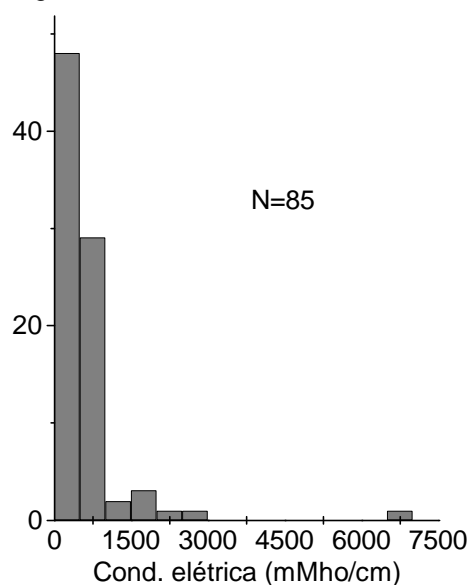


Gráfico 14. Frequência de Condutividade Elétrica na área

Unidades	Nº de dados	máximo	mínimo	média	mediana	desvio padrão
Fm. São Domingos	4	16,3	8,4	13,0	13,6	3,8
Granitóides	10	2910	123,8	684,0	392,5	820,7
Gr. Macaúbas	71	6820	31,6	678,9	468,0	841,8
Área total	85	6820	8,4	648,1	464	826,3

Tabela .05 - Dados estatísticos de Condutividade Elétrica, em mMho/cm

A condutividade elétrica é fortemente correlacionada ao STD apresentando, portanto, o mesmo padrão de comportamento deste, como mostrado no gráfico (15). Essa ótima correlação era esperada pois os sólidos totais dissolvidos são os causadores da condutividade elétrica, sendo que ambos estão relacionados, neste caso, pelo fator 0,75, o qual está em pleno acordo com os valores comumente encontrados para águas salinizadas.

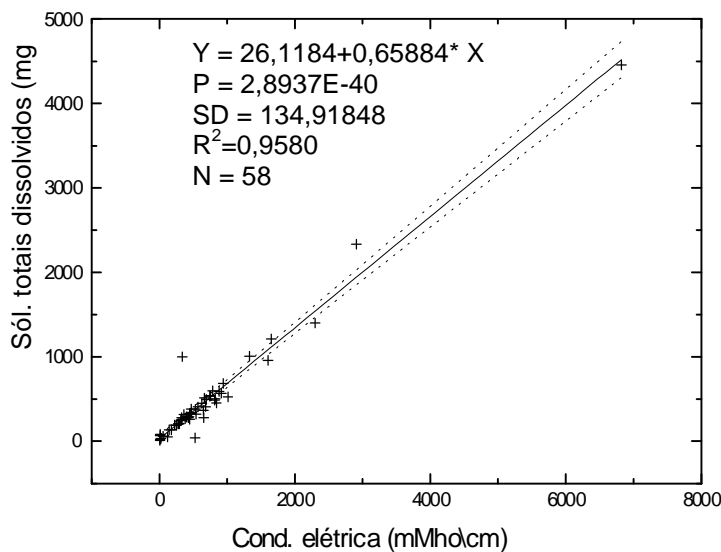


Gráfico 15. Correlação entre condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos na área.

9 - COMENTÁRIOS FINAIS

Entre as unidades de natureza fraturada o Grupo Macaúbas, especialmente a Formação Salinas, tem maior potencial hidrogeológico em decorrência dos seguintes fatos: i) expressão areal; ii) apresenta descontinuidades de caráter distinto (juntas e xistosidade) as quais favorecem a circulação e o armazenamento; iii); posicionamento morfológico favorável, também favorecendo a recarga; iv) os dados iniciais de poços realizados nessa unidade revelam vazões e qualidade aceitáveis, para regiões de clima semi-árido, como neste caso.

A unidade 2 representada pela formação São Domingos, de natureza granular, possui condições de infiltração satisfatórias, ditadas por seu posicionamento topográfico elevado, relevo muito plano, e a praticamente inexistência de redes de drenagem superficial, de modo a favorecer a recarga na região, que aliadas à boa qualidade da água extraída dos raros poços tubulares existentes nessa unidade, reveste de grande relevância o maior conhecimento hidrogeológico de tal unidade.

10- BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.F.M. & LITWINSKI, N. 1984. *In*. Almeida, F.F.M. & Hasui, Y.I .0 Pré-Cambriano do Brasil. São Paulo. Edgard de Blücher. 378p.
- ALMEIDA, F.F.M. de. 1977. O Cráton do São Francisco. *Rev. Bras Geoc.*, 7:349-364.
- ATLAS REGIONAL DAS ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS- 1982. Região de planejamento VII- Jequitinhonha. Governo do Estado de Minas Gerais/Secretária de Ciência e Tecnologia/IGA. Belo Horizonte.
- CETEC. 1980. Estudo Integrado dos Recursos Naturais dos Rios Jequitinhonha e Pardo. Hidrogeologia, Belo Horizonte.
- COMIG. 1994. Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, escala 1: 1.000.00. Texto Explicativo. Belo Horizonte.
- DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 1983. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais/CETEC. Belo Horizonte.
- DISPONIBILIDADES HIDRÍCAS SUBTERRÂNEAS NO ESTADO DE MINAS GERAIS. 1995 Ed. Sergio Menin Teixeira de Souza. HIDROSYSTEMAS/COPASA. B.Horizonte. 525p.
- JONES, M.J. 1985. The weathered zone aquifers of the basement complex areas of Africa. *Quarterly Journal of Engineering Geology*. v.18, pp.35-46.
- KING, L.C.1956- Geomorfologia do Brasil oriental. *Rev. Bras.Geog*. v.18, n.2, p.147-266.
- PEDROSA-SOARES, A.C. & SAADI, A. 1989. O segmento meridional da Falha de Taiobeiras, MG, *In*: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS.MG. 5, Belo Horizonte, 1989. *Anais ...*, Boletim SBG-MG, (10):161-165.
- PEDROSA-SOARES, A.C. 1996. Geologia da folha de Araçuaí, Minas Gerais. *In*: Projeto Espinhaço. Sec. de Estado de Rec. Minerais, Hídricos e Energéticos/Companhia Mineradora de Minas Gerais (COMIG).

PLANO DIRETOR DE RECURSOS HIDRICOS PARA OS VALES DO RIO JEQUITINHONHA E PARDO. 1994. PLANVALE. Governos MG e BA/Geotécnica/Consultants. R1 Relatório de Diagnóstico, an. B- Hidrogeologia.

REBOUÇAS, A. C. 1997. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. . Estudos Avançados/USP. 11 (29) p.127-154.

SAADI, A; HASUI, Y.; MAGALHÃES, F.S. 1991b. Informações sobre a neotectônica e morfogênese de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS. 3, Rio Claro, 1991. *Anais ...boletim SBG-SP*. p105-107.

UNITED STATE. Salinity Laboratory Staff. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. USDA. 1954. 160p.

11- AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – pelo financiamento do projeto através do processo N^o 98/15.888-5 e a CPRM/Sureg-BH pela fornecimento de dados de poços.