

UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Pós-Graduação em Geociências

Área de Administração e Política de Recursos Minerais

EDGAR PANE

**ESTUDO HIDROLÓGICO, HIDROGEOLÓGICO E GEOFÍSICO NO MUNICÍPIO DE
ITAMONTE-MG.**

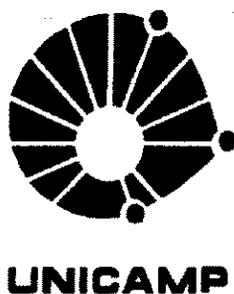
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Este exemplar corresponde à
redação final da tese defendida
por Edgar Pane
e aprovada pela Comissão Julgadora
em 31/08/2001

[Assinatura]
ORIENTADOR

CAMPINAS - SÃO PAULO

Agosto – 2001



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Pós-Graduação em Geociências

Área de Administração e Política de Recursos Minerais

EDGAR PANE

**ESTUDO HIDROLÓGICO, HIDROGEOLOGÍCO E GEOFÍSICO NO MUNICÍPIO DE
ITAMONTE-MG.**

Dissertação apresentada ao Instituto de Geociências como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geociências, na Área de Administração e Política de Recursos Minerais.

Orientadora: Prof^a. Dra. Sueli Yoshinaga Pereira

CAMPINAS - SÃO PAULO

Agosto – 2001

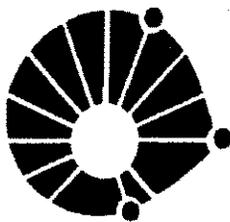
**UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DO IG - UNICAMP

P192e Pane, Edgar
Estudo hidrológico, hidrogeológico e geofísico no Município de
Itamonte-MG / Edgar Pane.- Campinas,SP.: [s.n.], 2001.

Orientadora: Sueli Yoshinaga Pereira
Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de
Geociências.

1. Recursos Hídricos – Itamonte-MG. 2.Bacias Hidrográficas. 3.Águas
Mínerais. 4. Hidrogeologia. 5. Geofísica . I. Pereira, Sueli
Yoshinaga. II. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de
Geociências. III. Título.



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Pós-Graduação em Geociências

Área de Administração e Política de Recursos Minerais

Edgar Pane

**ESTUDO HIDROLÓGICO, HIDROGEOLÓGICO E GEOFÍSICO NO MUNICÍPIO DE
ITAMONTE-MG**

ORIENTADORA: Profª. Dra. Sueli Yoshinaga Pereira

Aprovada em: 31/08/01

PRESIDENTA: Profª. Dra. Sueli Yoshinaga Pereira

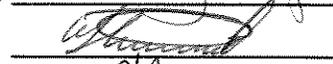
EXAMINADORES:

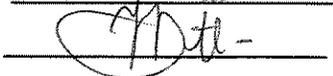
Profª. Dra. Sueli Yoshinaga Pereira

Prof. Dr. Hélio Nóbile Diniz

Prof. Dr. Job Jesus Batista



- Presidenta




**UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE**

Campinas, de agosto de 2001

20223342

À minha mãe Odila
e ao meu pai Daniel

Agradecimentos

Ao meu grande amigo geólogo Lucio Carramillo Caetano, que me incentivou e ajudou durante todos estes anos.

À minha orientadora Prof^ª. Dra. Sueli Yoshinaga Pereira, pelos ensinamentos e pela forma como conduziu a orientação.

Aos Srs. Venicio Horta Jardim Bastos e Ricardo Jorge Amorim que gentilmente permitiram a utilização dos dados coletados para a pesquisa.

Aos amigos: geofísico Edison Pinto Figueira, geólogo Agenor Pereira de Souza, geógrafa Oscarlina Ap. Furquim Scaleante, geólogo Cesar Antonio Schenini.

Aos meus familiares: minha esposa Suely e minha irmã Denise pelo incentivo, meus filhos Daniela, Rafaela e Felipe pela paciência e compreensão.

Ao Instituto de Geociências e ao Departamento de Administração e Recursos Minerais pela infra-estrutura fornecida.

Ao CNPq pela ajuda financeira.

A todos, o meu muito obrigado!

SUMÁRIO

Dedicatória	v
Agradecimentos	vi
Sumário	vii
Lista de figuras	ix
Lista de tabelas	x
Lista de anexos	x
Resumo	xi
Abstract	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	2
3. LOCALIZAÇÃO	2
4. METODOLOGIA	6
4.1. Fundamentos teóricos	6
4.2. Levantamento topográfico	6
4.3. Interpretação de imagem de radar	8
4.4. Interpretação fotogeológica	8
4.5. Mapeamento de campo	8
4.6. Levantamento geofísico	11
4.7. Monitoramento de vazão	11
4.8. Análises físico-químicas	12
4.9. Dados hidrológicos	14
4.10. Balanço hídrico	17

5. FUNDAMENTOS BÁSICOS	18
6. ÁREA DE ESTUDO	20
6.1. Aspectos fisiográficos	21
6.2. Aspectos hidrológicos e hidrogeológicos	26
6.3. Geofísica	29
6.4. Balanço hídrico	34
7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES	36
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

Lista de Figuras

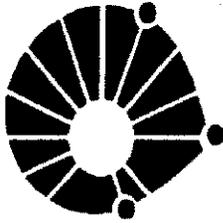
Figura 3.1. Mapa de localização da área de estudo	4
Figura 3.2. Mapa topográfico de localização da microbacia hidrográfica	5
Figura 4.1. Mapa topográfico de localização das áreas requeridas	7
Figura 4.2. Mapa geológico regional	9
Figura 4.3. Fotografia aérea com delimitação da microbacia hidrográfica	10
Figura 4.4. Perfis geofísicos; pontos de monitoramento e coleta para análise	13
Figura 4.5. Localização das estações meteorológicas	15
Figura 4.6. Comparação das médias históricas das estações meteorológicas	16
Figura 4.7. Balanço hídrico pela média histórica e pelo ano monitorado	17
Figura 6.1. Comparação dos hidrogramas com a média mensal histórica	26
Figura 6.2. Diagrama circular das fontes 1 e 2	28
Figura 6.3. Perfis de caminamento elétrico A – A', B – B' e C – C'	30
Figura 6.4. Perfis de caminamento elétrico D – D', E – E', F – F' e G – G'	31
Figura 6.5. Perfis de caminamento elétrico H – H', I – I', J – J' e L – L'	32
Figura 7.1. Integração dos resultados dos levantamentos e interpretações	38

Lista de Tabelas

Tabela 6.1. Resultados das análises químicas	27
Tabela 6.2. Áreas das sub-bacias, vazões totais anuais e vazões mínimas anuais	34

Lista de Anexos

Anexo 1. Estudo petrográfico	43
Anexo 2. Medidas de vazão das fontes	51
Anexo 3. Totais pluviométricos mensais de Alagoa, Baependí, Itanhandu e Pouso Alto	52
Anexo 4. Temperatura e precipitação média de Alagoa (CPTEC/INPE)	56
Anexo 5. Balanço hídrico pela média histórica e pelo ano monitorado	57
Anexo 6. Valores dos Caminhamentos elétricos de A – A' a L – L'	59
Anexo 7 Análises químicas das fontes 1, 2, 4 e 5	70
Anexo 8 Hidrogramas totais das fontes 1, 2 e 3	82



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Pós-Graduação em Geociências

Área de Administração e Política de Recursos Minerais

**ESTUDO HIDROLÓGICO, HIDROGEOLÓGICO E GEOFÍSICO NO MUNICÍPIO DE
ITAMONTE-MG.**

RESUMO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Edgar Pane

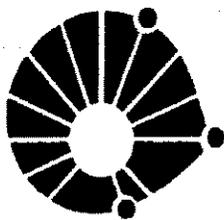
Este trabalho teve como objetivo principal o estudo do comportamento de nascentes em uma micro-bacia hidrográfica, utilizando técnicas hidrológicas, hidrogeológicas e geofísicas; e como objetivo secundário, a verificação da utilidade de uma técnica geofísica na locação de poços tubulares em terrenos de rochas cristalinas com manto de alteração sobreposto.

A área localiza-se no Município de Itamonte, Sul do Estado de Minas Gerais, integra a unidade de conservação ambiental denominada APA da Mantiqueira, e foi objeto de um requerimento no Departamento Nacional de Produção Mineral -DNPM para pesquisa de água mineral.

Para a análise hidrológica utilizaram-se as séries históricas de quatro estações meteorológicas próximas à área de estudo, adotando a estação de Alagoa – MG como representativa da área.

Foi feito um monitoramento de vazão pelo período de um ano em três pontos da micro-bacia, na cabeceira, na parte média e na porção inferior, que juntamente com os dados pluviométricos da estação meteorológica de Alagoa serviram de base para a análise hidrológica da área e cálculo das reservas de água subterrânea. Utilizou-se também o software BALASC/CEPAGRI (1995), que emprega uma metodologia de Thornthwaite & Matter (1955) e calcula a evapotranspiração potencial mensal e o período do ano em que há excesso ou falta de água.

Foram feitos levantamentos geofísicos de eletroresistividade, utilizando a técnica denominada “caminhamento elétrico”, que indicaram zonas de baixa resistividade elétrica associadas às zonas fraturadas subjacentes. Esta técnica foi de grande utilidade para a locação do poço tubular em uma dessas zonas, que está deslocada sub-superficialmente em relação a estrutura geológica indicada pela fotointerpretação.



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Pós-Graduação em Geociências

Área de Administração e Política de Recursos Minerais

**ESTUDO HIDROLÓGICO, HIDROGEOLÓGICO E GEOFÍSICO NO MUNICÍPIO
DE ITAMONTE-MG.**

ABSTRACT

MASTER DISSERTATION

Edgar Pane

The principal objective of this dissertation was to use hydrological, hydrogeological and geophysical techniques to study the behavior of springs in a hydrographic microbasin; a secondary objective was the verification of the usefulness of a geophysical technique for the location of bore wells in crystalline rocks in embasement areas.

The area studied is located in the county of Itamonte, in the south of the state of Minas Gerais, and is part of the area of preservation of the Mantiqueira (APA na Mantiqueira). The study was requested by the National Department for Mineral Production (DNPM) in the investigation of mineral water.

Historical series from four meteorological stations in the vicinity of the area were used for the hydrological analyses, with the station of Alagoa (MG) considered the standard.

The yield of springs for the period of one year was monitored at three points in the microbasin: at the headwaters, in the central part, and in the lower part. Together with rainfall values from the meteorological station of Alagoa, these served as the basis for the hydrological analysis of the area. BALASC/CEPAGRI software (1995) was used to apply Thornthwaite & Matter (1995) methodology. Monthly potential evaporation and the period of the year in which excess or lack of water would be expected were calculated.

Geophysical surveys of electrical resistivity were also made, using the “Schlumberger gradient array”, which indicates zones of low electrical resistivity associated with underlying fracture zones. The technique proved to be of great utility for the location of bore wells in one of the zones, in which they are not located exactly where photointerpretation of the geological structure would suggest.

1. INTRODUÇÃO

Devido a uma série de fatores que restringem a utilização das águas superficiais, bem como ao crescente aumento do custo do seu tratamento, a água subterrânea vem sendo cada vez mais utilizada para diversos usos. Entretanto, para que esta utilização se faça de maneira racional e sustentável é necessário um aprofundamento dos conhecimentos hidrogeológicos, que nos propiciarão um melhor entendimento da sua forma de ocorrência e potencialidade como recurso natural.

O presente trabalho consistiu de um estudo hidrológico, hidrogeológico e geofísico em uma área de ocorrência de rochas cristalinas, na Serra da Mantiqueira, Sul do Estado de Minas Gerais, que foi originalmente requerida no Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, para pesquisa de água mineral. Foram requeridas duas áreas de 50,0 Hectares cada uma porém, o estudo compreendeu apenas a área referente a micro-bacia hidrográfica, à qual tem aproximadamente 72,0 Hectares. A escolha do local levou em conta a possibilidade de se obter um considerável volume de dados durante o desenvolvimento da pesquisa e o fato de existirem poucos estudos sobre o comportamento de nascentes e suas relações com as águas superficiais. Os trabalhos existentes sobre o tema são em escala regional, e este estudo se propõe a avaliar uma fonte em escala de maior detalhe.

As formações de rochas cristalinas (aquíferos fraturados) têm um comportamento hidráulico próprio e peculiar à sua forma de ocorrência, totalmente diferente do comportamento hidráulico dos aquíferos sedimentares. Nestas rochas que, fora algumas exceções, têm uma porosidade primária baixíssima e podem ser consideradas como impermeáveis, a circulação de água está condicionada à porosidade secundária, representada pelas fraturas ou fissuras, juntas ou falhas, vesículas e aberturas de dissolução, dentre outros. Dessa forma, a capacidade hidráulica destes tipos de terreno não pode ser relacionada diretamente à rocha e sim a efeitos secundários ocasionados pelos componentes estruturais. Nestes grupos não temos como estabelecer parâmetros representativos dos aquíferos, uma vez que a geometria dos sistemas hidráulicos de fendas e fraturas é caótica e indeterminada, os meios quase sempre são descontínuos e heterogêneos, podendo ser considerados fisicamente anisotrópicos.

No caso em estudo temos uma situação mista, ou seja, um manto intemperizado que se comporta como um aquífero sedimentar, sobre a rocha sã fraturada que corresponde ao aquífero fraturado.

Em situações como esta, muito comuns na região em estudo ou em áreas de alto índice pluviométrico, cujo intemperismo químico propicia a formação de espessos pacotes de alteração, é muito difícil determinar as zonas fraturadas existentes na rocha sã, abaixo desse pacote de alteração. Nestes casos, a locação dos poços em relação às estruturas geológicas é um fator determinante da vazão dos mesmos, podendo variar de nula a muito alta. Para auxiliar na localização dessas zonas, uma das ferramentas que pode ser utilizada com um índice de sucesso considerável e um custo relativamente baixo é a geofísica, desde que aplicado um método e um arranjo adequados.

2. OBJETIVO

- O objetivo principal foi o estudo do comportamento de nascentes em uma microbacia hidrográfica, utilizando técnicas hidrológicas, hidrogeológicas e geofísicas.
- O objetivo secundário foi verificar como a utilização de uma técnica geofísica pode auxiliar na locação de poços tubulares em terrenos de rochas cristalinas, com manto de alteração sobreposto.

3. LOCALIZAÇÃO

A área de estudo localiza-se na Fazenda Monte Belo, zona rural do Município de Itamonte-MG, cerca de 27 quilômetros do centro deste município. O acesso rodoviário é feito através da Rodovia Presidente Dutra (BR-116) até o entroncamento com a BR-354, Distrito de Engenheiro Passos, Município de Resende-RJ. A partir daí percorre-se 50 quilômetros até o Município de Itamonte-MG; deste por mais 24 quilômetros em estrada secundária de trânsito permanente que liga os municípios de Itamonte e Alagoa, até o entroncamento com uma estrada vicinal, e deste por mais 4 quilômetros chega-se a área (Figura 3.1). Ela está inserida dentro da Área de Proteção Ambiental da Mantiqueira, cerca de 16 quilômetros ao norte, em linha reta, do pico das Agulhas Negras no Maciço

do Itatiaia-RJ. A Figura 3.2 mostra a localização da microbacia hidrográfica na base cartográfica 1:50.000.

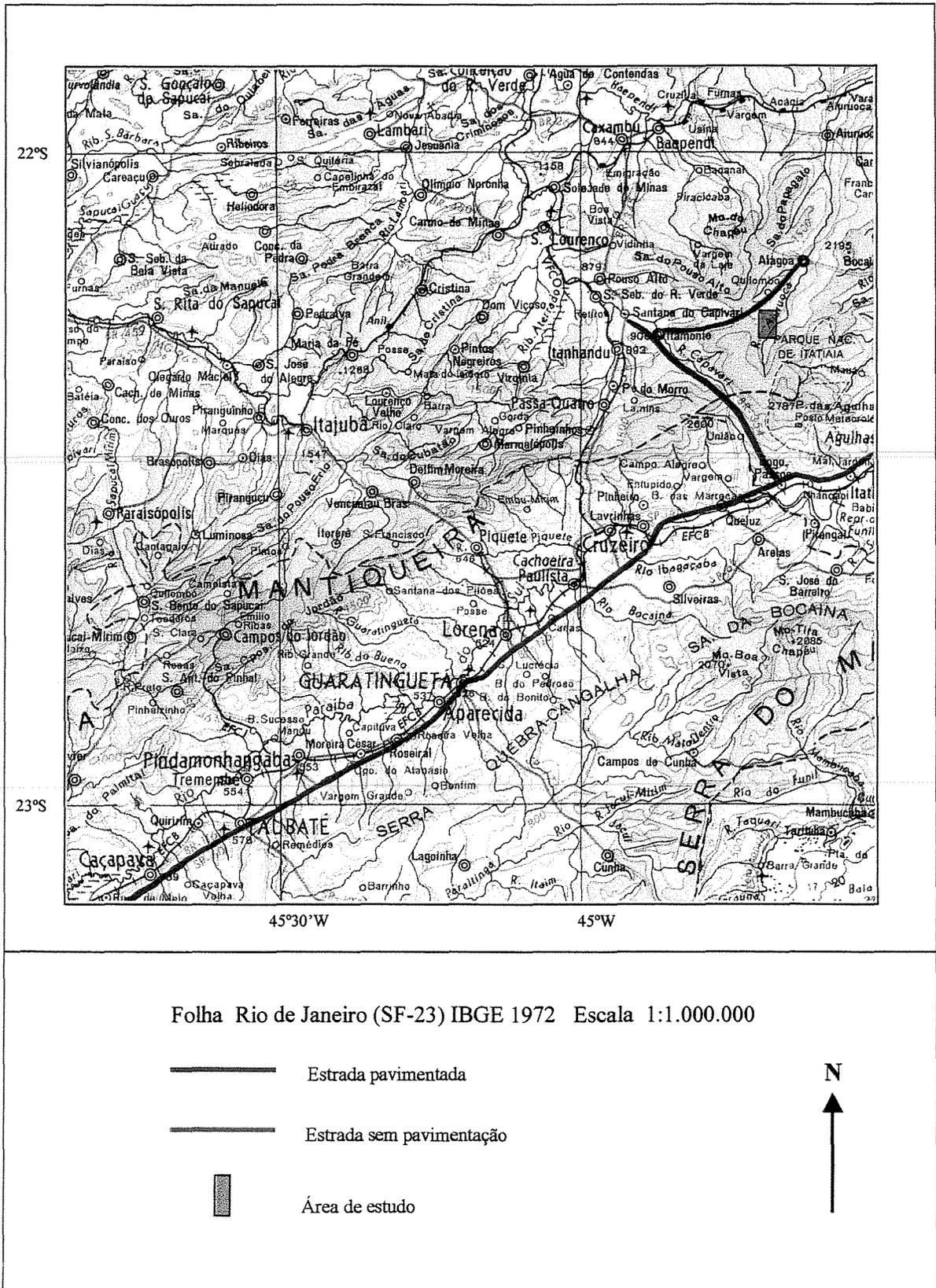


Figura 3.1 - Mapa de localização da área de estudo.

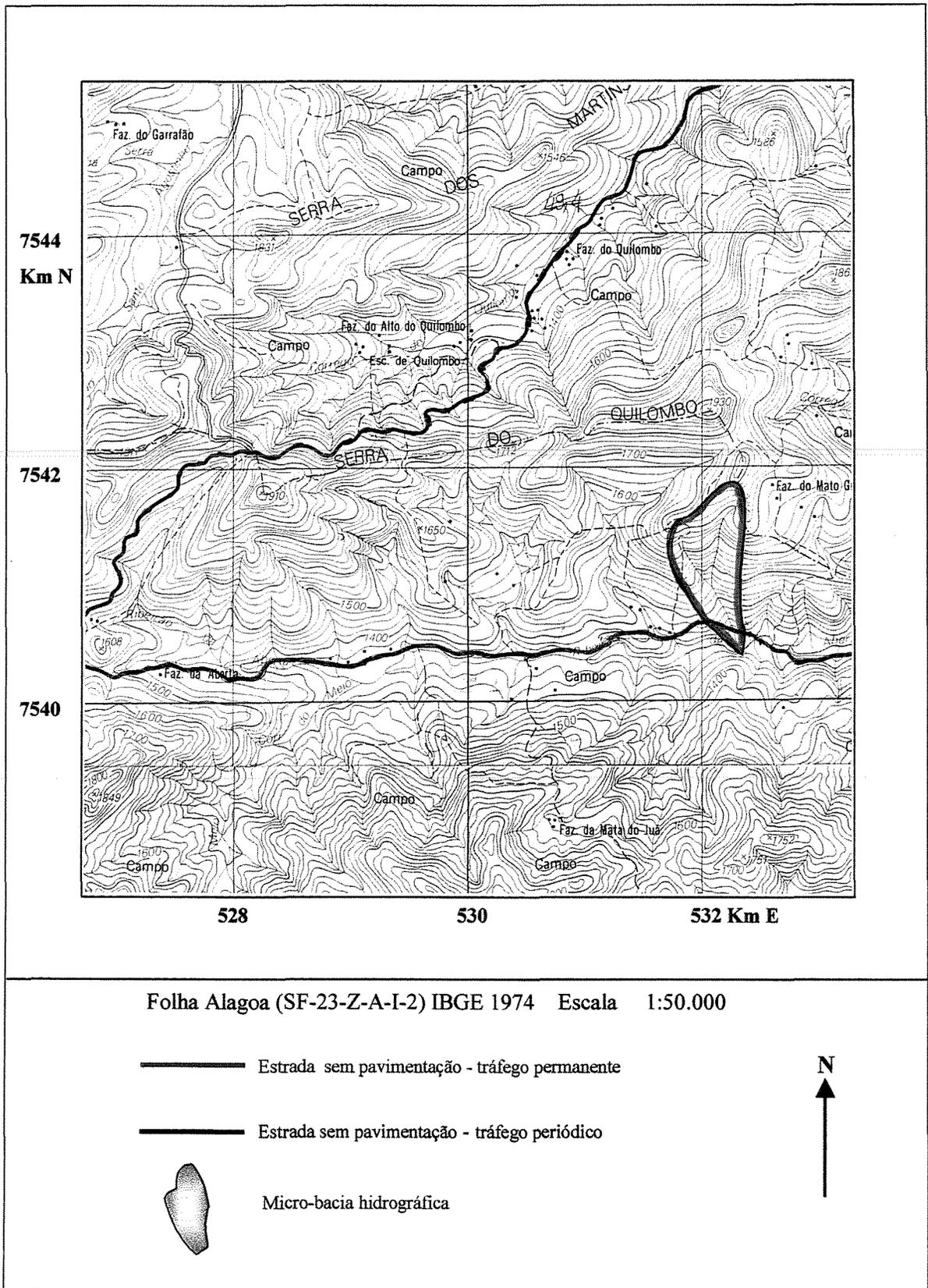


Figura 3.2 – Mapa topográfico de localização da micro-bacia hidrográfica.

4. METODOLOGIA

Foram utilizados os métodos e as técnicas convencionais de avaliação hidrogeológica em terrenos cristalinos, tais como, fotointerpretação e mapeamento estrutural, juntamente com uma técnica geofísica.

4.1. Fundamentos teóricos

A fundamentação teórica do estudo constou de um levantamento bibliográfico e uma pesquisa de trabalhos sobre hidrogeologia de aquíferos fraturados; estudos hidrogeológicos, geológicos e geomorfológicos regionais; dados hidrológicos e climáticos da área.

Foi feito um levantamento de material auxiliar para confecção de mapas, constando de folhas plani-altimétricas, fotografias aéreas, imagem de radar, imagem de satélite e mapa geológico regional.

4.2. Levantamento topográfico

Devido ao forte relevo, a extensão considerável da área para um levantamento plani-altimétrico detalhado, e as restrições legais devidas ao fato da área pertencer a uma Área de Proteção Ambiental, optou-se por um levantamento topográfico expedito, para a locação da área requerida no campo. Partiu-se de um ponto de amarração locado na folha de Alagoa (SF-23-Z-A-I-2), escala 1:50.000, confeccionado pelo IBGE (1974). Foram feitos caminhamentos com bússola, trena e GPS, para delimitação de uma poligonal com segmentos norte-sul e leste-oeste conforme exige o DNPM (Figura 4.1). Este trabalho teve duração de 12 dias em três etapas distintas durante os meses de junho, julho e agosto de 1.999

Foram utilizados seguintes instrumentos: uma bússola Brunton, uma bússola Lensatic modelo CD-103LA, um GPS 12 Garmin, duas trenas de fita com 30 metros e 50 metros de comprimento cada uma.

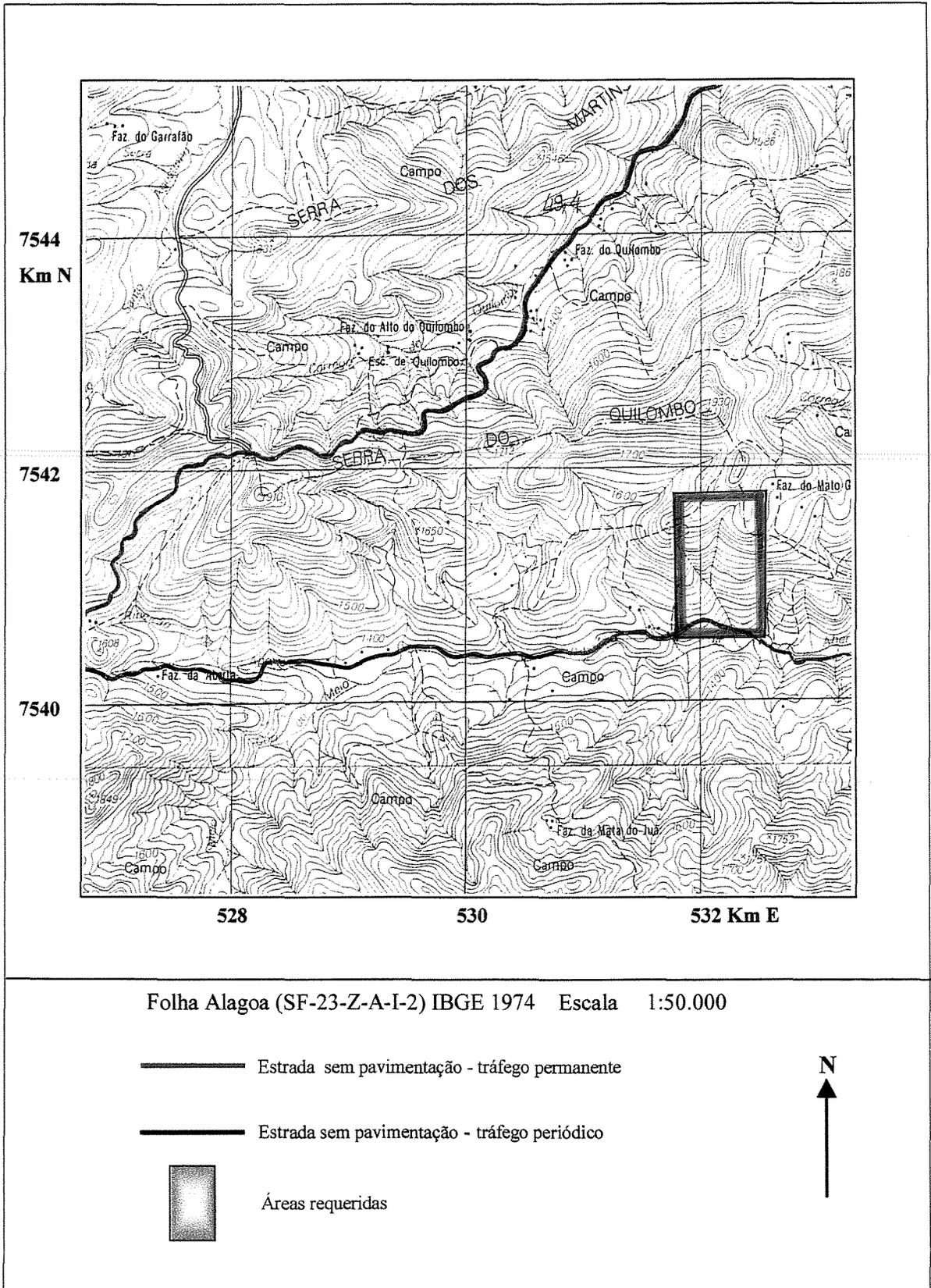


Figura 4.1 – Mapa topográfico de localização das áreas requeridas.

4.3. Interpretação de imagem de radar

Foram analisadas e traçadas em papel vegetal as formas lineares mapeáveis na imagem de radar que diferem distintamente dos padrões de feições adjacentes e presumivelmente refletem um fenômeno de sub-superfície.

Foi utilizada a imagem de radar folha SF-23-Z-A (1:250.000) que realça os lineamentos com direções nordeste e norte-nordeste, concordantes com as direções indicadas no mapa geológico regional do Projeto RadamBrasil (Figura 4.2)

4.4. Interpretação fotogeológica

Utilizaram-se fotografias aéreas nas seguintes escalas: 1:60.000 do ano de 1964 e 1:30.000 de um aerolevante feito para a CEMIG no ano de 1985, sendo que desta última foi feita uma ampliação para a escala de 1:5.000. Foram traçados os lineamentos associáveis às estruturas tais como falhas e fraturas existentes, e feito um mapa de drenagem superficial para verificar até que ponto existe uma superposição da drenagem ao fraturamento. A figura 4.3 é a fotografia aérea da área de estudo, na escala 1:30.000, com a delimitação da microbacia e a figura 4.4 mostra os lineamentos estruturais e a drenagem superficial.

4.5. Mapeamento de campo

Esta fase teve por objetivo estabelecer um controle geológico de campo para o reconhecimento dos elementos interpretados nas fotografias aéreas, através de um caminhar por toda área. Foram coletadas amostras de rochas para realização de estudos petrográficos, das quais selecionaram-se quatro para elaboração de lâminas delgadas e caracterização das litologias que ocorrem na área. O resultado do estudo petrográfico encontra-se no anexo 1.

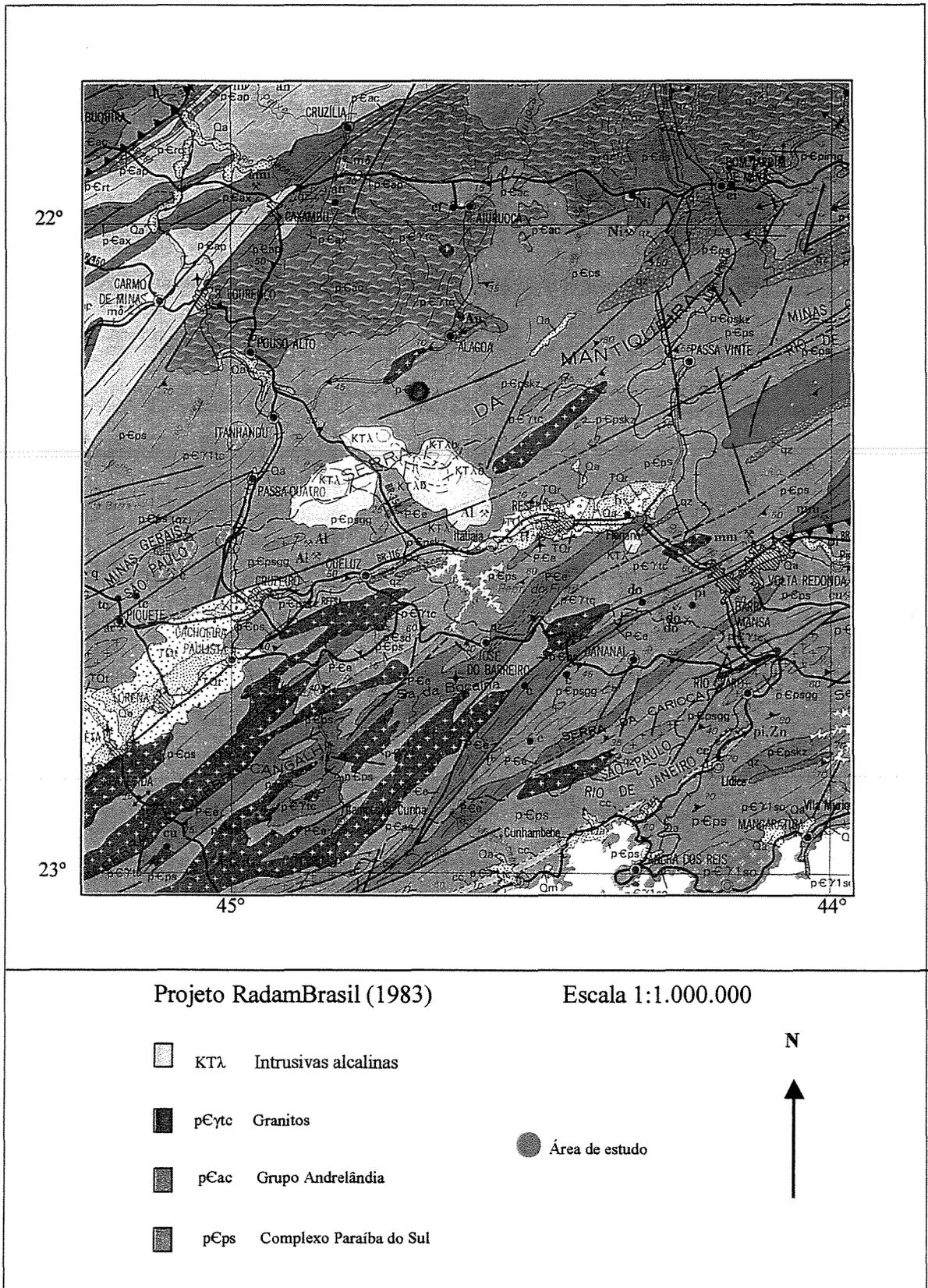


Figura 4.2 – Mapa geológico regional

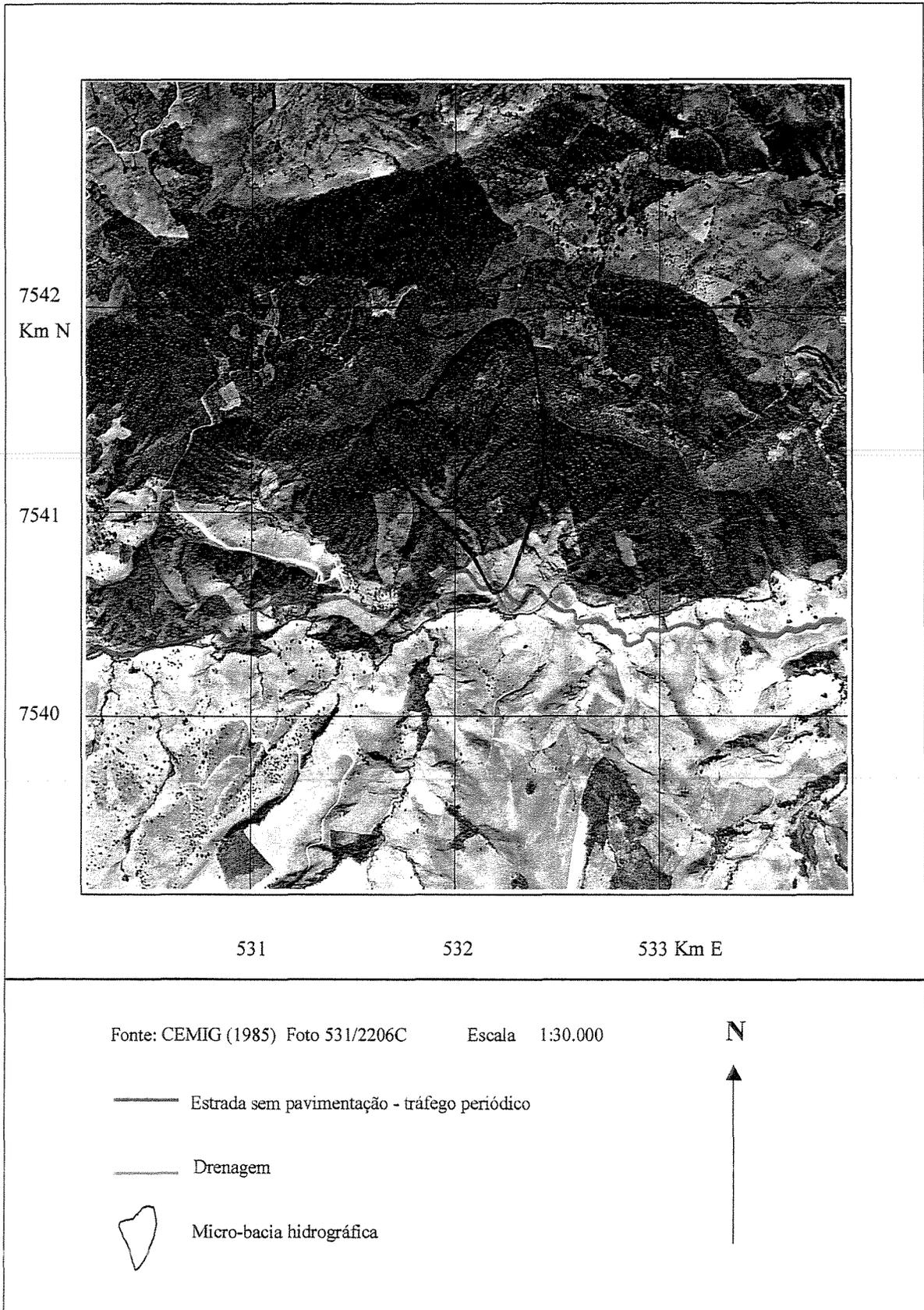


Figura 4.3 – Fotografia aérea com delimitação da micro-bacia hidrográfica

4.6. Levantamento geofísico

Foram selecionados trechos da área de estudo em função da fotointerpretação, nos quais se realizaram onze perfis geofísicos (figura 4.4), dez deles perpendiculares às estruturas mapeadas com o objetivo de determinar a continuidade das mesmas em sub-superfície. Foi empregado o método de eletroresistividade, na modalidade: Caminhamento Elétrico com arranjo Gradiente para verificação da variação lateral da resistividade elétrica das rochas e detecção de descontinuidades em sub-superfície.

Utilizou-se um eletroresistivímetro marca CRONE com 250 Watts de potência, quatro eletrodos de aço e cabos elétricos para as conexões.

Os perfis A – A', B – B' e C – C', na cabeceira da drenagem principal, são paralelos e estão a uma distância de 50 metros um do outro. Os perfis D – D', E – E', F – F' e G – G' também são paralelos entre si e mantêm as seguintes distâncias: 100, 150 e 100 metros um do outro, respectivamente. Os perfis H – H' e I – I' têm todas estações de leitura coincidentes, variando apenas a abertura dos eletrodos de corrente, que para o primeiro foi de 400 metros e para o segundo de 300 metros. O perfil J – J' tem 10 estações de leitura coincidentes com as estações de leitura dos perfis H – H' e I – I'. Apenas o perfil L – L' não corta a estrutura geológica, sendo paralelo à mesma. Os dados obtidos para elaboração dos perfis encontram-se no anexo 6.

4.7. Monitoramento de vazão

Foram instaladas bicas no talvegue da drenagem principal da micro-bacia para se fazer um monitoramento da vazão em três pontos diferentes: na cabeceira, na parte média e na parte inferior, como mostra a figura 4.4. A primeira bica denominada F1, está a 1.650 metros de altitude; a segunda F2, está a 1.580 metros de altitude; e a terceira F3, está a 1.350 metros de altitude. As medidas de vazão foram realizadas quinzenalmente de agosto de 1999 a setembro de 2000, com um balde plástico graduado de 20 litros e um cronômetro digital, sempre pelo mesmo operador. Foram efetuadas cinco medidas de tempo e vazão para cada fonte (anexo 2), tirada a média aritmética simples, e calculada a vazão em litros por hora. Os outros dois pontos F4 e F5 não foram monitorados porque o primeiro é uma drenagem intermitente e o outro está fora da micro bacia.

4.8. Análises químicas

Foram realizadas seis análises físico-químicas das águas da drenagem principal e de drenagens secundárias, para uma caracterização hidroquímica básica e comparação com as águas que ocorrem na região. Quatro delas estão dentro da micro-bacia e duas fora da mesma como mostra a figura 4.4, e os boletins com as análises estão no anexo 7.

Os pontos de coleta, tipos de análise, laboratórios e datas foram os seguintes:

Fonte 1: Química Completa - Laboratório: LAMIN-CPRM - 14/08/99

Fonte 2: Físico-química / bacteriológica - Laboratório: HIDROLABOR - 02/06/99

Fonte 2: Química Completa - Laboratório: LAMIN-CPRM - 31/01/01

Fonte 4: Potabilidade Química e Mineralização - LAMIN-CPRM - 15/04/99

Fonte 5: Potabilidade Química e Mineralização - LAMIN-CPRM - 15/04/99

Fonte 5: Físico-química/bacteriológica - Laboratório: HIDROLABOR - 04/06/99

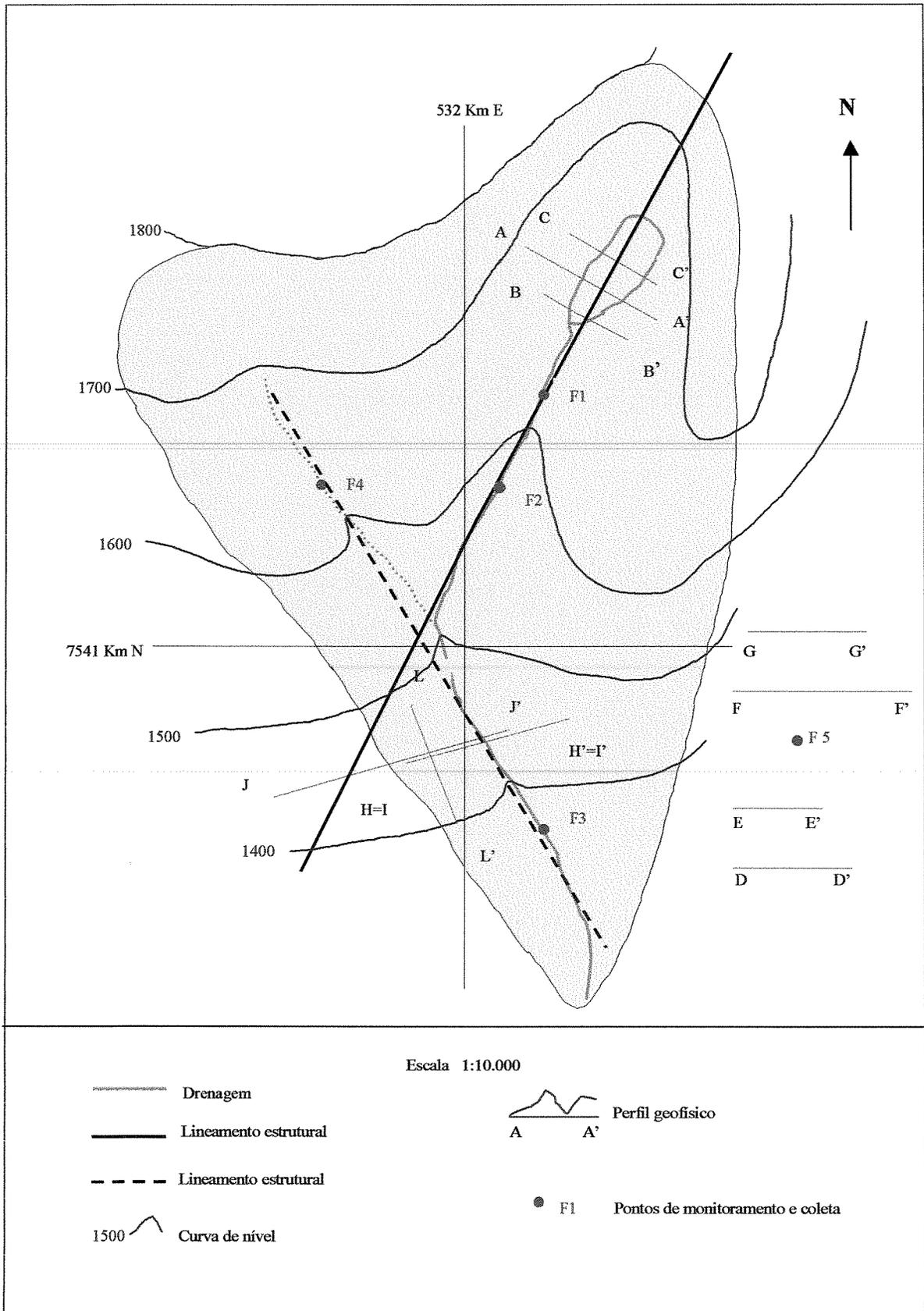


Figura 4.4 – Perfis geofísicos; pontos de monitoramento e coleta para análise.

4.9. Dados hidrológicos

Foram utilizados dados pluviométricos mensais do M.M.E./DNAEE-CGHR: MICROSSISTEMA DE DADOS HIDROMETEOROLÓGICOS (MSDHD), desde o ano de 1969 até o ano de 1998, das seguintes estações meteorológicas próximas à área de estudo (figura 4.5):

Est: Alagoa - MG Altitude: 1036 metros Lat: 22°10'13" Long: 44°38'38"
8 quilômetros nordeste da área de estudo.

Est: Baependi - MG Altitude: 1150 metros Lat: 22°06'58" Long: 44°50'50"
24 quilômetros noroeste da área de estudo.

Est: Pouso Alto - MG Altitude: 876 metros Lat: 22°11'36" Long: 44°58'58"
35 quilômetros oeste da área de estudo.

Est: Itanhandu - MG Altitude: 886 metros Lat: 22°17'40" Long: 44°56'56"
40 quilômetros sudoeste da área de estudo.

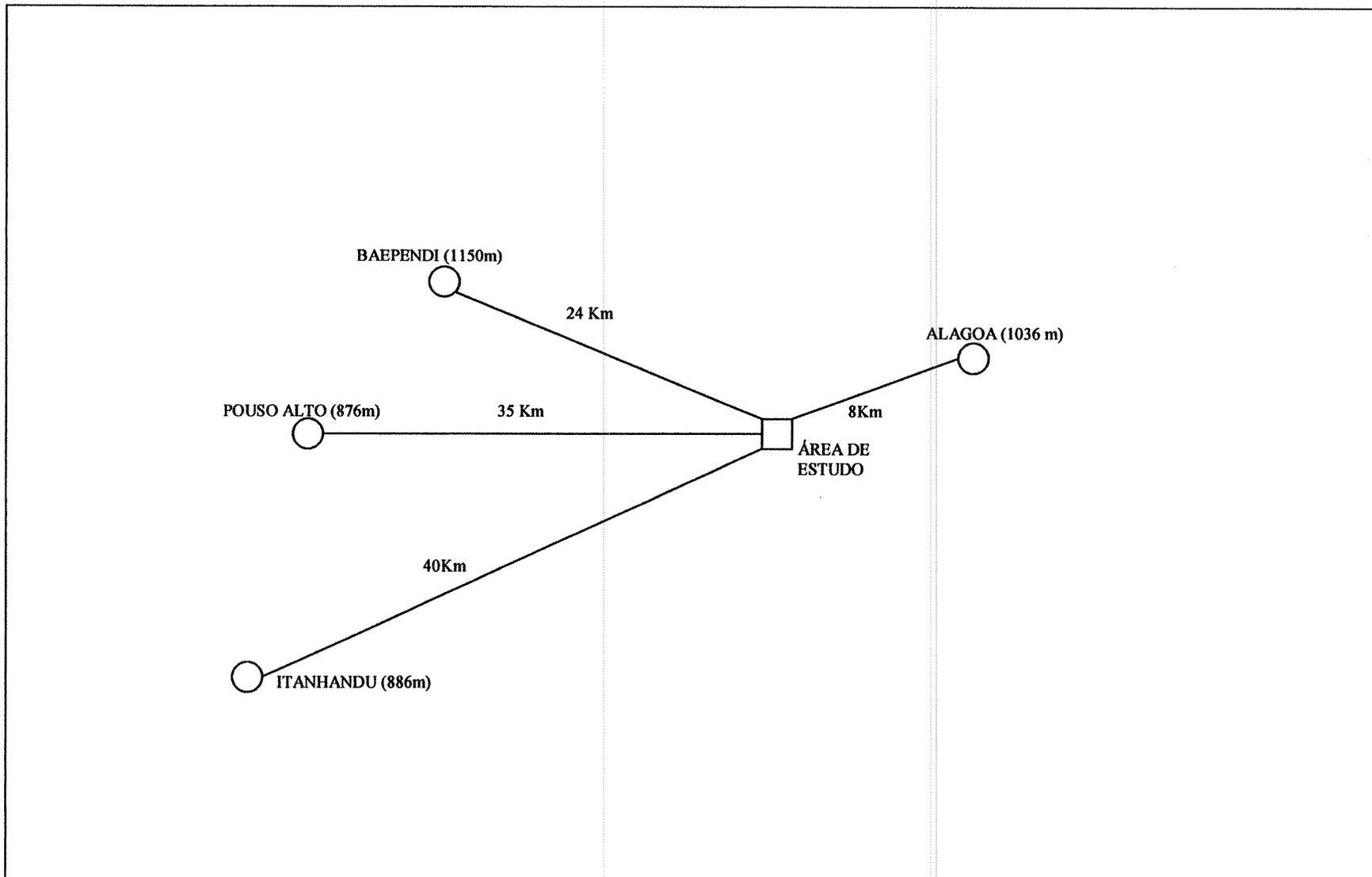


Figura 4.5 – Localização das estações meteorológicas

As séries históricas de 30 anos das estações meteorológicas (anexo 3), foram plotadas em gráficos de coluna e apresentadas na figura 4.6.

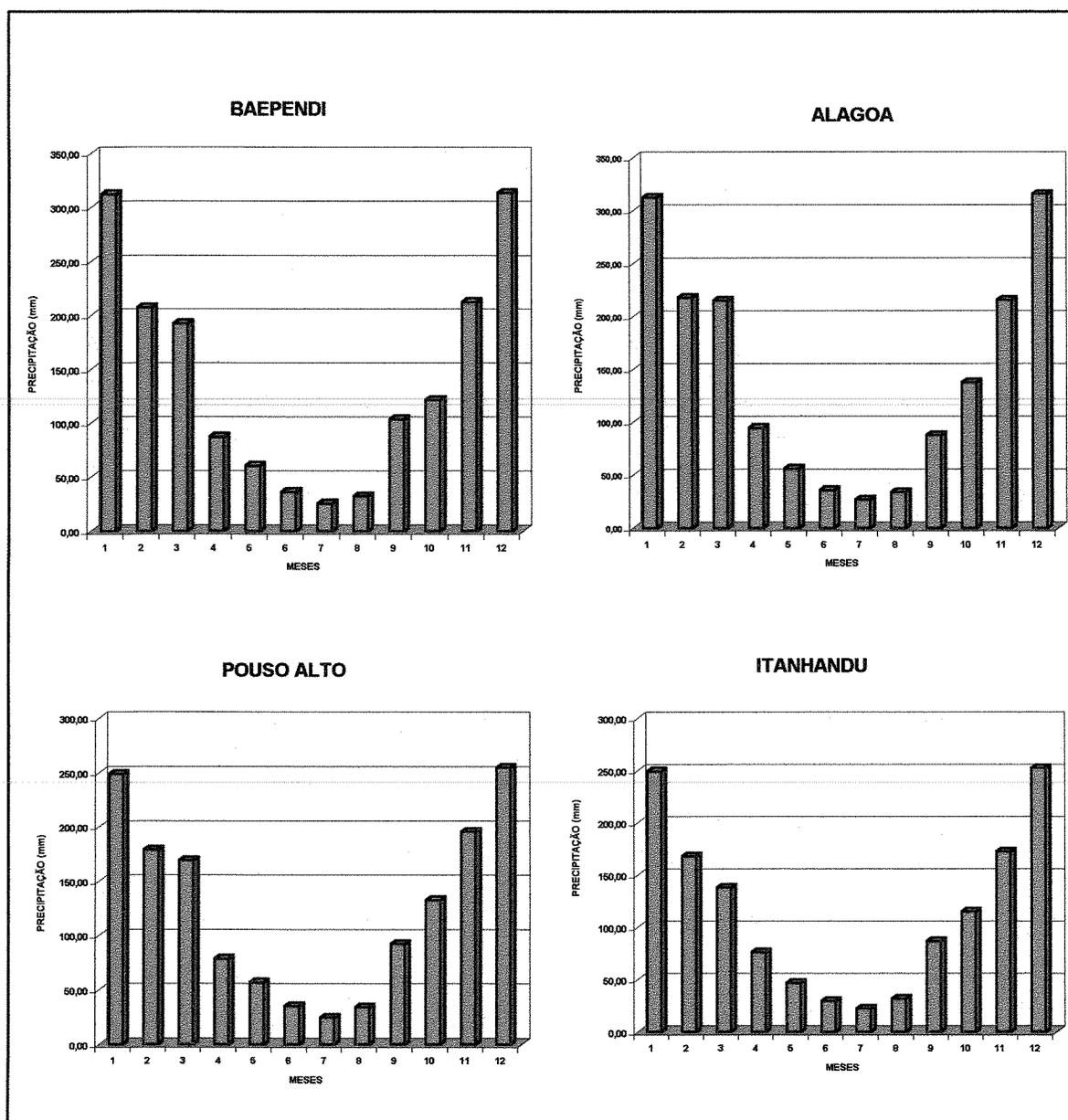


Figura 4.6- Comparação das médias históricas das estações meteorológicas

A comparação dos gráficos da figura 4.6 mostra o mesmo padrão pluviométrico para a região, maior concentração de chuvas entre os meses de outubro e março e totais pluviométricos mais altos nas estações de maior altitude. Pela maior proximidade, foi escolhida a estação de Alagoa como a mais representativa da área de estudo.

4.10. Balanço hídrico

Para efetuar o balanço hídrico da micro-bacia foi utilizada a série histórica de precipitação média mensal de Alagoa, do DNAEE (anexo 3) e as médias mensais de temperatura dos anos de 1999 e 2000 do CPTEC/INPE (anexo 4). Foram realizados dois balanços: o primeiro considerando os dados da média mensal histórica e o segundo com os dados mensais do ano monitorado (anexo5). Através do software BALASC/CEPAGRI (1995), que emprega uma metodologia de Thornthwaite & Matter (1955), com 125 mm de armazenamento máximo, obteve-se as deficiências e os excedentes hídricos, apresentados na tabela 4.1., e os gráficos de precipitação média mensal e evapotranspiração potencial apresentados na figura 4.7.

Tabela 4.1 – Deficiências e excedentes hídricos (média histórica e ano monitorado).

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOT
DEF. MD. HIST.	0	0	0	0	0	2	5	8	0	0	0	0	15
DEF. ANO MON.	0	0	0	14	24	40	4	41	28	9	0	0	72
EXC. MD. HIST.	200	118	121	7	0	0	0	0	0	20	127	212	806
EXC. ANO MON.	250	113	109	0	0	0	0	0	0	0	0	72	544

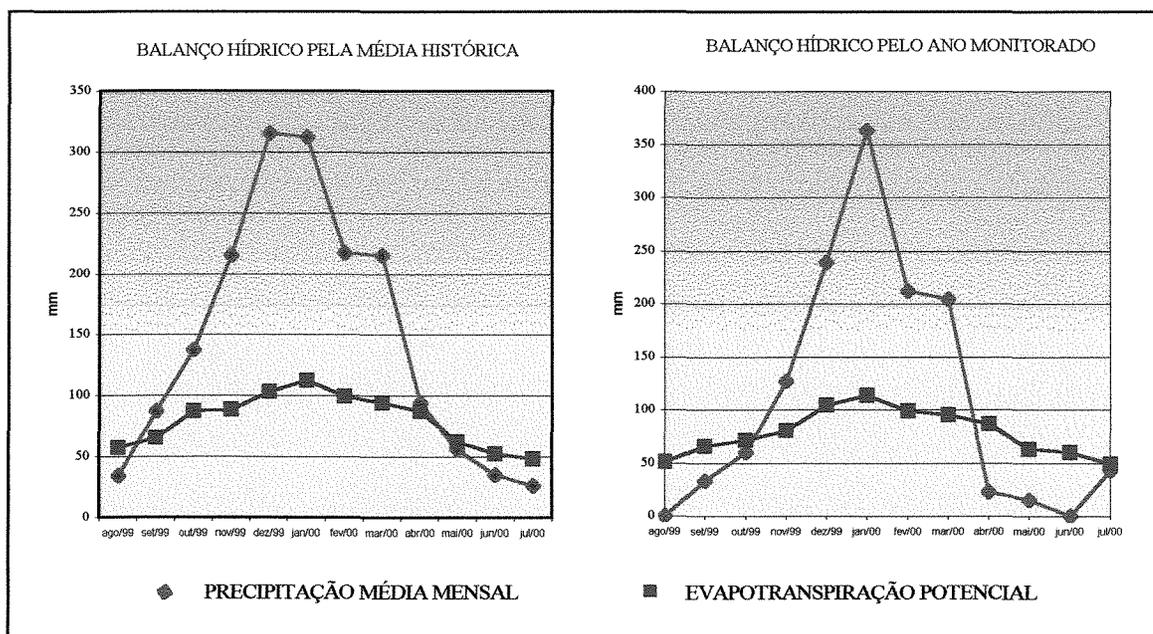


Figura 4.7 - Balanço hídrico pela média histórica e pelo ano monitorado.

5. FUNDAMENTOS BÁSICOS

O termo aquífero fissural foi introduzido por Costa (1986, apud Feitosa, 1996) para definir as rochas cristalinas fraturadas armazenadoras de água subterrânea. Na sua conceituação original, aquífero é uma unidade geológica permeável e saturada, com capacidade de armazenar e transmitir água, a qual tem geometria bem definida e parâmetros hidráulicos representativos. A maioria das rochas cristalinas podem ser consideradas como impermeáveis, com porosidade primária próxima de zero, não tendo assim as características apresentadas na conceituação de aquífero. Nestas rochas, a água é acumulada a partir de uma porosidade secundária representada pelas fraturas, fissuras, juntas, diáclases, entre outras. Dessa forma, a capacidade hidráulica destes terrenos não está relacionada diretamente a rocha, mas a efeitos secundários a partir dos componentes estruturais, e a vazão de cada poço tubular é função do número, das condições de abertura e do material de preenchimento das fraturas atravessadas pela perfuração.

Em regiões de clima úmido, a água da chuva atuando como principal agente do intemperismo químico, gera um espesso manto intemperizado que se comporta como um aquífero de porosidade granular, sobreposto à zona fraturada da rocha sã. Fernandes (1997), propõe a utilização do termo manto inconsolidado para designar esses materiais, uma vez que eles podem ser produto do intemperismo da rocha subjacente ou depósitos formados por coluvionamento e outros processos sedimentares. As condições de infiltração, circulação e armazenamento das águas subterrâneas no manto inconsolidado são de difícil avaliação devido a sua heterogeneidade, e a capacidade de armazenamento e produção de água nesse meio está diretamente relacionada a sua extensão, espessura, porosidade e permeabilidade. Segundo UNESCO (1984, apud Fernandes 1997, op. cit.), somente 10 a 15% do total do manto inconsolidado constituem material suficientemente permeável para produção de água. Apesar das heterogeneidades e da baixa produtividade, esse meio é responsável pela recarga de água subterrânea do aquífero fraturado.

Para Rebouças & Cavalcante (1987, apud Menegasse, 1991), “o regolito exerce dupla função de armazenar e transmitir água pluvial para o meio fraturado, além de promover a descarga da água subterrânea, mantendo o fluxo de fontes e fluxo de base dos rios perenes”.

Alguns autores, entre eles Cavalcante (1990), Menegasse (1991 op.cit.) e Fernandes (1997 op.cit.), estudando as condições de fluxo subterrâneo no manto inconsolidado, destacam a importância desse meio para a recarga de água subterrânea dos aquíferos fraturados.

Manoel Filho (1996), considera esse meio como um “sistema aquífero eluvio-fissuras”, no qual tanto a recarga quanto a descarga natural da água subterrânea, são indicativas de conexões hidráulicas entre os dois meios, entretanto, “...o conhecimento dos processos hidráulicos envolvidos... , ou seja, das variáveis hidrogeológicas, ainda é considerado precário”, e cita uma experiência realizada no sul da Suécia por Olofsson (1994), na qual observações sistemáticas do nível d’água no manto de intemperismo de uma região de rochas cristalinas, por um longo período, levaram o autor a concluir que o fluxo de água subterrânea do solo para a rocha só ocorre em pontos específicos, onde existe uma combinação favorável de condições hidrogeológicas.

A litologia é um fator determinante das características do manto de alteração e observa-se que rochas básicas, tais como gabros e diabásios, desenvolvem mantos de alteração menos permeáveis, devido à maior quantidade de minerais que se alteram para argilas do que rochas como gnaisses, quartzitos e metarenitos.

Dentre os vários métodos geofísicos e suas modalidades um dos que melhor se aplica a prospecção de água subterrânea é o método de eletroresistividade. Basicamente este método consiste em injetar uma corrente elétrica no solo através de duas hastas metálicas, denominadas eletrodos de corrente, e medir a diferença de potencial gerada por esse fluxo de corrente por meio de outro par de hastas, denominadas eletrodos de potencial. As variações da diferença de potencial refletem as variações da propriedade física chamada resistividade elétrica, que é o inverso da condutividade, e está relacionada às rochas em sub-superfície pelas quais a corrente elétrica está passando. A aplicação do método pode ser feita em diversas modalidades, dentre elas: Sondagem Elétrica Vertical (SEV), que nos dão informações sobre as variações de resistividade no sentido vertical; ou Caminhamento Elétrico (CE), que nos indicam as variações de resistividade no sentido horizontal. Além das modalidades de aplicação do método, temos um grande número de arranjos dos eletrodos de corrente e de potencial, o que confere ao método uma versatilidade muito grande, permitindo uma adequação de cada problema específico a uma ou mais modalidades e associadas aos diversos arranjos eletródicos.

A sondagem elétrica vertical é usada para se obter informações sobre as variações de resistividade entre as camadas horizontais em sub-superfície. O arranjo dos eletrodos de corrente A e B é em linha, a uma distância que começa com menos de 1,0 m e vai aumentando até a distância que for necessária para se obter a informação desejada, ou seja, a medida que a abertura dos eletrodos de corrente aumenta, cresce a profundidade de investigação. Dessa maneira é possível se obter informações até grandes profundidades com aberturas de A B até de quilômetros. Os eletrodos de potencial M e N também ficam alinhados com os eletrodos de corrente, mas com uma separação sempre menor do que a dos eletrodos de corrente. Com o aumento da distância dos eletrodos de corrente, é necessário aumentar também a distância entre os eletrodos de potencial, pois chega um momento que não se consegue mais obter uma boa leitura devido a essa pequena distância relativa dos eletrodos de potencial. São inúmeras as variações de arranjos eletródicos nesta técnica, assim temos os arranjos: Schlumberger, Wenner e outros.

O caminhamento elétrico é usado para se obter informações sobre as variações laterais de resistividade a uma determinada profundidade. Nessa modalidade os eletrodos de corrente A e B são aterrados a uma distância pré fixada, que é proporcional a profundidade que está sendo investigada, e com os eletrodos de potencial M e N espaçados a uma distância constante e bem menor do que a de AB, fazemos um caminhamento dentro do alinhamento dos eletrodos de corrente. Dessa maneira obtemos as variações de valores de resistividade elétrica no sentido horizontal, relacionadas às variações geológicas.

6. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo pertence a APA da Mantiqueira, unidade federal de conservação da natureza, instituída pelo Decreto 99.274 de 6/6/90. A Lei Nº 9.985 de 18 de Julho de 2000, regulamentou o art. 225 da Constituição Federal, que trata do meio ambiente, e instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), ficando este constituído pelo conjunto das unidades de conservação federais, estaduais e municipais, de acordo com o disposto na Lei.

O art. 7º divide as unidades de conservação em dois grupos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável.

O art. 14 estabelece as categorias das Unidades de Uso Sustentável, dentre as quais está a Área de Proteção Ambiental, e o art. 15 define a mesma.

Art. 15. “A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.”

§ 1º A Área de Proteção Ambiental é constituída por terras públicas ou privadas.

§ 2º Respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada em uma Área de Proteção Ambiental.

§ 3º As condições para a realização de pesquisa científica e visitação pública nas áreas sob domínio público serão estabelecidas pelo órgão gestor da unidade.

§ 4º Nas áreas sob propriedade privada, cabe ao proprietário estabelecer as condições para pesquisa e visitação pelo público, observadas as exigências e restrições legais.

§ 5º A Área de Proteção Ambiental disporá de um Conselho presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes dos órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e da população residente, conforme se dispuser no regulamento desta Lei.”

O art. 24 estabelece que o subsolo e o espaço aéreo, sempre que influírem na estabilidade do ecossistema, integram os limites das unidades de conservação.

Pelo fato da área pertencer a uma unidade de conservação da natureza, toda a pesquisa foi feita com os devidos cuidados para não interferir no meio ambiente, de maneira a infringir a Lei, ainda assim, a finalização dos trabalhos exploratórios, que se daria com a perfuração do poço tubular profundo, não pode se realizar a tempo, porque durante o processo de assentimento junto ao IBAMA para a perfuração, houve uma autuação do órgão, e a morosidade na solução do problema está atrasando esta etapa final.

6.1. Aspectos fisiográficos

Segundo Machado Filho et alli (1983), a área localiza-se no setor ocidental do Planalto de Itatiaia, e apresenta relevos de dissecação diferencial com aprofundamento de drenagem.

Dentre as formas de relevo ressaltam vales estruturais, escarpas, cristas simétricas de grande extensão e linhas de cumeada, além de bordas de estruturas circulares. Em direção ao norte, as feições apresentam-se um pouco mais regulares, marcadas por cristas pronunciadas, muitas vezes com os vértices desnudados e comportando vales de fundo chato e colmatado, por onde correm rios de pequeno porte. Em alguns trechos, como próximos a Itamonte-MG, aparecem formas colinosas, com manto de alteração muito profundo, até alcançar formas de perfil retilíneo-côncavas, quando atinge as litologias do Grupo Andrelândia; neste caso as alterações são menos profundas e argilosas. Nestas áreas as encostas são instáveis e tendem a movimentos de massas, notando-se terracetes e sulcos nas partes mais inclinadas. Nas partes onde o relevo é mais elevado as cristas são longas e seccionadas por falhamentos. É um ambiente com relevo extremamente forte e controlado tectonicamente.

O solo predominante é o cambissolo, que compreende solos minerais com horizonte B câmbico ou incipiente, não hidromórficos e com pouca diferenciação de textura do horizonte A para o B. São solos com certo grau de evolução, mas não suficiente para meteorizar completamente minerais primários de fácil intemperização como feldspatos, micas e outros; não possuem acumulação significativa de óxido de ferro, húmus e argilas que permitam identificá-los como B textural ou B podzol. Muitas vezes apresentam características similares aos solos com horizonte B latossólico, mas diferenciam-se por serem menos evoluídos, menos profundos, ainda com minerais primários de fácil intemperização, ou pela atividade de argila, que apesar de variar de alta a baixa é normalmente superior à dos latossolos, ou pela presença de minerais amorfos na fração argila, ou pelos teores de silte mais elevados, relação silte/argila mais elevada.

Cerca de cinco quilômetros a oeste da área de estudo está descrita uma amostra para o Projeto RadamBrasil (1983), classificada como: "Cambissolo Húmico álico textura argilosa relevo montanhoso".

De um modo geral, estes solos não são utilizados agricolamente, apresentando como fatores limitantes ora o relevo acentuado ora o excesso de alumínio. Normalmente o uso mais comum na região é a pecuária extensiva e reflorestamento, mas nos últimos anos vêm se transformando em áreas para preservação de ambientes ecológicos.

Ocorrem na área: Floresta Densa Montana, Floresta Densa Alto-Montana e Pastagem.

A Formação Montana da Floresta Ombrófila Densa se desenvolve na faixa de altitude de 500 a 1.500 metros, sobre a litologia pré-cambriana de um modo geral ou alcalina cretácica de Itatiaia, ambas com relevo dissecado de caráter montanhoso. Caracteriza-se por apresentar um estrato dominante de macrofanerófitas com altura de até 25 metros e um estrato dominado de meso e nanofanerófitas de diversas espécies, mais a presença generalizada de Palmae (palmito, guaricanga, tucum), Pteridophytae (samambaia e xaxim), Bromeliaceae e grande quantidade de epífitas e lianas. As áreas que sofreram o impacto da intervenção humana se apresentam atualmente ocupadas por diversos antropismos, sendo o mais extenso representado por Pastagens, seguido de Vegetação Secundária sem palmeiras, áreas pouco extensas de culturas cíclicas e permanentes, e áreas de reflorestamentos com eucalipto.

Acima do nível de 1.500 metros de altitude se desenvolve a Floresta Ombrófila Densa Alto-Montana, cuja vegetação se caracteriza por apresentar uma estrutura de nano e microfanerófitas, cuja altura pode variar em torno de 5 a 10 metros em função da altitude local. Devido as baixas temperaturas, pois são frequentes as médias abaixo de 15°C, é comum a vegetação se apresentar com forma xerófitas, caracterizadas pelos troncos e galhos finos, casca rugosa, folhas ericóides, pequenas, coriáceas ou carnosas, e brotos terminais protegidos; normalmente há grande incidência de epífitas e líquens que por sua vez indicam a existência de alto teor de umidade relativa do ar, no ambiente local. Apesar de se situar em áreas de relevo acidentado e difícil acesso, a vegetação desses ambientes também sofreu intervenções antrópicas, estando hoje substituída por Vegetação Secundária sem palmeiras e Pastagens.

O fator determinante da manutenção e conservação da vegetação original dos ambientes de Floresta Montana e Floresta Alto-Montana em algumas regiões, é que a sua presença está condicionada, quase sempre, ao relevo fortemente dissecado, em locais de difícil acesso; por este motivo têm sido transformadas em áreas de parques, reservas ou algum outro tipo de unidade de conservação da natureza, dificultando a ação antrópica.

Segundo Cavalcante et alli (1979), o clima da região pertence ao grupo mesotérmico (C), subtipo Cwb - clima mesotérmico de inverno seco, com verões brandos e estação chuvosa no verão. A temperatura média anual varia de 17,4°C a 19,8°C e a temperatura do mês mais quente é inferior a 22°C. A estação seca estende-se de maio a setembro, atingindo a

evapotranspiração índices baixos neste período, devido ao abrandamento da temperatura. O período mais seco ocorre nos meses de junho e julho, quando se observam as mais baixas temperaturas médias, que são em torno de 16,5°C. O período mais chuvoso se dá nos meses de dezembro e janeiro, quando o total de chuvas atinge mais de dez vezes o total dos meses de junho e julho. Durante o ano de monitoramento observou-se que mais de 90% das chuvas ocorrem no período de outubro a março. Os índices de evapotranspiração nesta estação aumentam mas não chegam a três vezes os índices observados na estação seca. Este tipo de clima também é denominado "tropical de altitude", pois é característico de terras altas.

No alto do Itatiaia (2.199m de altitude) as temperaturas médias registradas são as mais baixas conhecidas no Brasil: 11,5°C na média anual; 13,5°C nos meses mais quentes, que são janeiro e fevereiro e 8,4°C no mês mais frio, que é julho. A oscilação térmica anual é pequena, 5,2°C, em virtude da grande umidade e nebulosidade nos meses de verão, o que impede o aquecimento forte neste período, e também, possivelmente, devido aos ventos constantes quase todo o ano. As chuvas não chegam a ser tão abundantes como na encosta da serra do Mar, dada a situação interior da região; 2.273,1mm na base das Agulhas Negras e 2.359,3mm no alto do Itatiaia. No inverno as chuvas são menos frequentes, embora não haja propriamente uma estação seca.

Na borda atlântica da Serra da Mantiqueira, os totais pluviométricos médios anuais são superiores a 1.500 mm, atingindo 2.300 mm no maciço de Itatiaia. No reverso da serra da Mantiqueira, os totais médios anuais são da ordem de 1.200 a 1.500 mm. As nascentes que ocorrem na área de estudo desaguam no Ribeirão da Aberta, sendo este afluente do Rio Aiuruoca, que por sua vez desagua no Rio Grande. Observa-se que as drenagens estão condicionadas às estruturas geológicas. O Ribeirão da Aberta está encaixado em uma zona de falha com direção leste oeste e as duas drenagens principais da área, em zonas de fratura com direção nordeste e noroeste.

As crises econômicas dos últimos anos, têm transformado o uso e a ocupação da terra na região da área de estudo. Por muitos anos essa região viveu da pecuária leiteira que fornecia matéria prima para um grande número de pequenos laticínios. Hoje os pequenos produtores rurais, desestimulados por uma falta de política para o setor, estão tendo que encontrar novas maneiras de sobreviver da terra. Dentre as opções de uso pode-se

considerar: fruticultura, apicultura, psicultura, entre outras. Entretanto um fator limitante às atividades agrícolas é a existência da APA, que muitas vezes impede ou limita certas atividades. A ocupação que vem despontando nos últimos anos como uma das mais interessantes é o ecoturismo, já que a região é rica em recursos hídricos e apresenta um clima de boa qualidade. As atividades de exploração de fontes de água mineral também pode vir a ser uma boa opção de uso. Todas essas alternativas têm que ser consideradas dentro de uma política que leve em conta a utilização dos recursos de maneira sustentável, e que estejam de acordo com as condições impostas pela existência da Área de Proteção Ambiental. Apesar do clima não apresentar fator que restrinja a utilização agrícola, o relevo pode apresentar restrição ao seu uso dependendo das condições topográficas.

Geologicamente a área de estudo faz parte do Complexo Paraíba do Sul, que abrange um agrupamento litológico composto predominantemente por gnaisses e migmatitos.

Lamego (1936, apud Machado Filho et alli, 1983), ao realizar os primeiros estudos geológicos no Vale do Paraíba do Sul, traçou na região norte do Estado do Rio de Janeiro o contato entre as litologias do Grupo Andrelândia e do Complexo Paraíba do Sul.

Brandalise et alli (1976) refere-se a Associação Paraíba do Sul, como sendo constituída de uma de uma grande variedade de tipos petrográficos metamórficos de médio a alto grau, provenientes de rochas magmáticas e sedimentares, que além do metamorfismo regional sofreram processos tectônicos e granitização em graus variáveis.

Nogueira (1999), referindo-se aos terrenos gnaissicos de alto grau metamórfico do Cinturão Ribeira na região de Juíz de Fora, diz que nestes tipos de terrenos: “as estruturas internas e as relações entre os tipos de rochas existentes são geralmente complexas, devido à longa história evolutiva pela qual passaram estas rochas. Esta complexa estruturação decorre de uma sequência de processos e eventos geológicos que tendem a obliterar estruturas mais antigas imprimindo nas rochas feições mais novas. Esta sequência de eventos geológicos ocorre como efeito não só de sucessivas fases de metamorfismo, intrusões e deformação, como também de processos de fusão parcial, recristalização e assimilação, que podem estar associadas ao transporte de fluidos na crosta”.

Na estrada que leva à área, ocorrem gnaisses bandados até parcialmente migmatizados e ganisses granatíferos, litologias típicas do Complexo Paraíba do Sul. Na área de estudo

quase não existem afloramentos, a não ser blocos rolados em alguns trechos da drenagem principal, cujo estudo petrográfico (anexo1) revelou a presença de rochas de zona de falha. As duas drenagens principais da microbacia têm direções concordantes com os lineamentos estruturais definidos através das fotografias aéreas, ou seja N-NE e NW.

6.2. Aspectos hidrológicos e hidrogeológicos

A microbacia hidrográfica está em uma região de clima úmido, cuja média histórica de precipitação anual é de 1749 mm, o que propiciou a formação de um espesso manto intemperizado sobre a zona fraturada. Pela sua constituição original, gnáissica, esse manto gerou um sistema que se comporta como um meio de porosidade intergranular, e funciona como área de recarga que alimenta o sistema fraturado subjacente. Toda a água precipitada na microbacia circula nesse sistema e aflora no canal da drenagem principal. A medida que desce o nível topográfico o volume de água aumenta, pois vai recebendo contribuições da área à montante do ponto de observação, como pode ser observado na figura 6.1.

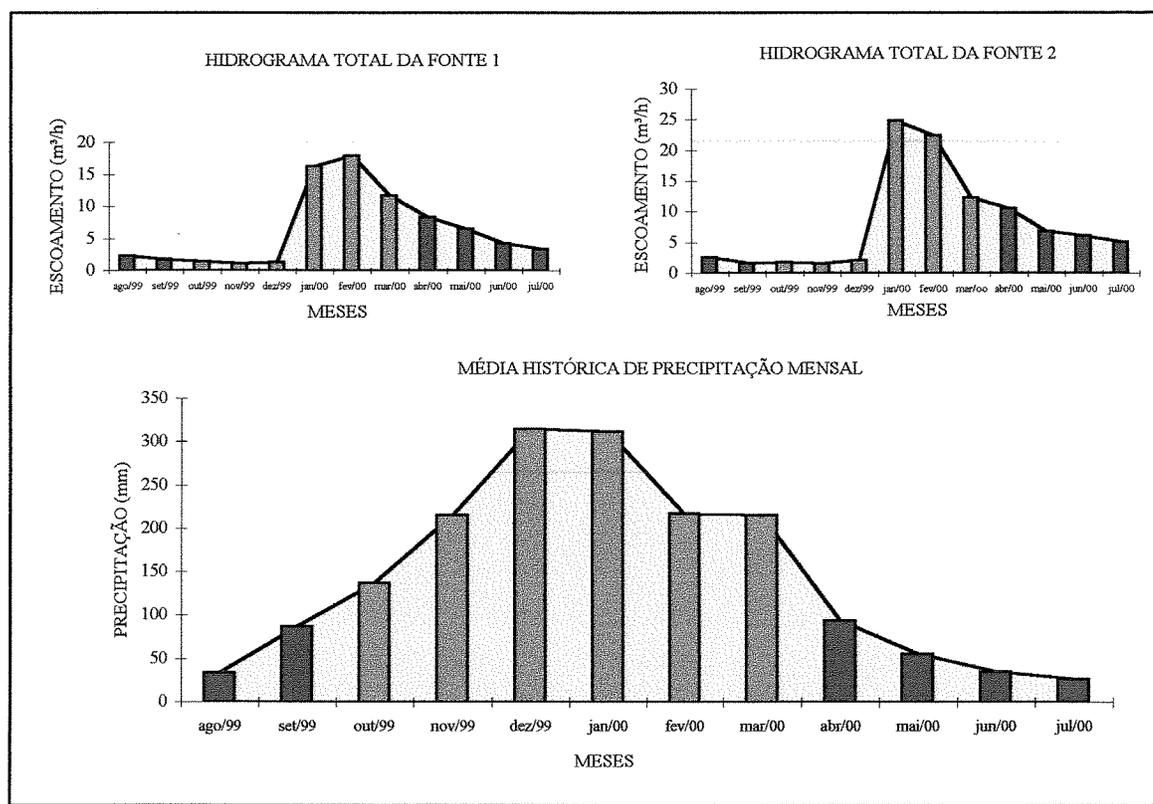


Figura 6.1 - Comparação dos hidrogramas com a média histórica mensal

Os hidrogramas totais das fontes 1 e 2 são a representação gráfica dos volumes mensais de escoamento medidos durante o período de monitoramento, os quais são sistematicamente maiores para fonte 2. Pela comparação dos hidrogramas com a média histórica mensal de precipitação na microbacia, observa-se que não há uma resposta imediata do escoamento à precipitação. A partir do mês de outubro de 1999 os volumes precipitados aumentam mês a mês atingindo o valor máximo em dezembro de 1999, mas a resposta do escoamento só inicia em janeiro de 2000, indicando um tempo de permanência de três meses da água no sistema.

As análises químicas das fontes 1, 2, 4 e 5 apresentaram águas de aspecto límpido, inodoras, com baixa presença de sólidos em suspensão e baixa turbidez. São águas levemente ácidas até neutras (pH entre 5,40 e 7,46), com baixa mineralização (resíduo provável entre 14,67 e 22,98 mg/l) e baixa dureza em CaCO₃. A tabela 6.1 apresenta alguns parâmetros físico-químicos obtidos nas amostras, e as análises completas encontram-se no anexo 7.

Tabela 6.1 - Resultados das análises físico-químicas

Parâmetros físico-químicos (mg/l)	Fonte 1	Fonte 2	Fonte 4	Fonte 5
Aspecto ao natural	Límpido	Límpido	Límpido	Límpido
Odor a frio	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro
Sólidos ou suspensão	< 5	9	7	< 5
Cor (u Hazen)	20	30	0	0
Turbidez (uT)	0,4	0,5	0,6	0,6
P H	6,68	7,46	5,40	5,89
Condutividade a 25° C (umhos/cm)	2,03	2,15X10 ⁻²	6,9X10 ⁻³	1,41X10 ⁻²
Resíduo provável a 180° C	22,88	22,98	14,67	19,26
Dureza Total em Ca CO ₃	7,70	13,00	2,50	8,00
Dureza permanente em Ca CO ₃	7,00	11,00	2,00	8,00
Dureza temporária em CaCO ₃	0,70	2,00	0,50	0,00
O ₂ consumido em meio ácido	1,50	2,60	0,70	0,40
O ₂ consumido em meio alcalino	1,00	2,20	0,60	0,20
Nitrogênio amoniacal (mg/l de NH ₃)	0,097	0,012	<0,005	<0,005
Nitrogênio albuminóide (mg/l de NH ₃)	0,053	0,100	<0,005	0,010
Nitrito	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Nitrato	0,17	0,2	0,03	<0,02
Fluoreto	0,038	<0,01	0,001	0,002
Fosfato	0,07	0,2	0,09	0,02
Cloreto	0,118	0,10	0,086	0,122
Sulfato	0,12	0,10	-	-

As concentrações dos elementos maiores das fontes 1 e 2 (Na, K, Ca, Mg, Fe, HCO₃, CO₃, SO₄, Cl e NO₃) foram transformadas em miliequivalentes por litro para classificação por diagramas circulares simples e são apresentadas na figura 6.2. O balanço iônico apresentou concentrações totais de cátions e ânions muito próximas e, portanto, pequenos coeficientes de erro das análises, 1,65% para a fonte 1 e 1,57% para a fonte 2.

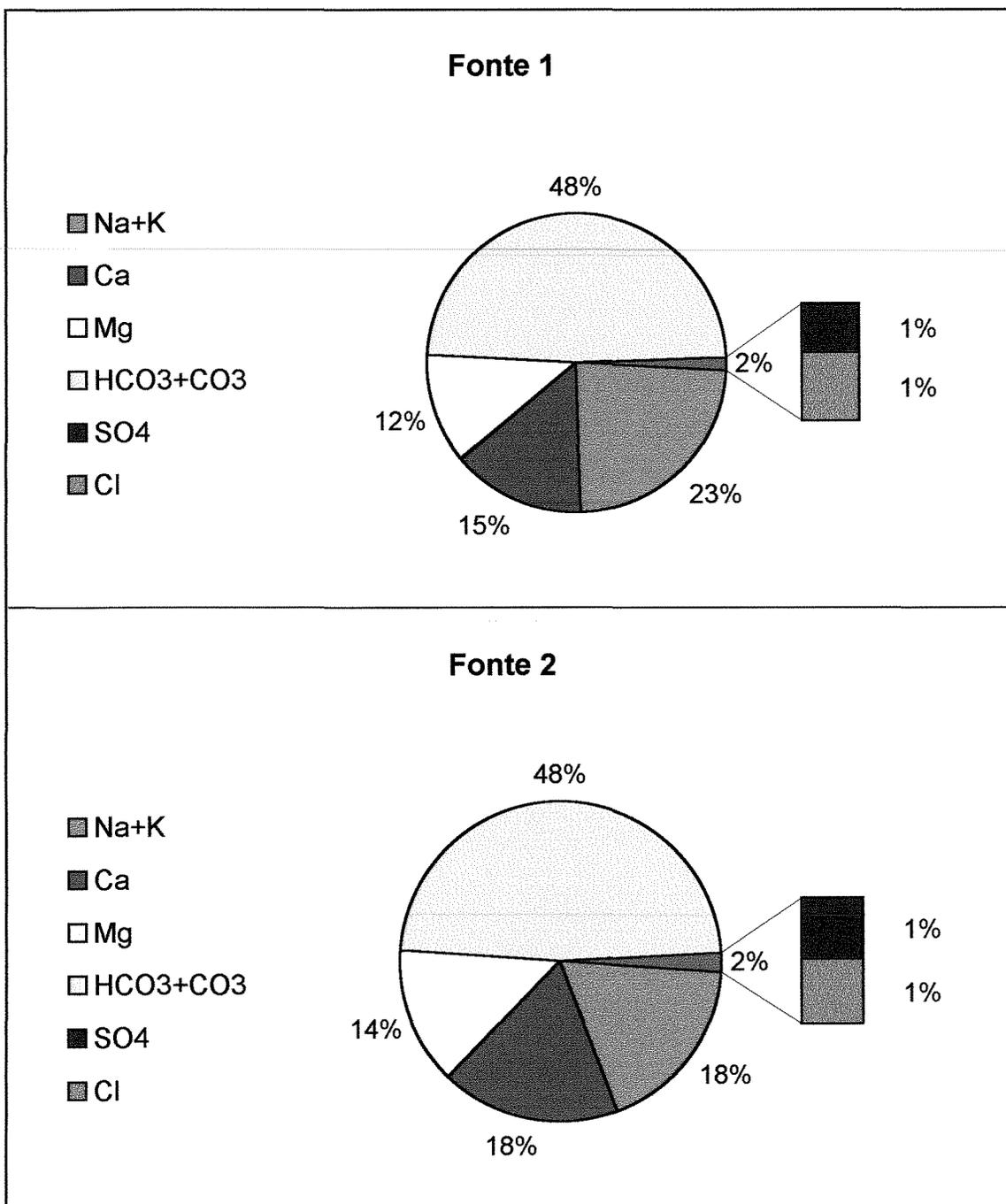


Figura 6.2 - Diagrama circular das fontes 1 e 2.

Há um equilíbrio entre as concentrações dos cátions Sódio+Potássio (Na+K), Calcio (Ca) e Magnésio (Mg), e uma predominância do ânion Bicarbonato (HCO_3) sobre os demais, sendo as águas bicarbonatadas mistas (calcio-magnesianas-sódicas). O caráter ácido das águas é o fator determinante da elevada concentração do íon bicarbonato.

6.3. Geofísica

Foram feitos onze perfis de eletroresistividade na modalidade Caminhamento Elétrico com arranjo Gradiente; três na cabeceira da micro-bacia, quatro fora da mesma cortando estruturas paralelas as drenagens e quatro na porção inferior.

Os perfis A – A', B – B' e C – C', apresentados na figura 6.3, são paralelos, estão a 50 metros um do outro, e cortam o lineamento estrutural norte-nordeste, indicado pela fotointerpretação na parte superior da micro-bacia. Utilizou-se uma abertura de eletrodos de corrente (A B) igual a 360 metros, uma abertura de eletrodos de potencial (M N) de 20 metros, e estações de leitura com espaçamentos de 10 metros. A profundidade máxima que está sendo investigada é de 120 metros, aproximadamente um terço da distância que separa os eletrodos de corrente (A B). A comparação dos três perfis deve ser feita "amarrando-se" as seguintes estações e perfis correspondentes: estação 1 do perfil C – C', com estação 4 do perfil A – A', com estação 1 do perfil B – B'. A correlação mostra claramente que os três perfis têm o mesmo padrão, ou seja, altos valores de resistividade aparente do início até quase o meio do perfil, e a partir daí valores bem menores. As altas resistividades são representativas da rocha sã, maciça, sem fraturas, e as baixas resistividades, da rocha fraturada. Pela extensão lateral da zona de baixa resistividade, podemos dizer que não é uma única fratura, mas um zona fraturada de mais de 100 metros de largura.

Os perfis D – D', E – E', F – F' e G – G', apresentados na figura 6.4, também são paralelos entre si, mantendo respectivamente as seguintes distâncias um do outro: 100, 200 e 100 metros. Para os perfis D – D' e E - E' a abertura dos eletrodos de corrente foi de 360 metros, e para os perfis F – F' e G – G' de 400 metros. Em todos eles as aberturas dos eletrodos de potencial foram de 20 metros e as estações de leitura espaçadas de 10 metros. A medida que aumenta a cota topográfica, do perfil D – D' para o G – G', a

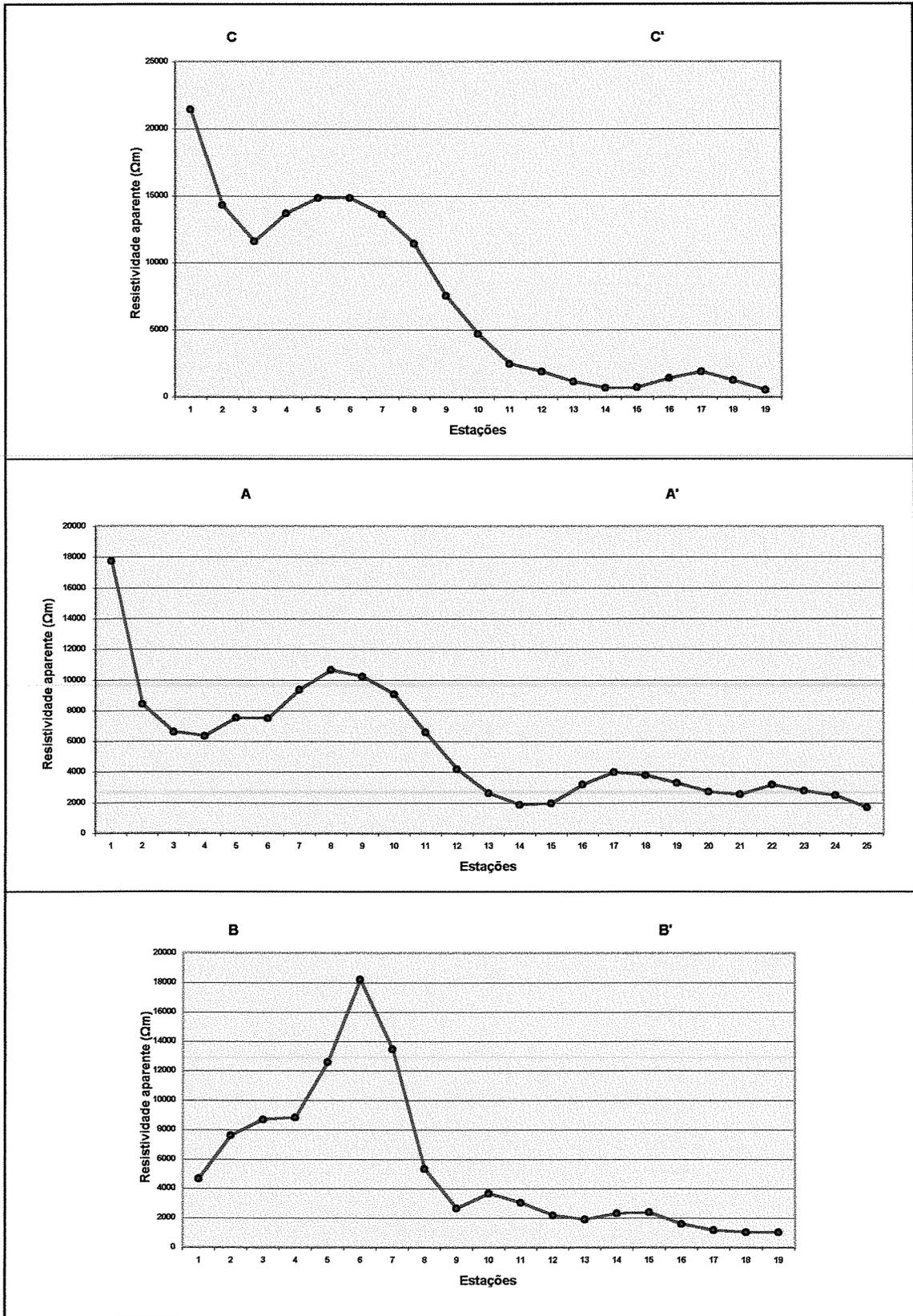


Figura 6.3 - Perfis de caminhada elétrica A - A', B - B' e C - C'

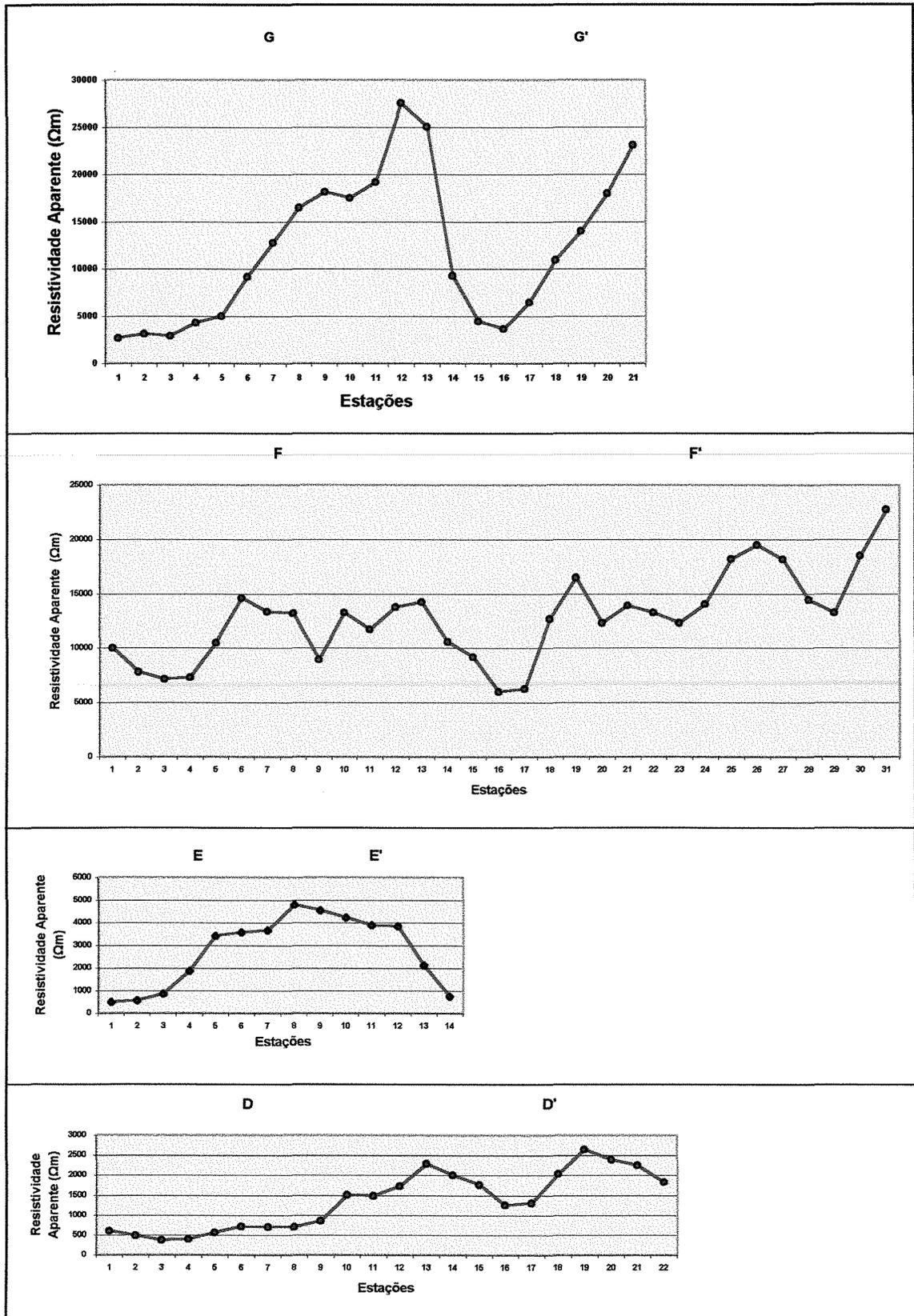


Figura 6.4 - Perfis de caminhada elétrica D - D', E - E', F - F' e G - G'

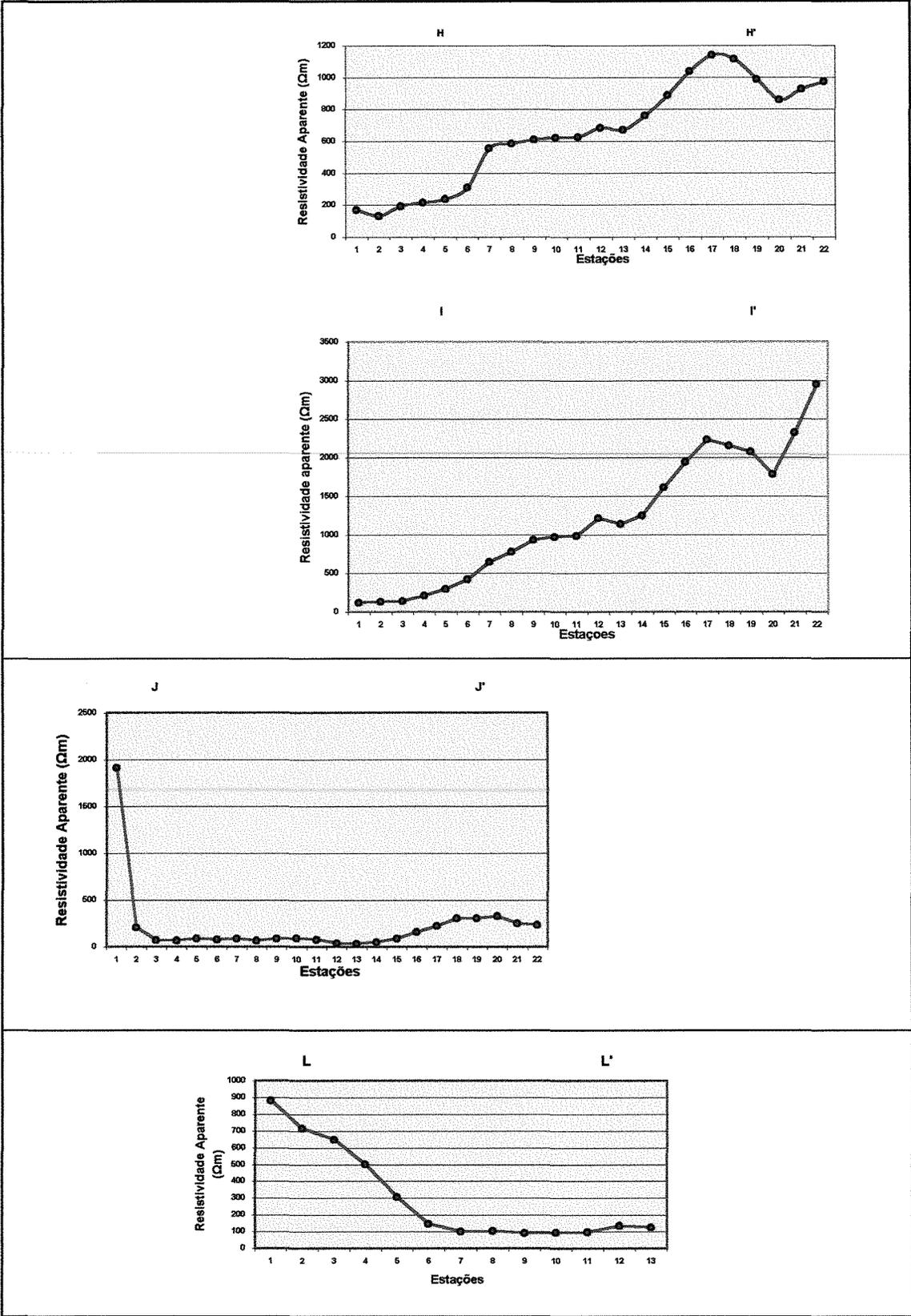


Figura 6.5 - Perfis de caminhada elétrica H - H', I - I', J - J' e L - L'

ordem de grandeza dos valores de resistividade aparente aumenta, o que significa que está diminuindo a espessura do manto de alteração. Está bem definida na estação 16 dos perfis G – G', F – F' e D – D' uma faixa de baixa resistividade com grande contraste de valores, que é correlacionada entre os três e indicativa de uma fratura. No começo dos quatro perfis, estações 2 e 3, também há indicação de fraturas em sub-superfície, devido aos baixos valores de resistividade aparente.

Os perfis H – H' e I – I' têm as 22 estações de leitura coincidentes, variando apenas a abertura dos eletrodos de corrente, que para o primeiro foi de 400 metros e para o segundo de 300 metros. Estes dois perfis cortam a drenagem principal encaixada na fratura norte-noroeste entre as estações 11 e 12, porém não foram observadas anomalias de resistividade nestes pontos. A zona de baixa resistividade relacionada a fratura, neste caso, está deslocada cerca de 80 metros para oeste, na altura da estação 3.

O perfil J – J' tem as estações de 13 a 22, coincidentes com as estações de 1 a 10 dos perfis H – H' e I – I', e uma zona de baixa resistividade que começa na estação 3 e se estende até a estação 15.

O perfil L – L' é perpendicular aos perfis H – H', I – I', J – J' e tem a estação 5 coincidente com a estação 4 dos perfis H – H' e I – I'.

A metodologia clássica em estudos hidrogeológicos de terrenos cristalinos para a locação de poços tubulares, consiste basicamente na fotointerpretação para identificação dos lineamentos estruturais. Um grande problema que se apresenta na prática é como determinar o melhor local no terreno para a perfuração. A "linha" de falha identificada na fotografia aérea, dependendo da escala da mesma, pode variar na sua largura, em até dezenas de metros. Por exemplo, para uma fotografia aérea na escala 1:50.000, o milímetro referente ao traço da linha de falha, representa 50 metros de largura, ou seja, no terreno poderíamos, teoricamente, local qualquer ponto dentro desta faixa de 50 metros de largura. Na prática, em terrenos cristalinos, não é o que se deve fazer; verifica-se que deslocamentos da ordem de poucos metros são suficientes para determinar se um poço é "seco" ou apresenta uma boa vazão. Para auxiliar na resolução dessa questão, podemos lançar mão da técnica geofísica de caminhamento elétrico, através da qual podemos determinar no terreno os pontos de baixa resistividade associados a estruturas em sub-superfície, que podem conter água.

6.4. Balanço hídrico

O balanço hídrico é a avaliação quantitativa dos volumes de água em uma determinada área, dentro de um intervalo de tempo. Do volume total precipitado, grande parte volta à atmosfera através da evapotranspiração, uma parte escoa pelos canais de drenagem e outra infiltra, contribuindo para a manutenção do reservatório subterrâneo.

A equação geral do balanço hídrico é:

$$P = EVT + Q_s + Q_i, \text{ onde}$$

P = precipitação média anual

EVT = evapotranspiração potencial

Q_s = escoamento superficial

Q_i = infiltração

Para efetuar o balanço hídrico foram consideradas as áreas a montante das fontes, denominadas sub-bacias: 1 e 2. A tabela 6.2 apresenta a área de cada sub-bacia, a vazão total anual e a vazão mínima anual (escoamento básico), determinada graficamente a partir do hidrograma de cada fonte (anexo 8). Na fonte 3 as vazões dos meses de janeiro, fevereiro, março e abril foram estimadas, pois não se conseguiu medi-las devido ao grande volume de água nesse período.

Tabela 6.2 – Áreas das sub-bacias, vazões totais anuais e vazões mínimas anuais.

Fonte	Área da sub-bacia m ²	Vazão total anual		Vazão mínima anual	
		m ³	mm	m ³	mm
1	230.000	54.639	237,56	24.692	107,35
2	300.000	70.403	234,67	35.280	117,60
3	720.000	557.007*	773,62*	258.231	358,65

A área total da microbacia é 2,4 vezes maior que a sub-bacia 2 e 3,1 vezes maior que a sub-bacia 1, entretanto a vazão é 8 vezes maior em relação à primeira e 10 vezes maior do que a segunda. Na tentativa de fechar o balanço, foram consideradas duas situações:

1ª- Aplicando a equação do balanço hídrico, considerando a **média histórica**,

$$P - EVT = Q_s + Q_i$$

$$1.743 \text{ mm/ano} - 952 \text{ mm/ano} = Q_s + Q_i, \quad \text{ou seja:} \quad 791 \text{ mm/ano} = Q_s + Q_i$$

Para a fonte 1 $Q_{s1} = 237,56 \text{ mm/ano}$, portanto $Q_{i1} = 553,43 \text{ mm/ano}$ (69,99% EVT)

Para a fonte 2 $Q_{s2} = 234,67 \text{ mm/ano}$, portanto $Q_{i2} = 556,33 \text{ mm/ano}$ (70,33% EVT)

Para a fonte 3 $Q_{s3} = 773,72 \text{ mm/ano}$, portanto $Q_{i3} = 17,28 \text{ mm/ano}$ (2,18% EVT)

2ª- Aplicando a equação do balanço hídrico, considerando o **ano monitorado**,

$$P - EVT = Q_s + Q_i$$

$$1.319 \text{ mm/ano} - 935 \text{ mm/ano} = Q_s + Q_i, \quad \text{ou seja:} \quad 384 \text{ mm/ano} = Q_s + Q_i$$

Para a fonte 1 $Q_{s1} = 237,56 \text{ mm/ano}$, portanto $Q_{i1} = 146,44 \text{ mm/ano}$ (38,13% EVT)

Para a fonte 2 $Q_{s2} = 234,67 \text{ mm/ano}$, portanto $Q_{i2} = 149,33 \text{ mm/ano}$ (38,88% EVT)

Para a fonte 3 $Q_{s3} = 773,72 \text{ mm/ano}$, portanto $Q_{i3} = 0$ (-389,72mm/ano)

No primeiro caso, pela média histórica, os valores de infiltração para as fontes 1 e 2 são elevados (70% EVT) e para a fonte 3 muito pequeno (17,28 mm/ano).

No segundo caso, pelo ano monitorado, os valores de infiltração para as fontes 1 e 2 são razoáveis (38% EVT), entretanto, para a fonte 3 ele é nulo, havendo um excedente de 389,72mm/ano (zona de descarga).

7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

A alta declividade da área de estudo, faz com que a circulação da água seja muito rápida (tempo de permanência de aproximadamente três meses, figura 6.1), podendo-se considerar que toda a água precipitada na microbacia circulou no sistema no período de observação, que foi um ano hidrológico. Dessa maneira, devemos considerar o ano de monitoramento para efetuar o balanço hídrico do período, ao invés da média histórica.

A microbacia é um sistema em equilíbrio hidrodinâmico, no qual o nível freático oscila entre o manto de alteração e a zona fraturada subjacente. As fontes 1 e 2, por estarem nas partes mais altas da microbacia (1650 m e 1580 m), são áreas com alta infiltração que não recebem contribuição da zona fraturada, ao contrário alimentam a mesma. A fonte 3, apesar de ainda não estar na parte mais baixa, tem uma diferença de cota das fontes 1 e 2 de 300 m e 230 m, respectivamente, e estaria recebendo a descarga de quase toda a microbacia somada às contribuições do aquífero fraturado da região. Esse comportamento diferenciado das fontes 1 e 2 em relação a fonte 3, mostra a necessidade de se analisar a sub-bacia correspondente a cada fonte como uma micro-unidade hidrogeológica “independente”, mas integrada ao sistema maior, a microbacia hidrográfica.

Para uma estimativa das reservas de água subterrânea, podemos considerar a média das vazões mínimas das fontes 1 e 2 (112,47 mm/ano) como taxa de recarga, que multiplicada pela área da microbacia é igual a 80.978,40 m³/ano, ou seja, a reserva renovável.

A integração dos resultados dos levantamentos e interpretações é apresentada na figura 7.1. As drenagens principais estão encaixadas nos lineamentos estruturais. Na parte superior da microbacia, os perfis geofísicos de caminhamento elétrico indicaram uma zona de baixa resistividade elétrica, interpretada como uma zona fraturada, que coincide com o lineamento estrutural fotointerpretado. À leste da microbacia, fora da mesma, os quatro perfis de caminhamento elétrico indicaram um espessamento do manto de alteração das cotas mais altas para as mais baixas, e também determinaram linhas de fraturas coincidentes com lineamentos estruturais observados na fotointerpretação. Na parte inferior da microbacia a drenagem encaixada no lineamento estrutural norte noroeste, corta os perfis geofísicos H – H' e I – I' entre as estações 11 e 12. Neste ponto observam-se valores médios de resistividade elétrica, crescentes para leste e decrescentes para oeste, indicativos de uma zona de transição que foi interpretada como o contato entre a rocha sã

e o início da zona fraturada. O perfil J – J' confirma a existência de uma faixa de baixos valores de resistividade de mais de 100 metros, entre as estações 3 e 14, correlacionada ao início dos perfis H – H' e I – I'.

A técnica geofísica de caminhamento elétrico mostrou-se de grande eficiência para indicar as áreas de maior condutividade elétrica, e foi determinante na locação do poço tubular.

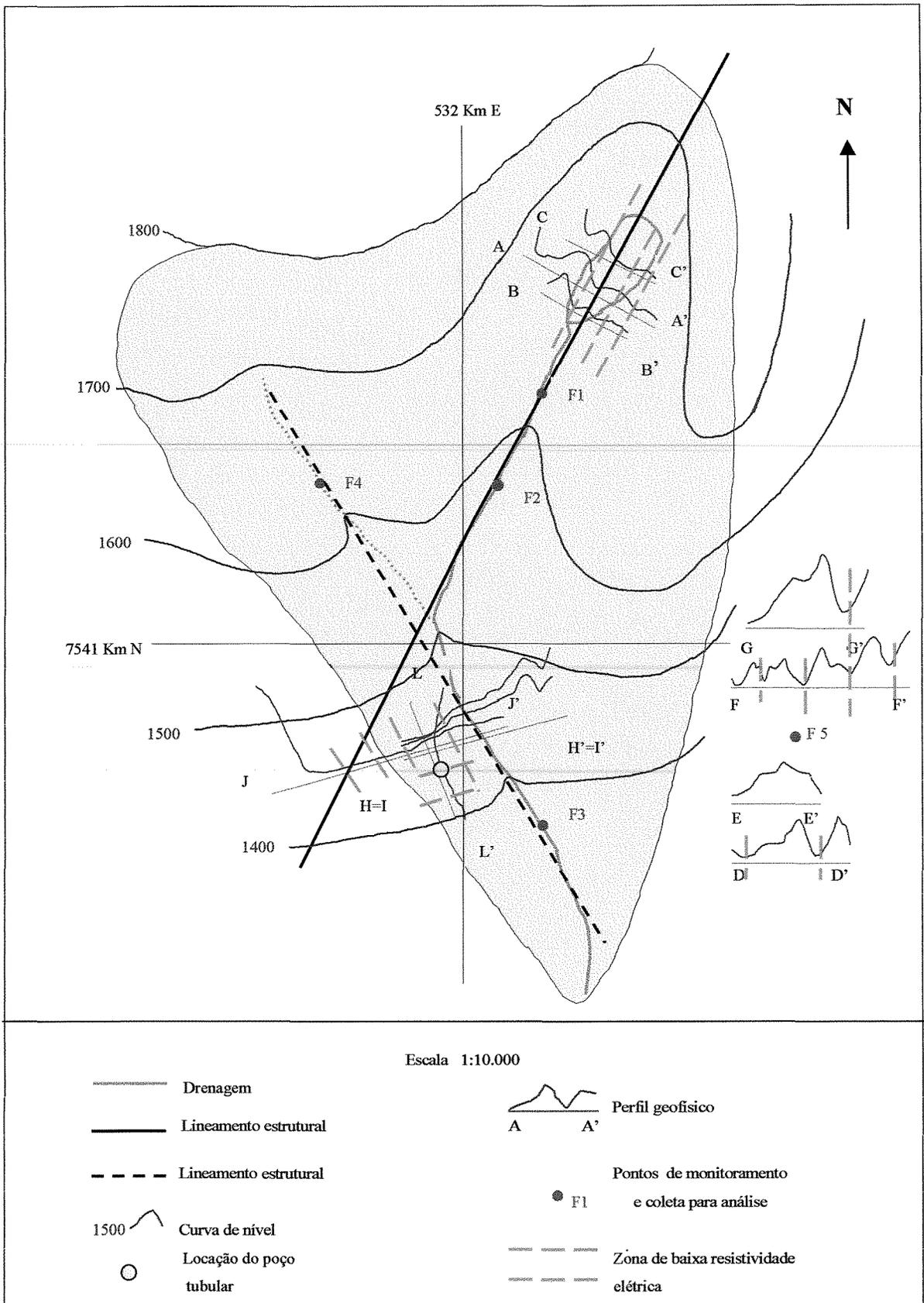


Figura 7.1 – Integração dos resultados dos levantamentos e interpretações.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEAR, J. 1979. *Hidraulics of groundwater*. McGraw Hill, New York, EUA. 567p.

BRANDALISE, L. A.; RIBEIRO, J. H.; FERRARI, P. G. 1976. Projeto Vale do Paraíba do Sul. Relatório Final . DNPM/CPRM, Superintendência Regional de Belo Horizonte. 411p.

CAVALCANTE, I. N. 1990. Estudo hidrogeológico de terreno cristalino com manto de intemperismo - Área Piloto de Atibaia (SP). Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 1v. 123p. São Paulo.

CAVALCANTE, J. C.; CUNHA, H. C. da S.; CHIEREGATI, L. A.; KAEFER, L. Q.; ROCHA, J. M. da; DAITX, E. C.; COUTINHO, M. G. da N.; YAMAMOTO, K.; DRUMOND, J. B. V.; ROSA, D. B.; RAMALHO, R. 1979. Projeto Sapucaí, Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais; Relatório Final de Geologia. DNPM/CPRM, Superintendência Regional de São Paulo, Série Geologia nº 5. Seção Geologia Básica, 299p.

COSTA, W. D. 1986. Análise dos fatores que atuam no aquífero fissural Área Piloto dos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 1v. 206p. São Paulo.

CUSTÓDIO, E. & LLAMAS, M. R. 1983. *Hidrologia Subterrânea*. 2 ed., Ediciones Omega, Barcelona, Tomos I e II. 2359 p.

FEITOSA, E. C. 1994. Caracterização de Zonas Fendilhadas no Cristalino através do Método Geofísico de Eletroresistividade - Alagoinha/PE. Relatório Técnico Inédito, Recife.

FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. 1997. *Hidrogeologia: conceitos e aplicações*. CPRM, LABHID-UFPE, Fortaleza, 389p.

FERNANDES, A. J. 1997. Tectônica Cenozóica na Porção Média da Bacia do Rio Piracicaba e Sua Aplicação à Hidrogeologia. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 1v. 244p. São Paulo.

FETTER, C. W. 1988. Applied Hydrogeology. Merril Publishing Company, EUA, 2ª ed. 592p.

FREEZE, R. A & CHERRY, J. A. 1979. Groundwater. Prentice-Hall Inc., EUA. 604p.

HAUSMAN, A 1980. Avaliação Qualitativa de Aquíferos Fraturados. ATAS do 1º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Recife.

HAUSMAN, A 1982. Circulação em Rochas Fissuradas, Uma Observação. ATAS do 2º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Salvador.

IRATANI, M. A. 1999. Modelação Matemática Tridimensional para a Proteção das Captações de Água Subterrânea. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 1 v. 200p. São Paulo.

MACHADO FILHO, L.; RIBEIRO, M. W.; GONZALES, S. R.; SCHENINI, C. A.; SANTOS NETO, A. dos; PALMEIRA, R. C. B.; PIRES, J. L.; TEIXEIRA, W.; CASTRO, H. E. F. 1983. Projeto RADAMBRASIL. Folhas SF-23/24, Rio de Janeiro/Vitória (geologia). MME. v.32, p. 27-304, Rio de Janeiro.

MANOEL FILHO, J. 1996. Modelo de dimensão fractal para avaliação e parâmetros Hidráulicos em meio fissural. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 1v. 193p. São Paulo.

MENEGASSE, L. N. 1991. Estudo hidrogeológico das rochas metassedimentares do Grupo São Roque a NW da Grande São Paulo - Critérios para locação de poços profundos. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 1v. 104p. São Paulo.

NOGUEIRA, J. R. 1999. Evolução geológica dos terrenos de alto grau metamórfico da Faixa Ribeira na Região de Juiz de Fora, Minas Gerais. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas, 1v. 190p. Campinas.

ORELLANA, E. 1972. Prospeccion Geoelectrica en corriente continua. Paraninfo, Madrid, España, 523p.

SHARMA, P. V. 1997. Environmental and engineering geophysics. Cambridge University Press, United Kingdom, 1ª ed. 475p.

SZIKSZAY, M. 1981. Hidroquímica das fontes de Águas da Prata, Estado de São Paulo. Origem, classificação e caracterização. Tese de Livre Docência, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, 2v. 193p. São Paulo.

THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. 1955. The water balance. Publications in Climatology. Centerton. New York. 104p.

ANEXOS

Anexo 1 – Estudo petrográfico

Este relatório apresenta o resultado do estudo petrográfico de 04 (quatro) lâminas delgadas de amostras de rocha, solicitado pelo geólogo César Antônio Schenini.

A amostra CA-04 foi classificada como **Hornblenda-Granada Quartzito**. Trata-se de uma rocha metassedimentar, provavelmente uma rocha **calcossilicatada**, produto de metamorfismo de calcários impuros. Está metamorfizada no fácies anfíbolito, não apresentando qualquer evidência de deformação. A amostra apresenta uma borda de alteração por intemperismo, onde todos os minerais presentes, exceto o **quartzo**, aparecem substituídos por hidróxidos de ferro (**goetita**).

As amostras CA-02 e CA-03 foram classificadas como **Muscovita-Biotita-Plagioclásio-Microclina Gnaisses**. As rochas são na verdade **blastomilonitos**. Sofreram uma cataclase intensa, e uma recristalização metamórfica pós-tectônica. Estão metamorfizadas no fácies anfíbolito. A rocha original era possivelmente uma rocha granítica, preservando diversos porfiroclastos de feldspatos, relictos da textura granular da rocha original. Os **feldspatos** encontram-se levemente caulinizados.

A amostra CA-01 foi classificada como **Diabásio**. Trata-se de uma rocha ígnea básica, sub-vulcânica (dique), sem qualquer evidência de deformação. O **plagioclásio** apresenta-se intensamente caulinizado. A rocha apresenta algumas fraturas preenchidas por hidróxidos de ferro. O **piroxênio** está fracamente alterado para hidróxidos de ferro (limonitização).

Nº da AMOSTRA: CA-1

CLASSIFICAÇÃO: DIABÁSIO

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Plagioclásio	(40%)
Augita	(25%)
Material Desvitrificado	(25%)
Opacos	(08%)
Biotita	(tr)
Clorita	(02%)

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

Rocha de granulação média, maciça, sem deformações, apresentando texturas subofítica e intersertal.

Plagioclásio é *labradorita*, aparecendo em cristais tabulares médios, sem deformação, intensamente caulinizados, envolvendo cristais de **augita** e agregados criptocristalinos de material desvitrificado.

Augita apresenta cristais prismáticos finos e médios, subhedrais, formando pequenos agregados envolvidos por **plagioclásio** e por material desvitrificado. Mostra pleocroísmo muito fraco de verde-pálido a rosa pálido e está fracamente limonitizado.

Material Desvitrificado forma agregados irregulares constituídos por uma massa criptocristalina marrom-avermelhada, envolvendo micrólitos de **augita** e de **magnetita**.

Opacos, predominantemente **magnetita**, apresenta cristais finos, subhedrais e esqueletiformes, disseminados e formando pequenos agregados. Nos agregados desvitrificados formam micrólitos, produto de desvitrificação.

Clorita forma agregados microcristalinos, substituindo cristais de **augita** e localmente substituindo cristais de **plagioclásio**. Raros cristais de **biotita** foram observados, substituindo **augita**.

PETRÓGRAFO: Celina M. L. Marchetto

Nº da AMOSTRA: CA-2

CLASSIFICAÇÃO: MUSCOVITA-BIOTITA-PLAGIOCLÁSIO-MICROCLINA GNAISSE
(BLASTOMILONITO GRANÍTICO)

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(30%)	Muscovita	(10%)
Microclina	(25%)	Apatita	(tr)
Plagioclásio	(25%)	Zircão	(tr)
Biotita	(10%)	Opacos	(tr)

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

Rocha de granulação fina a média, com foliação proeminente, apresentando textura blastomilonítica, com porfiroclastos de feldspatos, envolvidos por uma matriz recristalizada, com textura granoblástica poligonal fina.

Quartzo aparece em cristais xenoblásticos finos e médios, estirados, formando bandas paralelas, e uma segunda geração de cristais poligonais muito finos, em arranjo granoblástico com os **feldspatos**.

Microclina e **plagioclásio** apresentam porfiroclastos deformados e orientados, e uma segunda geração de cristais poligonais muito finos, produto de cataclase e recristalização metamórfica pós-tectônica pós-tectônica, formando agregados em arranjo granoblástico.

Biotita e **muscovita** ocorrem em palhetas finas orientadas, formando bandas sub-paralelas. **Muscovita** localmente forma porfiroblastos, deformados e orientados, exibindo “*kink-bands*”. **Biotita** mostra pleocroísmo forte de amarelado a marrom-avermelhado escuro, tratando-se de uma variedade titanífera.

Apatita, **zircão** e **opacos** são acessórios, exibindo cristais finos esparsos, disseminados na rocha.

PETRÓGRAFO: Celina M. L. Marchetto

Nº da AMOSTRA: CA-3

CLASSIFICAÇÃO: MUSCOVITA-BIOTITA-PLAGIOCLÁSIO-MICROCLINA GNAISSE
(BLASTOMILONITO GRANÍTICO)

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(30%)	Muscovita	(10%)
Plagioclásio	(20%)	Granada	(tr)
Microclina	(30%)	Zircão	(tr)
Biotita	(10%)	Apatita	(tr)

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

Rocha de granulação fina a média, com foliação proeminente, deformada e parcialmente recristalizada, apresentando textura blastomilonítica, com porfiroclastos de feldspatos envolvidos por uma matriz recristalizada, com textura granoblástica poligonal fina.

Plagioclásio e **microclina** apresentam porfiroclastos deformados e orientados, e uma segunda geração de cristais poligonais muito finos, produto de recristalização metamórfica pós-tectônica. **Microclina** mostra intercrescimentos pertíticos e geminação em tartana. Ambos, **microclina** e **plagioclásio**, mostram leve caulinição.

Quartzo aparece em cristais xenoblásticos estirados e orientados, formando bandas sub-paralelas, e uma segunda geração de cristais poligonais finos, formando agregados granoblásticos com os **feldspatos**.

Biotita e **muscovita** ocorrem em palhetas finas orientadas. **Muscovita** forma também alguns porfiroblastos sin-tectônicos, orientados e deformados, localmente exibindo "*kink bands*". **Biotita** mostra pleocroísmo de amarelado a marrom-avermelhado escuro. Trata-se de uma variedade titanífera.

Granada, **zircão** e **apatita** são acessórios, exibindo cristais finos esparsos, disseminados na rocha. **Granada** é possivelmente da variedade *almandina*.

PETRÓGRAFO: Celina M. L. Marchetto

Nº da AMOSTRA: CA-4

CLASSIFICAÇÃO: HORNBLENDA-GRANADA QUARTZITO

COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA:

Quartzo	(45%)	Opacos	(02%)
Plagioclásio	(03%)	Titanita	(tr)
Granada	(30%)	Apatita	(tr)
Hornblenda	(20%)		

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

Rocha de granulação fina, maciça a levemente foliada, sem deformação evidente, apresentando textura porfiroblástica e matriz granoblástica. A amostra apresenta uma borda de alteração, onde a granada, plagioclásio e a hornblenda estão parcial ou totalmente limonitizados. O único mineral não afetado é o quartzo.

Quartzo aparece em cristais xenoblásticos finos, formando um agregado maciço, em arranjo granoblástico poligonal.

Plagioclásio ocorre em cristais xenoblásticos finos, levemente alterados para **minerais de argila**. Trata-se da variedade *andesina*.

Granada forma esparsos porfiroblastos subhedrais, e aparece em cristais finos, euhedrais e subhedrais. Trata-se provavelmente da variedade *grossularita*, mostrando uma tonalidade levemente rosada.

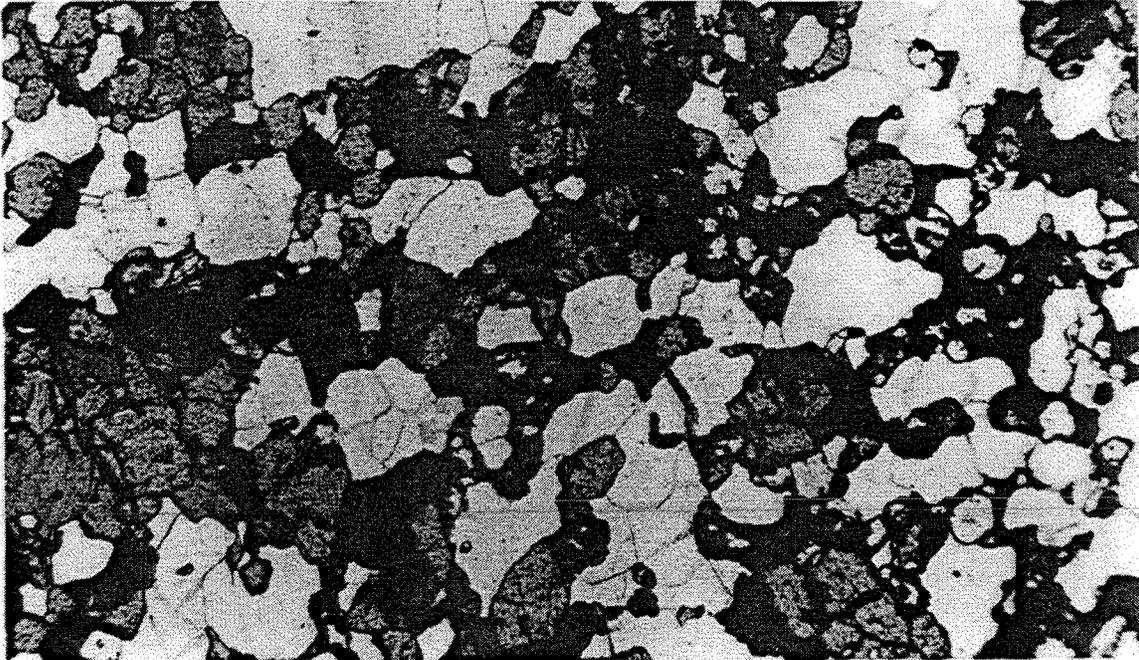
Hornblenda aparece em cristais prismáticos finos, não orientados, com pleocroísmo forte de amarelado a verde-oliva e verde-azulado escuro.

Opacos, predominantemente **ilmenita**, apresenta cristais finos, subhedrais e em forma de ripas, disseminados na rocha.

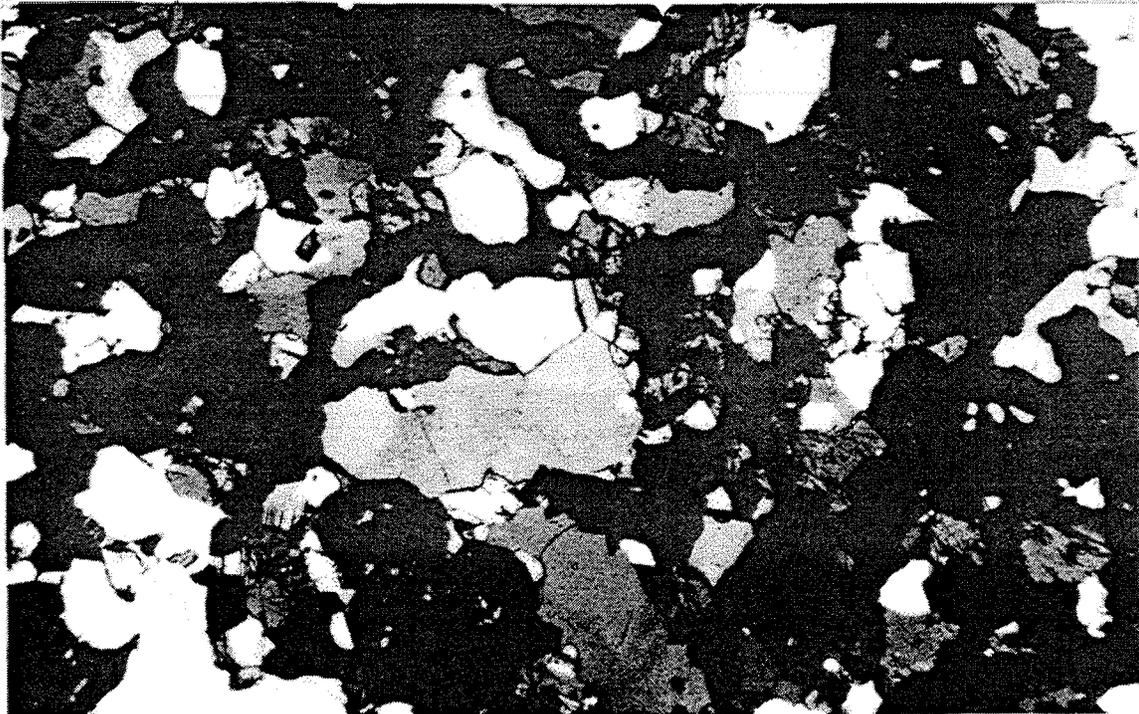
Titanita e **apatita** são acessórios, exibindo cristais finos esparsos, disseminados na rocha.

PETRÓGRAFO: Celina M. L. Marchetto

Anexo 1 – Estudo petrográfico (cont.)

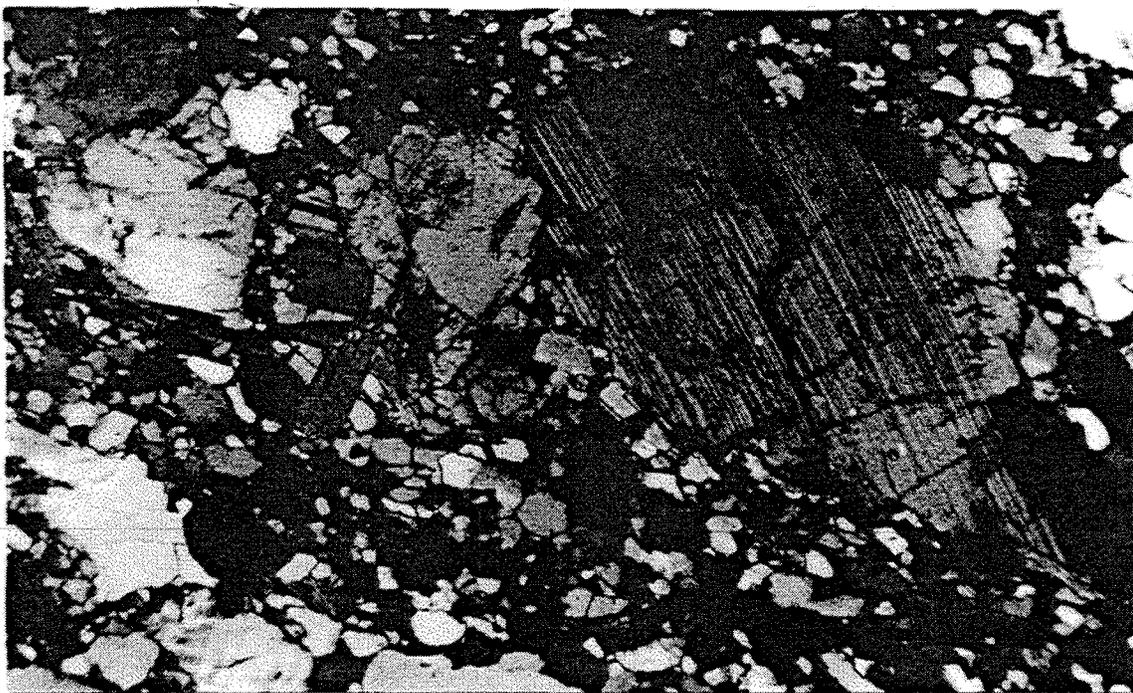


Fotomicrografia N^o 2- **Hornblenda-Granada Quartzito**. Contato da rocha fresca (à esquerda) com a rocha alterada (à direita). Cristais de **hornblenda** (marrom-amarelados), e cristais de **granada** (marrom-rosados), parcialmente alterados para **goetita** (marrom-avermelhado escuro a opaco). Amostra CA-04, 25X, luz plana polarizada.

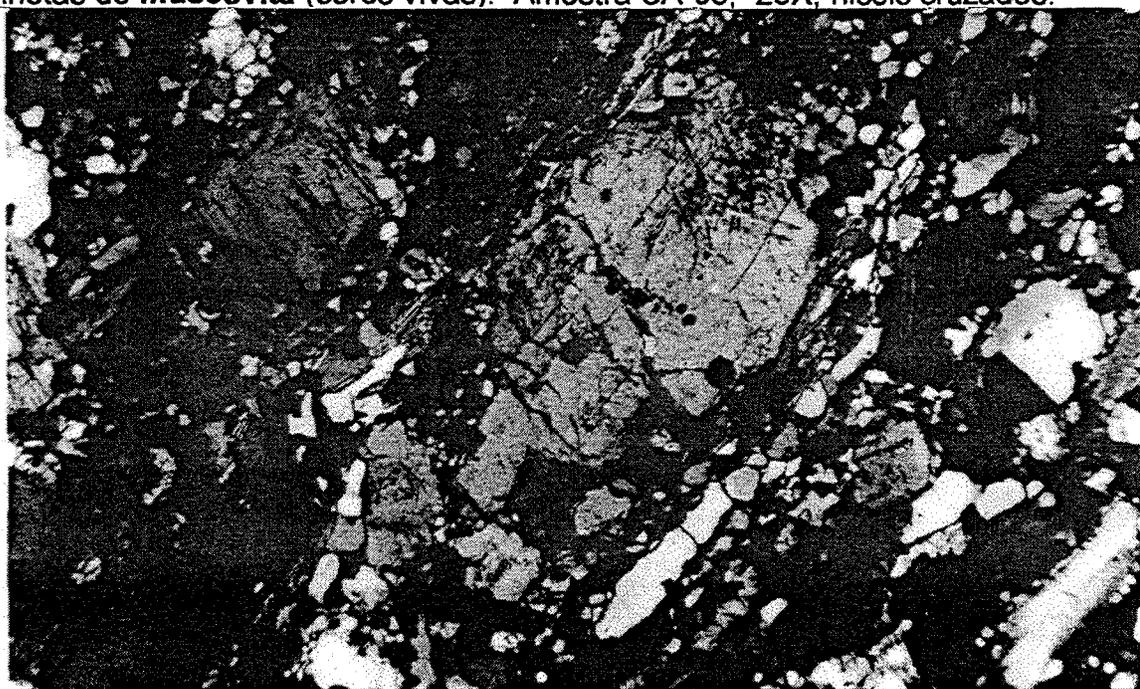


Fotomicrografia N^o 1 - **Hornblenda-Granada Quartzito**. Cristais finos de **hornblenda** (cores vivas), cristais de **granada** (escuros, isotrópicos) e cristais de **quartzo**. Amostra CA-04, 25X, nicóis cruzados.

Anexo 1 – Estudo petrográfico (cont.)

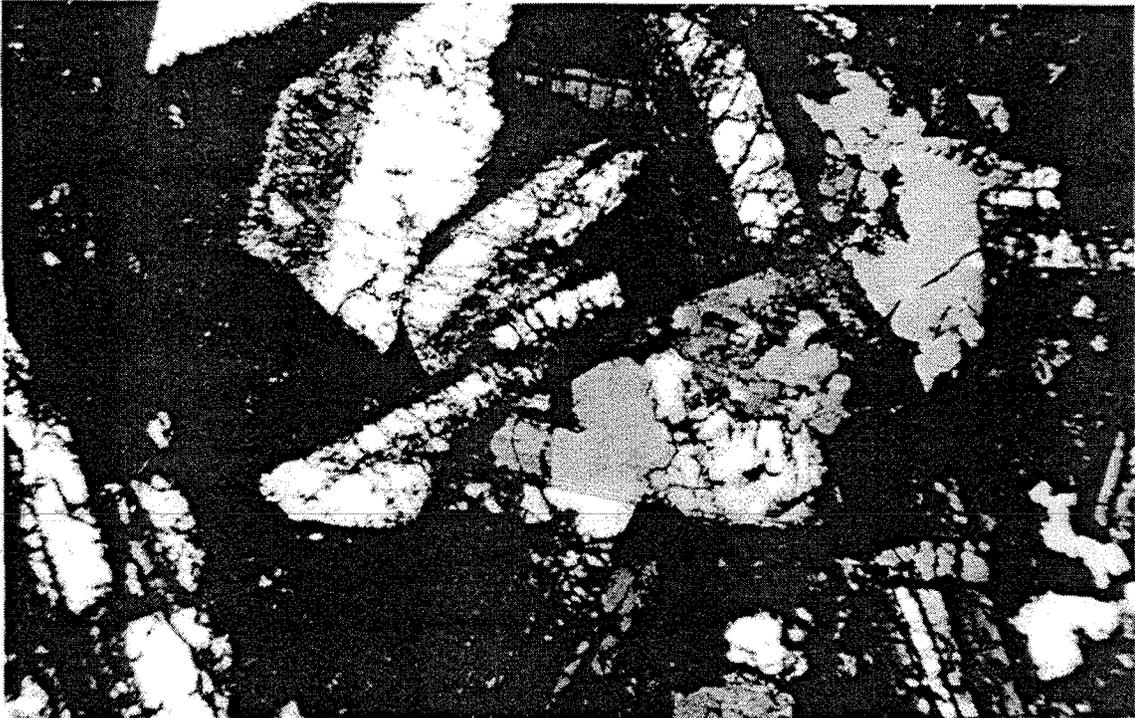


Fotomicrografia N⁰3 - **Muscovita-Biotita-Plagioclásio-Microclina** Gnaiss. Porfiroclastos de **plagioclásio** deformados, e uma segunda geração de cristais poligonal finos, produto de cataclase e recristalização metamórfica pós-tectônica. Palhetas de **muscovita** (cores vivas). Amostra CA-03, 25X, nicóis cruzados.



Fotomicrografia N⁰ 4 - **Muscovita-Biotita-Plagioclásio-Microclina** Gnaiss. Porfiroclastos de **plagioclásio**, envolvidos por uma matriz recristalizada composta de **quartzo**, **plagioclásio**, **microclina** e palhetas de **muscovita** (cores vivas). Amostra CA-02, 25X, nicóis cruzados.

Anexo 1 – Estudo petrográfico (cont.)



Fotomicrografia N^o5 - Diabásio. Textura subofítica. Cristais de plagioclásio envolvendo cristais de augita (cores vivas). As zonas escuras são de material desvitrificado. Amostra CA-01. 25X, nicóis cruzados.



Fotomicrografia N^o6 - Mesma foto anterior em luz plana, mostrando as zonas marrom-escuras de material desvitrificado, cristais incolores de plagioclásio e cristais amarelados de augita.

Anexo 2 - Medidas de vazão das fontes (valores em segundos para 20 litros)

Data	Fonte 1					Fonte 2					Fonte 3				
14/08/99	30,19	31,12	32,06	32,19	31,87	26,87	26,44	26,72	27,03	26,62	7,91	7,97	7,72	7,91	7,53
28/08/99	35,29	36,56	35,91	35,66	35,69	47,18	47,75	46,81	47,15	46,47	3,61	4,01	3,78	3,87	3,35
11/09/99	38,91	39,03	38,75	38,35	39,11	36,44	35,78	35,03	36,31	36,19	3,91	4,01	4,11	3,91	4,09
25/09/99	50,68	50,44	50,54	49,69	49,25	56,51	56,72	55,79	56,06	56,25	4,16	4,40	4,09	4,06	4,19
09/10/99	55,51	55,64	55,34	55,60	55,41	48,28	48,18	48,69	41,66	48,13	5,28	5,25	5,10	5,00	5,09
23/10/99	54,14	52,01	52,00	52,00	52,78	39,34	39,29	34,35	38,94	39,13	4,94	4,63	4,11	4,62	4,69
05/11/99	64,32	63,47	63,78	63,81	64,63	49,78	49,75	51,03	50,38	50,65	5,69	5,56	5,56	5,63	5,81
20/11/99	64,84	63,19	63,69	65,01	63,12	40,66	40,75	41,46	40,28	40,97	4,82	4,78	4,88	4,91	4,79
04/12/99	63,22	63,59	62,16	62,81	62,41	38,97	39,57	39,22	39,35	39,40	2,43	2,84	2,44	2,37	2,35
18/12/99	46,62	49,81	49,91	49,69	49,81	30,41	30,69	30,22	30,44	30,12	4,34	4,44	4,63	4,16	4,16
15/01/00	4,03	4,84	3,59	3,43	3,56	2,22	2,28	2,38	2,22	2,22	x	x	x	x	x
30/01/00	5,03	5,25	5,22	5,23	5,22	4,35	3,75	4,28	4,47	4,22	x	x	x	x	x
15/02/00	4,09	4,03	3,96	4,06	3,96	3,38	3,06	3,12	3,38	3,10	x	x	x	x	x
25/03/00	6,25	6,15	6,21	6,16	6,17	5,78	5,81	5,91	5,81	5,82	x	x	x	x	x
08/04/00	6,97	6,94	6,75	6,93	6,88	5,59	5,75	5,57	5,51	5,57	x	x	x	x	x
23/04/00	11,72	11,78	11,71	11,78	11,75	8,73	8,84	8,83	8,79	8,84	x	x	x	x	x
14/05/00	12,12	11,19	11,84	11,85	11,27	9,72	9,74	9,61	9,62	9,61	x	x	x	x	x
30/05/00	13,13	12,63	13,06	12,97	13,01	9,61	8,94	9,75	9,51	9,09	1,19	1,87	2,06	1,68	1,53
14/06/00	15,44	14,91	15,57	15,47	15,56	10,81	10,91	10,91	10,75	10,75	2,75	2,25	2,38	2,56	2,63
30/06/00	18,94	17,84	18,31	18,75	18,41	13,03	13,25	12,97	13,06	12,63	2,85	2,91	2,69	2,56	2,53
15/07/00	19,47	19,88	19,81	19,03	19,41	12,97	12,91	13,53	13,16	13,35	2,87	2,82	2,68	2,41	2,56
30/07/00	23,51	23,25	23,13	23,51	23,47	15,43	15,22	15,41	15,91	45,69	2,75	2,94	2,84	2,81	2,91
15/08/00	30,94	31,68	30,62	30,34	31,25	19,65	19,97	20,35	19,37	19,53	3,47	3,43	3,51	3,29	3,35
30/08/00	52,62	54,56	53,44	54,18	54,22	19,44	19,59	18,41	18,74	18,69	3,47	3,47	3,37	3,34	3,37
15/09/00	67,69	66,59	64,81	66,01	66,51	27,69	27,51	28,03	28,19	28,47	3,91	3,85	3,94	3,78	3,63
x - não foi possível realizar leitura, valores muito elevados.															

Anexo 3 - Totais pluviométricos mensais de Alagoa (mm)

Estação: ALAGOA-MG Alt: 1036,0m Lat: 22°10'13" Long: 44°38'38" M.M.E. DNAEE - CGRH : Microsistema de Dados hidrometeorológicos(MSDHD)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÁXIMA	DATA	NDC	TOTAL
1969	312,00	273,00	126,00	68,00	57,00	51,00	0,00	62,00	13,00	107,00	288,00	199,00	66,00	24/fev	103	1556,00
1970	335,40	251,00	126,00	39,00	18,00	24,00	38,00	119,00	65,00	89,00	164,00	110,00	108,00	21/fev	99	1378,40
1971	246,00	117,00	293,00	58,00	10,00	130,00	14,00	4,00	70,00	140,00	246,60	322,60	113,00	02/nov	99	1651,20
1972	260,50	273,40	143,70	41,90	35,30	0,00	87,60	50,80	52,80	175,80	209,00	480,30	138,40	24/dez	124	1811,10
1973	158,80	203,20	168,50	250,80	68,40	15,40	36,20	32,80	39,20	188,40	137,40	295,70	67,20	04/dez	136	1594,80
1974	241,70	100,90	213,00	71,20	18,20	51,60	0,00	4,80	8,40	120,80	85,20	299,60	66,40	15/dez	111	1215,40
1975	277,60	250,30	108,50	60,20	48,60	6,20	16,10	0,00	42,30	91,70	250,70	222,30	39,40	02/mar	115	1374,50
1976	220,10	285,50	279,60	87,70	122,90	20,60	88,40	92,40	197,20	152,70	230,10	251,20	66,00	11/mar	156	2001,40
1977	460,30	54,40	305,40	197,80	8,30	20,30	1,00	44,20	105,60	85,40	289,30	256,30	115,40	19/jan	117	1828,30
1978	309,90	266,30	191,50	36,20	71,10	23,70	42,80	4,90	18,70	173,50	317,10	199,40	87,60	05/mar	115	1655,10
1979	291,00	340,20	151,90	57,30	48,00	2,10	54,10	116,70	144,10	149,10	244,20	278,30	99,00	07/fev	127	1877,00
1980	387,80	300,50	174,00	235,40	30,70	48,80	1,20	62,20	53,40	115,10	369,70	366,00	87,80	18/jan	129	2144,80
1981	463,50	184,70	478,30	41,10	19,90	54,40	6,90	22,20	34,20	207,80	372,40	456,60	89,80	30/mar	128	2342,00
1982	465,80	173,10	340,30	109,70	57,70	68,80	25,10	52,60	17,30	119,30	138,20	439,40	65,80	24/jan	145	2007,30
1983	468,20	347,20	347,60	131,60	123,90	171,10	55,20	2,50	356,40	228,90	224,10	441,00	75,20	06/set	166	2917,70
1984	135,40	29,80	69,60	127,10	61,10	0,00	15,10	38,70	92,20	62,80	149,90	257,90	34,40	23/nov	113	1039,60
1985	438,40	239,50	198,40	106,10	24,10	4,50	0,00	31,80	92,10	156,60	207,00	574,50	95,20	27/dez	125	2073,00
1986	211,90	249,80	277,00	56,10	102,20	5,20	51,00	111,20	16,00	32,10	194,40	639,20	110,40	27/nov	139	1946,10
1987	378,00	130,10	112,50	187,20	80,60	59,20	2,80	10,80	176,10	105,60	183,80	408,80	101,20	16/nov	120	1835,50
1988	327,30	279,00	164,00	105,80	72,60	31,00	0,00	0,00	37,40	265,30	138,20	220,80	64,20	09/jan	120	1641,40
1989	348,80	336,90	244,20	107,00	13,00	55,40	115,20	17,80	161,70	39,10	180,40	321,90	95,20	12/dez	133	1941,40
1990	136,00	126,00	158,20	98,20	50,80	0,00	29,80	38,00	81,80	133,70	65,10	226,40	50,00	25/fev	107	1244,00
1991	432,30	194,70	402,20	68,80	27,30	5,20	20,50	0,00	48,80	121,60	74,40	222,30	97,20	16/jan	128	1618,10
1992	581,10	178,00	271,70	88,40	72,20	0,00	17,00	10,80	186,50	107,40	373,20	186,80	122,40	05/nov	141	2073,10
1993	172,60	271,50	169,00	74,00	64,00	83,80	2,50	4,50	132,60	156,00	174,40	253,20	48,20	09/nov	134	1558,10
1994	278,60	108,10	216,40	36,80	134,10	20,60	27,70	0,00	0,00	141,10	135,50	369,50	148,20	23/dez	127	1468,40
1995	213,90	290,50	133,30	73,90	58,20	7,40	37,60	7,70	41,60	215,20	140,00	271,60	290,50	04/dez	120	1490,90
1996	198,00	306,50	269,60	48,30	29,80	21,80	1,00	35,00	194,00	110,30	306,60	372,50	372,50	24/dez	148	1893,40
1997	456,40	103,10	153,60	124,60	59,80	82,00	8,20	3,90	71,80	121,90	305,30	266,70	456,40	25/jan	127	1757,30
1998	168,30	268,50	171,90	48,70	92,70	7,20	8,50	35,90	78,50	215,60	181,60	255,50	268,50	12/fev	138	1532,90
Acum.	9375,60	6532,70	6458,90	2836,90	1680,50	1071,30	803,50	1017,20	2628,70	4128,80	6375,80	9465,30	3639,50		3790	
Md_H	312,52	217,75	215,29	94,56	56,01	35,71	26,78	33,90	87,62	137,62	215,52	315,51	121,31		126	1749

Acum.: Acumulado; Md_H: Média histórica; NDC: Número de dias de chuva.

Anexo 3 - Totais pluviométricos mensais de Baependí (mm)

Estação: BAEPENDÍ-MG Alt: 1150,0m Lat: 22°06'58" Long: 44°50'50" M.M.E. DNAEE - CGRH : Microsistema de Dados hidrometeorológicos (MSDHD)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÁXIMA	DATA	NDC	TOTAL
1969	247,00	136,00	134,00	46,00	40,00	20,00	2,00	40,80	8,00	135,00	305,50	201,00	305,50	18/nov	94	1315,30
1970	250,00	307,00*	87,00*	74,00	29,00	37,00	31,00	92,00	115,00	117,00	170,80	142,00	-----	-----	777	1451,8*
1971	141,00	72,00	202,00	61,00	15,00	131,00	16,00	2,00	59,00	144,00	128,00	171,00	48,00	02/nov	105	1142,00
1972	124,00	219,00	74,00	21,00	2,00	1,00	33,00	15,00	26,00	109,00	182,00	274,00	274,00	01/dez	93	1080,00
1973	239,00	126,50	174,20	155,40	48,70	9,70	20,40	24,50	38,30	143,00	88,50	405,50	405,50	04/dez	129	1473,70
1974	249,20	100,80	136,50	70,80	37,70	80,40	0,00	11,60	19,80	114,70	104,90	296,20	59,30	14/dez	107	1222,60
1975	225,90	294,20	85,00	31,90	39,40	2,50	24,30	0,00	39,80	119,30	343,60	215,70	77,00	26/nov	118	1421,60
1976	226,90	367,00	233,20	143,10	166,70	49,40	86,00	131,60	215,30	87,50	279,00	320,00	63,00	12/abr	147	2305,70
1977	467,40	29,20	165,60	87,40	13,40	22,20	8,20	45,90	145,40	51,10	211,70	261,10	91,60	19/jan	109	1508,60
1978	246,40	188,20	175,60	37,10	79,20	19,50	38,00	4,20	27,50	164,50	347,20	189,10	57,40	24/dez	112	1516,50
1979	334,20	426,50	134,10	70,20	48,50	0,00	53,50	100,00	140,70	86,80	276,40	354,80	117,00	07/fev	122	2025,70
1980	356,30	243,60	128,90	247,50	22,30	75,80	0,00	15,70	60,70	65,40	410,70	446,10	85,50	01/fev	114	2073,00
1981	476,90	175,60	242,10	85,20	21,70	68,40	0,00	18,70	41,80	227,50	316,30	409,80	83,20	10/fev	119	2084,00
1982	353,50	209,90	337,90	67,90	54,40	82,60	23,00	17,00	15,00	129,30	196,80	487,90	75,20	11/mar	134	1975,20
1983	550,90	286,70	439,70	107,80	127,00	176,00	60,00	3,60	612,40	184,10	256,90	570,60	90,00	06/mar	151	3075,70
1984	137,30	56,50	169,90	114,30	51,50	0,00	5,50	52,10	114,00	87,80	262,80	293,10	84,00	23/nov	106	1344,80
1985	420,90	191,00	209,70	118,40	45,00	3,87	0,00	20,00	99,70	133,70	215,40	465,20	83,60	27/dez	125	1922,80
1986	266,50	282,60	280,40	77,90	107,00	1,20	50,80	91,80	20,40	27,20	130,40	627,90	85,60	27/dez	131	1964,10
1987	389,10	159,50	136,60	142,60	105,80	34,00	9,00	11,00	122,20	85,00	159,20	476,20	133,00	06/dez	124	1830,20
1988	300,30	261,80	172,60	100,70	81,50	36,00	0,00	0,00	49,20	213,00	185,10	222,40	72,00	24/dez	117	1622,60
1989	352,60	387,80	315,90	56,80	2,00	42,60	68,60	37,00	136,10	48,40	224,40	300,10	79,40	14/fev	121	1972,30
1990	217,00	206,20	284,40	54,70	77,40	5,20	44,10	95,80	88,00	106,80	157,50	251,80	65,00	26/fev	105	1588,90
1991	481,50	244,20	400,70	176,40	16,30	0,00	61,00	0,00	173,60	171,80	114,40	267,70	160,80	16/jan	93	2108,60
1992	537,00	134,20	225,80	92,20	82,40	0,00	32,40	20,60	206,30	121,90	201,60	211,40	80,50	18/jan	112	1865,80
1993	316,70	345,80	128,90	62,20	65,30	84,60	10,00	6,80	72,70	82,50	146,70	158,20	60,70	28/fev	108	1480,20
1994	240,10	14,10	175,10	34,10	144,70	24,10	34,90	0,00	1,00	120,80	115,90	417,50	417,50	23/dez	100	1322,30
1995	209,20	413,90	111,50	76,60	104,70	7,70	41,10	12,00	58,20	137,50	163,70	242,00	413,90	04/fev	107	1578,10
1996	358,20	172,50	226,60	84,70	68,00	56,10	2,40	23,40	196,00	165,30	291,50	423,00	423,00	24/dez	123	2067,70
1997	439,70	167,40	134,80	100,20	4,10	20,00	13,10	24,20	39,90	107,50	278,80	248,30	439,70	21/jan	108	1622,00
1998	205,60	307,90	136,30	30,30	121,00	4,60	0,20	58,80	169,50	168,60	102,70	215,50	307,90	08/fev	113	1521,00
Acum.	9360,30	6220,60	5772,00	2628,40	1821,70	1095,47	768,50	975,90	3111,50	3656,00	6368,40	9394,10	4738,80		4124	
Md_H	312,01	207,35	192,40	87,61	60,72	36,51	25,61	32,53	103,71	121,86	212,28	313,13	163,40		137	1567

Acum.: Acumulado; Md_H: Média histórica; NDC: Número de dias de chuva

Anexo 3 - Totais pluviométricos mensais de Itanhandu (mm)

Estação: ITANHANDU-MG Alt: 886,0m Lat: 22°17'40" Long: 44°56'56" M.M.E. DNAEE-CGRH : Microsistema de Dados Hidrometeorológicos (MSDHD)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÁXIMA	DATA	NDC	TOTAL
1969	328,10	162,90	63,90	98,10	36,00	15,10	3,50	61,60	8,40	133,50	256,00	156,80	84,60	24/jan	112	1323,90
1970	237,70	247,60	112,70	51,30	14,20	29,80	24,50	132,50	104,60	114,50	179,20	128,90	58,80	17/jan	138	1377,50
1971	133,20	38,80	242,50	69,80	54,00	119,60	8,90	3,50	60,60	155,70	119,20	288,00	67,00	06/mar	116	1293,80
1972	342,60	322,40	147,50	88,40	30,80	1,00	74,10	67,30	60,50	158,90	161,70	317,80	90,00	26/dez	149	1773,00
1973	162,10	108,30	116,50	104,30	52,00	14,60	29,20	18,50	17,20	197,00	143,50	417,60	58,00	18/dez	130	1381,70
1974	251,50	57,10	145,20	99,80	11,80	92,50	0,00	8,20	11,20	128,50	92,80	253,50	39,00	25/mar	139	1152,10
1975	219,90	215,70	41,60	46,70	27,40	3,40	9,60	0,00	28,80	127,70	381,90	255,20	100,60	26/nov	117	1357,90
1976	138,30	222,50	150,20	112,60	128,40	49,30	104,30	105,80	192,30	128,10	189,30	322,50	74,40	03/dez	157	1843,60
1977	396,70	30,20	143,30	90,90	2,90	24,10	0,70	50,00	99,40	97,30	216,30	239,70	96,60	19/jan	120	1391,50
1978	245,90	171,70	157,30	47,30	55,70	27,80	40,60	8,70	19,30	121,60	196,80	200,70	44,80	08/jan	113	1293,40
1979	266,20	193,00	80,20	67,30	62,30	0,00	41,60	92,90	109,10	93,90	303,70	192,00	117,00	22/jan	111	1502,20
1980	391,40	174,50	85,70	196,50	13,50	66,40	0,00	42,70	64,80	74,90	334,50	270,30	78,60	24/nov	101	1715,20
1981	321,10	101,50	165,40	15,70	33,00	57,80	16,30	22,80	52,10	155,10	266,10	509,40	93,00	17/dez	117	1716,30
1982	386,20	153,70	314,20	55,80	49,90	65,80	32,70	64,60	19,00	112,20	98,00	261,90	66,40	24/jan	132	1614,00
1983	343,80	261,20	254,30	118,20	149,00	116,00	41,00	4,20	378,80	143,00	206,80	351,30	105,00	06/set	146	2367,60
1984	154,90	107,00	37,80	110,00	73,80	0,00	0,00	50,90	107,80	9,20	196,10	129,70	196,10	23/nov	87	977,20
1985	292,60	180,20	206,30	52,20	29,10	2,00	0,00	13,00	165,80	103,80	152,80	301,80	69,80	30/set	106	1499,60
1986	158,00	251,10	142,80	72,90	78,00	0,00	43,00	72,20	16,60	56,40	81,00	391,60	70,00	17/dez	117	1363,60
1987	337,30	107,10	108,40	149,80	58,00	15,60	9,20	3,60	112,10	59,60	86,00	200,00	66,00	10/mar	92	1246,70
1988	134,70	108,30	51,30	93,30	73,30	12,00	0,00	0,00	35,00	152,00	89,40	172,30	172,30	24/dez	101	921,60
1989	241,70	185,90	117,60	19,60	4,80	20,80	66,60	21,00	120,80	57,60	121,80	177,40	60,00	09/fev	96	1155,60
1990	119,10	206,20	192,20	122,60	32,20	0,00	15,40	18,80	47,60	135,40	56,50	105,20	70,00	26/dez	91	1051,20
1991	287,50	42,80	170,90	72,30	29,80	1,30	15,60	0,00	58,50	88,00	55,00	170,00	287,50	16/jan	89	991,70
1992	255,00	132,00	118,00	86,00	59,00	0,00	27,00	13,00	127,00	91,00	215,00	149,00	58,00	14/abr	120	1272,00
1993	211,00	277,00	165,00	28,00	1,20	1,50	0,20	0,00	178,00	88,00	59,60	167,00	277,00	16/fev	113	1176,50
1994	151,00	93,00	42,00	12,00	36,40	12,00	4,50	0,00	0,00	97,00*	182,60	439,30	439,3*	23/dez	74	1069,8*
1995	251,20	471,60	173,90	90,60	74,20	21,50	29,20	0,00	40,00	216,10	174,20	231,30	471,60	05/fev	125	1773,80
1996	236,20	133,20	252,60	58,80	22,20	26,40	0,00	40,10	183,80	129,60	300,40	374,20	374,20	27/dez	112	1757,50
1997	291,20	54,00	53,40	37,60	49,00	80,60	20,80	6,20	59,60	100,40	206,80	166,80	291,20	21/jan	84	1126,40
1998	192,20	219,80	76,00	8,40	60,80	0,00	0,00	20,30	117,20	223,60	45,40	231,10	231,10	09/dez	73	1194,80
Acum.	7478,30	5030,30	4128,70	2276,80	1402,70	876,90	658,50	942,40	2595,90	3452,60	5168,40	7572,30	3868,60		3378	
Md_H	249,27	167,67	137,62	75,89	46,75	29,23	21,95	31,41	86,53	115,08	172,28	252,41	128,95		113	1354

Acum.: Acumulado; Md_H: Média histórica; NDC: Número de dias de chuva

Anexo 3 - Totais pluviométricos mensais de Pouso Alto (mm)

Estação: I POUSO ALTO Alt:876,0m Lat:22°11'36" Long:44°58'58" M.M.E. DNAEE - CGRH: Microsistema de Dados Hidrometeorológicos (MSDHD)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÁXIMA	DATA	NDC	TOTAL
1969	272,90	171,30	56,40	78,40	29,80	22,90	3,30	52,40	9,20	127,40	219,40	174,40	67,40	24/jan	110	1217,80
1970	201,10	246,80	131,80	38,80	20,40	29,20	40,30	138,80	126,70	80,10	155,20	117,50	59,50	17/jan	128	1326,70
1971	131,30	24,10	281,60	57,90	50,50	124,80	7,10	1,10	101,10	172,80	142,50	271,40	281,60	11/mar	106	1366,20
1972	279,90	367,70	121,10	71,90	37,10	2,20	80,50	59,40	60,40	160,40	356,00	364,60	95,40	19/nov	132	1961,20
1973	198,80	129,40	137,20	114,00	60,20	16,00	24,80	22,00	24,20	187,80	139,40	375,60	78,20	04/dez	124	1429,40
1974	244,00	132,00	123,70	101,80	14,80	40,80	0,00	6,00	14,20	122,20	85,20	283,50	45,20	18/fev	115	1168,20
1975	268,40	319,00	42,00	55,80	36,80	0,40	10,20	0,00	29,40	124,80	431,20	201,40	139,20	26/nov	113	1519,40
1976	150,20	217,40	162,00	131,60	116,00	57,60	105,40	133,20	234,60	102,80	230,20	306,50	79,20	28/set	142	1947,50
1977	382,80	31,60	282,80	100,60	3,00	29,80	5,40	42,00	96,60	87,30	213,60	264,60	66,40	21/mar	116	1540,10
1978	258,30	173,80	136,40	96,00	61,60	32,70	37,60	8,60	36,20	163,60	259,30	196,80	54,20	17/out	118	1460,90
1979	273,10	282,50	114,90	100,30	54,50	0,00	42,10	76,50	128,50	101,40	283,70	104,50	132,40	21/jan	117	1561,90
1980	331,60	153,10	134,20	162,13	26,00	61,40	0,00	51,30	35,00	106,00	406,40	436,00	89,00	24/nov	101	1903,10
1981	481,00	155,00	254,90	32,00	52,60	50,40	2,00	25,30	53,30	94,90	193,70	335,60	107,00	16/jan	107	1730,70
1982	312,60	167,00	301,10	18,60	51,60	88,50	29,50	54,80	12,50	154,50	129,60	349,80	349,80	07/dez	122	1670,10
1983	357,70	241,00	266,50	124,90	144,30	167,00	63,10	5,00	306,30	146,70	136,40	421,90	75,20	06/set	148	2380,80
1984	106,70	33,30	67,70	97,40	66,50	0,00	0,00	49,90	63,50	62,80	183,80	219,60	34,70	08/dez	107	951,20
1985	341,70	102,60	158,30	89,00	29,70	3,50	0,00	33,90	132,30	101,60	171,40	319,80	81,00	04/dez	127	1483,80
1986	225,40	197,10	302,20	57,40	85,70	2,10	69,10	70,90	24,80	68,70	153,40	595,60	90,90	27/dez	144	1852,40
1987	341,20	109,40	115,80	142,20	76,10	35,40	0,00	5,60	139,10	80,30	108,30	244,50	56,60	10/mar	116	1397,90
1988	192,70	214,00	146,20	94,20	70,80	14,40	0,00	0,00	38,60	199,30	201,60	224,40	78,40	24/dez	109	1396,20
1989	259,30	285,00	214,00	28,80	6,50	46,70	31,40	35,30	139,80	17,80	197,00	178,10	57,40	15/mar	108	1439,70
1990	188,40	194,80	191,40	50,40	68,40	3,20	33,60	56,00	74,80	109,40	144,60	175,60	63,40	12/dez	95	1290,60
1991	320,20	185,00	351,80	117,00	19,60	6,70	37,00	0,00	91,00	127,60	84,80	173,50	98,60	16/jan	106	1511,00
1992	499,00	142,60	168,00	87,40	69,00	0,00	34,80	20,80	151,40	138,40	192,00	197,50	93,30	18/dez	124	1700,90
1993	186,90	270,80	138,40	33,20	70,20	76,20	2,80	6,30	195,20	111,00	62,60	310,90	59,20	26/dez	121	1464,50
1994	194,20	75,80	110,10	81,40	122,80	28,20	19,00	0,00	0,00	83,60	97,80	300,40	119,80	23/dez	99	1113,30
1995	166,80	413,20	112,40	47,90	67,80	6,20	31,60	0,00	58,20	202,70	145,30	214,50	413,20	01/fev	112	1466,60
1996	299,90	206,50	260,70	64,10	37,50	24,70	2,20	25,90	239,70	128,10	332,60	331,60	332,60	21/nov	138	1953,50
1997	306,60	102,30	96,60	53,10	58,40	81,80	16,60	2,00	78,60	119,60	296,00	179,40	306,60	28/jan	114	1391,00
1998	173,00	181,00	97,50	29,40	93,80	2,00	0,50	37,90	72,60	195,70	106,70	204,10	204,10	18/dez	123	1194,20
Acum.	7464,70	5370,10	5077,70	2357,63	1702,00	1054,80	729,90	1020,90	2767,80	3679,30	5859,70	7937,60	3809,50		3542	
Md_H	248,82	179,00	169,25	78,58	56,73	35,16	24,33	34,03	92,26	132,64	195,32	254,58	126,98		118	1405

Acum.: Acumulado; Md_H: Média histórica; NDC: Número de dias de chuva

Anexo 4 – Temperatura e precipitação média – Alagoa - MG (CPTEC/INPE)

Mês - Ano	Temp. max.	Temp. min.	Temp. média	Precipitação média
Jan - 1.999	29,4184	19,7699	24,5941	245,4520
Fev - 1.999	28,9993	19,6961	24,3477	235,8110
Mar - 1.999	27,5910	19,2629	23,4265	191,7270
Abr - 1.999	26,1438	18,2813	22,2125	69,4429
Mai - 1.999	24,7217	13,1556	18,9386	10,5951
Jun - 1.999	23,6138	12,9645	18,2891	32,6120
Jul - 1.999	23,0687	13,1666	18,1176	21,9364
Ago -1.999	24,2223	11,4890	17,8556	0,51564
Set -1.999	25,0550	14,1237	19,5893	33,5495
Out – 1.999	24,0987	14,7108	19,4047	60,6185
Nov - 1.999	25,3061	15,5800	20,4430	126,819
Dez - 1.999	27,5277	17,8344	22,6810	238,9300
Jan - 2.000	28,4526	18,8671	23,6598	363,5740
Fev - 2.000	28,4479	18,7834	23,6156	211,8550
Mar - 2.000	26,6439	18,6858	22,6648	204,4770
Abr - 2.000	27,4747	17,1870	22,3308	23,3070
Mai - 2.000	24,6713	13,9754	19,3233	15,1757
Jun - 2.000	25,6760	12,3609	19,0184	0,06442
Jul - 2.000	22,6957	11,0755	16,8856	42,9605
Ago - 2.000	25,0176	13,3106	19,1641	32,3766
Set - 2.000	24,2128	14,8653	19,5390	148,5180
Out - 2.000	30,1410	17,6986	23,9198	65,5082
Nov - 2.000	26,9357	17,7447	22,3402	193,3790
Dez - 2.000	28,6841	18,8113	23,7477	252,0230

Anexo 5 – Balanço hídrico pela média histórica

BALANCO HIDRICO SEG. THORNTHWAITE 1955

Armazenamento maximo: 125.mm

Local:Alagoa Md_H

Latitude: 22G 10M

Longitude: 44G 38M

Altitude: 1036.00m

Fonte e Período: PREC.-DNAEE

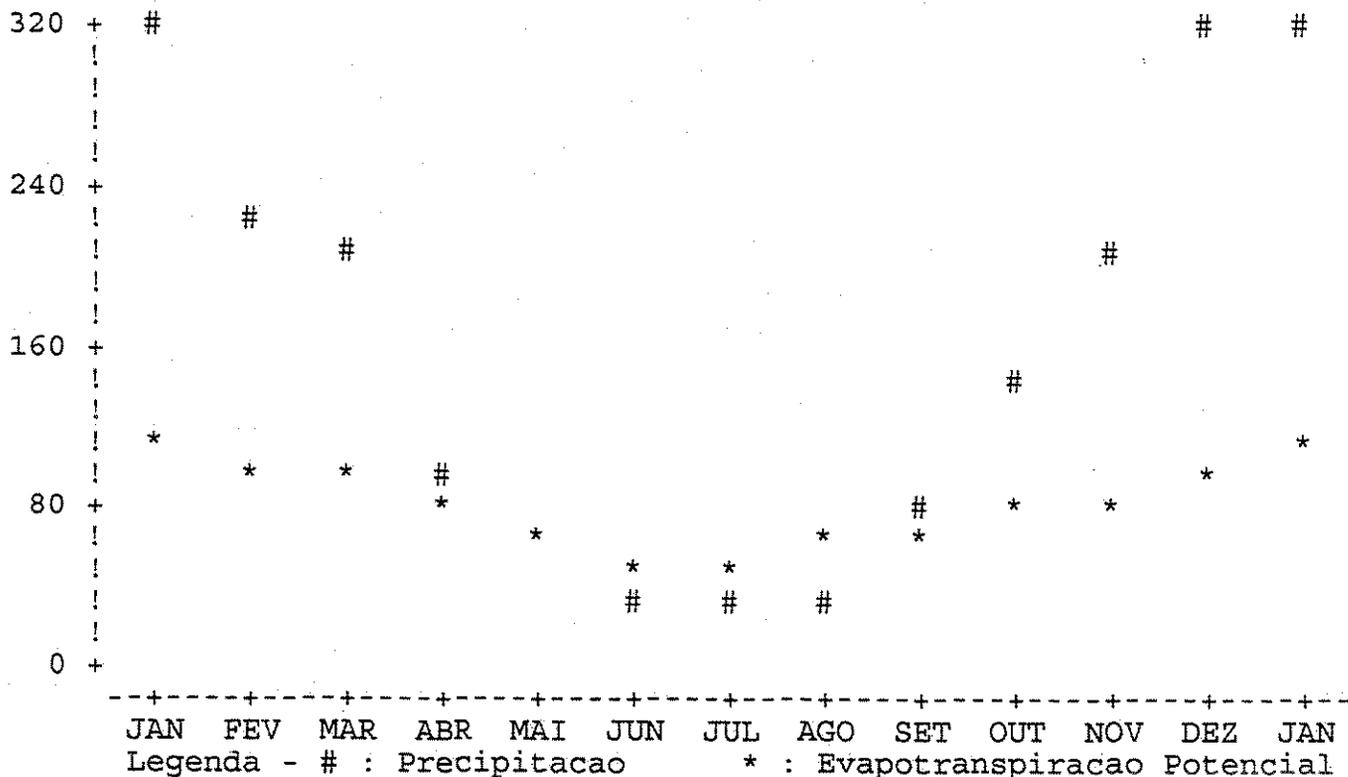
TEMP.-CPTECINPE

MESES	TEMP	NOMO	COR.	EP	P	P-EP	NEG	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
	GR C			mm	mm	mm	ACUM	mm	mm	mm	mm	mm
JAN	23.0	99	1.14	112	312.	200	0	125	0	112	0	200
FEV	23.0	99	1.00	99	217.	118	0	125	0	99	0	118
MAR	22.0	89	1.05	94	215.	121	0	125	0	94	0	121
ABR	22.0	89	0.97	87	94.	7	0	125	0	87	0	7
MAI	19.0	65	0.96	62	56.	-6	-6	119	-6	62	0	0
JUN	18.0	57	0.91	52	35.	-17	-23	104	-15	50	2	0
JUL	17.0	50	0.95	48	26.	-22	-45	87	-17	43	5	0
AGO	18.0	57	0.99	57	34.	-23	-68	73	-14	48	8	0
SET	19.0	65	1.00	65	87.	22	-34	95	22	65	0	0
OUT	21.0	81	1.08	87	137.	50	0	125	30	87	0	20
NOV	21.0	81	1.09	88	215.	127	0	125	0	88	0	127
DEZ	22.0	89	1.15	103	315.	212	0	125	0	103	0	212
ANO	20.4			952	1743.	791				937	15	806

Indice Hidrico = 83.7 Clima Umido,

Mesotermico

GRAFICOS PREC. [mm] x TEMPO [meses] e EP [mm] x TEMPO [meses]



Anexo 5 - Balanço hídrico pelo ano monitorado

BALANCO HIDRICO SEG. THORNTHWAITE 1955

Armazenamento maximo: 125.mm

Local:ALAGOA - MG

Latitude: 22G 10M

Longitude: 44G 38M

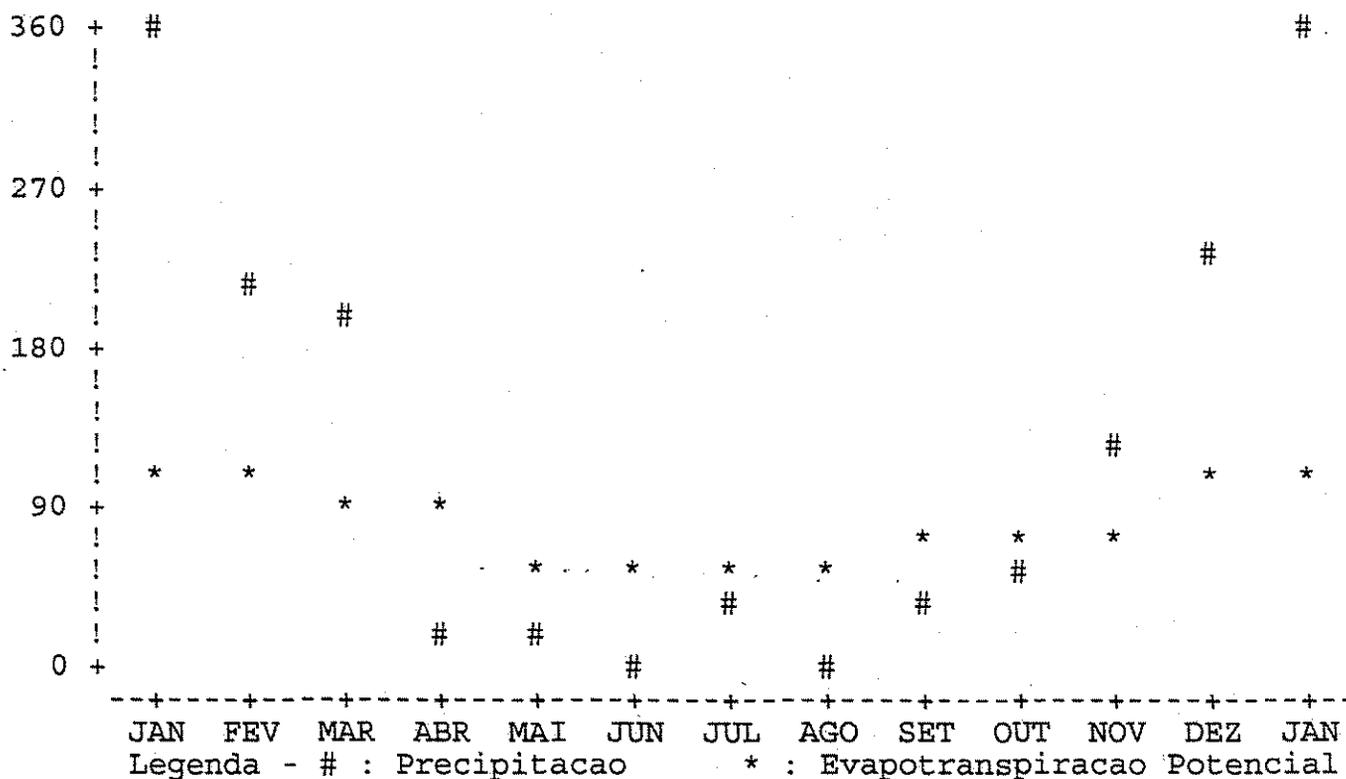
Altitude: 1036.00m

Fonte e Período: PREC.-CPTEC INPE			TEMP.-CPTEC INPE									
MESES	TEMP	NOMO	COR.	EP	P	P-EP	NEG	ARM	ALT	ER	DEF	EXC
	GR C			mm	mm	mm	ACUM	mm	mm	mm	mm	mm
JAN	23.0	99	1.14	113	363.	250	0	125	0	113	0	250
FEV	23.0	99	1.00	99	212.	113	0	125	0	99	0	113
MAR	22.0	90	1.05	95	204.	109	0	125	0	95	0	109
ABR	22.0	90	0.97	87	23.	-64	-64	75	-50	73	14	0
MAI	19.0	65	0.96	63	15.	-48	-112	51	-24	39	24	0
JUN	19.0	65	0.91	60	0.	-60	-172	32	-19	19	40	0
JUL	17.0	51	0.95	49	43.	-6	-177	30	-1	44	4	0
AGO	17.0	51	0.99	51	0.	-51	-228	20	-10	10	41	0
SET	19.0	65	1.00	65	33.	-32	-261	16	-5	38	28	0
OUT	19.0	65	1.08	71	60.	-11	-271	14	-1	61	9	0
NOV	20.0	73	1.09	80	127.	47	-89	62	47	80	0	0
DEZ	22.0	90	1.15	104	239.	135	0	125	63	104	0	70
ANO	20.2			935	1319.	384				775	161	540

Índice Hídrico = 47.9 Clima Úmido,

Mesotermico

GRAFICOS PREC. [mm] x TEMPO [meses] e EP [mm] x TEMPO [meses]



Anexo 6 - Valores do caminhamento elétrico A - A'

65

AB	MN	X	Y	K	SP	V	dV	I	EST.	Ra
360	20	120	0	1058	120	707	587	35	1	17750
360	20	110	0	1426	22	229	207	35	2	8436
360	20	100	0	1832	-40	86	126	35	3	6595
360	20	90	0	2264	-9	89	98	35	4	6340
360	20	80	0	2712	-1	96	97	35	5	7517
360	20	70	0	3162	13	96	83	35	6	7498
360	20	60	0	3598	14	105	91	35	7	9354
360	20	50	0	4004	-23	70	93	35	8	10639
360	20	40	0	4364	-50	32	82	35	9	10225
360	20	30	0	4663	25	93	68	35	10	9060
360	20	20	0	4887	110	157	47	35	11	6563
360	20	10	0	5027	-90	-61	29	35	12	4165
360	20	0	0	5074	-106	-88	18	35	13	2609
360	20	10	0	5027	-65	-52	13	35	14	1867
360	20	20	0	4887	-29	-15	14	35	15	1955
360	20	30	0	4663	254	278	24	35	16	3198
360	20	40	0	4364	-39	-7	32	35	17	3990
360	20	50	0	4004	-31	2	33	35	18	3775
360	20	60	0	3598	123	155	32	35	19	3289
360	20	70	0	3162	-118	-88	30	35	20	2710
360	20	80	0	2712	-14	19	33	35	21	2557
360	20	90	0	2264	20	69	49	35	22	3170
360	20	100	0	1832	75	128	53	35	23	2774
360	20	110	0	1426	104	165	61	35	24	2486
360	20	120	0	1058	154	210	56	35	25	1693

Anexo 6 - Valores do caminhamento elétrico B - B'

8

AB	MN	X	Y	K	SP	V	dV	I	EST.	Ra
360	20	60	50	4416	80	117	37	35	1	4669
360	20	50	50	4764	8	64	56	35	2	7622
360	20	40	50	5072	60	120	60	35	3	8695
360	20	30	50	5327	80	138	58	35	4	8827
360	20	20	50	5518	160	240	80	35	5	12612
360	20	10	50	5636	39	152	113	35	6	18197
360	20	0	50	5676	-60	23	83	35	7	13461
360	20	10	50	5636	-24	9	33	35	8	5314
360	20	20	50	5518	-40	-23	17	35	9	2680
360	20	30	50	5327	90	114	24	35	10	3653
360	20	40	50	5072	1	22	21	35	11	3043
360	20	50	50	4764	40	56	16	35	12	2178
360	20	60	50	4416	-4	11	15	35	13	1893
360	20	70	50	4043	-25	-5	20	35	14	2310
360	20	80	50	3659	-70	-47	23	35	15	2404
360	20	90	50	3278	-80	-63	17	35	16	1592
360	20	100	50	2915	6	20	14	35	17	1166
360	20	110	50	2584	63	77	14	35	18	1034
360	20	120	50	2301	63	79	16	35	19	1052

Anexo 6 - Valores do caminhamento elétrico C - C'

AB	MN	X	Y	K	SP	V	dV	I	EST.	Ra
360	20	60	50	4416	-45	125	170	35	1	21450
360	20	50	50	4764	-20	85	105	35	2	14292
360	20	40	50	5072	44	124	80	35	3	11593
360	20	30	50	5327	45	135	90	35	4	13698
360	20	20	50	5518	34	128	94	35	5	14820
360	20	10	50	5636	26	118	92	35	6	14815
360	20	0	50	5676	50	134	84	35	7	13623
360	20	10	50	5636	56	127	71	35	8	11433
360	20	20	50	5518	50	98	48	35	9	7567
360	20	30	50	5327	-21	10	31	35	10	4718
360	20	40	50	5072	20	37	17	35	11	2463
360	20	50	50	4764	-20	-6	14	35	12	1906
360	20	60	50	4416	11	20	9	35	13	1136
360	20	70	50	4043	36	30	6	35	14	693
360	20	80	50	3659	15	22	7	35	15	732
360	20	90	50	3278	-40	-25	15	35	16	1405
360	20	100	50	2915	98	121	23	35	17	1915
360	20	110	50	2584	45	62	17	35	18	1255
360	20	120	50	2301	-49	-41	8	35	19	526

Anexo 6 - Valores do caminhamento elétrico D - D'

AB	MN	X	Y	K	SP	V	dV	I	EST.	Ra
360	20	110	30	1828	40	70	30	92	1	596
360	20	100	30	2212	16	36	20	92	2	481
360	20	90	30	2623	-10	3	13	92	3	371
360	20	80	30	3049	-7	5	12	92	4	398
360	20	70	30	3476	-20	-5	15	92	5	567
360	20	60	30	3890	-47	-30	17	92	6	719
360	20	50	30	4276	0	15	15	92	7	697
360	20	40	30	4617	16	30	14	92	8	703
360	20	30	30	4900	-23	-7	16	92	9	852
360	20	20	30	5112	33	60	27	92	10	1500
360	20	10	30	5244	21	47	26	92	11	1482
360	20	0	30	5288	4	34	30	92	12	1724
360	20	10	30	5244	50	90	40	92	13	2280
360	20	20	30	5112	24	60	36	92	14	2000
360	20	30	30	4900	-15	18	33	92	15	1758
360	20	40	30	4617	-18	7	25	92	16	1255
360	20	50	30	4276	-170	-142	28	92	17	1301
360	20	60	30	3890	-170	-122	48	92	18	2030
360	20	70	30	3476	120	190	70	92	19	2645
360	20	80	30	3049	64	136	72	92	20	2386
360	20	90	30	2623	29	108	79	92	21	2252
360	20	100	30	2212	-52	24	76	92	22	1827

Anexo 6 - Valores do caminhamento elétrico E - E'

AB	MN	X	Y	K	SP	V	dV	I	EST.	Ra
360	20	80	30	3049	61	76	15	92	1	497
360	20	70	30	3476	95	110	15	92	2	567
360	20	60	30	3890	-42	-22	20	92	3	846
360	20	50	30	4276	-19	21	40	92	4	1859
360	20	40	30	4617	40	108	68	92	5	3413
360	20	30	30	4900	11	78	67	92	6	3569
360	20	20	30	5112	10	76	66	92	7	3667
360	20	10	30	5244	102	186	84	92	8	4788
360	20	0	30	5288	-23	56	79	92	9	4541
360	20	10	30	5244	-16	58	74	92	10	4218
360	20	20	30	5112	3	73	70	92	11	3890
360	20	30	30	4900	26	98	72	92	12	3835
360	20	40	30	4617	-11	31	42	92	13	2108
360	20	50	30	4276	20	36	16	92	14	744

Anexo 6 - Valores do caminhamento elétrico F - F'

AB	MN	X	Y	K	SP	V	dV	I	EST.	Ra
400	20	150	0	739	80	-1480	1560	115	1	10031
400	20	140	0	1067	-20	-860	840	115	2	7795
400	20	130	0	1444	20	-550	570	115	3	7158
400	20	120	0	1864	-105	-555	450	115	4	7295
400	20	110	0	2320	-140	-660	520	115	5	10490
400	20	100	0	2802	-130	-730	600	115	6	14617
400	20	90	0	3299	-100	-565	465	115	7	13338
400	20	80	0	3799	180	-220	400	115	8	13213
400	20	70	0	4288	70	-170	240	115	9	8949
400	20	60	0	4753	-50	-370	320	115	10	13226
400	20	50	0	5178	-20	-280	260	115	11	11707
400	20	40	0	5550	65	-220	285	115	12	13754
400	20	30	0	5854	60	-220	280	115	13	14254
400	20	20	0	6081	-50	-250	200	115	14	10575
400	20	10	0	6220	215	45	170	115	15	9195
400	20	0	0	6267	160	50	110	115	16	5995
400	20	10	0	6220	-54	-170	116	115	17	6274
400	20	20	0	6081	-110	-350	240	115	18	12690
400	20	30	0	5854	-9	-333	324	115	19	16494
400	20	40	0	5550	40	-215	255	115	20	12306
400	20	50	0	5178	220	-89	309	115	21	13914
400	20	60	0	4753	-14	-334	320	115	22	13226
400	20	70	0	4288	-30	-360	330	115	23	12305
400	20	80	0	3799	125	-300	425	115	24	14039
400	20	90	0	3299	157	-478	635	115	25	18214
400	20	100	0	2802	150	-650	800	115	26	19490
400	20	110	0	2320	-200	-1100	900	115	27	18156
400	20	120	0	1864	30	-860	890	115	28	14429
400	20	130	0	1444	33	-1023	1056	115	28	13262
400	20	140	0	1067	43	-1950	1993	115	30	18495
400	20	150	0	739	35	-3500	3535	115	31	22731

Anexo 6 - Valores do caminhamento elétrico G - G'

AB	MN	X	Y	K	SP	V	dV	I	EST.	Ra
400	20	80	90	6744	-72	-118	46	115	1	2697
400	20	70	90	7038	-50	-101	51	115	2	3121
400	20	60	90	7324	50	4	46	115	3	2930
400	20	50	90	7589	30	-35	65	115	4	4290
400	20	40	90	7823	-70	-144	74	115	5	5034
400	20	30	90	8015	40	-91	131	115	6	9130
400	20	20	90	8157	-20	-200	180	115	7	12768
400	20	10	90	8246	70	-160	230	115	8	16491
400	20	0	90	8275	35	-217	252	115	9	18134
400	20	10	90	8246	4	-240	244	115	10	17495
400	20	20	90	8157	32	-238	270	115	11	19152
400	20	30	90	8015	110	-286	396	115	12	27598
400	20	40	90	7823	167	-201	368	115	13	25033
400	20	50	90	7589	143	3	140	115	14	9239
400	20	60	90	7324	-40	-110	70	115	15	4458
400	20	70	90	7038	-125	-185	60	115	16	3672
400	20	80	90	6744	-75	-185	110	115	17	6450
400	20	90	90	6453	-30	-225	195	115	18	10943
400	20	100	90	6183	30	-230	260	115	19	13979
400	20	110	90	5950	15	-333	348	115	20	18004
400	20	120	90	5774	50	-410	460	115	21	23096

Anexo 6 - Valores do caminhamento elétrico H - H'

AB	MN	X	Y	K	SP	V	dV	I	EST.	Ra
400	20	100	0	2802	-13	-7	6	100	1	168
400	20	90	0	3299	20	24	4	100	2	132
400	20	80	0	3799	-8	-3	5	100	3	190
400	20	70	0	4288	18	23	5	100	4	214
400	20	60	0	4753	-8	-3	5	100	5	238
400	20	50	0	5178	65	71	6	100	6	311
400	20	40	0	5550	9	19	10	100	7	555
400	20	30	0	5854	75	85	10	100	8	585
400	20	20	0	6081	98	108	10	100	9	608
400	20	10	0	6220	100	110	10	100	10	622
400	20	0	0	6267	7	17	10	100	11	627
400	20	10	0	6220	47	58	11	100	12	684
400	20	20	0	6081	63	74	11	100	13	669
400	20	30	0	5854	38	51	13	100	14	761
400	20	40	0	5550	0	16	16	100	15	888
400	20	50	0	5178	-27	-7	20	100	16	1036
400	20	60	0	4753	6	30	24	100	17	1141
400	20	70	0	4288	-17	9	26	100	18	1115
400	20	80	0	3799	-8	18	26	100	19	988
400	20	90	0	3299	20	46	26	100	20	858
400	20	100	0	2802	46	79	33	100	21	925
400	20	110	0	2320	40	82	42	100	22	974

Anexo 6 - Valores do caminhamento elétrico I - I'

AB	MN	X	Y	K	SP	V	dV	I	EST.	Ra
300	20	100	0	726	230	246	16	100	1	116
300	20	90	0	1036	90	103	13	100	2	135
300	20	80	0	1382	-65	-55	10	100	3	138
300	20	70	0	1751	-2	10	12	100	4	210
300	20	60	0	2127	0	14	14	100	5	298
300	20	50	0	2492	-2	15	17	100	6	424
300	20	40	0	2827	0	23	23	100	7	650
300	20	30	0	3114	10	35	25	100	8	778
300	20	20	0	3333	15	43	28	100	9	933
300	20	10	0	3471	3	31	28	100	10	972
300	20	0	0	3519	70	98	28	100	11	985
300	20	10	0	3471	-52	-17	35	100	12	1215
300	20	20	0	3333	34	68	34	100	13	1133
300	20	30	0	3114	61	101	40	100	14	1246
300	20	40	0	2827	-105	-48	57	100	15	1612
300	20	50	0	2492	0	78	78	100	16	1944
300	20	60	0	2127	-22	83	105	100	17	2233
300	20	70	0	1751	-20	103	123	100	18	2154
300	20	80	0	1382	-20	130	150	100	19	2073
300	20	90	0	1036	70	242	172	100	20	1783
300	20	100	0	726	40	360	320	100	21	2323
300	20	110	0	461	30	670	640	100	22	2950

Anexo 6- Valores do caminhamento elétrico J - J'

AB	MN	X	Y	K	SP	V	dV	I	EST.	Ra
300	20	100	0	726	-50	-550	500	190	1	1911
300	20	90	0	1036	30	-8	38	190	2	207
300	20	80	0	1382	-30	-40	10	190	3	73
300	20	70	0	1751	0	-7	7	190	4	65
300	20	60	0	2127	-100	-108	8	190	5	90
300	20	50	0	2492	0	-6	6	190	6	79
300	20	40	0	2827	0	-6	6	190	7	89
300	20	30	0	3114	-125	-129	4	190	8	66
300	20	20	0	3333	-58	-63	5	190	9	88
300	20	10	0	3471	20	25	5	190	10	91
300	20	0	0	3519	68	72	4	190	11	74
300	20	10	0	3471	-127	-129	2	190	12	37
300	20	20	0	3333	-81	-83	2	190	13	35
300	20	30	0	3114	-84	-87	3	190	14	49
300	20	40	0	2827	-63	-69	6	190	15	89
300	20	50	0	2492	-5	-17	12	190	16	157
300	20	60	0	2127	-40	-60	20	190	17	224
300	20	70	0	1751	8	-25	33	190	18	304
300	20	80	0	1382	10	-32	42	190	19	306
300	20	90	0	1036	0	-60	60	190	20	327
300	20	100	0	726	-51	-117	66	190	21	252
300	20	110	0	461	-60	-157	97	190	22	235

Anexo 6 - Valores do caminhamento elétrico L - L'

AB	MN	X	Y	K	SP	V	dV	I	EST.	Ra
230	20	60	0	839	45	308	263	250	1	882
230	20	50	0	1125	-9	150	159	250	2	715
230	20	40	0	1410	-41	74	115	250	3	649
230	20	30	0	1670	18	93	75	250	4	501
230	20	20	0	1879	38	79	41	250	5	308
230	20	10	0	2015	-15	3	18	250	6	145
230	20	0	0	2062	50	62	12	250	7	99
230	20	10	0	2015	20	33	13	250	8	105
230	20	20	0	1879	-60	-48	12	250	9	90
230	20	30	0	1670	8	22	14	250	10	94
230	20	40	0	1410	0	17	17	250	11	96
230	20	50	0	1125	24	54	30	250	12	135
230	20	60	0	839	-5	32	37	250	13	124

Anexo 7 – Análise química da fonte 1

Relatório : 578/LAMIN-99
 Nº da solicitação de análise : FEAA nº 183/99 Data da Coleta: 14/08/99
 Finalidade da análise : Análise Prévia
 Referência/Solicitação : FEAA nº 183/99 de 17/08/99
 Procedência : Itamonte – MG
 Nº de amostras : 01 (uma) Fonte Natural
 Coleta : Responsabilidade do Interessado Código: AA857q
 Análise : Química

Resultado da Análise

Aspecto ao natural	limpido		
Odor a frio	inodoro		
Sólidos em suspensão	menor que 5mg/L		
Aspecto após fervura	limpido		
Odor a quente	inodoro		
Cor aparente	20 u Hazen	Cor real	20 u Hazen
		Turbidez	0,4 u T
pH	6,68	Condutividade a 25°C	$2,03 \times 10^{-5}$ mhos/cm
Pressão osmótica	0,79mm de Hg a 25°C		
Abaixamento crioscópico	0,79°C		
Resíduo de evaporação a 110°C, calculado	30,38mg/L		
Resíduo de evaporação a 180°C, calculado	22,88mg/L		
Dureza total em CaCO ₃	Dureza permanente, em CaCO ₃	Dureza temporária em CaCO ₃	
7,70mg/L	7,00mg/L	0,70mg/L	
Oxigênio consumido	meio ácido 1,50mg/L		
	meio alcalino... 1,00mg/L		
Nitrogênio amoniacal	0,097mg/L de NH ₃	Nitritos	menor que 0,005mg/L
Nitrogênio albuminóide	0,053mg/L de NH ₃	Nitratos	0,17mg/L
Fluoretos	0,038mg/L	Cloretos	0,118mg/L
Brometos	menor que 0,02mg/L	Fosfatos	0,07mg/L
Sulfatos	0,12mg/L	Carbonatos	0,00mg/L
	Bicarbonatos	12,00mg/L	
Alumínio	menor que 0,1mg/L	Ferro total	0,071mg/L
Arsênio	menor que 0,01mg/L	Lítio	0,001mg/L
Bário	0,005mg/L	Magnésio	0,60mg/L
Berílio	menor que 0,001mg/L	Manganês	0,003mg/L
Boro	menor que 0,002mg/L	Molibdênio	menor que 0,005mg/L
Cádmio	menor que 0,001mg/L	Níquel	menor que 0,002mg/L

Anexo 7 – Análise química da fonte 1 (cont.)

Continuação do Boletim 578/LAMIN/99

Calcio	1,23mg/L	Potássio	0,37mg/L
Chumbo	menor que 0,005mg/L	Selênio	0,001mg/L
Cobalto	menor que 0,002mg/L	Silício	5,84mg/L
Cobre	menor que 0,01mg/L	Sódio	2,05mg/L
Cromo	menor que 0,02mg/L	Titânio	menor que 0,05mg/L
Escândio	menor que 0,005mg/L	Tungstênio	menor que 0,01mg/L
Estanho	0,01mg/L	Vanádio	menor que 0,02mg/L
Estrôncio	0,007mg/L	Zinco	0,002mg/L

Composição Química Provável

Fosfato de bário	: 0,008mg/L
Fosfato de cálcio	: 0,083mg/L
Bicarbonato de cálcio	: 4,673mg/L
Sulfato de cálcio	: 0,170mg/L
Fosfato de estrôncio	: 0,015mg/L
Bicarbonato de sódio	: 6,734mg/L
Fluoreto de sódio	: 0,084mg/L
Nitrato de sódio	: 0,233mg/L
Bicarbonato de potássio	: 0,947mg/L
Bicarbonato de magnésio	: 3,613mg/L
Cloreto de sódio	: 0,195mg/L

Conclusão:

- Os resultados obtidos para os parâmetros determinados, na amostra enviada, estão fora dos padrões de potabilidade definidos na legislação em vigor, Resolução 310/99 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, do Ministério da Saúde, por apresentar cor.
- A água apresentou nitrogênio amoniacal, parâmetro indicativo da presença de matéria orgânica.
- Quanto à sua mineralização, trata-se de água de resíduo mínimo, cuja classificação segundo a lei em vigor, só poderá vir a ser definida determinando-se alguns parâmetros químicos, físicos e físico-químicos inerentes à fonte, caso em que um estudo "in loco" far-se-á necessário.

Observações:

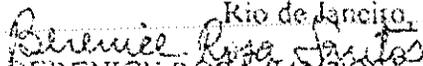
- Os resultados referem-se única e exclusivamente à amostra coletada pelo interessado e entregue para análise neste laboratório.

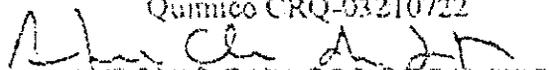
Anexo 7 – Análise química da fonte 1 (cont.)

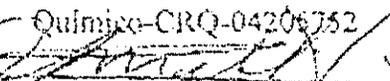
Continuação do Boletim 578/LAMIN/99

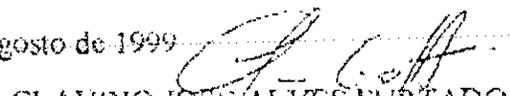
2. Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado
3. Este documento é confidencial, sendo a sua circulação de inteira responsabilidade do interessado.
4. A divulgação destes resultados de análise, assim como sua utilização, em quaisquer circunstâncias e para quaisquer fins, é de inteira e exclusiva responsabilidade do interessado.

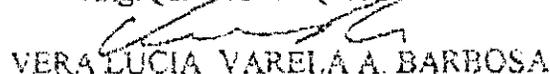
Rio de Janeiro, 19 de agosto de 1999


BERENICE ROSA SANTOS
Químico CRQ-03210722


ANTONIO CARLOS DOS SANTOS
Químico-CRQ-04206752


CESAR LUIZ LINDORPHO
Téc. Químico-CRQ-03410888


CLAUDIO JOSE ALVES FURTADO
Eng. Químico-CRQ-03313013


VERA LUCIA VARELA A. BARBOSA
Químico CRQ-03110175


ROSEANE ALVES LADEIRA
Téc. Químico-CRQ-03413030

CERTIFICADO


CELJA MARIA TINOCO
Coordenador Executivo de Química

APROVADO


VANIA NABUCO DE ARAUJO MELLO
Chefe do LAMIN

Nº da Via	Total de Vias
1ª	02

Anexo 7 – Análise química da fonte 2

HIDROLABOR Laboratório de Controle de Qualidade S/C Ltda

Consultoria, Tratamento e Análises em Água, Alimentos e Efluentes

Registro no CRF8: 4-20930 - Fone / Fax 015 - 2213216 - 2220279

INTERESSADO: Sueli Yoshinaga Pereira
CIDADE: Itamonte - MG
COLETADO POR: Interessado
LOCAL DE COLETA: Fonte - C

Nº DO EXAME: 2725/99
EXAME: Físico-químico e bacteriol.
MATERIAL: Água
DATA ENT: 02/06/99

EXAMES FÍSICO QUÍMICOS E BACTERIOLÓGICOS

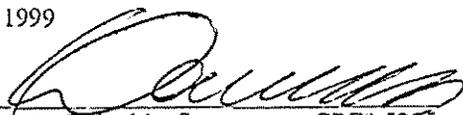
PARÂMETROS	UNIDADES	VMP	
		Resolução nº 25/1976	RESULTADOS
Aspecto		Limpido	Limpido
pH		5 a 10	6,0
Turbidez	em NTU	3	0,37
Cor	em UH	5	5
Resíduo Sêco a 180° C	em mg / L	1500	22
Alcalinidade de Hidróxidos	mg CaCO ₃ / L	0,0	0,0
Alcalinidade de Carbonatos	mg CaCO ₃ / L	-----	0,0
Alcalinidade de Bicarbonatos	mg CaCO ₃ / L	-----	16,1
Dureza Total	mg CaCO ₃ / L	-----	8,0
Oxigênio Consumido / ácido	mg O ₂ / L	4,5	1,6
Oxigênio Consumido / alcalino	mg O ₂ / L	3,5	1,3
Nitrogênio Amoniacal	mg NH ₃ / L	0,03	< 0,01
Nitrogênio Albuminóide	mg NH ₂ / L	0,05	< 0,01
Nitrogênio Nitroso	mg NO ₂ / L	Ausente	ausente
Nitrogênio Nitrco	mg NO ₃ / L	Ausente	< 0,005
Cloretos	mg Cl / L	250	6,0
Cianeto	mg CN / L	0,2	< 0,1
Fluor	mg F / L	1,0	< 0,1
Arsênio	mg As / L	0,05	< 0,05
Bário	mg Ba / L	1,0	< 0,5
Cádmio	mg Cd / L	0,01	< 0,01
Cálcio	mg Ca / L	---	1,65
Chumbo	mg Pb / L	0,05	< 0,05
Cobre	mg Cu / L	1,0	< 0,05
Cromo VI	mg Cr / L	0,05	< 0,05
Ferro	mg Fe / L	0,3	0,26
Magnésio	mg Mg / L	---	0,41
Manganês	mg Mn / L	0,05	0,005
Mercurio	mg Hg / L	0,001	< 0,001
Potássio	mg K / L	---	0,3
Selênio	Mg Se / L	0,01	< 0,01
Sódio	mg Na / L	---	3,9
Zinco	mg Zn / L	5,0	0,018
BACTERIOLÓGICO			
Bactérias do grupo Coliforme	UFC / 100ml	-----	Presença
Bactérias do grupo Coliforme de origem fecal	UFC / 100ml	ausência	Presença
Bactérias Heterotróficas (24 Horas)	UFC / ml	-----	< 30
Bactérias Heterotróficas (48 Horas)	UFC / ml	-----	< 30
Bactérias isoladas: <i>Citrobacter sp</i> e <i>E. coli</i>			

CONCLUSÃO

Trata-se de água que não atende a Portaria nº 25 de 1976 da Comissão Nacional de Normas e Padrões Alimentos do Ministério da Saúde por apresentar contaminação bacteriológica.

Característica : fluoretada.

Sorocaba , 28 de junho de 1999


Clemente Reinaldo Sanuazzaro CRF8 5305
- Carlos Augusto Panietti CRF8 15082

Anexo 7 – Análise química da fonte 2

Boletim : 094/LAMIN/01
 N° da solicitação de análise : FEAA n° 030/01 Data da coleta: 30/01/2001
 Finalidade da análise : Análise prévia
 Referência/Solicitação : FEAA n° 030/01 de 31/01/2001
 Procedência : Itamonte - MG
 Identificação da amostra : Fonte natural Código : AB888q
 Coleta : Responsabilidade do interessado
 Análise : Química

Aspecto ao natural	límpido	
Odor a frio	inodoro	
Sólidos em suspensão	9 mg/L	
Aspecto após a fervura	límpido	
Odor a quente	inodoro	
Cor aparente	40 u Hazen	
Cor real	30 u Hazen	
Turbidez	0,5 u T	
pH	7,46	
Condutividade a 25° C	2,15x10 ⁻⁵ mhos/cr	
Pressão osmótica	0,77 mm de Hg a 25 °C	
Abaixamento crioscópico	0,76 °C	
Resíduo de evaporação a 110° C, calculado	35,98 mg/L	
Resíduo de evaporação a 180° C, calculado	22,98 mg/L	
Dureza total em CaCO ₃	13,00 mg/L	
Dureza permanente em CaCO ₃	11,00 mg/L	
Dureza temporária em CaCO ₃	2,00 mg/L	
Oxigênio consumido	meio ácido	2,60 mg/L
	meio alcalino	2,20 mg/L
Nitrogênio amoniacal	0,012 mg/L de NH ₃	
Nitrogênio albuminóide	0,100 mg/L de NH ₃	
Nitrito	menor que 0,005 mg/L	
Nitrato	0,2 mg/L	
Sulfato	0,1 mg/L	
Carbonato	0,00 mg/L	
Bicarbonato	11,80 mg/L	
Alumínio	menor que 0,1 mg/L	
Arsênio	menor que 0,01 mg/L	
Bário	0,007 mg/L	
Berílio	menor que 0,001 mg/L	
Boro	menor que 0,002 mg/L	
Cádmio	menor que 0,001 mg/L	
Cálcio	1,50 mg/L	
Chumbo	menor que 0,005 mg/L	
Cobalto	menor que 0,002 mg/L	
Cobre	menor que 0,01 mg/L	
Cromo	0,02 mg/L	
Escândio	menor que 0,005 mg/L	
Estanho	menor que 0,01 mg/L	
Estrôncio	0,009 mg/L	
Fluoreto	menor que 0,01 mg/L	
Brometo	menor que 0,05 mg/L	
Cloreto	0,10 mg/L	
Fosfato	0,2 mg/L	
Ferro Total	0,062 mg/L	
Lítio	menor que 0,001 mg/L	
Magnésio	0,68 mg/L	
Manganês	0,001 mg/L	
Molibdênio	menor que 0,005 mg/L	
Níquel	menor que 0,002 mg/L	
Potássio	0,20 mg/L	
Selênio	menor que 0,02 mg/L	
Silício	5,93 mg/L	
Sódio	1,60 mg/L	
Titânio	menor que 0,05 mg/L	
Tungstênio	menor que 0,01 mg/L	
Vanádio	0,02 mg/L	
Zinco	0,002 mg/L	

Anexo 7 – Análise química da fonte 2 (cont.)

Continuação do Boletim 094/LAMIN/01

Composição Química Provável

Bicarbonato de Cálcio	.....	:	5,586	mg/L
Bicarbonato de Potássio	.....	:	0,512	mg/L
Bicarbonato de Sódio	.....	:	5,325	mg/L
Bicarbonato de Magnésio	.....	:	4,095	mg/L
Sulfato de Cálcio	.....	:	0,142	mg/L
Nitrato de Sódio	.....	:	0,274	mg/L
Cloreto de Sódio	.....	:	0,165	mg/L
Fosfato de Estrôncio	.....	:	0,019	mg/L
Fosfato de Cálcio	.....	:	0,263	mg/L
Fosfato de Bário	.....	:	0,012	mg/L

Conclusão :

1. Os resultados obtidos para os parâmetros determinados, na amostra enviada, estão fora dos padrões de potabilidade definidos na legislação em vigor, Resolução 54/2000 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, do Ministério da Saúde, por apresentar cor acima dos limites estabelecidos na mesma legislação.

2. Quanto a sua mineralização, trata-se de água de resíduo mínimo, cuja classificação segundo a lei em vigor, só poderá vir a ser definida determinando-se alguns parâmetros químicos, físicos e físico-químicos inerentes à fonte, caso em que um estudo "in loco" far-se-á necessário.

3. A água apresentou nitrogênio albuminóide, parâmetro indicativo da presença de matéria orgânica.

Observações:

1. Os resultados referem-se única e exclusivamente à amostra coletada pelo interessado e entregue para análise neste laboratório.

2. Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.

3. Este documento é confidencial, sendo a sua circulação de inteira responsabilidade do interessado.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

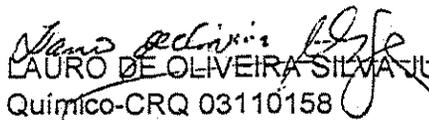
Anexo 7 – Análise química da fonte 2 (cont.)

Continuação do Boletim 094/LAMIN/01

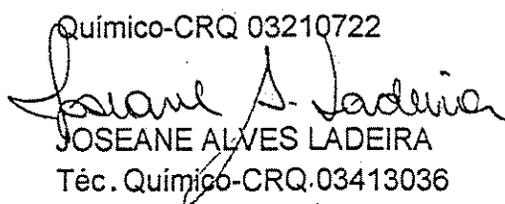
Observações:

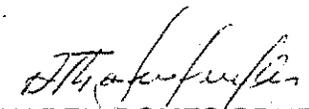
4. A divulgação destes resultados de análise, assim como sua utilização, em quaisquer circunstâncias e para quaisquer fins, é de inteira e exclusiva responsabilidade do interessado.

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2001

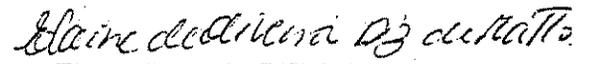

LAURO DE OLIVEIRA SILVA JUNIOR
Químico-CRQ 03110158


BERENICE ROSA SANTOS
Químico-CRQ 03210722


JOSEANE ALVES LADEIRA
Téc. Químico-CRQ.03413036


ATHADEU GOMES ORNELLAS
Téc. Químico-CRQ 03410281


VERA LUCIA VARELA A. BARBOSA
Químico-CRQ 03110175


ELAINE DE O. DIZ DE MATTOS
Téc. Químico-CRQ 03415858

VERIFICADO: 
CELIA MARIA TINOCO
Coordenador Executivo de Química

APROVADO: 
VANIA NABUCO DE ARAUJO MELLO
Chefe do LAMIN

Nº da Via	Total de Vias
1ª	02

Anexo 7 – Análise química da fonte 4

LABORATÓRIO DE ANÁLISES MINERAIS – LAMIN

Boletim : 261/LAMIN/99
 Nº da solicitação de análise : FEAA nº 080/99 Data da coleta : 15/04/99
 Finalidade da análise : Análise Prévia
 Referência/Solicitação : FEAA nº 080/99 de 16/04/99
 Procedência : Itamonte – MG
 Nº de amostras : 01(uma) Fonte Natural Código:AA566m
 Coleta : Responsabilidade do interessado
 Análise : Potabilidade Química e Mineralização

Resultado da Análise

Aspecto ao natural			límpida, incolor, presença de sólidos		
Odor a frio			inodoro		
Sólidos em suspensão			7mg/L		
Aspecto após fervura			ausência de turbidez		
Odor a quente			inodoro		
Cor aparente .....0 u Hazen		Cor real .....0. u Hazen		Turbidez .....0,6 u T	
pH .....5,40		Condutividade a 25°C .....6,90x10 ⁻⁶ mhos/cm			
Resíduo de evaporação provável a 180°C.....			14,67mg/L		
Dureza total em CaCO ₃ 2,50mg/L		Dureza permanente, em CaCO ₃ 2,00mg/L		Dureza temporária em CaCO ₃ 0,50mg/L	
Oxigênio consumido			meio ácido 0,70mg/L		
			meio alcalino... 0,60mg/L		
Nitrogênio amoniacal.....menor que 0,005mg/L de NH ₃			Nitritos.....menor que 0,005mg/L		
Nitrogênio albuminóide..menor que 0,005mg/L de NH ₃			Nitratos.....0,03mg/L		
Fluoretos .....menor que 0,001mg/L		Cloretos .....0,086mg/L			
Fosfatos..... 0,09mg/L					

- Observações :**
- 1-Os resultados referem-se única e exclusivamente à amostra coletada pelo interessado e entregue para análise neste laboratório.
 - 2-Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.
 - 3-Este documento é confidencial, sendo a sua circulação de inteira responsabilidade do interessado.
 - 4-A divulgação destes resultados de análise, assim como sua utilização, em quaisquer circunstâncias e para quaisquer fins, é de inteira e exclusiva responsabilidade do interessado.

Anexo 7 – Análise química da fonte 4 (cont.)

Continuação do Boletim 261/LAMIN/99

Conclusão:

39 Ofício de Notas-Rua do Carmo, 67 - AUTENTICAÇÃO
Certifico e dou fé que a presente cópia é reprodução
fiel da respectiva face do original que me foi
apresentado. Conf. por [assinatura]
Rio de Janeiro/RJ, 04.05.99



1. Pelos resultados obtidos na amostra enviada, sob o ponto de vista químico, trata-se de água de acordo com os padrões de identidade e qualidade de águas destinadas ao consumo humano, segundo a legislação em vigor, Resolução 25/76 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, do Ministério da Saúde, sendo portanto potável.

2. Quanto a sua mineralização, trata-se de água de resíduo mínimo, cuja classificação segundo a lei em vigor, só poderá vir a ser definida determinando-se alguns parâmetros químicos, físicos e físico-químicos inerentes à fonte, caso em que um estudo "in loco" far-se-á necessário.

Rio de Janeiro, 29 de abril de 1999

Antonio Carlos dos Santos
ANTONIO CARLOS DOS SANTOS
Químico-CRQ-04205752

Joselito Cabral Vazquez
JOSELITO CABRAL VAZQUEZ
Eng. Químico-CRQ-03313424

Vera Lucia Varela A. Barbosa
VERA LUCIA VARELA A. BARBOSA
Químico-CRQ-03110175

Cesar Luiz Lindolpho
CESAR LUIZ LINDOLPHO
Téc. Químico-CRQ-03410888

Joseane Alves Ladeira
JOSEANE ALVES LADEIRA
Téc. Químico-CRQ-03413036

VERIFICADO:

Celia Maria Tinoco
CELIA MARIA TINOCO
Coordenador Executivo de Química

APROVADO:

Vania Nabuco de Araujo Mello
VANIA NABUCO DE ARAUJO MELLO
Chefe do LAMIN

Nº da Via	Total de Vias
1ª	02

Anexo 7 – Análise química da fonte 5

HIDROLABOR Laboratório de Controle de Qualidade S/C Ltda

Consultoria, Tratamento e Análises em Água, Alimentos e Efluentes

Registro no CRF8: 4-20930 -fone/fax 015 - 2213216 - 2220279

INTERESSADO: Sueli Yoshinaga Pereira
CIDADE: Itamonte - MG
COLETADO POR: Interessado
LOCAL DE COLETA: Fonte B

Nº DO EXAME: 2761/99
EXAME: Físico-químico e bacteriol.
MATERIAL: Água
DATA ENT: 04/06/99

EXAMES FÍSICO QUÍMICOS E BACTERIOLÓGICOS

PARÂMETROS	UNIDADES	VMP Resolução nº 25/1976	RESULTADOS
Aspecto		Limpido	Limpido
pH		5 a 10	5,44
Turbidez	em NTU	3	0,1
Cor	em UH	5	5
Resíduo Sêco a 180° C	em mg / L	1500	19
Alcalinidade de Hidróxidos	mg CaCO ₃ / L	0,0	0,0
Alcalinidade de Carbonatos	mg CaCO ₃ / L	-----	0,0
Alcalinidade de Bicarbonatos	mg CaCO ₃ / L	-----	14,1
Dureza Total	mg CaCO ₃ / L	-----	< 2,0
Oxigênio Consumido / ácido	mg O ₂ / L	4,5	0,8
Oxigênio Consumido / alcalino	mg O ₂ / L	3,5	0,7
Nitrogênio Amoniacal	mg NH ₂ / L	0,03	< 0,01
Nitrogênio Albuminóide	mg NH ₂ / L	0,05	< 0,01
Nitrogênio Nitroso	mg NO ₂ / L	Ausente	ausente
Nitrogênio Nítrico	mg NO ₃ / L	Ausente	< 0,005
Cloretos	mg Cl / L	250	6,0
Cianeto	mg CN / L	0,2	< 0,1
Fluór	mg F / L	1,0	0,1
Arsênio	mg As / L	0,05	< 0,05
Bário	mg Ba / L	1,0	< 0,5
Cádmio	mg Cd / L	0,01	< 0,01
Cálcio	mg Ca / L	---	< 1,0
Chumbo	mg Pb / L	0,05	< 0,05
Cobre	mg Cu / L	1,0	< 0,05
Cromo VI	mg Cr / L	0,05	< 0,05
Ferro	mg Fe / L	0,3	0,04
Magnésio	mg Mg / L	---	< 0,1
Manganês	mg Mn / L	0,05	< 0,05
Merúrio	mg Hg / L	0,001	< 0,001
Potássio	mg K / L	---	1,7
Selênio	Mg Se / L	0,01	< 0,01
Sódio	mg Na / L	---	3,5
Zinco	mg Zn / L	5,0	< 0,01
BACTERIOLOGICO			
Bactérias do grupo Coliforme	UFC / 100ml	-----	Ausência
Bactérias do grupo Coliforme de origem fecal	UFC / 100ml	ausência	Ausência
Bactérias Heterotróficas (24 Horas)	UFC / ml	-----	< 30
Bactérias Heterotróficas (48 Horas)	UFC / ml	-----	< 30
Bactérias isoladas:	-----		

CONCLUSÃO

Trata-se de água que atende a Portaria nº 25 de 1976 da Comissão Nacional de Normas e Padrões Alimentos do Ministério da Saúde.

Característica : fluorada.

Sorocaba , 28 de junho de 1999

Anexo 7 – Análise química da fonte 5

LABORATÓRIO DE ANÁLISES MINERAIS – LAMIN

Boletim : 262/LAMIN/99
 Nº da solicitação de análise : FEAA nº 081/99 Data da coleta : 15/04/99
 Finalidade da análise : Análise Prévia
 Referência/Solicitação : FEAA nº 081/99 de 16/04/99
 Procedência : Itamonte – MG
 Nº de amostras : 01(uma) Fonte Natural Código:AA567m
 Coleta : Responsabilidade do interessado
 Análise : Potabilidade Química e Mineralização

Resultado da Análise

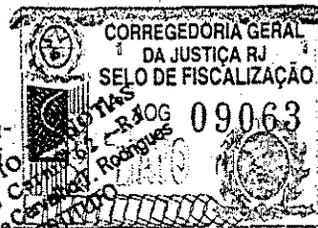
Aspecto ao natural		limpida, incolor, presença de sólidos	
Odor a frio		inodoro	
Sólidos em suspensão		menor que 5mg/L	
Aspecto após fervura		ausência de turbidez	
Odor a quente		inodoro	
Cor aparente .....5 u Hazen	Cor real .....0. u Hazen	Turbidez .....0,6 u T	
pH .....5,89	Condutividade a 25°C .....1,41x10 ⁻⁵ mhos/cm		
Resíduo de evaporação provável a 180°C.....		19,26mg/L	
Dureza total em CaCO ₃ 8,00mg/L	Dureza permanente, em CaCO ₃ 8,00mg/L	Dureza temporária em CaCO ₃ 0,00mg/L	
Oxigênio consumido	meio ácido 0,40mg/L		
	meio alcalino... 0,20mg/L		
Nitrogênio amoniacal.....	menor que 0,005mg/L de NH ₃	Nitritos.....	menor que 0,005mg/L
Nitrogênio albuminóide.....	0,010mg/L de NH ₃	Nitratos.....	menor que 0,02mg/L
Fluoretos	0,002mg/L	Cloretos	0,122mg/L
Fosfatos.....menor que 0,02mg/L			

- Observações :**
- 1-Os resultados referem-se única e exclusivamente à amostra coletada pelo interessado e entregue para análise neste laboratório.
 - 2-Os dados de identificação da amostra foram fornecidos pelo interessado.
 - 3-Este documento é confidencial, sendo a sua circulação de inteira responsabilidade do interessado.
 - 4-A divulgação destes resultados de análise, assim como sua utilização, em quaisquer circunstâncias e para quaisquer fins, é de inteira e exclusiva responsabilidade do interessado.

Anexo 7 – Análise química da fonte 5 (cont.)

Continuação do Boletim 262/LAMIN/99

3º Ofício de Notas-Rua do Carmo, 62-AUTENTICADO.
Certifico e dou fé que a presente cópia é reprodução fiel da respectiva face do original que me foi apresentado. Conf. por: [assinatura]
Rio de Janeiro/RJ, 04.05.99



Conclusão:

1. Pelos resultados obtidos na amostra enviada, sob o ponto de vista químico, trata-se de água de acordo com os padrões de identidade e qualidade de águas destinadas ao consumo humano, segundo a legislação em vigor, Resolução 25/76 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, do Ministério da Saúde, sendo portanto potável.

2. Quanto a sua mineralização, trata-se de água de residuo mínimo, cuja classificação segundo a lei em vigor, só poderá vir a ser definida determinando-se alguns parâmetros químicos, físicos e físico-químicos inerentes à fonte, caso em que um estudo "in loco" far-se-á necessário.

Rio de Janeiro, 29 de abril de 1999

[assinatura]
ANTONIO CARLOS DOS SANTOS
Químico-CRQ-04205752

[assinatura]
JOSELITO CABRAL VAZQUEZ
Eng. Químico-CRQ-03313424

[assinatura]
CESAR LUIZ LINDOLPHO
Téc. Químico-CRQ-03410888

[assinatura]
JOSEANE ALVES LADEIRA
Téc. Químico-CRQ-03413036

[assinatura]
VERA LUCIA VARELA A. BARBOSA
Químico-CRQ-03110175

VERIFICADO: [assinatura]

CELIA MARIA TINOCO
Coordenador Executivo de Química

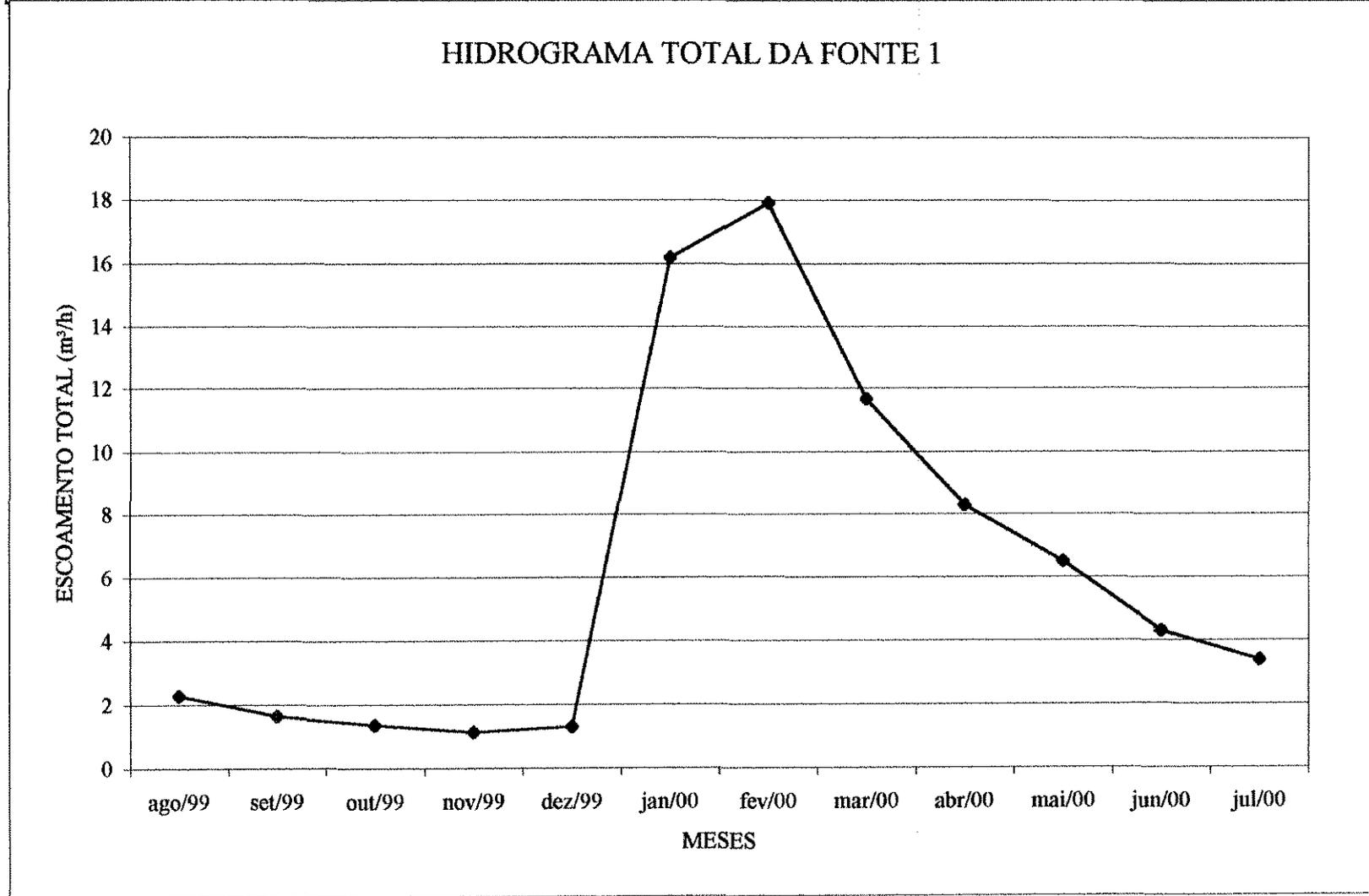
APROVADO: [assinatura]

VANIA NABUCO DE ARAUJO MELLO
Chefe do LAMIN

Nº da Via	Total de Vias
1ª	02

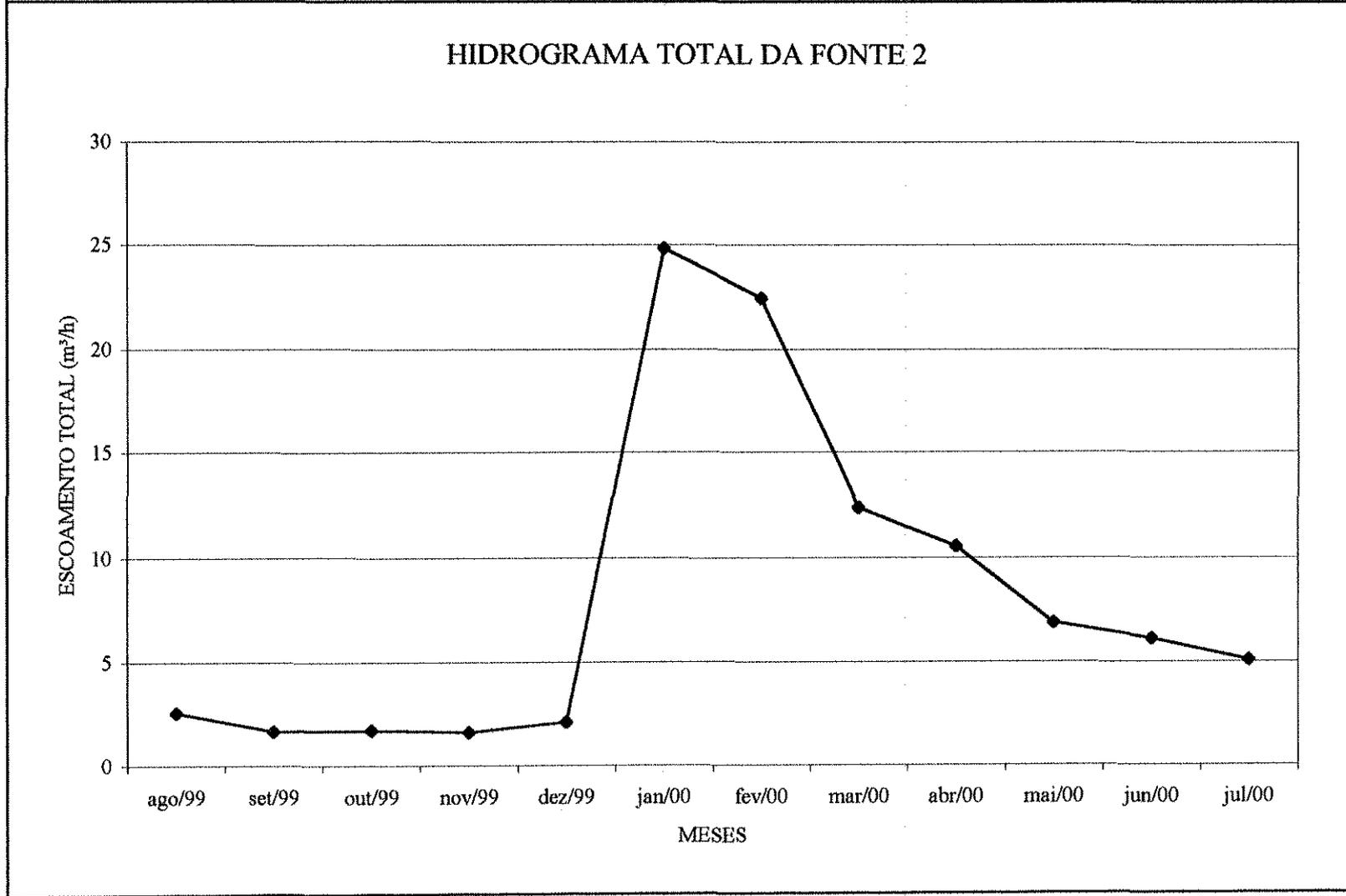
Anexo 8 - Hidrograma total da fonte 1

ago/99	set/99	out/99	nov/99	dez/99	jan/00	fev/00	mar/00	abr/00	mai/00	jun/00	jul/00
2,275	1,645	1,344	1,125	1,305	16,191	17,910	11,635	8,280	6,505	4,290	3,384



Anexo 8 - Hidrograma total da fonte 2

ago/99	set/99	out/99	nov/99	dez/99	jan/00	fev/00	mar/00	abr/00	mai/00	jun/00	jul/00
2,559	1,640	1,708	1,596	2,101	24,803	22,433	12,362	10,521	6,876	6,098	5,076



Anexo 8 - Hidrograma total da fonte 3

ago/99	set/99	out/99	nov/99	dez/99	*jan/00	*fev/00	*mar/00	*abr/00	mai/00	jun/00	jul/00
20,134	17,616	14,723	13,815	22,746	195,874	178,068	124,647	89,034	43,217	27,623	26,124

