Projeto VIDA - Viabilidade Industrial
e Defesa Ambiental

Região de Sete Lagoas-Lagoa Santa

# Informações Básicas para a Gestão Territorial

## Mapeamento Geológico da Cidade de Sete Lagoas com Vistas à Aplicação no Planejamento Urbano

Série Ordenamento Territorial
Volume 4

PE
014391
2007

CPRM Belo Horizonte- 1994

Ministério de Minas e Energia
Secretaria de Minas e Metalurgia

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Programa Informações para Gestão Territorial

*Delcídio do Amaral Gomez*
Ministro de Estado

*Breno Augusto dos Santos*
Secretário de Minas e Metalurgia

*Carlos Oitl Berbert*
Presidente

*Hermes Augusto Verner Inda*
Diretor de Geologia e Recursos Hídricos

*Antonio Juarez Milmann Martins*
Diretor de Recursos Minerais

*Augusto Wagner Padilha Martins*
Diretor de Administração e Finanças

*Gil Pereira de Souza Azevedo*
Diretor de Relações Comerciais

*Isaac Ber Borensztein*
Superintendente de Planejamento,
Informática e Métodos

*Giuseppina Giaquinto de Araújo*
Superintendente de Apoio e
Desenvolvimento Tecnológico

*Helion França Moreira*
Coordenador Nacional do Prgrama GATE

*Osvaldo Castanheira*
Superintendente Regional de Belo Horizonte

**Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais**
**CPRM**

**Programa Gestão e Administração Territorial**
**GATE**

**Projeto VIDA**
**Viabilidade Industrial e Defesa Ambiental**

*Gerente de Recursos Minerais*
Claiton Piva Pinto

*Coordenação Técnica*
Fernando Antônio de Oliveira

*Digitação*
Maria Alice Rolla Becho

*Copidesque e Revisão*
Ruth Léa Nagen

*Desenho de Mapas*
Terezinha Inácia de Carvalho Pereira

*Projeto Gráfico e Editoração Eletrônica*
Sarah Costa Cordeiro


Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Informações Básicas para a Gestão Territorial: Cidade de Sete Lagoas-MG. Mapeamento geológico da cidade de Sete Lagoas com vistas à aplicação no planejamento urbano. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais Belo Horizonte, 1994.

75p. ilust: mapas. fotos. figuras. (Série Ordenamento Territorial: 4)

*Projeto VIDA - Viabilidade Industrial e Defesa Ambiental*

I. Planejamento territorial municipal. II. Sete Lagoas. III. Minas Gerais. IV. Planejamento Urbano. V. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. VI. Título.

CDD 918.1 5

**1994**

2409

# Mapeamento Geológico da Cidade de Sete Lagoas com Vistas à Aplicação no Planejamento Urbano

Anderson de Paula Teodoro*
Paulo Henrique Daniel*

Orientadores
Prof. MSc. Edézio Teixeira de Carvalho
Prof. MSc. André Danderfer Filho

* Graduandos em geologia pela UFMG
Turma de 1992

# APRESENTAÇÃO

O Projeto VIDA - Viabilidade Industrial e Defesa Ambiental busca o levantamento de dados do meio físico e o conhecimento dos recursos naturais da região de Sete Lagoas-Lagoa Santa, de modo que a utilização desses bens para o desenvolvimento socioeconômico se faça de maneira equilibrada e racional, assegurando a preservação do meio ambiente e boa qualidade de vida ao homem.

O desenvolvimento do projeto requereu a integração das mais diversas áreas de geociências e, para atender à essa necessidade, a CPRM buscou parceria com diversas entidades e, dentre elas, a UFMG, onde contou com assessoria de professores em áreas de suas especialidades.

Dentro do espírito de integração Empresa x Escola, a CPRM proporcionou estágios de graduação a formandos em geologia, aos quais foram dadas todas as facilidades, além da transferência das experiências de técnicos do Projeto VIDA, para que o trabalho, ora apresentado, pudesse ser executado e alcançasse seus objetivos: qualificação para graduação de geólogos e fornecimento, à comunidade setelagoana, de elementos que poderão auxiliar no planejamento do desenvolvimento urbano sustentato.

Desse modo, a CPRM, através do Projeto VIDA, precursor na empresa, em estudos de geologia ambiental, cumpre mais uma vez a sua missão de Serviço Geológico do Brasil, ajudando na formação de novos geológos para o país.

# SUMÁRIO

pág

**INTRODUÇÃO** ..... 03

**ASPECTOS FISIOGRÁFICOS DA REGIÃO**

1. Clima ..... 07
2. Vegetação ..... 07
3. Hidrografia ..... 09
4. Geomorfologia ..... 09
5. Uso e Ocupação do Solo ..... 11

**CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL**

1. Trabalhos Realizados ..... 15
2. Contexto Geotécnico ..... 17
3. Estratigrafia, Correlações e Idade ..... 17
   3.1 Embasamento Pré-Espinhaço ..... 17
   3.2 Supergrupo São Francisco ..... 19
      3.2.1 Grupo Macaúbas ..... 19
      3.2.2 Grupo Bambuí ..... 19
         3.2.2.1 Formação Sete Lagoas ..... 20
         3.2.2.2 Formação Serra de Santa Helena ..... 20
         3.2.2.3 Formação Lagoa do Jacaré ..... 20
         3.2.2.4 Formação Serra da Saudade ..... 22
         3.2.2.5 Formação Três Marias ..... 22
4. Quadro Tectônico e Metamorfismo ..... 22

**ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA**

1 Generalidades ..... 27
2. Unidades Estratigráficas ..... 27
   2.1 Complexo gnáissico-migmatítico ..... 27
      2.1.1 Rochas básicas ..... 27
      2.1.2 Granitóides ..... 30
      2.1.3 Gnaisses-migmatíticos ..... 30
   2.2 Grupo Bambuí ..... 30
      2.2.1 Formação Sete Lagoas ..... 30
         2.2.1.1 Unidade "A" - Membro Pedro Leopoldo ..... 31
         2.2.1.2 Unidade "B" - Membro Lagoa Santa ..... 31
      2.2.2 Formação Serra de Santa Helena ..... 31
   2.3 Depósitos Cenozóicos ..... 35
      2.3.1 Coberturas Tércio-Quaternárias ..... 35
      2.32 Coberturas Residuais ..... 35
      2.3.3 Coberturas Coluvionares ..... 36
3. Modelo Deposicional ..... 36

**5. ANÁLISE ESTRUTURAL**
1. Generalidades ..... 41
2. Sistema de Cisalhamento de Baixo Ângulo ..... 41
2.1 Análise Geométrica-Descritiva ..... 42
2.1.1 Acamamento (So) ..... 42
2.1.2 Horizontes de Movimento ..... 42
2.1.3 Falhas e Estruturas Associadas ..... 42
2.1.4 Dobras ..... 42
2.14 Foliações e Lineações ..... 44
2.2 Análise Cinemática ..... 44
3. Megadobras ..... 46
4. Fraturas ..... 46
4.1 Complexo Gnáissico-Migmatítico ..... 46
4.2 Formação Sete Lagoas ..... 46
4.3 Formação Serra de Santa Helena ..... 46
5. Evolução Estrutural ..... 48

**6. GEOLOGIA ECONÔMICA**
1. Potencial Econômico ..... 51
2. Bens Minerais ..... 51
2.1 Rochas Calcárias ..... 51
2.2 Potencial Hídrico Subterrâneo ..... 51
2.3 Areias Aluvionares ..... 51
2.4 Rochas Granito-Gnáissicas ..... 51
2.5 Cascalheiras ..... 51
2.6 Ardósias ..... 51
2.7 Galena e Malaquita ..... 52
2.8 Fluorita ..... 52

**GEOESPELEOLOGIA** ..... 55

**GEOTECNIA** ..... 59

**PLANEJAMENTO** ..... 65

**CONCLUSÕES** ..... 69

**BIBLIOGRAFIA** ..... 73

**ANEXO**: MAPA GEOLÓGICO E
MAPA DE FORMAÇÕES SUPERFICIAIS

# INTRODUÇÃO

Este trabalho é o resultado do mapeamento geológico escala 1:20.000 da cidade de Sete Lagoas e imediações, realizado com o apoio da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, através do "Projeto Vida" que tem como objetivo fornecer dados para a racionalização da ação antrópica (uso da terra, planejamento urbano, uso de águas e complexo industrial) sobre o meio ambiente.

Apresenta dados geológicos sobre formações superficiais, além de investigar e analisar temas até então pouco explorados na região: poluição de aqüíferos subterrâneos, áreas de risco geológico, áreas para disposição de lixos, etc.

Foram descritos os aspectos da geologia básica, as relações entre os elementos estruturais e litoestratigráficos observados no campo, elementos esses tratados e reavaliados para estudos relacionados com a geologia aplicada e, em especial, a geotecnia.

Estando o município de Sete Lagoas 80km a noroeste de Belo Horizonte (Fig. 01) sofre influência da região metropolitana e funciona como pólo dos municípios do Alto Rio das Velhas, o que provoca um aumento contínuo da população urbana, exigindo estudos para que se possa adequar a qualidade de vida com o desenvolvimento econômico.

Sendo um trabalho executado por graduandos em geologia, buscando atender às exigência para conclusão do curso de geologia da UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais, orientados pelos técnico do Projeto VIDA, em especial pelo professor Ms. André Danderfer Filho e pelo Prof. Dr. Edézio Teixeira de Carvalho.

O trabalho seguiu uma metodologia simples, mas objetiva, iniciando com a análise bibliográfica seguida de uma fotointerpretação, gerando um mapa prelimiar.

A partir de então foram executadas etapas de campo, com a descrição e cadastramento de 592 pontos e realizados, aproximadamente, 130km de perfis geológicos.

O relatório e os mapas ora apresentados são resultados da análise e integração de todos os dados obtidos durante as várias etapas do trabalho.

Espera-se que o trabalho, cumprindo com seu papel junto à Universidade, possa vir a fornecer subsídios para o planejamento do desenvolvimento sustentado da cidade de Sete Lagoas.

# ASPECTOS FISIOGRÁFICOS DA REGIÃO

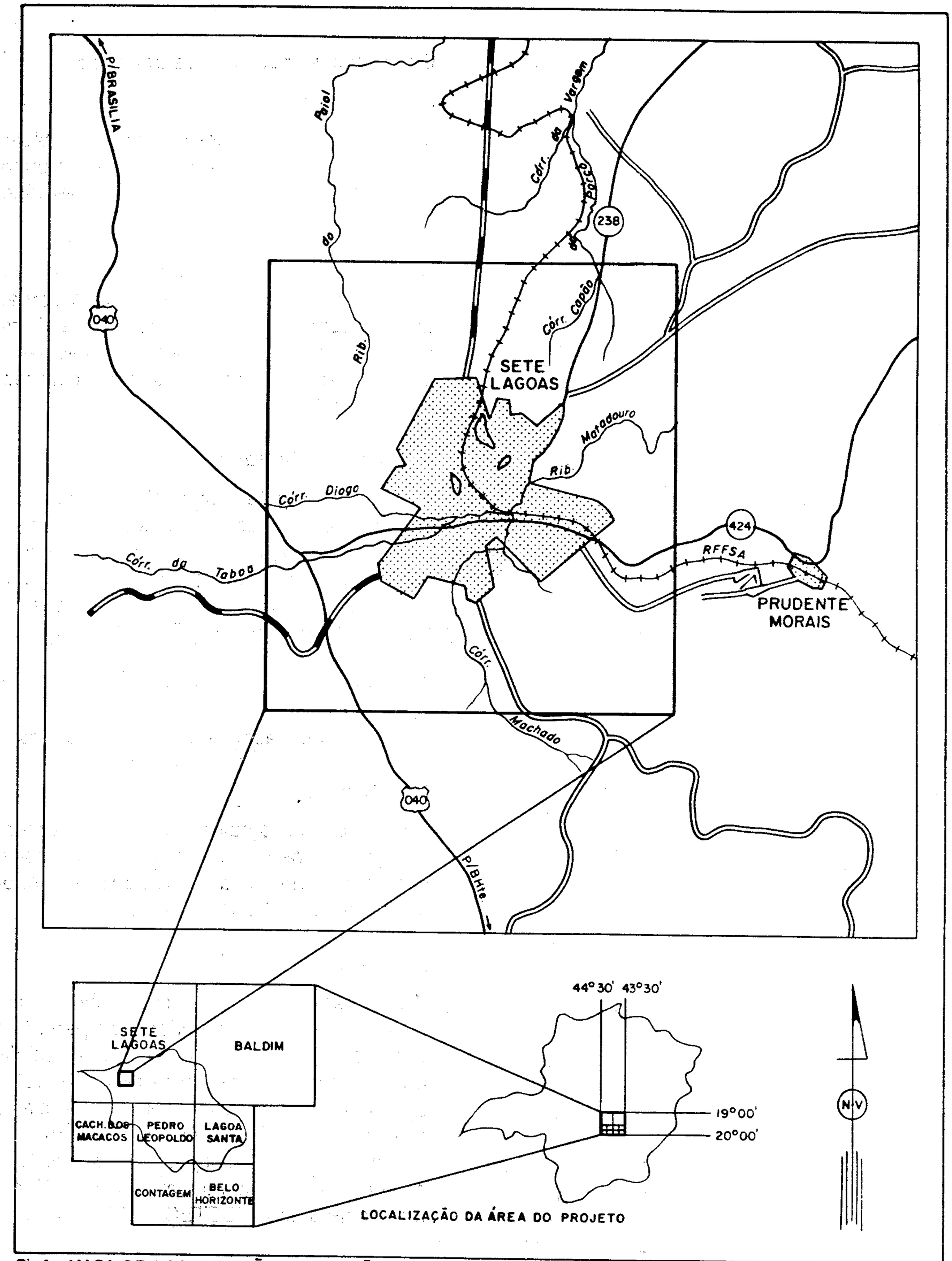



Fig 1. MAPA DE LOCALIZAÇÃO E SITUAÇÃO DA REGIÃO ESTUDADA (Segundo DER-MG, Mapa Rodoviário, 1986, Modificado).

# 1. CLIMA

Segundo o IBGE (1979), o clima da região é caracterizado como tropical semi-úmido, com médias pluviométricas anuais entre 1500 e 1750 mm, em área onde a altitude varia de 700 a 1100 m, com duas estações distintas: inverno e verão.

O período de menor índice pluviométrico ocorre de maio a setembro. O de maior índice é verificado de outubro a maio, com maiores taxas em dezembro e janeiro (fig. 2).

A temperatura máxima gira em torno de 32°C e a mínima, em torno de 18°C.

# 2. VEGETAÇÃO

Ligada ao aspecto litológico, tem-se a influência do clima e do relevo como condicionantes do solo e, conseqüentemente, do tipo de vegetação.

Nas faixas areno-pelíticas, a vegetação é do tipo cerrado, passando a campo, na medida em que o relevo vai obtendo maior declividade. Os tipos vegetais mais comuns nas serras são: lixeira, pau-terra, pau-santo, peroba do mato, murici, etc.

O adensamento da vegetação é verificado somente nas drenagens, onde a umidade do solo aumenta provocando a mudança dos tipos vegetais normalmente encontrados nos cerrados.

Em locais onde predominam as rochas pelítico-carbonáticas, a vegetação transiciona, adquirindo aspectos de cerradão e, por vezes, floresta aberta até alcançar as rochas tipicamente carbonáticas, onde esses aspectos se apresentam bem pronunciadas.

Os principais tipos de vegetação são:

## 2.1 - Cerrado

"Formação arbóreo-arbustiva, bioestratificada, com indivíduos de troncos retorcidos e fendilhados, e estrato herbáceo dominado por gramíneas.

As intervenções antrópicas resultaram em diminuição sensível das espécies arbóreas, que se acham por toda a região de forma descontínua, retalhada, sendo muitas vezes substituídas por pastagens e/ou culturas". (CETEC, 1992b)

## 2.2 - Campo Cerrado

"Formação vegetal composta por espécies típicas de cerrado, arbustos retorcidos bastante espaçados entre si, geralmente com porte atrofiado, distribuídos em estrato mais ou menos denso de gramíneas e plantas campestres". (CETEC, 1992b)

Ocupam os terrenos mais altos, em áreas de relevo dissecado, sobre cambissolos ou solos litólicos, cascalhentos e degradados.

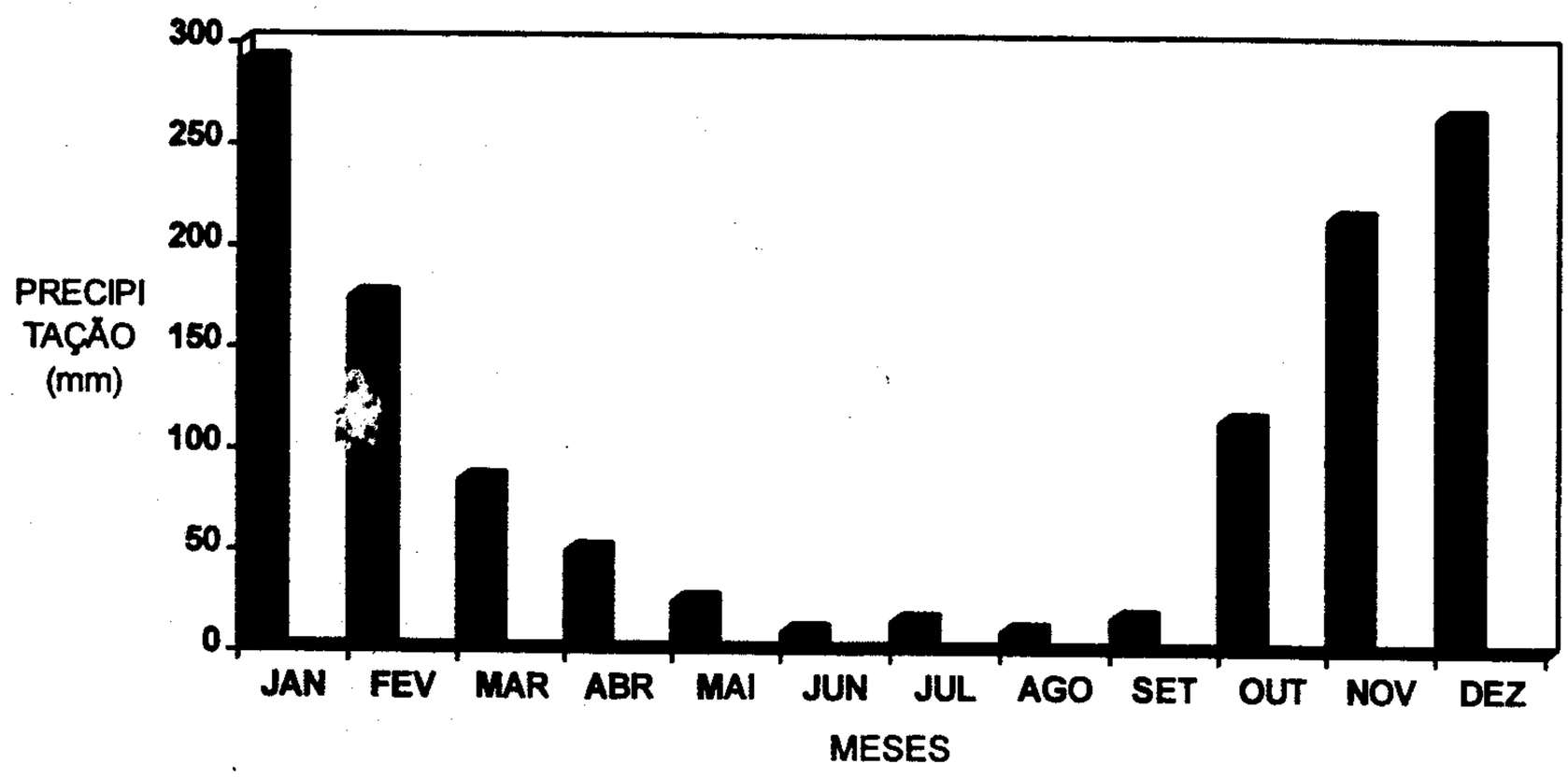
## 2.3 - Campo

"Formação constituída predominantemente por gramíneas, leguminosas e ciperáceas, que ocorem na Serra de Santa Helena sobre solos litólicos". (CETEC, 1992b)

## 2.4 - Mata Seca

"Formação florestal caducifólia, com deciduidade anual dependente do período de seca e da quantidade de água edáfica armazenada. Ocorre em terrenos de relevo ondulado, sobre solos com influência de calcário, possuindo três estratos (arbório, arbustivo e herbáceos), onde os indivíduos mais desenvolvidos podem atingir de 10 a 12 metros de altura". (CETEC, 1992b)

**PRECIPITAÇÃO TOTAL MENSAL**
**ESTAÇÃO: SETE LAGOAS**
**Período de Observação: 1961-1990**




**NÚMERO DE DIAS DE CHUVA**
**ESTAÇÃO: SETE LAGOAS**
**Período de Observação: 1961-1990**

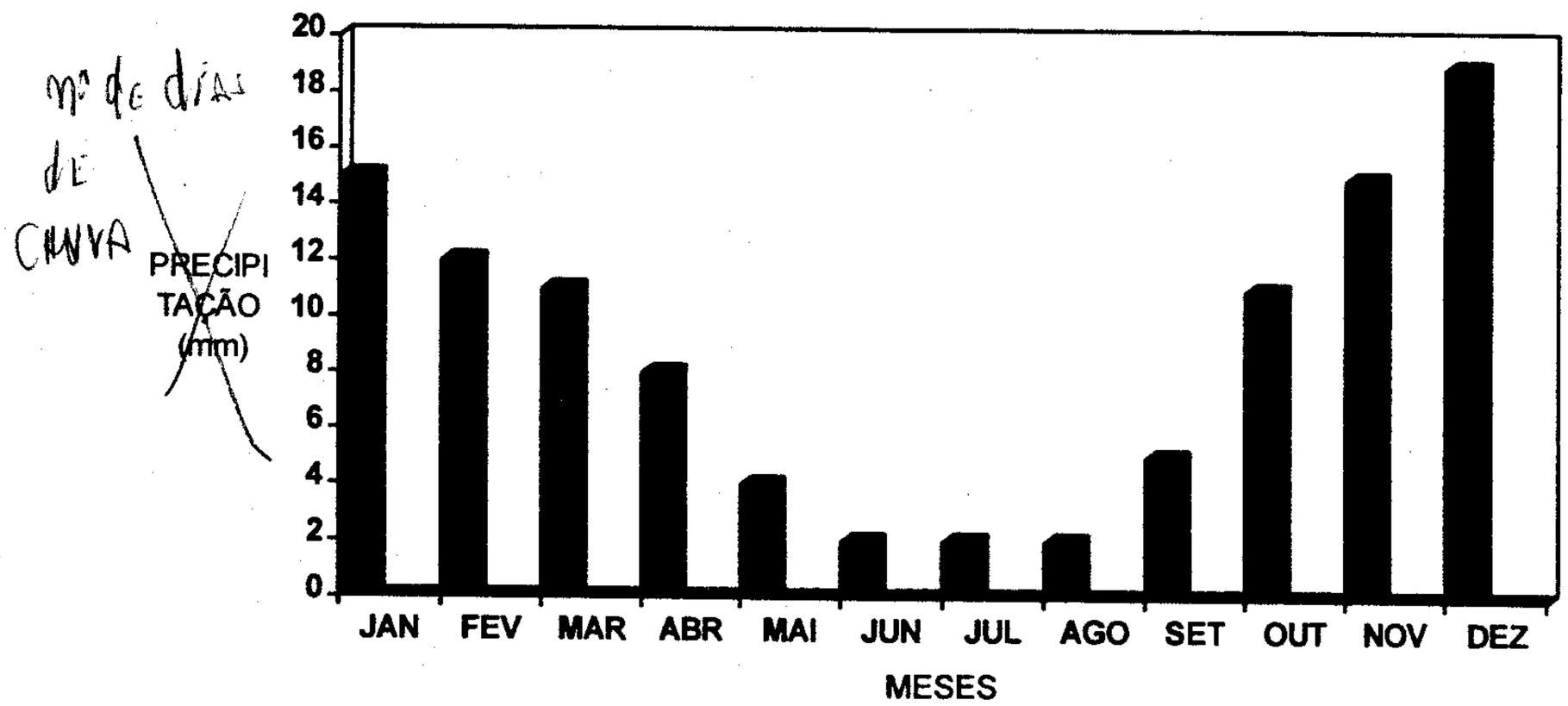



Figura 2

### 2.5 - Mata Seca sobre Rochas Calcárias

"Trata-se de um tipo especial de mata seca que ocorre em solos rasos, sobre afloramentos de calcário, onde se observa ausência de palmeiras, fetos, musgos e líquens". (CETEC, 1992b)

### 2.6 - Mata Pluvial

"Formação arbórea perenifólia que contém elementos da Floresta Amazônica, ocorrendo em capões intercalados com outros tipos vegetacionais. Essas matas possuem em seu interior grande número de mesófitos herbáceos e macrófilas. O estrato arbóreo pode atingir até 20 m de altura". (CETEC, 1992b).

### 2.7 - Mata Galeria

"Tipo de floresta pluvial que ocorre ao longo dos cursos d'água. Esta formação possui estrato arbóreo que pode chegar até 20 m de altura". (CETEC, 1992b).

## 3. HIDROGRAFIA

Os rios da região caracterizam-se por uma moderação geral quanto às descargas médias mensais e aos débitos extremos. Essa moderação é possibilitada pela grande espessura do manto de alteração das rochas, que armazena água das chuvas e a restitue durante a estiagem.

Os sistemas de drenagem são mais densos nas áreas onde há o predomínio de rochas areno-pelíticas, geralmente nas regiões mais elevadas.

O quadro se modifica sensivelmente na região constituída por sequências carbonáticas, implicando um sistema de drenagem pobre, com uma rede de córregos esparsos e com pequena quantidade de drenos subordinados. São freqüentemente encontrados cursos de água que desaparecem em sumidouros, ou que têm sua descarga muito reduzida durante a seca.

As drenagens dessas rochas sugerem subordinação a sistemas de fraturamento e falhamento, com menor intensidade.

Os principais cursos d'água são: córrego do Paiol, córrego do Marinheiro, córrego do Tamanduá, córrego do Bananal, ribeirão do Matadouro, córrego Machado, córrego Diogo, córrego Macuco e córrego Vargem do Tropeiro.

## 4. GEOMORFOLOGIA

Na área de Belo Horizonte a Sete Lagoas e Lagoa Santa, os afloramentos ásperos das encostas surgem ao lado de um modelado de colinas que bordejam depressões fechadas e lagoas, indicando a presença do calcário do Grupo Bambuí sobre formações subjacentes metamorfisadas.

A litologia e a erosão diferencial são importantes fatores na explicação dos relevos do tipo colinas suaves, das formas ásperas e rugosas dos calcários, das lagoas e das depressões.

### 4.1 - Formas de Dissecação Fluvial

As formas de dissecação fluvial são observadas em áreas de topografia acidentada, onde a evolução do relevo está relacionada com o entalhamento de cursos d'água de diferentes ordens de grandeza. Essas formas ocupam a maior extensão da área, predominando as colinas e vales encaixados. A concentração do escoamento superficial em ravinas é responsável pelo retrabalhamento das formas, promovendo a dissecação das vertentes" (CETEC, 1992a).

### 4.2 - Formas Cársticas

São originadas por processos de dissolução em rochas calcárias da Formação Sete Lagoas.

Conforme descrevem técnicos do CETEC (1992a), o carste é representado por dois domínios morfológicos: um superficial

(exocarste), caracterizado pela grande concentração de sumidouros, dolinas, vales cegos e por relevos de aspectos ruiniforme em maciços calcários, escarpamentos e "lapiez"; outro subterrâneo (endocarste), constituído por um sistema de drenagem alimentado por inúmeros sumidouros.

A drenagem cárstica caracteriza-se pela ausência de cursos superficiais e pela predominância da circulação subterrânea entre os pontos de absorção (dolinas, fissuras e sumidouros), por onde desaparecem as águas superficiais e as ressurgências, por onde as águas retornam à superfície.

Dolinas são depressões de forma circular ou oval, de diâmetro e profundidade variáveis, atuando como coletores de água. Quando seus fundos estão colmatados por sedimentos, reduz-se a infiltração, podendo as dolinas se transformarem em lagos nas época de chuvas.

### 4.3 - Formas de Deposição Fluvial

Formas fluviais tais como terraços e várzeas são considerados produtos da erosão a montante e deposição a jusante em suas calhas de drenagem.

A planície fluvial ou várzea é a faixa do vale composta de sedimentos aluviais, adjacente ao curso d'água e periodicamente inundada por transbordamento. Os terraços são antigas planícies de inundação abandonadas.

Morfologicamente, os terraços apresentam-se como planos horizontais situados acima da várzea atual e delimitados por rebordos erosivos.

### 4.4 - Formas de Deposição Coluvial

Originadas essencialmente por processos de escoamento superficial, removendo parte do material da vertente, promoveram sua deposição nas calhas dos rios, suavizando a ruptura do declive e originando uma superfície inclinada em forma de rampa. Os sedimentos coluviais constituintes da rampa são pouco selecionados, desestruturados e apresentam seixos angulosos esparsos.

Segundo o CETEC (1992a), as rampas de colúvio são formas de perfil côncavo, com diminuição do gradiente para jusante, originadas por processos erosivos nos anfiteatros e deposicionais nos fundos das depressões de terreno.

O processo de coluviação é intenso, chegando a cobrir parcial ou inteiramente algumas planícies fluviais.

### 4.5 - Formas de Erosão Acelerada

A erosão é um processo natural de evolução do relevo modulando a paisagem de forma a conduzir a um equilíbrio. À medida que promove o desmonte de determinadas formas de relevo, outras são elaboradas pelo trabalho de deposição do material removido, o que é chamado de erosão natural ou geológica.

A erosão acelerada difere da natural por tratar-se de um processo rápido de destruição do solo ou talude, geralmente por interferência do homem. Quando o equilíbrio do solo é rompido após a retirada da cobertura vegetal, o solo fica exposto à ação dos agentes erosivos - água de chuva, principalmente - que exerce maior efeito, provocando erosões do tipo laminar, em sulcos e voçorocas.

A erosão laminar, ou em lençol, é a remoção da camada superficial do solo pela ação do escoamento pluvial difuso ou em lençol, sem a formação de canais definidos. Trata-se de um processo incipiente de erosão que tende a evoluir para formas mais graves quando o escoamento superficial passa a se concentrar, originando sulcos. Ocorre de maneira generalizada em toda a área, observando-se, porém, uma concentração maior nas vertentes e colinas em rochas pelíticas e, secundariamente, na superfície ondulada.

A erosão em sulco também ocorre extensivamente, havendo uma predominância nas áreas de colinas em rochas pelíticas, em rampas de colúvio e na superfície rebaixada de Lagoa Santa-Sete Lagoas. Nessa erosão tem-se a remoção do solo pelo escoamento concentrado, originando sulcos profundos ou ravinas que podem formar-se a partir de qualquer incisão no terreno. Localiza-se, principalmente, nas bacias de recepção pluvial, convergindo para as nascentes dos cursos d'água e tendendo a transformar essas bacias em cabeceiras de erosão.

A manifestação mais grave de erosão acelerada é a voçoroca, devido à sua velocidade de desenvolvimento e ao volume de material removido, tendendo a assorear os fundos dos vales ou lagoas. Sua ocorrência é muito restrita.

## 5. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A região sofreu um processo acelerado de o cupação e exploração do solo, devido à intensa atividade econômica (siderúrgicas, minerações, indústrias, etc.), o que gerou uma devastação indiscriminada da vegetação nativa, causando impactos negativos sobre o meio ambiente"(CETEC, 1992b).

As diversas classes de uso da terra são:

### 5.1 - Pasto

É a predominante na região. A gramínea mais usada é a braquiária (Brachiaria spp), sendo observados também os capins gordura ou meloso (Melinis minutiflora) e jaraguá ou provisório (Hyparrhenia ruja). Nesses locais de pastagem domina a pecuária intensiva mista, visando principalmente à exploração leiteira.

### 5.2 - Área Cultivada

As lavouras anuais mais expressivas são arroz, feijão, milho e mandioca. Em pequena escala, tem-se o plantio de soja, cana-de-açucar e café. A horticultura se acha distribuída por toda a região, com maior concentração nas várzeas e nas proximidades dos núcleos urbanos. A futicultura é diversificada: banana, manga, tangerina pokan, limão e abacaxi.

No serviço de produção de sementes básicas da EMBRAPA (Sete Lagoas), cultivam-se milho e sorgo e, na fazenda Experimental de Santa Rita (Prudente de Morais), administrada pela EPAMIG, são produzidos arroz e milho.

### 5.3 - Área de Mineração

Ocorre, na maioria das vezes, próximo às áreas industriais e urbanas. Sua representação pontual foi feita através de símbolo convencional.

### 5.4 - Corpos D'água

Compreendem as áreas inundadas permanentemente (rios, lagos e represas).

# CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

# 1. TRABALHOS REALIZADOS

Entre as inúmeras obras publicadas sobre a região, destacam-se:

"Contribuição à geologia do rio São Francisco", de Derby, publicada em 1880, descrevendo os sedimentos carbonatados e argilosos aflorantes no vale do rio São Francisco, designando-os "Séries São Francisco". Essa denominação original foi modificada por Rimann (1917), que introduziu a expressão "Série Bambuí" para caracterizar os calcários nas proximidades da cidade homônima em Minas Gerais. Essa última designação ficou consagrada na literatura.

Moraes & Guimarães (1930) descreveram os metassiltitos, arenitos e ardósias da Bacia do São Francisco.

Freyberg (1932), após o levantamento de uma seção ao longo do vale do rio das Velhas até a Serra do Espinhaço, propôs a divisão estratigráfica da "Série Bambuí"de Rimann (1917) em duas facies que chamou de Camadas Gerais e Camadas Indaiá.

Apesar de haver numerosos trabalhos sobre o reconhecimento das litologias da "Serie Bambuí", a primeira sequência litostratigráfica foi proposta em 1961, por Branco & Costa. Deixaram claro que o "Grupo Bambuí" começa com um conglomerado basal e continua com uma espessa sequência argilo-carbonatada, terminando com siltitos e arcóseos. Tal definição exclui as formações detríticas inferiores e o conglomerado basal.

Há outros autores que contribuíram para a evolução do conhecimento estratigráfico da Bacia do São Francisco, tais como: Barbosa (1965) sugeriu algumas modificações para a coluna proposta por Branco & Costa (op. cit.), elevando à categoria de **Formação** os **Membros** definidos pelos referidos autores. Oliveira (1967) também apresentou modificações à concepção desses autores, dividindo a série Bambuí em dois subgrupos:o superior (sem designação) englobando a Formação Três Marias, e o inferior, que denominou São Francisco e no qual incluiu a Formação Sete Lagoas, a Serra de Santa Helena e a Lagoa do Jacaré. Braun (1968) incorporou ao grupo Bambuí uma sequência de quartzitos e metassiltitos que denominou Formação Paranoá. A justificativa apresentada por ele para essa proposta acha-se apoiada no fato de existir uma interdigitação entre as unidades. Para Pflug & Renger (1973), a designação Supergrupo São Francisco reúne todos os sedimentos posteriores à orogênese Espinhaço, independente do sítio de deposição. Divide este Supergrupo em duas facies distintas: uma representativa de uma facie de molassa (Macaúbas, Jequitaí, Itacolomi, Santo Antônio) e outra sobrejacente, uma facie epicontinental (Bambuí) reunindo todas as sequências descritas por Branco & Costa (1961).

Dardenne (1978), a partir dos dados estratigráficos sobre os grupos Bambuí e Macaúbas, estabeleceu correlações litostratigráficas suficientemente seguras para a escala do Brasil central (fig. 3). Distinguiu seis formações para o Grupo Bambuí, baseando-se nas proposições de Branco & Costa (1961), que da base para o topo são: Jequitaí, Sete Lagoas, Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Três Marias. As unidades detríticas inferiores ao paraconglomerado basal são agrupadas sob a denominação de Grupo Paranoá.

Grossi Sad & Quade (1985) subdividiram o Grupo Bambuí em duas sequências: uma inferior, dobrada e outra superior, horizontalizada. Segundo eles, apenas as formações Sete Lagoas e a Serra de Santa Helena pertencem ao Grupo Bambuí, ambas marcadas por notável desenvolvimento de uma foliação de crenulação transversal ao acamamento. Já as formações Lagoa do Jacará e Três Marias mostram-se subhorizontalizado, pertencendo, portanto, ao Grupo Bambuí.

| Formações / Litologias | Est. de Goiás e Minas Gerais | Estado de Mato Grosso | | Estado da Bahia | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *Serra do Ramalho* | *Irerê* |
| **Arcóseos, Siltitos** | Formação Três Marias | F. Diamantino, F. Raizama | Grupo Alto Paraguai | Formação Três Marias | Ausente |
| **Siltitos Argilitos** | Formação Serra da Saudade | Formação Guaicurus | Grupo Corumbá (GRUPO ARAS) | Formação Serra da Saudade | Ausente |
| **Calcários pretos siltitos** | Formação Lagoa do Jacaré | Formação Tamengo | | Formação Nhandutiba | Membro A |
| **Calcários pretos oolíticos siltitos** | ( = F. Januária) | | | | |
| **Folhelhos e siltitos** | Formação Santa Helena | Formação Bocaina | | Formação Santa Helena | Ausente |
| **Dolomitos Calcários cinza Calcários argilosos** | Formação Sete Lagoas ( = F. Januária) | Formação Cercadinho | | Formação Januária | Membro B Membro C |
| **Paraconglomerado (tilito)** | Formação Jequitaí | Formação Puga ( = G. Jangada?) | | (ausente) | Formação Bebedouro |
| **Pré-Bambuí** | Grupo Paranoá, G. Espinhaço G. Araí ou Embasamento | Grupo Cuiabá | | Embasamento | G. Chapada Diamantina ou Emb. |

Figura 03: Correlações e nomenclatura do Grupo Bambuí nos diversos estados do Brasil central (in. XXX cong. bras. geol.)

## 2. CONTEXTO GEOTECTÔNICO

A área trabalhada localiza-se no extremo sul da Bacia do São Francisco (Pflug & Renger 1973), que recobre uma área de aproximadamente 310.000 km², estendendo-se pelos Estados de MG, BA, MT, GO e TO. Geotectonicamente acha-se inserida no Cratón São Francisco (Almeida, 1977), que, por sua vez, representa um extenso núcleo estabilizado no final do Ciclo Transamazônico, margeado a oeste pela Faixa de Dobramentos Brasília (Almeida, 1978); a leste pela Faixa de Dobramentos Araçuaí (Almeida, 1978); a norte e nordeste os limites são desconhecidos em função das coberturas fanerozóicas (fig. 4).

Na porção sul da Bacia do São Francisco (Pflug & Renger, 1978), podem ser individualizados quatro compartimentos estruturais (Alkmin et al, 1989). Em dois deles, respectivamente a leste e oeste, os sedimentos do Supergrupo São Francisco encontram-se deformados, marcando a zona de influência das faixas de dobramentos marginais ao cratón. A evolução estrutural dos compartimentos é distinta, sendo o compartimento oeste marcado pela ocorrência de fase extensional, seguida de evento compressional dominado por dobramentos, falhamentos de empurrão e direcional (transpressivo). Já o compartimento leste exibe uma assembléia de estruturas típicas de um cinturão de dobramentos de empurrão. Os demais compartimentos ocupam a zona central da Bacia, sendo áreas poupadas da deformação.

## 3. ESTRATIGRAFIA, CORRELAÇÕES E IDADE

Sob o ponto de vista estratigráfico, o Cráton São Francisco pode ser dividido em três grandes associações : Pré-Espinhaço, Supergrupo Espinhaço e Supergrupo São Francisco (reunião CPRM, Prospec/DNPM, 1974).

A associação Pré-Espinhaço caracteriza-se pelos elementos geológicos que definem o embasamento Cristalino. Litologicamente incluem-se três elementos distintos: os terrenos granito-"greenstone", as regiões de médio e alto grau metamórfico bem como as coberturas plataformais depositadas até o topo do Proterozóico inferior.

Estratigraficamente, acima da associação Pré-Espinhaço posiciona-se o Supergrupo Espinhaço caracterizado por um conjunto de rochas metassedimentares e vulcânicas ácidas, relacionando-se com rochas ultrabásicas e básicas; formando a Serra do Espinhaço. Datações geocronológicas o coloca dentro do Proterozóico médio. No topo das sequências anteriores encontra-se o Supergrupo São Francisco, dividido em duas unidades: Grupo Macaúbas e Grupo Bambuí, com idade entre 500 a 1200 ma.

### 3.1 - Embasamento Pré-Espinhaço

A denominação Pré-Espinhaço não possui conotação genética, servindo apenas como uma designação para base, onde foi depositado o Supergrupo Espinhaço.

Litologicamente, os terrenos granito-"greenstone" são caracterizados por rochas de composição granito-gnáissica migmatítica, cujas naturezas refletem componentes vulcânicos, plutônicos e sedimentares. Em Minas Gerais, as principais áreas de ocorrência situam-se no Quadrilátero Ferrífero e praticamente em todo o limite sudoeste-sul-sudeste da Bacia do São Francisco.

As regiões de metamorfismo médio a alto grau são caracterizadas por rochas da suíte charnoquítica, por rochas granulíticas e migmatíticas. São comuns seqüências migmatítico-sedimentares, conservadas em faixas estreitas e alongadas representando zonas subcrustais expostas na superfície por processos tectônicos-orogênicos, após intensa erosão.

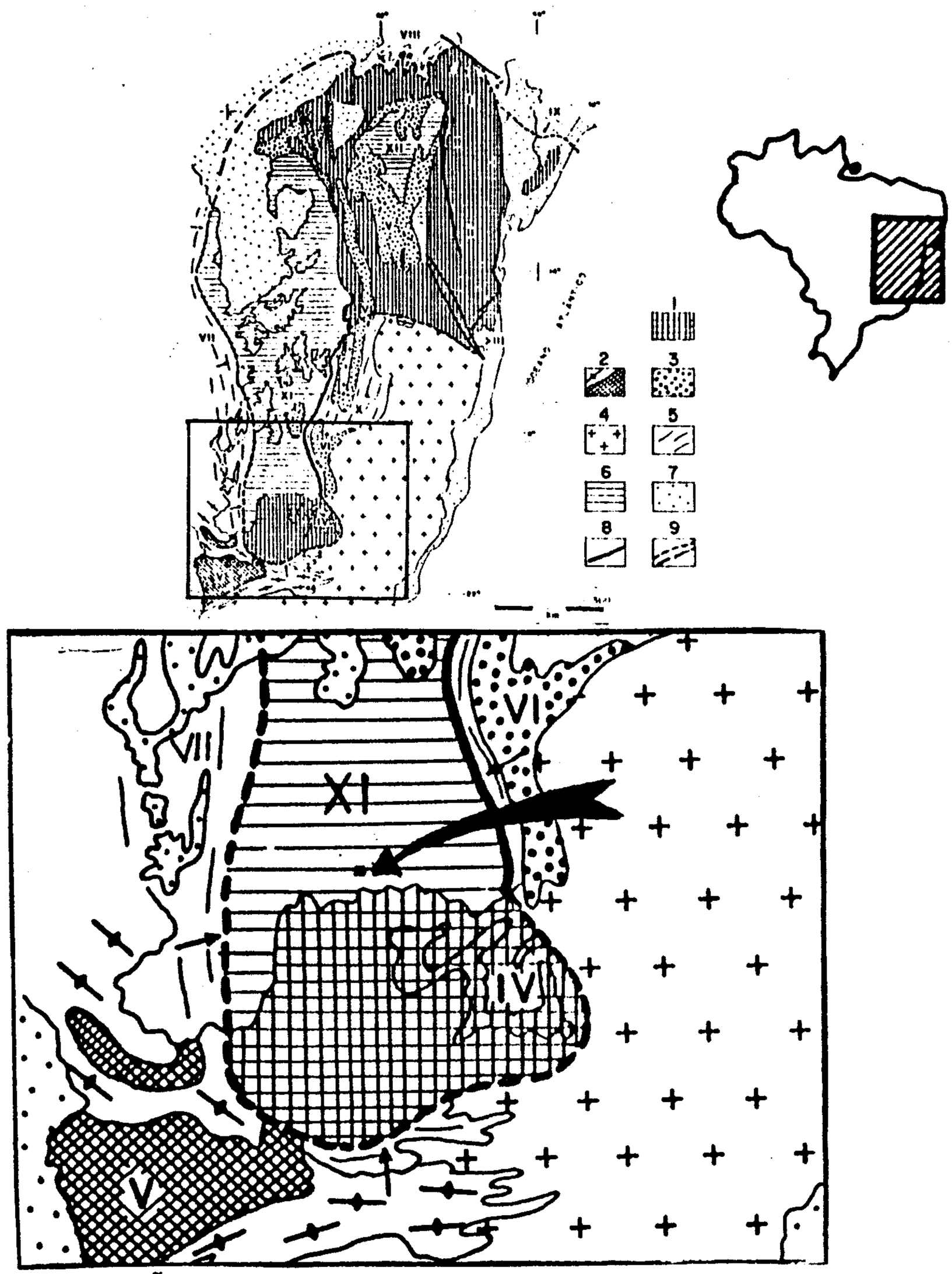



**Fig. 4** - CRÁTON DO SÃO FRANCISCO (Seg. Almeida et alii, 1978; compilado e modificado de C. Schobbenhaus et alii, 1984) 1 - Áreas pré-Transamazônicas e Transamazônicas não diferenciadas: complexo Caraiba (I), grupo Jacobina (II), complexo Jequié (III), Quadrilátero Ferrífero (IV). 2 - Faixa dobrada Uruaçu e maciço Guaxupé (V). 3 - Faixa Espinhaço e coberturas relacionadas na chapada Diamantina (VI). 4 - Áreas Transamazônicas rejuvenescidas durante o ciclo Brasiliano. 5 - Unidades Brasilianas: Faixa de Dobramentos Brasília (VII), Região de Dobramentos Nordeste (VIII), Faixa de Dobramentos Sergipano (IX), Faixa de Dobramentos Araçuaí (X). 6 - Coberturas sedimentares correlativas ao ciclo Brasiliano: Grupo Bambuí nas bacias do São Francisco (XI), Salitre-Jacaré (XII) e Rio Pardo (XIII). 7 - Coberturas sedimentares fanerozóicas. 8 - Falhamentos maiores. 9 - Limite do cráton. Setas indicam vergências.

As coberturas plataformais constituem sequências sedimentares clásticagnáissicas típicas de bacias intracratônicas. Diversas evidências geológicas posicionam essas coberturas cronoestratigraficamente entre o Arqueano e o Proterozóico inferior, contudo, efeitos termotectônicos impedem o detalhamento dos reais limites. Em Minas Gerais, o principal representante desse tipo de sequência é o Supergrupo Minas, no Quadrilátero Ferrífero e em regiões vizinhas.

### 3.2 - Supergrupo São Francisco

A denominação "Supergrupo São Francisco" para as sequências metassedimentares que compreendem os Estados de Goiás, Tocantins, Minas Gerais e Bahia, foi empregada por Pflug & Renger (1973), após trabalhos realizados na margem sudeste do Cráton do São Francisco.

Adotando a nomenclatura estabelecida por Pflug & Renger (1973) e considerando a proposição de Dardenne (1978), descrevem-se a seguir unidades típicas do Supergrupo São Francisco.

#### 3.2.1 - Grupo Macaúbas

O Grupo Macaúbas (Moraes & Guimarães, 1931, Karfunkel & Karfunkel - 1975, Walde - 1976, Hettich - 1975) corresponde a uma sequência de diamictitos, tilitos, arenitos e pelitos, para a qual admite-se uma sedimentação gracigênica ou glacialmente influenciada, com idade proterozóica superior (Karfunkel & Karfunkel,1977). A base do Supergrupo São Francisco, representada por tilitos e diamictitos, recebeu ao longo dos anos uma grande variedade de nomes. A respeito da sua relação com o Grupo Bambuí, há, na literatura, várias opiniões: algumas afirmam que se trata de transições laterais e outras garantem que são de idades totalmente distintas.

Esta unidade recebe uma série de denominações locais: Formação Bebedouro, na Bahia (Moraes & Rego, 1930 e Misi, 1973 e 1979); Tilito Carandaí, no sul de Minas Gerais (Leonardos, 1940; Ebert, 1955 e 1957); Conglomerado Samburá, no oeste de Minas Gerais (Barbosa et al, 1970); Formação Topázio ou diamictito de Cristalina, no sul de Goiás (Leonardos, 1960; Campbel e Costa, 1965; Carvalho e Costa, 1968; Costa e Angeiras, 1971); Diamictito ou Tilito de Nova Roma, Campos Belos, Boca da Lapa, Formosa, Cabeceiras, Jequitaí e Padre Bernardo, na parte leste de Goiás (Barbosa et al, 1967; Dardenne, 1978; Dardenne e Walde, 1979); Tilito do Grupo Macaúbas no leste de Minas Gerais (Moraes e Guimarães, 1930; Hettich, 1977; Karfunkel e Karfunkel, 1977); Grupo Puga e Jangada, no estado do Mato Grosso do Sul (Almeida, 1964 e 1965). Segundo Dardenne, (1978), essas denominações são equivalentes à Formação Jequitaí, restrita à base do Grupo Bambuí, e repousa em discordância sobre as unidades mais antigas do Pré-Cambriano, como o grupo Paranoá, Araí, Chapada Diamantina, Espinhaço, Canastra e o Embasamento Cristalino.

Em Minas Gerais, o Grupo Macaúbas ocorre em uma faixa estreita paralela à Serra do Espinhaço estendendo-se em direção NS por mais de 500 km e recobrindo uma extensa área na porção nordeste da serra.

#### 3.2.2 - Grupo Bambuí

O Grupo Bambuí compreende uma sequência pelítica carbonática, capeada por um pacote de sedimentos predominantemente arenosos, com espessura entre 600 e 800 m. No que se refere à idade, várias datações já foram realizadas, não se dispondo até hoje de um resultado confiável.

Dados mais conclusivos sobre a idade do Bambuí começaram a surgir a partir de 1967. Nesse ano, Amaral & Kawashita, através de datações radiométricas pelo método Rb/Sr, obtiveram uma isócrona em 600 ma para os folhelhos da região de Vazante (MG), o que permite colocar o Grupo Bambuí no Pré-Cambriano Superior.

Cloud & Dardenne (1973), através do estudo de estruturas estromatolíticas tipo **conophyton,** encontradas na região de Vazante (MG), propuseram idade bem mais

antiga para a sedimentação do Bambuí; ou seja entre 950 a 1350 ma.
Couto et alii (1981), com base em determinações Rb/Sr em fácies representativas do Grupo Bambuí em MG, identificaram uma sequência de valores (640+15, 620+40 e 590+ 40 ma) disposta de acordo com a sucessão estratigráfica observada. Na opinião desses autores, tais idades estariam representando os eventos deposicionais das formações analisadas.
De acordo com Dardenne (1978), a sedimentação do Grupo Bambuí, se deu sobre uma crosta continental relativamente N-S, por falhas antigas do escudo cristalino. Os movimentos dessas falhas provocaram a sedimentação mais ou menos rápida das diversas seções.
Várias tentativas de divisão litoestratigráfica de aplicação regional surgiram, buscando enquadrar o Grupo Bambuí. Um quadro comparativo dessas propostas pode ser visto na figura 5. No presente trabalho, adota-se a subdivisão litoestratigráfica correspondente à coluna proposta por Dardenne (1978).

**3.2.2.1 - Formação Sete Lagoas**

Segundo Sad & Quade (1985, em trabalhos realizados na borda oriental do grupo Bambuí), a Formação Sete Lagoas é constituída por cerca de 200 m de espessura de calacários cinzentos a negros. Na base do pacote, os calcários são mais claros, devido à maior proporção de quartzo e filossilicatos (clorita verde-clara e moscovita), e sua granulação é usualmente fina.
Para o topo, o calcário torna-se mais puro e sua cor mais escura, adquirindo até uma tonalidade negra, devido à presença de grafita. O material puro pode conter leitos e lâminas mais silicosas de cor clara.
O calcário puro, encoantrado nas proximidades do contato com a Formação Serra de Santa Helena pode conter estruturas estromatolíticas, de cor negra, compostas de carbonato espático. Uma descrição detalhada desses estromatólitos foi feita por Marchese (1974) e Dardenne (1979, in Dardenne 1981), em uma exposição no corte da Br-040 próximo ao Posto da Polícia Rodoviária em Sete Lagoas. Foram identificados como **gymnosolenides** e considerados ocorrentes no intervalo de 600-800 ma.

**3.2.2.2 Formação Serra de Santa Helena**

Possui uma espessura de cerca de 200 m (Branco & Costa, 1961), constituindo um nível-chave na estratigrafia do Grupo Bambuí. É composta por folhelhos e siltitos, cinza a cinza esverdeados, intercalados a dois horizontes carbonatados. Possui algumas lentes de calcários cinza-escuro. Típico para esta unidade é uma laminação fina, dada por alternâncias granulométricas (argila/silte ou silte/areia). São frequentes marcas de onda, estratificação cruzada e estruturas de carga ("load casts").
Esta formação acha-se distribuída de modo uniforme em toda a Bacia pois ao que tudo indica, na época da sua deposição o relevo pré-Bambuí do embasamento já se encontrava nivelado.
Os siltitos da Formação Serra de Santa Helena são de ambiente de águas mais profundas que as rochas da Formação Sete Lagoas, abaixo da influência das ondas e das correntes de maré, da mesma forma que seus calcários escuros microcristalinos, finamente laminados.

**3.2.2.3 - Formação Lagoa do Jacaré**

Aparece em duas faixas de largura limitada entre 5 e 20 km. A faixa leste estende-se descontinuamente em lentes de várias dezenas de quilômetros, desde a Serra do Baldim, aparecendo na beira do rio Paraúna (km 36-30, BR-256), até o sinclinal de Buenópolis. A faixa oeste, por outro lado, inicia-se ao sul de Cordisburgo (serra de Maquiné) e pode ser seguida no mínimo até as proximidades do trevo da BR-040 com a BR-135.
É caracterizada pela alternância de calcários oolíticos e psolíticos cinza-escuro, fétidos, cristalinos, lenticulares com siltitos e margas. Apresenta estratificação cruzada do tipo

| Coluna Litoestratigráfica | Eschewege (1822) | Guimarães (1955) | Branco e Costa (1961) | | C. Barbosa (1965) | Oliveira (1967) | Braun (1968) | Scholl (1972, 1973) | Dardenne (1978) | Grossi Sad e Quad (1985) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| . Siltitos e folhelhos verdes-carbonáticos | Arenito | Arcóseo | Membro Serra da Saudade | Formações | Formações | Formaçõe | Formações | Formações | Formações Três Marias | |
| . Siltitos verdes<br>. Arcóseos avermelhados<br>. Lentes de arcóseos escuros<br>. Siltitos e folhelhos cinza-escuros | de<br>Pirapora | de<br>Pirapora | Três Marias | | Três Marias | Três Marias | Três Marias | Três Marias | Serra da Saudade | Grupos Superiores |
| . Calcários e dolimitos<br>. Calcários escuros com intraclastos e oolitos<br>. Siltitos e folhelhos | | | Lagoa do Jacaré | Rio | Lagoa do Jacaré | Lagoa do Jacaré | | Lagoa do Jacaré | Lagoa do Jacaré | |
| .Siltitos e folhelhos<br>. Folhelhos cinza-esverdeados<br>. Folhelhos com lentes de margas e calcários<br>. Metapelitos escuros | | | Serra de Santa Helena | Paraopeba | Serra Gineta | Serra de Santa Helena | Paraopeba | Serra de Santa Helena | Serra de Santa Helena | Bambuí |
| . Calcários com estromatolitos<br>. Calcários cinza-escuro<br>. Calcários finamente laminados<br>. Mármores com quartzzo e clorita<br>. Calcários negros e dolomitos<br>. Mármores e filitos | | | | Sete Lagoas | Sete Lagoas | Sete Lagoas | | Sete Lagoas | Sete Lagoas | "Strictu sensu" |
| . Conglomerados, arcóseos filitos | | | | Carrancas | | Jequitaí | | Macaúbas | Jequitaí | Vespasiano |
| Obs.: Embasamento ou unidades pré Supergrupo São Francisco | | | | | | | | | | |

Figura 05: Síntese das principais colunas estratigráficas formuladas para a Bacia do São Francisco (com base em Dardenne, 1978, e Costa e al., 1970).

"hummocky", assim como facies de calcários argilosos escuros bem laminados, exibindo alternância de águas rasas e mais profundas. A presença de delgados leitos de arogonita fibrosa (provável pseudomorfo da gipsita, Dardenne, 1981) indica a ocorrência ocasional de facies evaporítica.

### 3.2.2.4 - Formação Serra da Saudade

Os folhelhos e os argilitos verdes que compreendem esta formação gradam progressivamente para o topo a siltitos feldspáticos ou arcoseanos. Branco e Costa (1961) a situam acima dos arcóseos da Formação Três Marias. Já os trabalhos de campo desenvolvidos na região de Abaeté, Quartel Geral e São Gonçalo do Abaeté em Minas Gerais comprovam a sua posição inferior à Formação Três Marias. Os melhores afloramentos desta formação podem ser observados nas proximidades da serra de São Domingos (MG), onde não há qualquer dúvida sobre sua posição estratigráfica (Figura 6).

A partir desse ponto tem início um maior afluxo terrígeno, representado pelos leitos micáceos e arcoseanos em planície deltáica, com ocorrência de ambiente fluvial.

### 3.2.2.5 - Formação Três Marias

É formada por siltitos e arcóseos verde-escuros que se sobrepõem concordante e transicionalmente aos folhelhos, argilitos e siltitos da Formação Serra da Saudade. O acamamento é mal desenvolvido, com a rocha se partindo em blocos irregulares. Exfoliação esferoidal-elipsoidal constitui uma característica dos siltitos e arenitos arcoseanos desta formação.

A estratificação cruzada é muito comum nos siltitos. A existência de uma discordância entre a Formação Serra da Saudade e Três Marias, aventadas por Braun et al. (1976), ainda não foi comprovada por observações de campo.

## 4. QUADRO TECTÔNICO E METAMORFISMO

Dentre os mecanismos envolvidos na geração e evolução da Bacia do São Francisco, a literatura fornece uma série de hipóteses, todas levando em consideração principalmente aspectos estratigráficos gerais e, em essência, baseando-se no modelo de evolução geossinclinal.

Almeida (1967 e 1968), ao estudar a Faixa de Dobramentos Brasília, visualizou uma evolução geossinclinal de idade brasiliana. As unidades do Grupo Canastra e Paranoá representariam um estágio inferior de caráter "flychóide". A Formação Sete Lagoas, em posição superior e discordante, corresponderia à parte mais interna do miogeossinclinal, e acima desta, já na área de plataforma, viria a Formação Rio Paraopeba de Branco & Costa (1961). O fechamento desse sistema se daria por meio de uma sedimentação molassóide, representada pela Formação três Marias.

Braun (1968) considerou esta bacia como uma "típica bacia intracratônica", formada pelo levantamento de dois maciços orogênicos: o oriental (Maciço de Brasília) e o ocidental (Maciço do Espinhaço) que se sucederiam de oeste para leste em cinco zonas isotrópicas. As sequências do Supergrupo São Francisco marcariam a zona miogeossinclinal, a pericratônica e a cratônica.

Dardenne (1978b) reavaliou os limites das zonas de Costa et al. (1970), e sugeriu uma organização mais simples utilizando também o modelo de uma geossinclinal brasiliana. Desse modo, o Grupo Bambuí representaria os depósitos de plataforma estável dos domínios epicratônico e cratônico.

Mais recentemente, Campos Neto (1984), no estudo do Grupo Paranoá e do Canastra descreveu "deformações sucessivas e superpostas" relativas à Orogênese Brasiliana. Distinguiu duas etapas tectônicas principais: a primeira sintectônica ou proximal e a segunda tarditectônica, ou tardia. As deformações proximais seriam as responsáveis pelas mudanças na paleogeografia da bacia, através de grandes "nappes" que teriam se movimentado em

direção ao Cráton. As tardias seriam responsáveis pela formação de antiformes e sinformes normais, além de microestruturas do tipo "kink bands".

Com referência ao grau metamórfico a que foram submetidas as unidades do Supergrupo São Francisco, há unanimidade entre os autores quanto à idéia de um aumento gradual do metamorfismo do centro para as bordas oeste e leste da bacia.

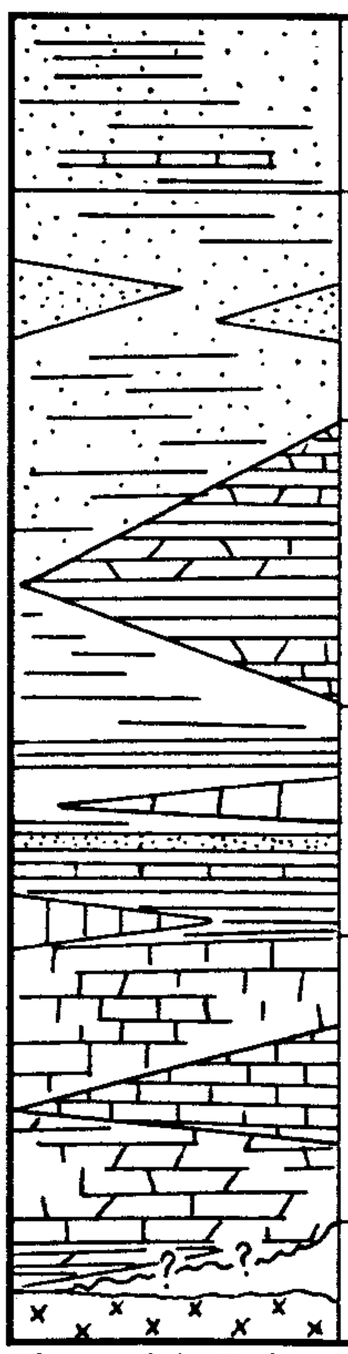
Scholl (1973) descreveu cinco faixas sucessivas de aumento do grau metamórfico, através do estudo do índice de cristalinidade das ilitas dos sedimentos do grupo Bambuí. Entre a região central e a próxima ao rio São Francisco, o metamorfismo estaria ausente, atingindo o início da fácies xisto verde nas proximidades do contato com o supergrupo Espinhaço.

Bohonme (1976), também utilizando o grau de cristalinidade das ilitas, concluiu que apenas a região de Januária revela-se isenta de qualquer evento termotectônico.

Gorlt (apud Pflug & Renger, 1973) afirma que o grau do metamorfismo na Serra do Espinhaço aumenta de oeste para leste, identificando, próximo ao contato com as unidades do supergrupo São Francisco, a paragênese biotita-epidoto (facies xisto verde).

Herrgesell & Pflug (1986) descrevem os grandes sistemas de empurrão da parte posterior da cordilheira do Espinhaço e interpretam os sedimentos daquela região como o registro de uma margem passiva do proterozóico, que, em sua evolução, experimentou um episódio de tectônica colisional.

Mais recentemente, (Chang e al, 1988), explorando o aspecto tectono-sedimentar de bacias implantadas em regimes tectônicos extensionais e compressionais, propõem para a Bacia do São Francisco e suas adjacências, uma evolução tectônica descrita dentro do contexto de um ciclo Wilson.



| | UNIDADES<br>FORMAÇÕES | | |
|---|---|---|---|
| Siltito e folhelhos<br>verdes carbonáticos | Três Marias | GRUPO BAMBUÍ | SUPERGRUPO SÃO FRANCISCO |
| Siltitos verdes acinzentados<br>Lentes de arcóseos amarronzados<br>Siltitos e folhelhos marrom acinzentados | Serra da Saudade | | |
| Calcário e dolomito com intraclastos oolíticos<br>Siltitos e folhelhos preto acinzentados | Lagoa do Jacaré | | |
| Siltitos e folhelhos<br>Folhelho cinza/filitos<br>Camadas e lentes de calcário<br>Siltitos subordinados | Serra de Santa Helena | | |
| Mármores com quartzo-clorita, filito<br>calcários finamente laminados preto acinzentados<br>Mármores com quartzo e clorita<br>Dolomito e filitos | Sete Lagoas | | |
| Conglomerado, arcóseos e filitos | Grupo Macaúbas | | |
| Gnaisses | | | |

Figura 06: Coluna estratigráfica do Supergrupo São Francisco (segundo Dardenne, 1978, modificado)

# ANÁLISE ESTRATIGRÁFICA

# 1. GENERALIDADES

Este capítulo pretende apresentar uma descrição dos litótipos e montar uma coluna estratigráfica mostrando o empilhamento das litologias (fig. 7).

Adotou-se a a coluna estratigráfica de Dardenne (1978) para o Grupo Bambuí, por melhor adaptar-se à área mapeada. Foram reconhecidas da base para o topo as formações Sete Lagoas e Serra de Santa Helena, estando ausentes os conglomerados Jequitaí.

A formação Sete Lagoas repousa em discordância sobre as rochas do complexo Gnáissico-Migmatítico onde foram identificadas quatro suites de rochas: xenólitos, rochas básicas, granitóides e gnaisses-migmatitos.

As rochas da Formação Sete Lagoas foram subdivididas por Tuller, Ribeiro e Danderfer (Projeto VIDA, 1991) em dois membros, o inferior, Pedro Leopoldo e o superior, Lagoa Santa. Neste trabalho foram denominadas unidades "A" e "B" respectivamente.

A unidade "A", inferior, é constituída por metacalcilutitos e a unidade "b", superior, por metacalcarenitos. Tal classificação seguiu basicamente observações texturais de campo, de acordo com a proposta por Grabau (1913).

Sobrepostos a esta formação encontram-se os metapelitos da formação Serra de Santa Helena, subdivididos em três litofácies distintos: metassiltitos, metargilitos e metassiltitos calcíferos.

Pode-se reconhecer, nessas formações, camadas muito bem definidas, classificadas, segundo sua espessura, conforme a tabela I.

| | Camadas (cm) | Lâminas (mm) |
|---|---|---|
| Muito espessas | > 100 | > 30 |
| Espessas | 30 - 100 | 10 - 30 |
| Média | 10 - 30 | 3 - 10 |
| Delgada | 1 - 10 | 1 - 3 |
| Muito finas | < 1 | < 1 |

Tabela I: Classificação da espessura de lâminas e camadas

# 2. UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS

## 2.1 - Complexo Gnáissico-Migmatítico

As unidades deste complexo encontram-se aflorantes no limite oeste, na porção central da cidade de Sete Lagoas, jusante da lagoa José Felix e no extremo sul da área.

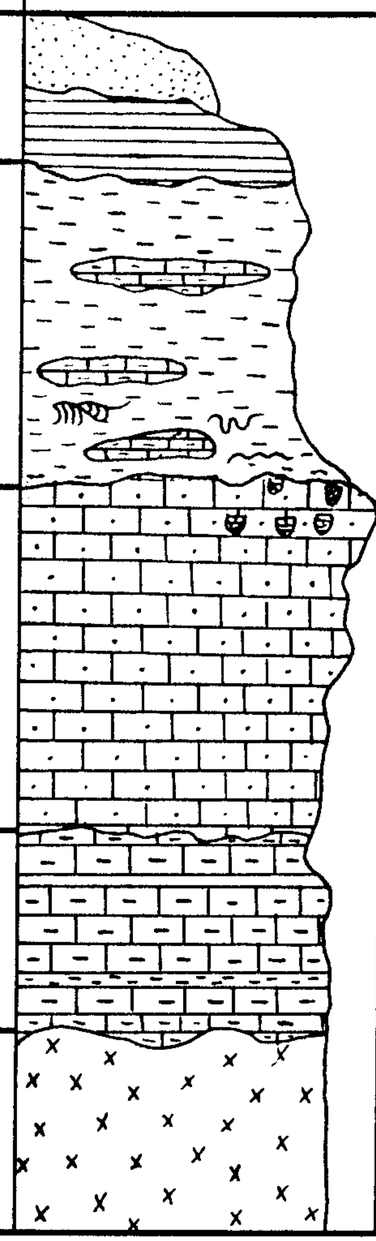
As rochas mostram-se intemperisadas em sua maior parte, dificultando descrições mais detalhadas. Os afloramentos mais qualificados para uma descrição pormenorizada estão na pedreira da Prefeitura (foto 1).

A natureza complexa do arranjo dos litótipos impediu uma definição clara das fases envolvidas na gênese e na evolução do complexo, contudo foi possível identificar três litotipos distintos: rochas básicas, granitóides, gnaisses-migmatitos.

### 2.1.1 - Rochas Básicas

Ocorrem em forma de blocos centimétricos a decimétricos, conformando corpos irregulares. A esfoliação esferoidal é o processo de alteração mais evidente. Ao serem quebrados revelam núcleos bem presevados no seu interior.
São pretos com suaves tons esverdeados. Macroscopicamente evidenciam granulação média, não sendo observada orientação preferencial de seus grãos.

FIGURA 7: COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA REGIÃO DE SETE LAGOAS

| SUPER GRUPO | GRUPO | FORMAÇÃO | MEMBRO | IDADE ma | ESPESSURA (m) | LOCAL TIPO | COLUNA | LITOLOGIA | AMBIENTE DEPOSICIONAL | POTENCIAL MINERAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 0-40 | |  | Aluviões compostos por areias de várias granulometrias e cascalho. Coberturas | | areias |
| | | | | | 0-30 | | | detríticas, lateríticas com camadas delgadas lateríticas | | |
| SÃO FRANCISCO | BAMBUÍ | SERRA DE SANTA HELENA | | 600 a 800 | 150 | SERRA DE SANTA HELENA | | Metapelitos em camadas tabulares de espessura média a espessa, de cor esverdeada a preta quando sã. Marcas onduladas suaves, estfuturas de carga e estratificação cruzada. Intercaladas por camadas tabulares delgadas a média de metassiltito calcífero de cor esverdeada a acinzentada. | Transgressão marinha, afogamento plataformal | Rocha Ornamental e Quartzo |
| | | SETE LAGOAS | B | | 80 | PEDREIRA CARVÃO | | Metacalcarenito variando de fino a grosseiro em camadas tabulares de espessura média a espessa, coloração variando do preto ao cinza. No topo identificadas bioconcentrações algálicas de cor escura. Estromatolitos do gênero "Gymnossilenida". Posto da Polícia Rodoviária de Sete Lagoas. | Marinho, plataforma externa para plataforma rasa, no topo marinho raso, borda de plataforma. | . Material de construção. . Corretivo para solos .Fluorita .Pirita . Calcita |
| | | | A | | 100 | PEDREIRAS CANAÃN e ILCON | | Metacalcissiltito em camadas tabulares de espessura delgada a média, coloração variando de cinza claro a esverdeado, com intercalações de camada muito finas a delgadas de metargilitos (Laminitos algálicos). | | . Material de construção. . Corretivo pasolos . Fluorita . Pirita . Calcita |
| COMPLEXO GNÁISSICO-MIGMATÍTICO | | | | | | PEDREIRA DA PREFEITURA | | Gnaisses indiferenciados, migmatitos com estruturas dobradas, nebulítica, dictomítica, schiliren. Estiliolítica e surreítica. Porções graníticas com granulação variando de média a grosseira | | Material de Construção |

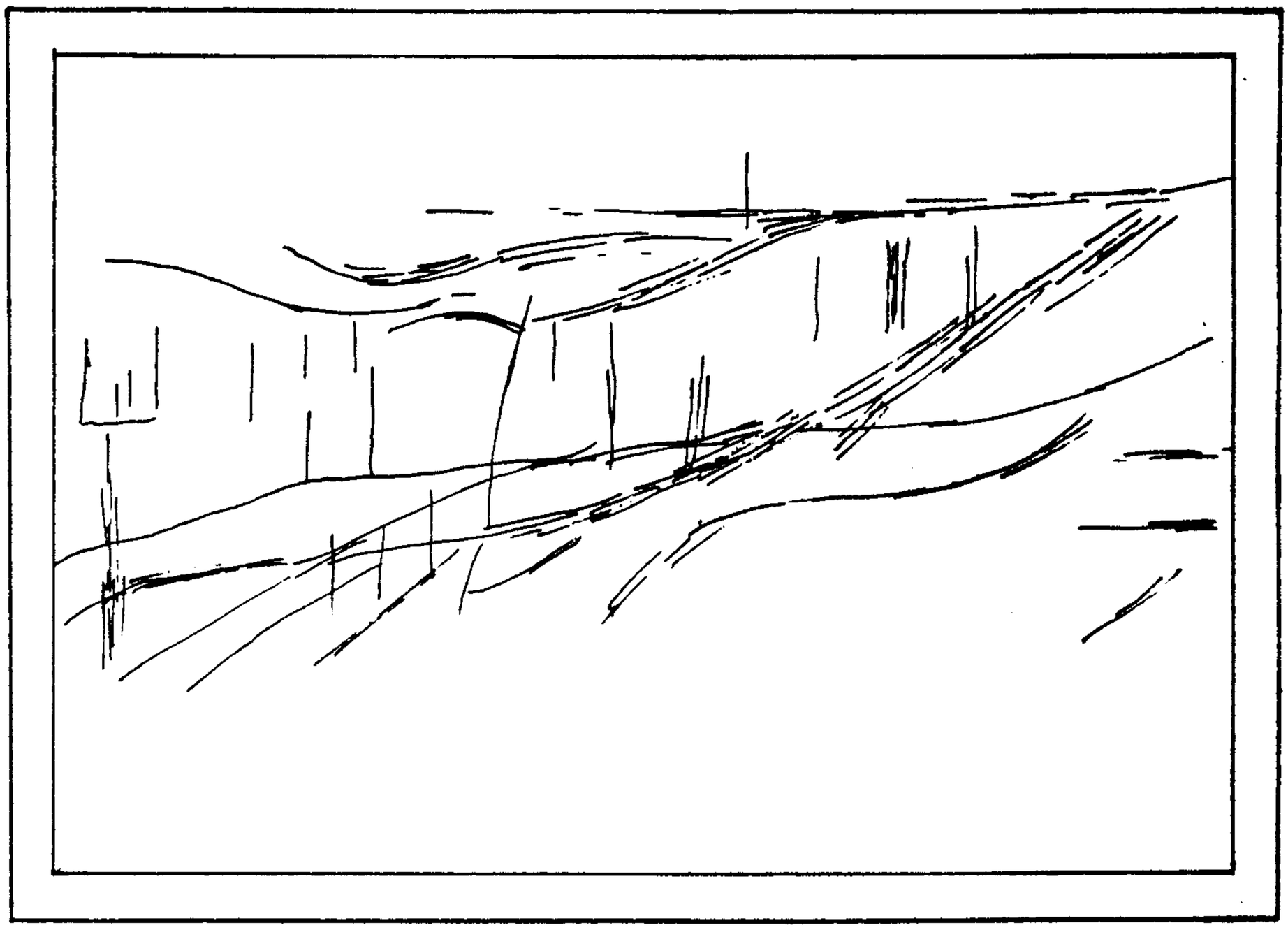


Foto 1 - Afloramento de rocha em complexo gnaíssico-migmatítico mostrando fraturamentos subverticais e uma zona de cisalhamento subhorizontalizada. Localizado na pedreira da prefeitura.

Em análise microscópica, observa-se a presença de: plagioclásio (50%), dipisídio (25%), Hornblenda parda (20%), e minerais secundários (5%). Os cristais são eqüigranulares com textura granoblástica e granulação fina. A poligonização caracteriza uma recristalização da rocha, evidenciada pelo contato retilíneo entre os grãos, com ângulos em média de 120 entre suas arestas.

### 2.1.2 - Granitóides

Tais rochas ocorrem em forma de corpos irregulares de tamanho centimétrico a métrico, com a granulação variando de média a grossa e a coloração de esbranquiçada a rosada.

Microscopicamente observam-se pequenas variações composicionais, mas a composição normal é de: 35% de feldspato potássico, 25% de quartzo, 25% de plagioclásio e microclina pertítica, 14% de biotita e 1% de apatita e opacos como acessórios. Cerca de 90% dos plagioclásios acham-se saussuritizados, evidenciado pela presença de sericita, clorita, epidoto e carbonatos.

Quanto à textura, a rocha apresenta grãos irregulares, granoblásticos e hipidiomórficos. Os contatos entre eles são retos e/ou suturados. A presença de lamelas de deformação nos plagioclásios e extinção ondulante nos cristais de quartzo evidenciam uma deformação, ainda que incipiente.

A paragênese mineral secundária da clorita-epidito-sericita permite afirmar que estas rochas não foram submetidas a nenhuma espécie de metamorfismo, admitindo-se para elas apenas uma alteração hidrotermal. Após uma análise macro e microscópica, sempre observando as relações de campo, é possível supor que a origem dessas rochas esteja associada à geração dos migmatitos, propondo-se a elas uma origem anatética.

### 2.1.3 - Gnaisses-Migmatitos

A distinção e a delimitação dos corpos gnáissicos e migmatíticos apenas pelas observações de campo, tornou-se uma tarefa bastante difícil. Entretanto, descrições detalhadas e cuidadosas de determinadas feições permitiram uma aproximada particularização dos dois litótipos.

As porções que apresentavam a preservação de um bandamento marcado pela alternância de finas bandas leucocráticas e melanocráticas, além de uma foliação bastante penetrativa, foram selecionadas para descrição.

Petrograficamente são compostas por: 30% de plagioclásio, 20% de quartzo, 18% de biotita, 15% de piroxênio, 3% de anfibólio, 9% de microclina e 5% de minerais secundários (epidoto, titanita, apatita, zircão e opacos). Os grãos são equigranulares (variando de médios a grossos) e a textura é lepidogranoblástica. Os cristais de quartzo apresentam extinção ondulante, nos plagioclásios as maclas estão ligeiramente recurvadas e os contatos entre esses grãos, em geral, acham-se suturados. Tais características apontam para possíveis evidências deformacionais.

As porções gnáissicas com evidências de uma fusão parcial indica processo de migmatização. Assim, os gnaisses preservados na massa migmatizada correspondem ao paleossoma (restito) e os resultantes do produto desta fusão parcial, da remobilização ou da introdução de material externo no sistema pré-existente, compõem o neossoma.

Esta rocha neoformada possui geralmente uma composição granítica (quartzo-feldspática).

A interpenetração do neossoma no paleossoma ou vice-versa, pode ser o fator responsável pelo desenvolvimento das estruturas migmatíticas em síntese com a migmatização.

As estruturas migmatíticas foram reconhecidas e classificadas de acordo com Mehner (1968), como sendo as do tipo: dobrada, nebulítica, dictionítica, surreítica (dilatação), "schlieren" e estictolítica.

## 2.2 - Grupo Bambuí

Foram identificadas apenas as Formações Sete Lagoas e Serra de Santa Helena.

### 2.2.1 - Formação Sete Lagoas

Composta por rochas calcárias, encontra-se na porção centro e sudeste da área.

As unidades aflorantes estão restritas em sua distribuição geográfica, sendo encontrados no sopé da Serra de Santa Helena afloramentos contínuos de grande extensão, limitados de forma sobrejacente pelos metapelitos da formação Serra de Santa Helena. Na porção sul, formaram-se grandes maciços isolados.

Observando as características sedimentológicas e estratigráficas dos litotipos pode-se individualizar duas unidades distintas: Pedro Leopoldo e Lagoa Santa (Tuller, M. P. et al, 1991).

**2.2.1.1 - Unidade "A" - Membro Pedro Leopoldo**

Segundo Tuller, Ribeiro e Danderfer (Projeto VIDA, 1991) compõem-se de rochas carbonáticas impuras que, de acordo com a classificação adotada, consistem em um metacalcilutito.

Os principais afloramentos foram encontrados na pedreiras Canaã e Minerasete e em maciços isolados na porção sul, formando corpos contínuos e irregulares, com espessura de até 80 m.

Ocorre sobreposta ao complexo gnáissico-migmatítico, onde feições deformacionais observadas nas rochas dessa litofácies e localizadas no sudeste mostram a presença de um descolamento basal, corroborando as evidências de um contato tectônico entre as duas unidades. Observações de campo possibilitaram uma inferência desse contato com o restante da unidade.

A porção tectonizada possui uma espessura de até 10m, mas de ocorrência bastante restrita, podendo ser reconhecida principalmente em afloramentos às margens do córrego Bananal, 800m à montante de seu cruzamento com a avenida Perimetral. É composta de um mármore com indícios de milonitização, constituído, sobretudo, por dolomita e calcita (93%), com grande contribuição de minerais micáceos (sericita, muscovita e clorita 7%) em elevado grau de recristalização.

Dispõe-se em camadas tabulares de espessura delgada a média, coloração variando de creme a amarelo-rosada e tons acinzentados, (fotos 2, 3 e 4).

**2.2.1.2 - Unidade "B" - Membro Lagoa Santa**

Possue uma distribuição mais ampla que a unidade A. Ocorre em afloramentos contínuos e extensos por quase todo o sopé da Serra de Santa Helena e em maciços isolados na porção sul, podendo sua espessura chegar a até 100m.

É composta por rochas carbonáticas puras que, de acordo com a classificação adotada, trata-se de um metacalcarenito. (Tuller, M.P., Ribeiro, J.H. e Danderfer, A. _ Projeto VIDA, 1991).

No topo da unidade, próximo ao Posto da Polícia Rodoviária Federal em Sete Lagoas encontram-se metacalcarenitos estroma-olíticos com espessura de aproximadamente 10 m, evidenciando um ciclo deposicional recifal. Tais estromatólitos foram descritos por Marchese (1974) como pertencentes ao gênero "Gymnoselidea".

A unidade "B" acha-se sobreposta à unidade "A" por meio de um contato tectônico, materializado por sigmóides, "tension gaches"e veios de composições quartzo-calcítica, evidenciando uma fase deformacional mais incipiente.

Os metacalcarenitos são formados principalmente por grãos calcíticos, com variação vertical de tamanho areia muito fina a fina. Estão dispostos em camadas tabulares ou ligeiramente onduladas, com espessura variando de delgada a espessa. São rochas de cor cinza-escura a preta que, ao serem quebradas, exalam um odor fétido característico, indicando a presença de compostos de enxofre.

Em termos petrográficos possuem granulação fina, textura granoblástica com grãos formando feições em mosaico.

**2.2.2 - Formação Serra de Santa Helena**

Os pelitos encontram-se depositados sobre os metacalcarenitos da formação Sete Lagoas, possuindo a maior distribuição em área das rochas da região.

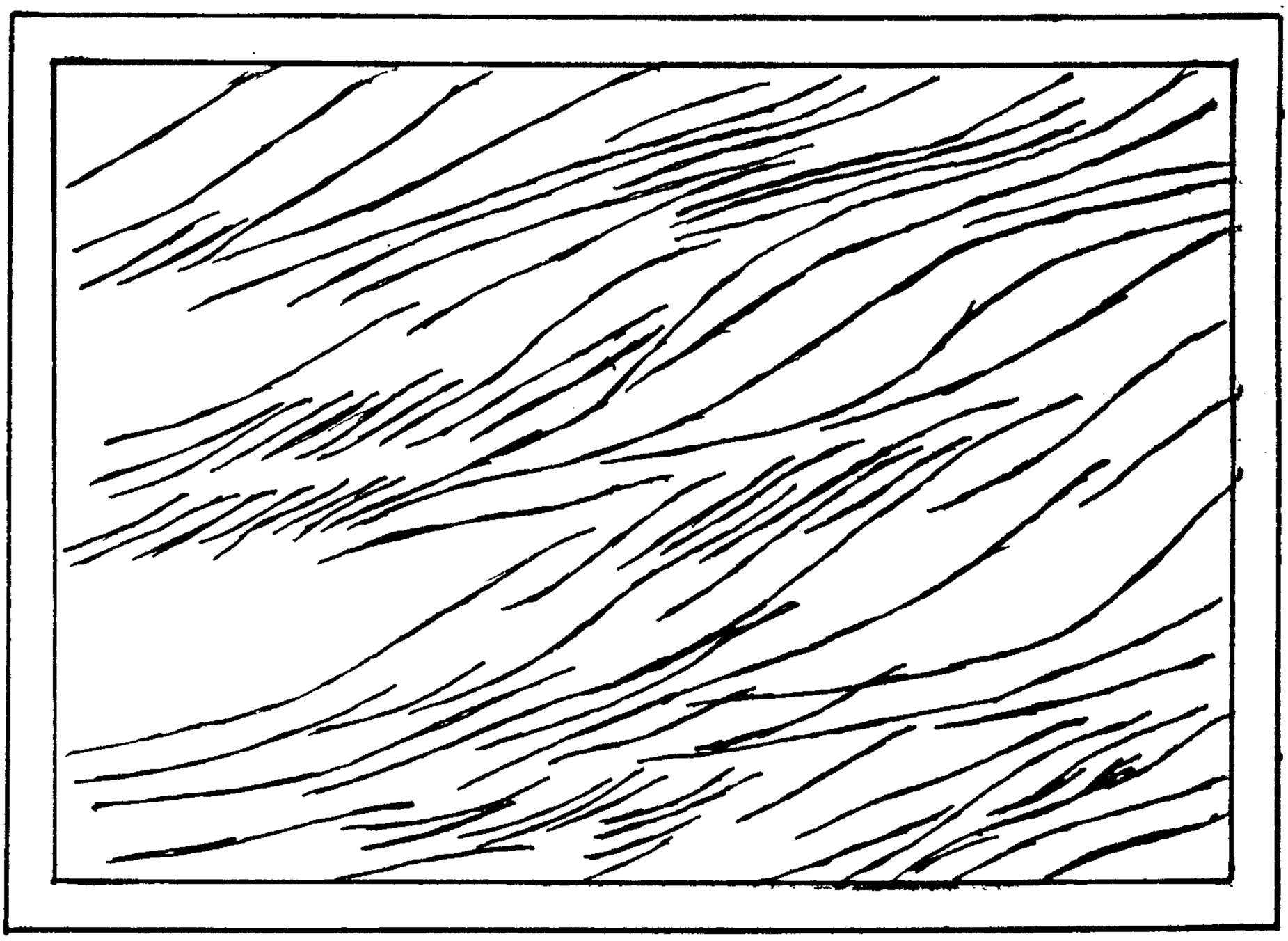
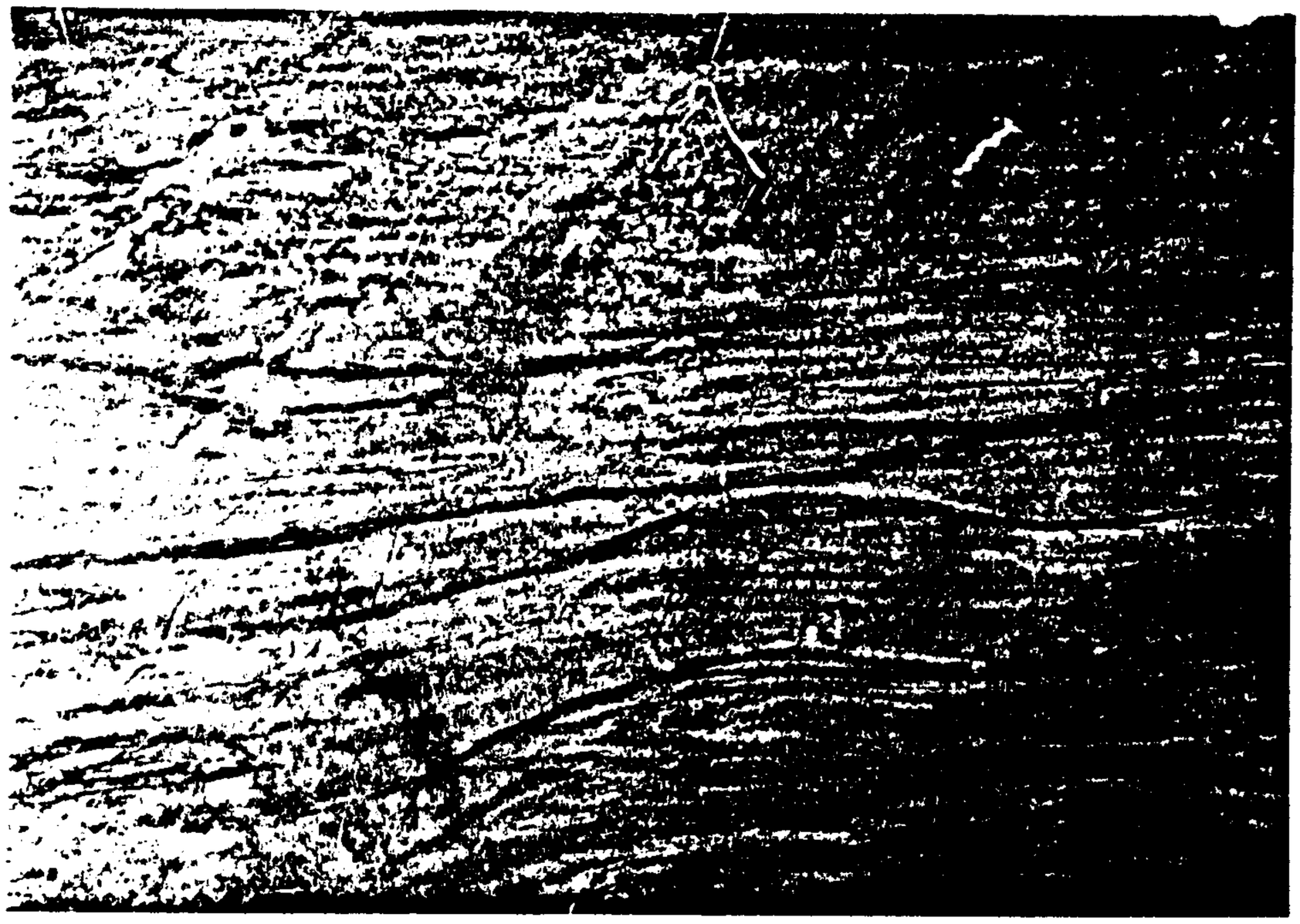


Foto 2 - Estruturas do tipo SC "horses" desenvolvidas sobre os metacalcilutitos (membro "A" da Formação Sete Lagoas) na zona do descolamento basal. O lápis aponta no sentido oeste. Afloramento localizado às margens do córrego Bananal, a aproximadamente 800m à montante de seu cruzamento com a avenida Perimetral.



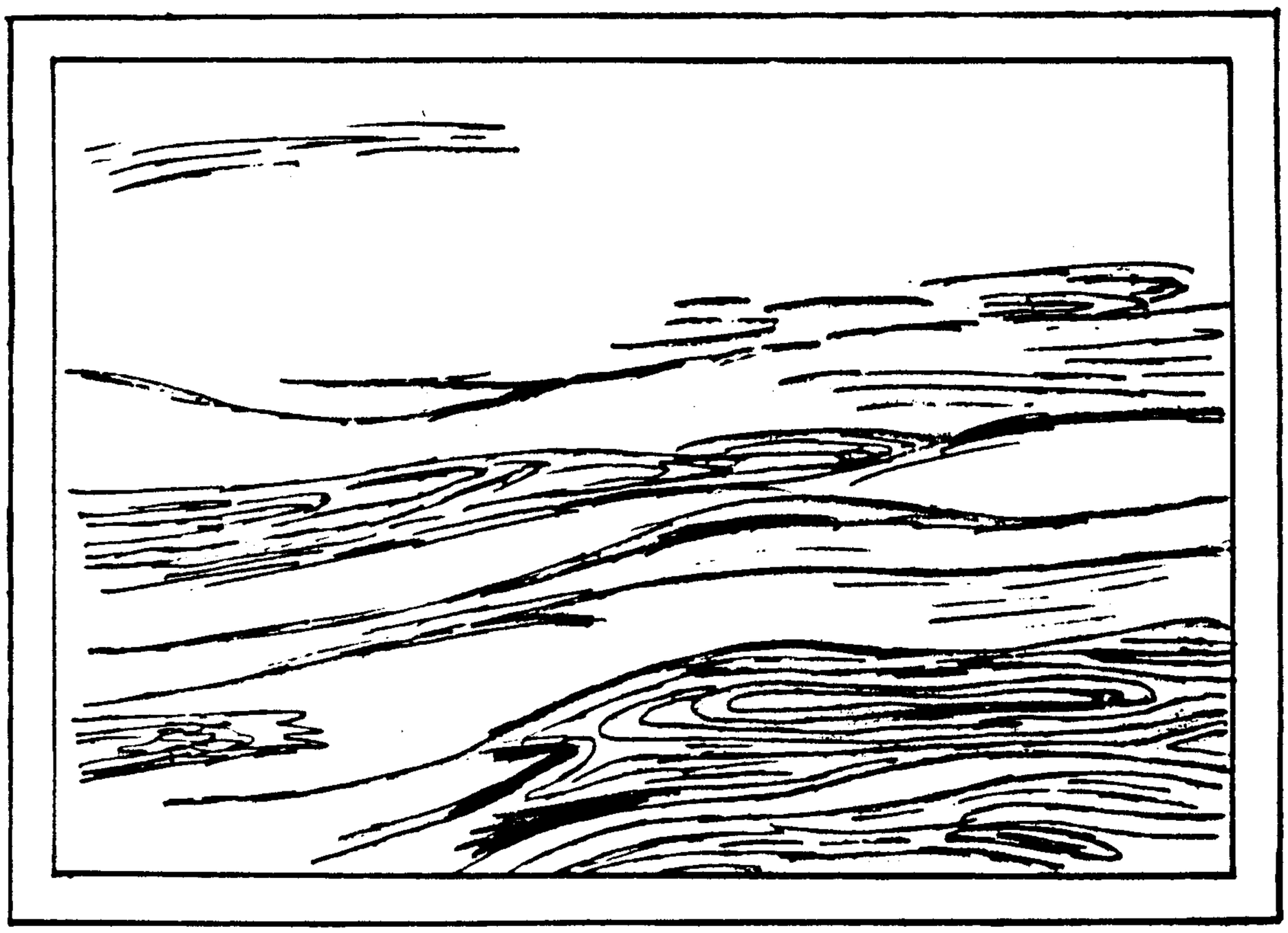
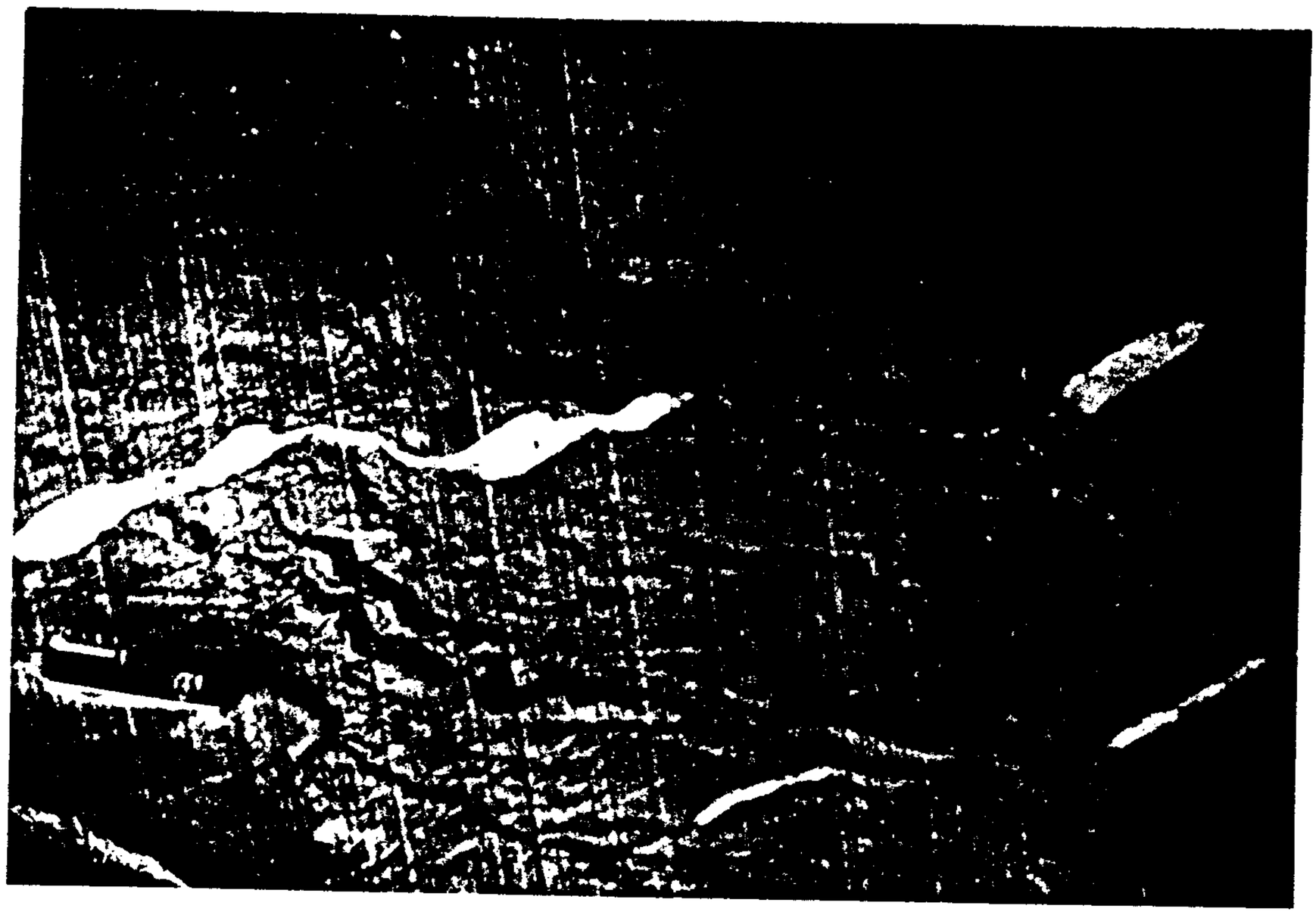


Foto 3 - Dobra em bainha associada a uma foliação milonítica desenvolvida sobre os metacalcilutitos (membro "A" da Formação Sete Lagoas) na zona do descolamento basal. Corte paralelo à lineação E-W. Localizado às margens do córrego Bananal, 800m à montante de seu cruzamento com a avenida Perimetral.



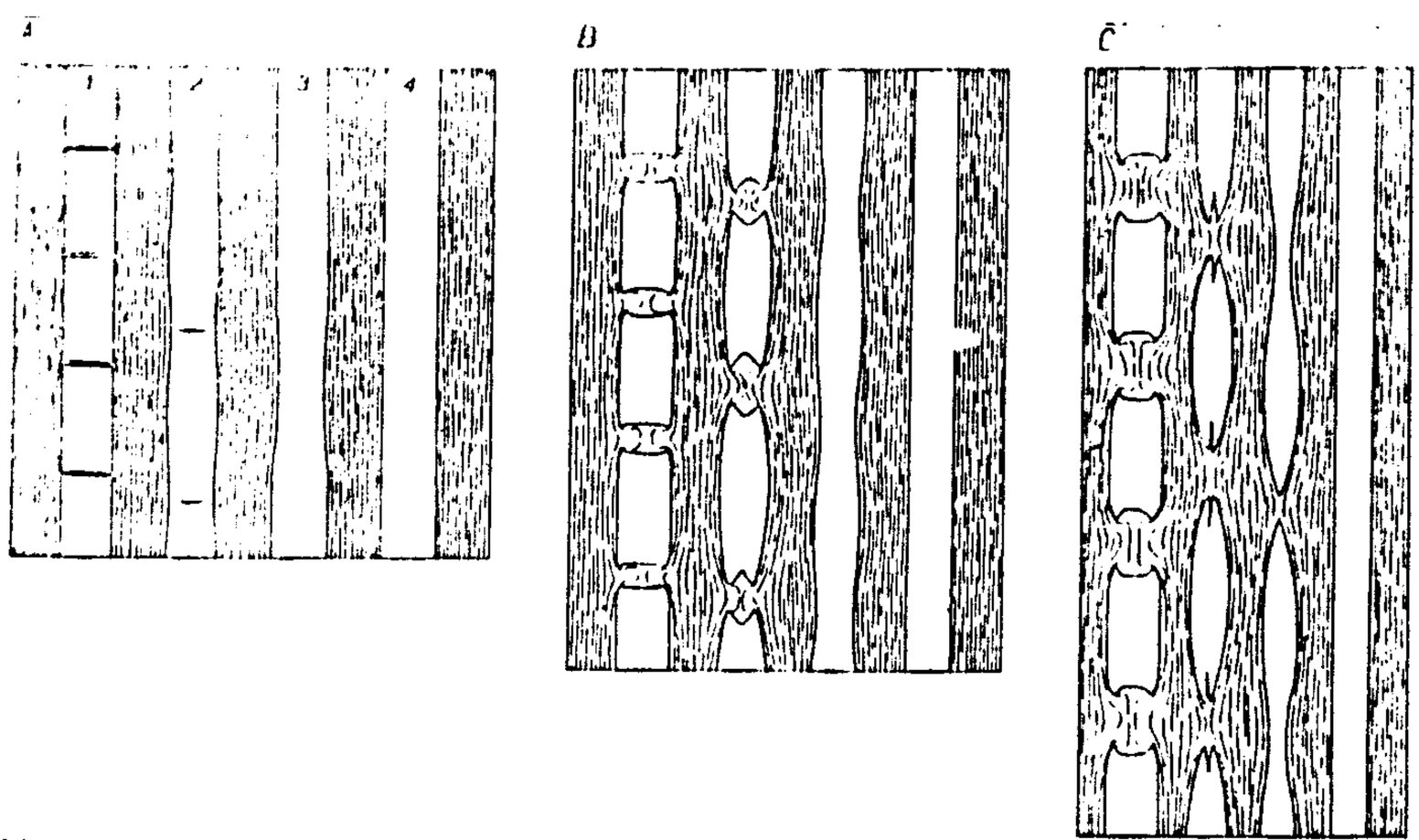



Figura 3-44

*Desarrollo progresivo del boudinage. Las capas competentes 1, 2, 3 y 4 están colocadas en orden decreciente de competencia, teniendo la capa 4 lós mismas propiedades que la matriz.*

Foto 4 - Veios de calcita boudinados e rotacionados nos metacalcilutitos (membro "A" da Formação Sete Lagoas) na zona do descolamento basal. A forte deformação provocou a transposição do acamamento. Afloramento localizado às margens do córrego Bananal, 800m à montante do seu cruzamento com a avenida Perimetral.

Encontram-se em contato tectônico com a unidade subjacente, onde deformações incipientes denotam um metamorfismo de baixo grau, do fácies xisto-verde.

Geralmente as rochas compõem-se de metassiltitos, metargilitos e metassiltitos calcíferos, individualizando três litofácies distintos, normalmente interdigitados, com espessuras variáveis, podendo chegar a 150m. O litofácies metassiltítico ocorre preferencialmente na base da Serra de Santa Helena (local tipo), a leste e a sudoeste. É caracterizado por camadas maciças, de espessura variando de delgada a espessa, finamente laminado e predominantemente tabular. Possui coloração cinza-esverdeada quando sadio e amarelo-alaranjada quando alterado. Como estruturas primárias, são observadas estratificações cruzadas de pequeno a médio porte além de marcas onduladas assimétricas de amplitude variando de 1 a 5 cm, com um comprimento de onda de 2 a 10 cm.

Petrograficamente essas rochas são compostas de minerais micáceos (muscovita, sericita e clorita) com cerca de 60-65%, quartzo (deformados com extinção ondulante), e feldspato com 30-35% e opacos com 3%. Os grãos apresentam contatos irregulares e difusos entre si, com granulação fina e granolepidoblástica. As porções granulares e micáceos apresentam intercalações incipientes, formando bandas muito finas. A saussuritização é o processo de alteração mais comum, existindo regiões nas lâminas

que sugerem uma delimitação de relíquitos de uma textura sedimentar.

O litofácies metargilítico forma níveis sem continuidade lateral, em algumas porções mais intemperisadas da Serra de Santa Helena, a nordeste e a sudoeste. Suas camadas são tabulares com espessura de delgada a espessa, e coloração amarelo-alaranjada. Intercalações de lâminas de espessura delgada composta por óxidos de ferro e manganês são comuns neste litofácies. Macroscopicamente as rochas apresentam uma característica mais plástica, evidenciada por uma maior concentração de argilo-minerais (cerca de 70-75%), principal subsídio para sua diferenciação dos metassiltitos. A estratificação cruzada de pequeno porte é comum nas rochas deste litótipo.

Os níveis metassiltíticos calcíferos individualizam um outro litofácies, caracterizado por camadas tabulares com espessura de delgada a média, coloração de cinza-esverdeada quando sã, a avermelhada quando intemperisada. Esse litofácies possui uma distribuição ampla em toda porção pelítica da área por sua maior resistência ao intemperismo.

Petrograficamente é composto por minerais micáceos (muscovita, clorita e sericita) em cerca de 55-60%, quartzo (deformado com extinção ondulante) e feldspato 30-40% e opacos com 2%. Os grãos são equigranulares, apresentando contatos irregulares entre si, textura granolepidoblástica, com granulação fina. O processo de alteração mais comum foi a saussuritização; tendo ainda preservadas intercalações finas e incipientes dos minerais micáceos e granulares.

## 2.3 - Depósitos Cenozóicos

Consistem em depósitos de idade Cenozóica que, a partir de suas características físicas e composicionais, foram classificados segundo quatro grupos distintos: coberturas tércio quaternárias, residuais, coluvionares e aluvionares.

### 2.3.1 - Coberturas Tércio-Quaternárias

Sua distribuição manifesta-se localmente na parte centro-sul, recobrindo principalmente as rochas da formação Serra de Santa Helena.

São formadas por material argilo-siltoso de coloração amarelada com espessura de até 80 cm e caracterizadas pela alternância de camadas delgadas enriquecidas em ferro, de coloração vermelho-amarronzada.

### 2.3.2 - Coberturas Residuais

Recobrem normalmente o topo das rochas da Formação Serra de Santa Helena e são formadas por seixos e blocos de quartzo com espessura entre 10 e 80 cm devido ao intemperismo das rochas encaixantes.

### 2.3.3 - Coberturas Coluvionares

Situam-se sobre rochas do complexo gnáissico-migmatítico, das formações Sete Lagoas e Serra de Santa Helena, com espessura de até 35 m e coloração nos diversos tons de vermelho. São compostas por materiais argilo-siltosos, e linhas de seixos de quartzo arredondados com até 30 cm de espessura mostrando uma certa continuidade lateral.

### 2.3.4 - Coberturas Aluvionares

São encontradas nos fundos dos vales e nas planícies de inundação, apresentando diferentes composições.

O intemperismo das rochas do complexo gnáissico-migmatítico originou depósitos aluvionares predominantemente arenosos, com espessura de até 8 m, principalmente nas margens do ribeirão Matadouro.

Os depósitos resultantes do intemperismo das rochas da Formação Serra de Santa Helena, caracterizam-se por pacotes de seixos a blocos de quartzo e material pelítico. Apresentam-se ora imbricados e envolvidos por uma matriz argilo-siltosa com espessura de até 3,5 m, ora envolvidos por pacotes onde alternam-se níveis de 30 cm a 40 cm de espessura, evidenciando fluxos deposicionais distintos (foto 5).

## 3. MODELO DEPOSICIONAL

Poucos trabalhos são voltados exclusivamente para a discussão dos possíveis ambientes de sedimentação do Grupo Bambuí. Destacam-se os trabalhos de Sholl (1976) e Menezes Filho & Matos (1978). Tibana e Alkmin (1986/1987, in Magalhães, 1988). argumentam a favor de um modelo, no qual a sedimentação da Formação Sete Lagoas se daria num sistema progradante, dentro de um ambiente plataformal, com representantes de zonas de infra e supramaré. Os metacalcilutitos margosos, como os da base da pedreira Canaã em Sete Lagoas, representariam a sedimentação na zona de plataforma externa de um ciclo de progradação que culmina com biolititos de sub e intermaré. Os estromatólitos do gênero **gymnosolenida** que ocorrem próximo ao posto da Polícia Rodoviária Federal BR-040, seriam característicos de fácies de borda de plataforma, e os metacalcilutitos puros e rítmicos, na serra da Lontra e Morro do Cabeludo (Faz. Morada Nova, Inhaúma), representariam a sedimentação de supramaré com influência evaporítica. Esta interpretação é corroborada pela existência de tufa calcária na pedreira da Sambra próximo à cidade de Inhaúma.

Posteriormente, toda a plataforma seria coberta por clásticos finos, representantes da Formação Serra de Santa Helena.

Como a região mapeada não engloba todos os ambientes descritos acima, fica claro que a comprovação do modelo deposicional completo torna-se impossível.

As observações de campo e dos dados coletados não trouxeram nenhuma novidade que colocasse em dúvida o modelo deposicional descrito, portanto conclui-se que ele continua satisfatório.

Foto 5 - Corte mostrando a alternância rítmica dos depósitos aluvionares pelo intemperismo das rochas da Formação Serra de Santa Helena. Afloramento localizado às margens do córrego da Vargem, nos fundos da horta comunitária.

# ANÁLISE ESTRUTURAL

# 1. GENERALIDADES

A análise e a interpretação dos elementos estruturais reunidos durante o desenvolvimento deste trabalho permitiu reconhecer e definir uma evolução estrutural diferenciada, independente, entre o complexo gnáissico-migmatítico e as coberturas supracrustais que compõem o Grupo Bambuí.

Para o complexo gnáissico-migmatítico, a construção do perfil DEE'F e as informações dos dados estruturais coletados no campo, permitiram definir um sistema de falhas normais responsáveis pela posição topográfica mais elevada deste complexo em relação às coberturas supracrustais.

As supracrustais foram envolvidas num evento deformativo, heterogêneo e progressivo, desenvolvido no ciclo Brasiliano composto por duas fases (500 - 900 ma).

A primeira relaciona-se com uma tectônica tangencial de baixo ângulo, do tipo "thin Skinned", com sentido de movimento de E para W, caracterizada pela presença do acamamento subhorizontalizado, foliação com mergulho de baixo ângulo, vergente para W, lineações com direção E-W, dobras com eixo N-S, em acordo com o modelo regional definido por outros autores, como Magalhães (1988).

A segunda fase, de dobramentos, conforma megadobras suaves num padrão do tipo domos e bacias. O reconhecimento padronizado foi feito com base na interpretação dos mapas e perfis geológicos construídos, apoiados na análise dos dados estruturais coletados e estatisticamente tratados. Os dobramentos oriundos dessa fase afetaram as estruturas geradas na primeira fase. A foliação mostra sempre vergência para W e mergulhos variáveis, dependendo da posição em que se encontram dentro do dobramento.

A análise de fraturas constitui um assunto complexo e motivo de discussões entre os diversos autores.

A insuficiência de informações aliada à complexidade do assunto, torna impossível estabelecer considerações suficientemente seguras sobre o mecanismo responsável por sua geração.

Segundo Davis (1984), a análise estrutural pode ser dividida em três passos fundamentais: a análise descritiva, reconhecimento e descrição das estruturas; a cinemática, - descrição dos movimentos deformacionais e a dinâmica - a relação entre movimentos e os eforços aplicados.

Dentro do objetivo proposto, os dados serão tratados sob o ponto de vista da análise descritiva e da cinemática.

Os elementos estruturais serão designados pelos seguintes símbolos:

- So - acamamento planar e curvo planar
- S1 - foliação
- Hm - horizonte de movimento paralelo a So
- Sm - foliação milonítica
- Lso x s1 - lineação de interseção de So com uma superfície S1
- Lm - lineação de estiramento desenvolvida sobre Sm
- Lm - lineação desenvolvida sobre Hm
- E - Eixo de dobra
- F - fraturas

# 2. SISTEMA DE CISALHAMENTO DE BAIXO ÂNGULO

Megaestruturas caracterizadas como duplexes acham-se relacionadas a esse sistema.

Os duplexes são uma série de fatias empilhadas e imbricadas (Dahlstron, 1970), delimitadas por zonas de cisalhamento. Essas zonas diminuem seus mergulhos em profundidade e se juntam a uma zona de cisalhamento principal, que limita a base da massa em movimento; esse é o empurrão basal ou zona de descolamento. As zonas de cisalhamento também se juntam no topo

formando o chamado empurrão superior ou de teto.

Esse sistema tem grande importância na estruturação tectônica, por revelar uma forte penetratividade, provocando deformações tanto interestratais quanto intraestratais.

Várias estruturas observadas em campo têm sua origem relacionada a este sistema de cisalhamento de baixo ângulo.

Na base dos metacalciculitos reconheceu-se uma faixa fortemente deformada, identificada como região do empurrão ou deslocamento basal.

Estruturas do tipo SC (foto 2), veios boudinados e retocionados (foto 4), foliação milonítica, dobras em bainha (foto 3), "steps"e lineação de estiramento mineral acham-se relacionados a essa faixa.

Na Pedreira Canaã e Pedreira da Ilcon, foram identificadas as rampas dos duplexes cortando os metacalcilutitos e metacalcarenitos, com mergulho entre 30° e 35° e vergência para W. Veios de quartzo e/ou calcita, estruturas interestratais do tipo SC e dobras assimétricas associam-se a elas. Ainda relacionados encontram-se elementos com menor magnitude de deformação: foliação, dobras apertadas e abertas, lineação de estiramento, lineação de interseção, geralmente encontradas no interior de blocos alóctones, como por exemplo, no núcleo dos duplexes.

## 2.1 - Análise Geométrica-Descritiva

### 2.1.1 - Acamamento (So)

É o elemento planar mais comum em toda a área, podendo ser observado em quase todos os litótipos exceto nas zonas de milonitização, onde aparecem extremamente modificados ou transpostos (fotos 2, 3 e 4).
Nos metacalcilutitos o So é identificado principalmente pela alternância de lâminas muito finas de composição carbonática por superfícies de disjunção e pela alternância de níveis de coloração e composição diferentes.

Nos metacalcarenitos, o acamamento é delimitado por laminações muito finas de um material mais síltico, pela alternância de níveis com diferentes granulometrias e pela presença de superfície de disjunção.
Nas rochas metapelíticas, o So é reconhecido pela estratificação plano-paralea, pela alternância de níveis de colorações e composiçao diferentes, pelas marcas onduladas e por intercalações rítmicas de níveis carbonáticos milimétricos bastante regulares.

### 2.1.2 - Horizontes de Movimento

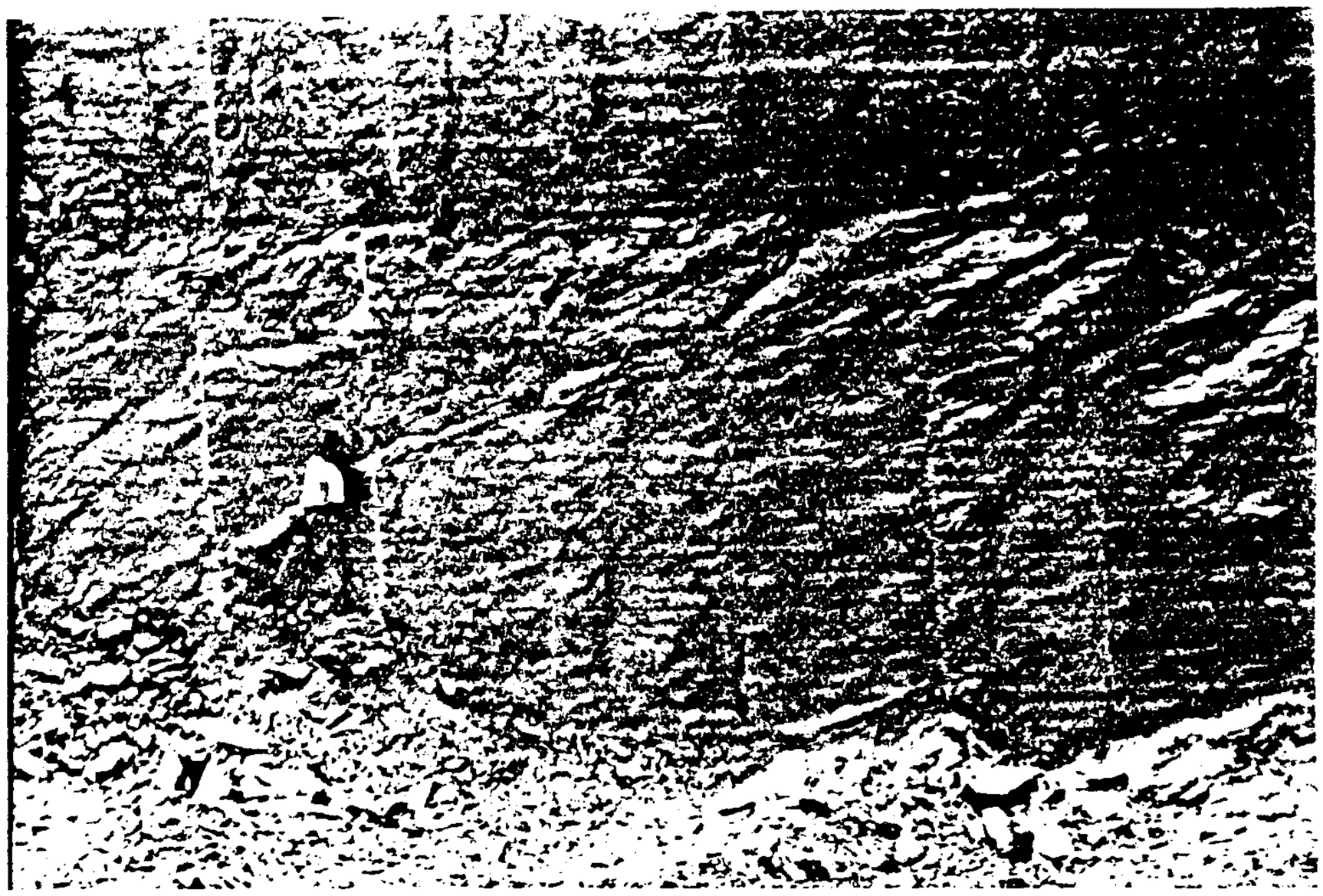
São reconhecidos sobretudo nos metacalcarenitos onde normalmente coincidem com o plano de acamamento.
É possível identificá-los pelas lineações minerais em suas superfícies.

### 2.1.3 - Falhas e Estruturas Associadas

No complexo gnáissico-migmatítico foram idetificadas mesofalhas normais dextrais e sinistrais de alto ângulo.
As falhas normais provocam um soerguimento do complexo que funciona como um anteparo, provocando o desenvolvimento de uma rampa marcada por falhas com descolamento no contato com a litologia sobreposta (os metacalcilutitos).
Na estruturação tectônica as mesofalhas do tipo duplexes representam feições tão importantes quanto as dobras. No contato do complexo gnáissico-migmatítico com os metacalcilutitos, identifica-se uma zona de cisalhamento dúctil-rúptil relacionada ao descolamento basal ("detachment surface").
As rampas desenvolvem-se exclusivamente nos carbonatos, são frontais, mergulham com ângulo entre 30° e 35° e os seus "horses"mostram-se imbricados para W.
Nos metapelitos da Formação Serra de Santa Helena é reconhecido um sistema de falhas do ripo leque imbricado na cauda.

### 2.1.4 - Dobras

Embora existam classificações diferentes para as dobras, optou-se neste trabalho, por duas essencialmente descritivas e que se complementam: a de Ramsy (1967) que identificou três classes com base nas isolinhas de mergulho e a de Davis (1984),



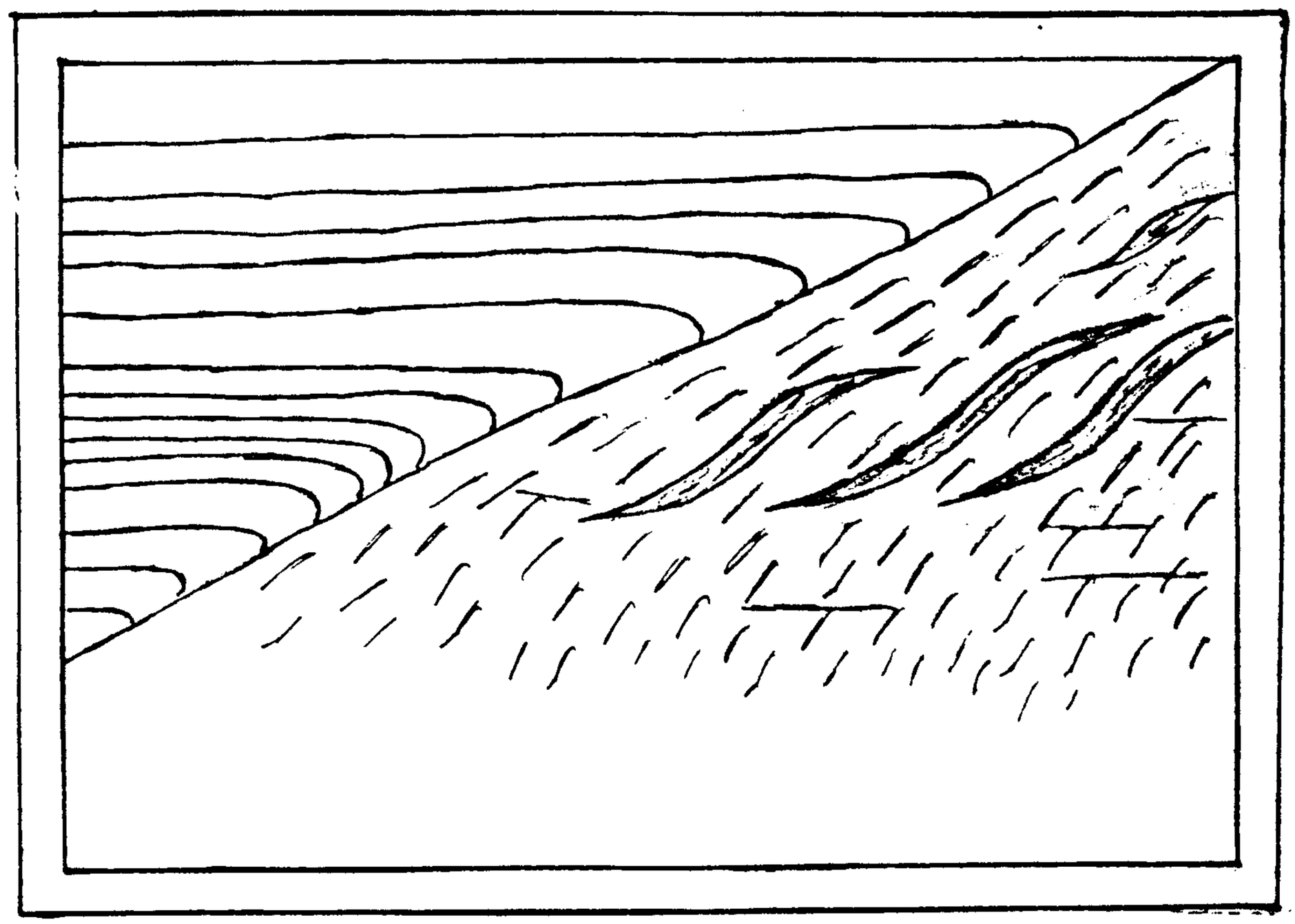


Foto 6 - Rampa de "duplex" desenvolvida sobre os metacalcilutitos (membro "A" da Formação Sete Lagoas). Reconhecem-se a esquerda o acamamento preservado sendo dobrado no contato com plano da Rampa (dobras de arrasto) e a direita uma zona de cisalhamento com transposição do acamamento e desenvolvimento de sigmóides. Afloramento localizado na pedreira ILCON.

que as classifica de acordo com o ângulo interflanquial (Fig. 8).
Podem ser enquadradas em dois grupos principais: as associadas às zonas de cisalhamento dúctil-rúptil e as relacionadas aos pacotes menos deformados.
Nas zonas de cisalhamento dúctil-rúptil, resultam no dobramento de uma superfície pré-existente (acamamento ou foliação) no interior das zonas, e apresentam geometria complexa, flancos afinados e rompidos além de espassamento exagerado na charneira. Podem ser encontradas em várias escalas. quando o ângulo interplano é pequeno e a linha de charneira geralmente curva, são assimétricas com vergência para W. Quando a linha de charneira se encontra curva sobre seu plano axial, tornando-se, em situações extremas, paralela ou subparalela à lineação, formam-se as charneiras dobras em bainha (foto 3).
No pacote menos deformado, mostram uma geometria variada. Podem ser monoclínicas, com dimensões métricas e espessa dos flancos centimétrica a decimétrica, preferencialmente vergentes para W. Outras vezes são isoclinais ou apertadas (Classe 2 Ramsay, 1967), com dimensões diversas, flancos com espessura variada, plano axial geralmente reto. Quando assimétricas, mostram vergência preferencialmente para W.

### 2.1.5 - Foliações e Lineações

A direção regional média da foliação é de N12°W com mergulho de 35° para Ne.
Nas porções mais deformadas dos metacalcilutitos, observa-se um bandamento tipo acamamento no qual a sequência estratigráfica não pode mais ser reconhecida e a continuidade lateral pode estar perdida evidenciando estágios de possível transposição caracterizados por deformação progressiva heterogênia (Foto 2 e 4).
Nas zonas do descolamento basal e nas rampas ocorrem estruturas do tipo "SC" (foto 2), geradas pelos altos do embasamento ou nos "duplex" em escalas microscópicas e de afloramento.
Em zonas de menor deformação dos metacalcilutitos, a foliação S1 ocorre em escalas microscópicas e de afloramentos, podendo ser caracterizada pela orientação paralela de minerais tais como sericita, aglomerados lenticulares de minerais ou estiramento de minerais observados em lâmina.
Os metapelitos, a clivagem ardosiana constitui-se no termo estrutural mais usado para descrever a foliação em rochas de granulometria fina e de baixo grau metamórfico.
Em escala microscópica e de afloramentos é marcada pela orientação paralela de minerais tais como sericita e minerais argilosos. Quando essa foliação corta níveis de metassiltito calcífero ocorre o fenômeno de refração da clivagem.
Nas superfícies "Hm", foram identificadas três variedades principais de lineação tectônica (secundária). E a mais expressiva é caracterizada pelos estiramentos ou simples alinhamento de minerais inequigranulares. Em todos os litotipos pode-se evidenciar uma direção regional de EW (tabela II-g,h,i) para estas lineações, confirmando a direção do transporte tectônico nas zonas de cisalhamento (Coward, 1984). Nos metapelitos, o estiramento mineral observado nos acamamentos, e nas superfícies de clivagem ardosiana é marcado por pequenas manchas de redução estiradas segundo a direção EW.
A lineação de interseção L ( soxs1) é gerada pela interseção de s1 sobre So. Está evidente nos metapelitos cujo traço da interseção com a clivagem ardosiana S1 é evidente sobre So, concordando com a direção regional média de NS e com mergulho médio de 10 para Sul (Tabela II).

## 2.2 - Análise Cinemática

A identificação de estruturas marcadoras de deformação, e, sobretudo, de outras reconhecidamente indicadoras de sentido cinemático possibilitou o desenvolvimento da presente análise. Além das estruturas já descritas, outros indicadores cinemáticos são utilizados na interpretação do sentido de movimentação das grandes estruturas

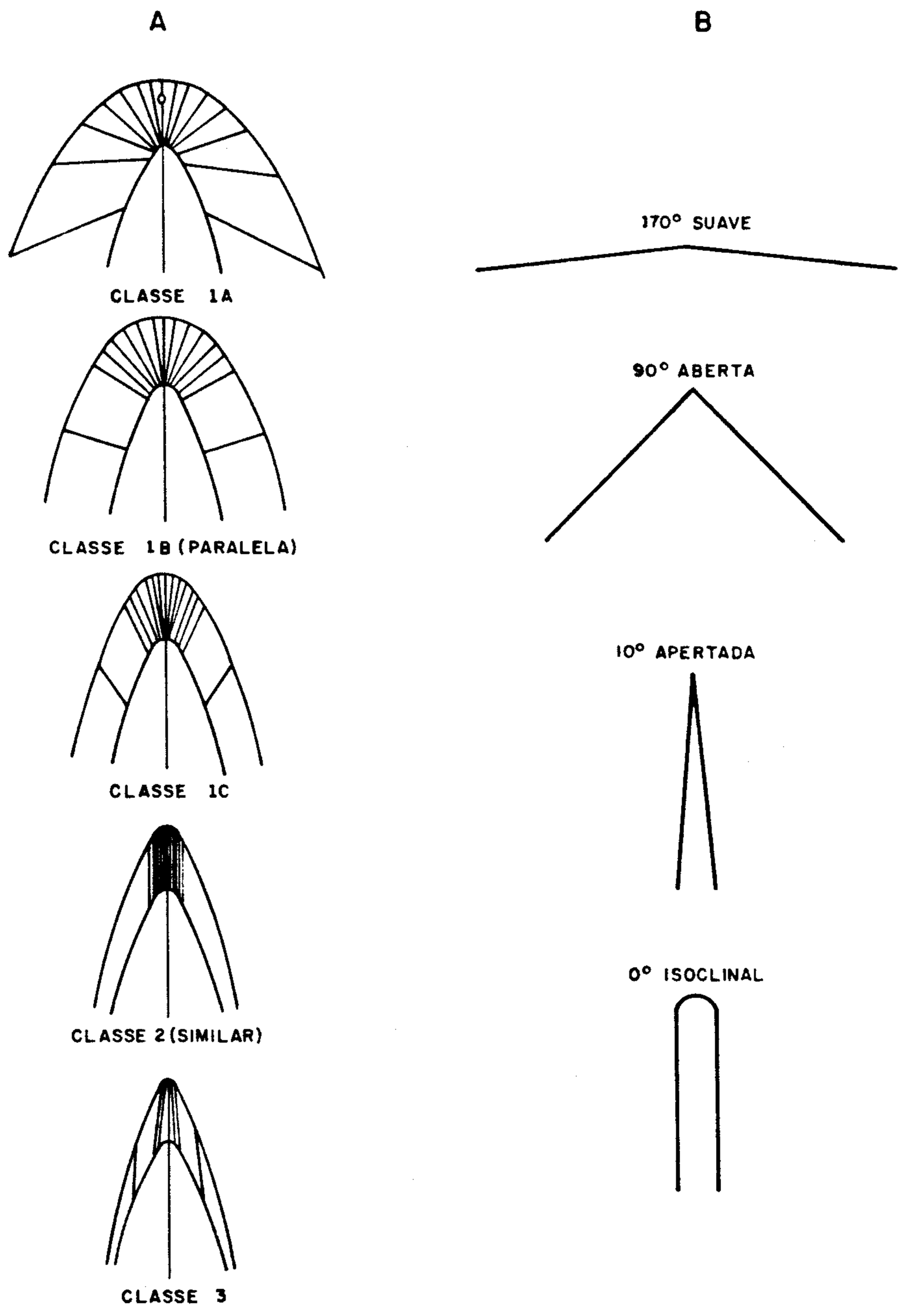



FIG. 08 - CLASSIFICAÇÃO DAS DOBRAS:

A - CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO RAMSAY (1967, MODIFICADO)

B - CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO DAVIS (1984, MODIFICADO)

presentes nesta área. São eles:

**a)** A geometria sigmoidal das foliações. este critério é considerado um dos mais seguros por Bell & Hamnond, 1984. O sentido de movimentação é obtido através do ângulo agudo, pelo qual a foliação deve ser girada para se tornar paralela às paredes da zona de cisalhamento (foto 2).

**b)** Estruturas S-V. São formadas simultaneamente, sendo os planos C e S correspondentes às superfícies de cisalhamento e xistosidade, respectivamente (Simpson, 1984 e Lister & Snoke, 1984). A forma sigmoidal da C indica o sentido de movimento, da mesma forma que no item anterior.

**c)** Sentido das dobras de arrasto "drags"nas zonas de cisalhamento. Este critério é questionado por alguns autores (Davis, 1984), porém os "drags" observados nas zonas de cisalhamento que cortam as litologias da Formação Sete Lagoas também indicam sentido de movimentação de leste para oeste do local.

**d)** Os degraus sobre os planos de deslizamento. A face curta, quase perpendicular ao plano de deslocamento, verge na mesma direção de cisalhamento (Mitra & Marshakm, 1988), leste para oeste.

As zonas intraestratais evoluiram invariavelmente de leste para oeste, resultando num transporte tectônico de massa.

## 3. MEGADOBRAS

A esse sistema estão associadas megadobras suaves com eixos aproximadamente retos, orientados na direção N-S, mostrando mergulhos suaves ora para S, ora para N.

Em termos espaciais foram nomeadas como braquissinclinal Serra de Santa Helena tendo no núcleo a serra homônima e braquianticlinal de Sete Lagoas clujo núcleo é a região da cidade de Sete Lagoas (anexo 1).

Em perfil, conformam antiforme e sinforme simétricos (vide perfis no anexo 1).

## 4. FRATURAS

Embora a análise dos fraturamentos seja um assunto bastante complexo, torna-se possível o estudo descritivo se considerada uma direção média.

### 4.1 - Complexo Gnáissico-Migmatítico

É composto de fraturas retas, lisas, subverticais normalmente não preenchidas, baixa densidade de 1 a10 por metro linear e irregularmente distribuidas com direção média em torno de N10ºE (tabela III). (Foto 1)

### 4.2 - Formação Sete Lagoas

Os diagramas de isolinhas (tabela II) e de roseta (tabela III), mostram dispersão na direção de fraturamento. Entretanto é possível reconhecer um conjunto principal onde a direção varia em torno de N85ºW.

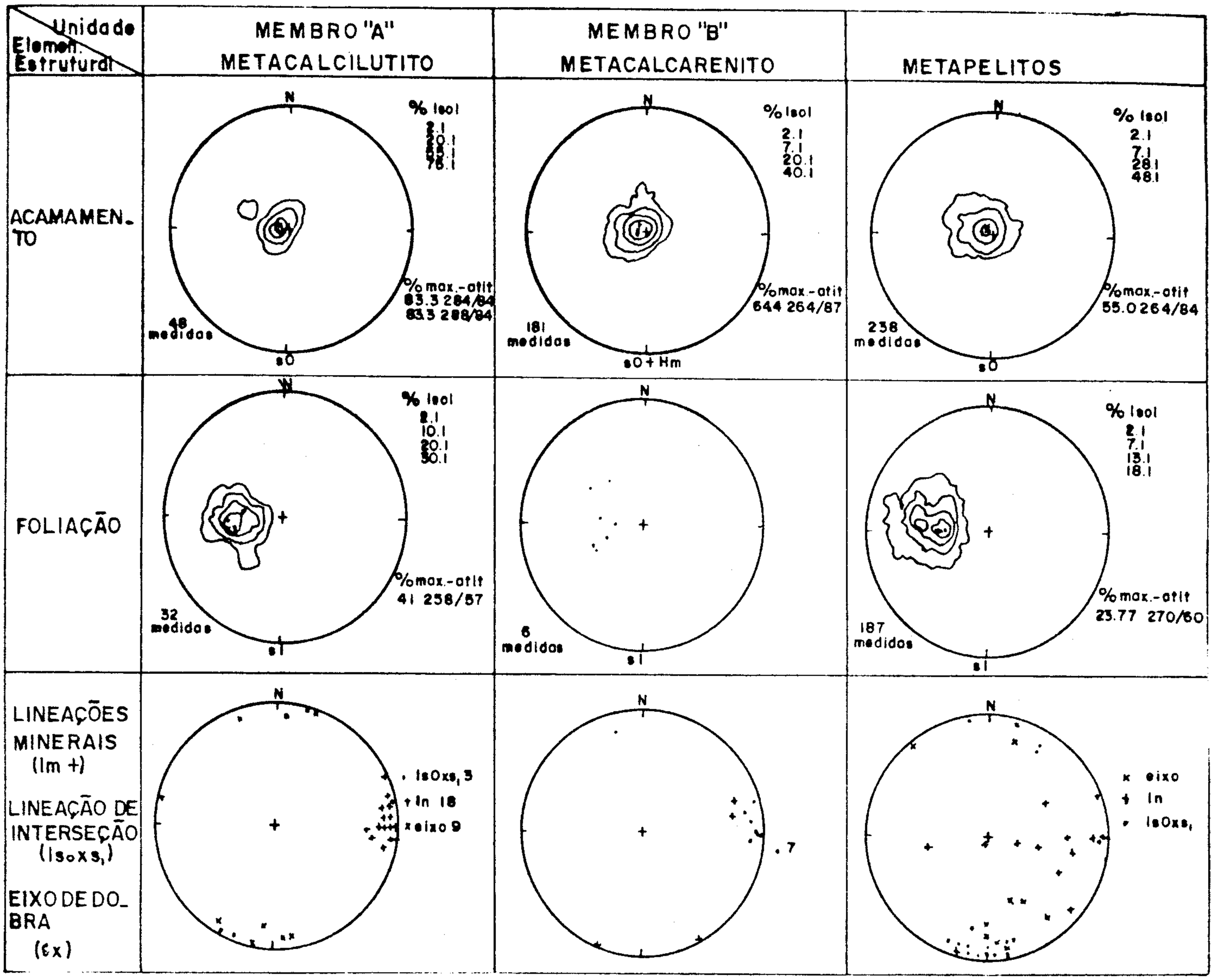
São fraturas menos intensas, curvas, não preenchidas, baixa densidade, em média não superior a 3 por metro linear e pouco penetrativas.

### 4.3 - Formação Serra de Santa Helena

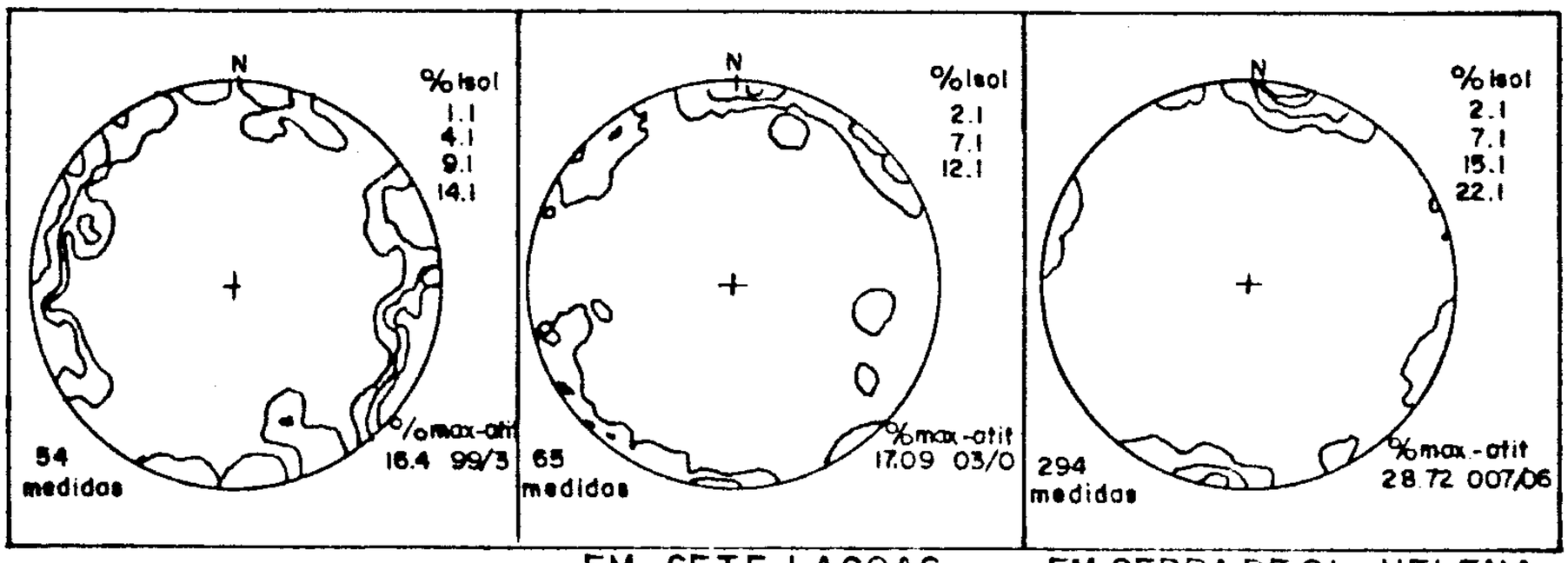
Nesta formação o fraturamento mostra claramente uma direção principal em torno de N80ºW e uma secundária em torno de N25ºE.

1 As fraturas do conjunto principal são geralmente retas, planas, lisas, fortemente penetrativas, subverticais, não preenchidas, com alta densidade, entre 15 e 20 por metro linear, podendo chegar a 30, regularmente distribuídas.

## TABELA II - DIAGRAMA DE ISOLINHAS DOS ELEMENTOS ESTRUTURAIS




## TABELA III - DIAGRAMA DE ISOLINHAS DE FRATURAS




COMPLEXO GNAISSICO-MIGMATÍTICO

FM. SETE LAGOAS

FM. SERRA DE Sta. HELENA

2 As do conjunto secundário são também geralmente retas, lisas, planas, medianamente penetrativas, subverticais, não preenchidas, com baixa densidade, entre 5 e 10 por metro linear, regularmente distribuídas.

## 5. EVOLUÇÃO ESTRUTURAL

Concorda perfeitamente com o modelo proposto por Magalhães (1988) e Marshak & Alkmim (1989) para a região.
Segundo Chang (1988), a evolução tectônica da bacia do São Francisco e suas adjacências pode ser descrita dentro do contexto de um ciclo Wilson.

No período extensional, ocorre o desenvolvimento de falhas normais afetando o embasamento e o preeanchimento sedimentar da bacia em formação.

Posteriormente a bacia é submetida a um processo de inversão, onde os esforços passam a ser exclusivamente compressivos, ocorridos no ciclo Brasiliano segundo Souza et al (1986), Caby & Arthaud (1987), Uhlein & Pedreira (1989) e Marshak & Alkmim (1989).

Segundo Magalhães (1988), este período corresponde a um evento de deformação com duas fases:

1º) d1 - caracterizada por deformações de corpo não rígido, no qual o mecanismo predominante parece ter sido o cisalhamento simples não homogêneo. Compreende duas famílias de estruturas geradas sincronicamente. A primeira, associada às zonas de cisalhamento adjacentes a falhas de empurrão; a segunda denota magnitudes de deformações menores.

2º) d2 - caracterizada também por deformações de corpo não rígido. Sua individualização baseia-se na superposição de estruturas sobre as da fase anterior e no desenvolvimento de uma clivagem espaçada que denota condições de P e T menores.

# GEOLOGIA ECONÔMICA

# 1. POTENCIAL ECONÔMICO

Geologicamente, a cidade de Sete Lagoas encontra-se assentada sobre uma ampla planície carbonática, limitada em partes por porções pelíticas metamorfisadas.

Dos bens minerais em vias ou em fase de extração, pode-se destacar: as rochas carbonáticas, o potencial hídrico subterrâneo, as areias aluvionares, as cascalheiras e os granito-gnaisses.

Como ocorrência mineral pode-se destacar: as ardósias, os sulfetos de ferro, a galena, a malaquita e a fluorita.

# 2. BENS MINERAIS

## 2.1 - Rochas Calcárias

As rochas calcárias, um dos principais bens minerais explorados na região têm aplicação bastante ampla: matéria-prima para a indústria do cimento; na calcinação, na fabricação de corretivo para o solo, como pedra ornamental; pedra para revestimento de ruas e calçadas, na construção civil, entre outros.

As reservas são de grande porte e sua exploração se dá em lavra a céu aberto, constituindo-se em desmonte por explosivos. Algumas mineraçoes utilizam-se dos processos de britagem e peneiramento como forma de beneficiamento mineral.

## 2.2 - Potencial Hídrico Subterrâneo

Característica de regiões cársticas, explorado em quase toda a cidade de Sete Lagoas so aqüíferos subterrâneos são responsáveis pelo abastecimento de água para toda a população.

Poços tubulares com diâmetro em média de 8", bombeam água de uma profundidade de 50 a 100 m.

## 2.3 - Areias Aluvionares

São extraídas de depósitos principalmente nas margens do ribeirão Matadouro. Sua principal aplicação é na construção civil.

A exploração é bastante simplificada, se dá em lavra a céu aberto, com desmonte por pá e/ou trator e posterior embarque para comercialização.

Possivelmente sua gênese esteja associada ao intemperismo das rochas granito-gnáissicas aflorantes na região. Sua reserva é bastante significativa com excelente potencial.

## 2. 4 - Rochas Granito-Gnáissicas

Observa-se um único afloramento com potencial econômico de lavra, um grande maciço rochoso na Pedreira da Prefeitura. Sua utilização é exclusiva da construção civil.

O processo de lavra é simplificado e a céu aberto, com desmonte por explosivos e posterior embarque para comercialização.

## 2.5 - Cascalheiras

São constituídas principalmente por seixos e blocos de quartzo envoltos em uma matriz argilosa, com espessura de 10 a 80 cm, no topo da Serra de Santa Helena e em corpos isolados a nordeste e a sul.

Possui pequeno potencial econômico, não sendo observada nenhuma forma de extração. Acredita-se que sua gênese esteja associada ao intemperismo das rochas expondo osveios de quartzo que cortam os extratos da formação Serra de Santa Helena.

## 2.6 - Ardósias

São derivadas do metamorfismo das rochas pelíticas da formação Serra de Santa Helena. Ocorrem principalmente em drenagens nos

fundos dos vales da serra homônima, conformando uma ocorrência mineral bastante significativa.

## 2.7 - Galena e Malaquita

Mostram concentrações pontuais mínimas, merecendo maiores estudos quando à determinação de sua potencialidade mineral.

Foi observada na pedreira Minerasete, ocorrendo em uma zona de veios de calcita e quartzo com aproximadamente 20 cm de espessura e comprimento desconhecido.

Acredita-se que sua gênese esteja associada à remobilização de fluidos enriquecidos de chumbo e cobre.

## 2.8 - Fluorita

Ocorre em concentrações pontuais mínimas, principalmente em veios compostos por quartzo e/ou calcita cortando as rochas calcareníticas da formação Sete Lagoas.

Acredita-se que sua gênese esteja também associada a remobilização de fluidos hidrotermais.

# GEOESPELEOLOGIA

A formação de espaços vazios por dissolução, em rochas carbonáticas, é parte integrande da dinâmica de carstificação e um dos responsáveis pela formação de cavernas.

O processo de cavernamento está sempre relacionado à estruturação e quimismo da rocha na qual se desenvolve. A partir do levantamento sistemático de eixos de desenvolvimento de cavidades e da análise de suas geometrias, sabe-se que pouco ao Sul (Sudeste), na região de Matozinhos - Pedro Leopoldo, as ocorrências têm seu desenvolvimento condicionado principalmente pelo fraturamento da rocha.

Embora tenham sido detectadas cavernas desenvolvidas segundo diferentes direções, nesta área são mais freqüentes os condutos e galerias de direção N75-85E (Leste-Oeste) e Norte-Sul, sendo os de maiores dimensões. Secundariamente, desenvolvem-se nas direções N10º-15ºE, N35º-45ºE, N50º-60ºW e N75º-80ºW.

É menor a influência das estruturas planares horizontais e subhorizontais (dimensões tectônicas e planos de acamamento). Varia basicamente de acordo com sua penetratividade e heterogeneidade, atuando principalmente na formação de salões pelo desplacamento de blocos e de alguns condutos de teto baixo.

Nas porções onde ainda é possível reconhecer o acamamento primário (regiões tectonicamente menos deformadas), sua influência parece ser mais intensa. Em áreas mais deformadas, onde predominam as laminações tectônicas, aparecem como condicionantes restritos às zonas de cisalhamento intraformacionais e níveis de maior fluidização, onde são mais freqüentes os veios de calcita e quartzo (remobilizados).

A grande maioria das cavidades formou-se sobre metacalcarenitos, indicando ser o litótipo o mais "vulnerável" à carstficação. O desenvolvimento de cavernas sobre os metacalcissitititos restringe-se a zonas de contato (com o complexo gnáissico-migmatítico e com os metacalcarenitos) e a locais com alguma particularidade geomorfológica ou condicionante específico.

Possuem formas e dimensões muito variáveis, embora possam ser localmente agrupadas por semelhanças morfológicas ou geneticamente correlacionadas.

São também encontradas cavidades em diferentes estágios de evolução: grutas em pleno processo de formação (abertura), nos atuais níveis de sumidouros e no nível do lençol freático; grutas jovens em processo de preenchimento químico (ornamentação); grutas semi-secas, intensamente preenchidas por carbonatos de precipitação e grutas marcadas por uma evolução complexa que registra estágios alternados de maturidade.

Cavidades amplas e bem ornamentadas como a Gruta Rei do Mato, labirínticas e extensas como as grutas da Escada e Baú,. unidirecionais como a Gruta dos Piriás, desenvolvida ao longo do contato entre o complexo gnáissico-migmatítico e os calcilutitos, pequenas grutas como da Jaguara, Samoura e Bocaina, entre outras, formam um conjunto heterogêneo, estruturalmente bem controlado.

Este conjunto, interessante sob diferentes aspectos, principalmente científicos e culturais - pela presença de depósitos sedimentares fossilíferos, pelos registros históricos e arqueológicos que encerra, e por aspectos formacionais específicos justifica o grande potencial turístico da área.

Por outro lado, o reconhecimento dos fatores que, em conjunto, determinam ou favorecem para a formação de cavidades em regiões cársticas - dos tipos litológicos e estruturais contribuem para a compreensão dos sistemas hídricos, sendo o primeiro passo para a previsão e monitoramento de acidentes geológicos em áreas urbanas instaladas sobre rochas carbonáticas. (Mylene Berbert, 1992, in: "Projeto Vida", no prelo).

# GEOTECNIA

A cidade de Sete Lagoas, localiza-se em grande parte sobre rochas carbonáticas, recobertas por uma espessa camada de solo transportado, que pode chegar em média a 35 metros de espessura. Conhecer essa realidade é fundamental para equacionar problemas de fundações, contaminação do aqüífero entre outros, decorrentes do crescimento urbano.

Neste capítulo, são abordados problemas de geotecnia ligados ao planejamento urbano em geral.

A análise das litologias e das coberturas permite estabelecer áreas com potencial para a produção de materiais para a construção civil e que poderão ser aproveitados antes de uma futura ocupação urbana.

Por fim, são analisados problemas pontuais como, por exemplo, áreas mais indicadas para a disposição do lixo urbano, para a localização da estação de tratamento de esgotos, entre outros.

## Materiais de Construção

Com o mapeamento geológico foi possível definir áreas propícias à extração de alguns dos materiais de construção mais utilizados.

Assim, areias de granulometria variável podem ser encontradas em grandes volumes nas margens dos córregos Machado, Macuco e Ribeirão Matadouro.

Sobre os metapelitos foram encontradas várias cascalheiras de espessura variável, com média de 0,80m e 3 km² de área, com grande potencial e material de ótima qualidade.

As pedreiras localizadas nas rochas carbonáticas e nas do complexo metamórfico basal oferecem excelente material para a produção de pedra bruta, britada e para calçamento.

As ocorrências de ardósias da Formação Serra de Santa Helena encontrados no fundo do vale do ribeirão Paiol na serra homônima, mostram-se promissoras para a produção de pedras ornamentais e de revestimento.

## Zoneamento Urbano

A análise minuciosa dos mapas geológicos e de formações superficiais permite uma visão geral das melhores áreas para ocupação urbana.

Sob o ponto de vista de resistência mecânica dos solos e da ausência de problemas cársticos, as áreas mais adequadas à ocupação urbana são aquelas onde se encontram os metapelitos e as rochas do complexo gnáissico migmatítico.

Nas áreas de solos de metapelitos outros fatores devem ser considerados: topografia inadequada, marcada por encostas íngremes e vales encaixados na serra de Santa Helena, constituindo forte limitante à ocupação; a espessura residual de metapelito sobre rochas solúveis quando pouco espessa, faz com que se leve em conta a possibilidade de ocorrência de problemas cársticos, como abatimentos. Coberturas espessas só são encontradas na porção leste e nordeste da região.

As melhores condições de ocupação urbana são encontradas nos solos residuais de rochas do complexo gnáissico-migmatítico com a ressalva da influência negativa da topografia.

Por fim, esgotadas essas possibilidades, as áreas correspondentes aos solos residuais dos metacalcilutitos, se estudadas com detalhe, podem vir a ser uma opção já que se mostram quase totalmente isentas de estruturas cársticas.

O domínio dos colúvios recobrindo rochas do complexo gnáissico-migmatítico, pelíticas e carbonáticas apresenta características diferenciadas para a ocupação urbana, implicando, portanto, em estudos específicos, para cada tipo de colúvio e para cada local de ocorrência.

Uma observação importante deve ainda ser considerada. Se constatada uma relação hidrogeológica entre os colúvios e as rochas carbonáticas subjacentes, é necessário saber se esses colúvios têm capacidade depurativa suficiente para impedir que a poluição de superfície e subsuperfície contamine os aqüíferos subterrâneos, que são a fonte mais importante de abastecimento da cidade.

A forma atual de disposição do lixo urbano em Sete Lagoas mostra-se inadequada, por localizar-se nas encostas da cabeceira de um vale com morfologia em anfiteatro com uma única saída.

## Aspectos Hidrogeológicos

Uma análise da rede de drenagem permite definir três padrões típicos: fortemente estruturado, medianamente e fracamente estruturado.

O de maior interesse é aquele definido pelo padrão fracamente estruturado, localizado sobre as rochas carbonáticas.

Neste caso a drenagem superficial é praticamente inexistente, tornando-se importante os aqüíferos subterrâneos.

A existência de uma possível barreira hidrogeológica subterrânea na região, definida pelo alinhamento do complexo metamórfico basal dentro da cidade de Sete Lagoas, estabelece compartimentações hidrogeológicas.

Baseando-se na análise estatística da vazão dos poços localizados a oeste e a leste desse alinhamento, é possível notar uma diferença marcante na vazão média. Os localizados a leste mostram uma vazão média de 90.000l/h; os localizados a oeste, uma vazão média de 50.000l/h, o que reforça a suposição de que se tenha dois aqüíferos diferentes. Estudos mais detalhados, como sondagem elétrica, por exemplo, poderão vir a fornecer dados que possivelmente venham confirmar essa suposição.

Os aspectos hidrogeológicos são muito importantes no tocante à poluição dos aqüíferos subterrâneos. Uma vez definidas as direções de fluxos das águas, auxiliarão no planejamento da localização de futuras indústrias e de uma futura ocupação urbana, tornando menor a possibilidade da difusão de possíveis agentes poluidores.

Deve-se manter o monitoramento dos níveis piezométricos dos poços que estão sendo bombeados constantemente, para que se possa avaliar a possibilidade de algum relacionamento entre eles e fenômenos geológicos, como os abatimentos, que oferecem riscos para os habitantes da cidade.

## Fundações

Os problemas de fundações mostram-se distintos quanto às áreas onde ocorrem solos ou rochas aflorantes.

Podem ser separadas área homogêneas com um conjunto de características físicas semelhantes:

a) *Coberturas sedimentares recentes*: Exemplos evidentes são encontrados nos alúvios do ribeirão do Matadouro. Trata-se .de uma aluvião com espessura média de 6m. É homogêneo e lateralmente contínuo, onde se alteram camadas de cascalho variando de 0,20 a 0,40m de espessura, com camadas de um material argilo-siltoso de espessura média de 0,50m.

   A solução para problemas de fundação pertinentes a esta situação irá depender das cracterísticas da obra proposta e do ponto onde ela se localizar. Nesse caso, é muito importante o estudo das rochas que sustentam os sedimentos.

b) *Coberturas coluviais*: Deverão ser tomadas os mesmos cuidados observados para os sedimentos recentes.

c) *Zonas cársticas*: São aquelas que podem vir causar maiores problemas na construção de grandes obras. Requerem estudos mais detalhados que qualquer outro tipo de rocha, uma vez que, enquanto em outros locais observam-se apenas problemas de resistência mecânica das rochas, aqui é necessário levar-se em conta que se trata de rochas solúveis. Nesse caso, a parte hidráulica da obra tem que ser de muito boa qualidade, pois um simples vazante de líquido mais ácido, poderá causar a solubilização da rocha, abrindo buracos nos pontos de vazamento. Tem-se que levar em conta ainda a possibilidade de existência de cavernas no local e que não são visíveis. Se o teto for pouco espesso, pode vir a causar desabamentos, comprometendo a obra. Nesses locais torna-se necessário a execução de sondagens mais profundas que o exigido para uma região que apresente estabilidade.

d) *Zonas de solos residuais:* Os que mostram condições de ocupação são pouco extensos. Com a ressalva dos solos residuais sobre metacalcarenitos, todos os outros tipos não apresentam maiores problemas no que se refere às fundações. Nestes casos para a escolha do tipo de fundação mais adequado, basta que se defina as características mecânicas do solo através de ensaio de penetração dinâmica.

## Taludes

As características topográficas predominantemente suaves do terreno urbano de Sete Lagos dispensam os grandes cortes.

Entretanto é importante considerar que áreas com topografia mais acidentada exigem estudos mais detalhados que levem em consideração a influência das descontinuidades sobre os tipos de cortes a serem executados. Um cuidado especial deverá ter-se quanto às paleovoçorocas, a fim de que cortes mal programados não promovam a sua reativação.

# PLANEJAMENTO

De posse de subsídio geológico e considerando o estágio embrionário em que se encontra a Geologia Aplicada aos Processos de Planejamento, é que se tentará estabelecer uma metodologia de trabalho, adequando informações geológicas aos processos de planejamento urbano (quadro 1).

Normalmente estudos geológicos em áreas de riscos são solicitados para dizer por que determinada tragédia ocorreu. É necessário que esse estudo se faça de modo preventivo, pois se seguido poderá vir a evitar perdas materiais e vidas humanas desnecessariamente. Os estudos de geologia aplicada devem fazer parte do plano diretor de qualquer cidade, pois sem dúvida auxiliará sobremaneira para o planejamento urbano.

Sendo o planejamento urbano um o processo contínuo de previsão e ordenação para conseguir, por meio de uma ação racional e mediante a fixação de objetivos, a melhor utilização dos recursos de uma sociedade em determinada época"(Cottas, 1983), esse processo de previsão e de ordenação deve sempre conter soluções tecnológica e financeiramente viáveis.

Para que esse processo dê certo, é necessário um profundo conhecimento do meio físico.

A geologia participa como ciência que estuda e apresenta soluções de problemas enfrentados pelo homem quando passa a fazer uso do solo, e para problemas advindos da reação do solo ao uso. Em síntese, deve propor o estabelecimento do equilíbrio na relação homem-habitat.

Propõe-se, como a principal atribuição da Geologia no processo de planejamento urbano, o aconselhamento para o melhor uso do solo, condizente com as características dos terrenos e com a evolução natural dos processos geológicos, cabendo aos estudos geológicos:

a) definir melhores áreas do ponto de vista geotécnico para os diferentes tipos de construções urbanas;

b) testar e definir os métodos mais seguros e higiênicos para a disposição de rejeitos sólidos e líquidos, nos locais mais apropriados do ponto de vista geológico;

c) prever onde a urbanização interferirá na evolução natural da superfície do terreno, procurando minimizar tais influências ou mesmo encontrar soluções para os problemas advindos das modificações inevitáveis;

d) determinar os potenciais hídricos, superficiais e subterrâneos, além de detectar e definir como combater suas diferentes fontes de poluição. No caso de água subterrânea, sugerir o tipo de exploração mais racional para evitar o equilíbrio dinâmico e químico das águas;

e) evidenciar onde e como os fenômenos geológicos podem causar riscos à população e propor como evitar tais riscos;

f) localizar as ocorrências minerais e de materiais de construção na área planejada ou próximo a ela, assim como definir os métodos mais apropriados e seguros de exploração dessas ocorrências.

## Quadro 1: Seqüência de estudos geológicos-geotécnicos para fins de planejamento urbano

(in Cottas, 1983)

**ESTUDOS GEOGRÁFICOS**

**1.1 Cadastramento de dados**
*(mapa de documentação)*

**1.2 Estudos topográficos**
*(mapa topográfico e mapa de declividades)*

**1.3 Estudos fisiográficos**
*(mapa de formas de relevo e mapa de vegetação)*

**1.4 Estudos geológicos**
*(mapa do substrato geológico e estrutural e mapas das coberturas inconsolidadas)*

**ESTUDOS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS**

**2.1 Investigação das propriedades geotécnicas**

**2.2 Determinação das espessuras da cobertura inconsolidada** *(mapa)*

**2.3 Determinação das profundidades do lençol freático** *(mapa)*

**2.4 Levantamento das jazidas de minérios e de materiais de construção** *(mapa)*

**2.5 Erodibilidade de terrenos**

**2.6 Instabilidade de encostas** *(mapa)*

**ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS**

**2.7 Balanço hídrico das bacias hidrográficas**

**2.8 Potenciometria dos aqüíferos** *(mapa)*

**2.9 Determinação das características dimensionais e hidrodinâmicas dos aqüíferos**

**2.10 Qualidade das águas superficiais e subterrâneas**

**DEDUÇÕES SOBRE ADEQUABILIDADE DOS TERRENOS**

**3.1 Adequabilidade à fundações** *(mapa)*

**3.2 Adequabilidade à obras viárias** (mapa)

**3.3 Adequabilidade à instalações subterrâneas** *(mapa)*

**3.4 Adequabilidade à disposição de rejeitos** *(mapa)*

**3.5 Determinação das áreas de extração de recursos minerais** *(mapa)*

**3.6 Determinação de áreas com potencial de riscos geológicos** *(mapa)*

**INDICAÇÕES DA GEOLOGIA PARA PLANEJAMENTO**

# CONCLUSÕES

Do ponto de vista acadêmico a análise litoestratigráfica e estrutural efetuada nas sequências sedimentares do Grupo Bambuí, na região de Sete Lagoas, permitiu chegar as seguintes conclusões:

a) O empilhamento estratigráfico condiz com o proposto por Dardenne (1978).

   As rochas da Formação Sete Lagoas foram subdivididas informalmente em unidades "A" metacalcilutítica -Membro Pedro Leopoldo e "B" metacalcarenítica - Membro Lagoa Santa (Tuller, Heleno & Danderfer).

   Na formação sobrejacente, Serra de Santa Helena, distinguiram-se três litofácies: metassiltito, metargilito e metassiltito calcífero, normalmente interdigitados.

b) Os efeitos das deformações brasilianas sobre as litologias podem ser englobados em um evento progressivo, com vetores tectônicos dirigidos de leste para oeste, que se subdivide em duas fases deformativas superpostas d1 e d2.

   A fase d1 define uma tectônica tangencial de baixo ângulo do tipo "thin skinned".

   A existência de superfícies de descolamento entre a Formação Sete Lagoas e o Complexo Gnáissico-migmatítico é sugerida pela geometria em duplex e pela presença de zonas de cisalhamento subhorizontais no contato das respectivas unidades.

   A fase d2 é marcada por megadobramentos suaves, identificada com base na superposição de suas estruturas sobre as da fase anterior.

Do ponto de vista da geologia aplicada, as conclusões são aquelas apresentadas pelo Projeto VIDA.

a) Qualquer obra que se queira fazer sobre rochas ou solo residuais de calcarenitos, devem ser tomados cuidados especiais, principalmente executando sondagens testemunhadas mais profundas para verificar a possibilidade de existência de cavernas desconhecidas. Pode-se também aplicar métodos elétricos de geofísica, que apresentam bons resultados, conforme testes executados por técnicos do Projeto VIDA.

b) Instalações hidráulias de boa qualidade, e bem feitas para evitar o vazamento e conseqüentemente dissolução de rocha carbonática, que pode levar a um abatimento no solo de danos impresíveis

c) Sendo o calcário uma rocha altamente reativa, deve-se evitar, por princípio, a disposição de lixos e aterros sanitários sobre essas rochas, em especial sobre o calcarenito.

d) As regiões onde aflora o metapelito e principalmente, onde ocorrem rochas granito-gnáissicas são aquelas que oferecem maior segurnaça para seu uso.

e) Este trabalho não exclui a necessidade de estudos detalhados de geologia aplicada em qualquer que seja o local que se queira edificar alguma obra, principalmente se se tratar de obra de grande porte.

# BIBLIOGRAFIA

ALKMIN, F.F.; CHEMALE Jr., F.; BACELLAR, L.A.P.; OLIVEIRA, J.R.P.; MAGALHÃES, P.M. Arcabouço estrutural da porção sul da bacia do São Francisco. In; SIMP. GEOL. MINAS GERAIS,5, Belo Horizonte, 1989. Anais... Belo Horizonte, ., p.289-293. 1989.

ALMEIDA, F.F.M. de. Geologia da serra da Badoquena. Rio de Janeiro, DNPM/DGM. (Bol. 219). 1965

ALMEIDA, F.F.M. de. O cráton São Francisco. Rev. bras. Geoc., 7 (4): 349-364. 1977

ALMEIDA, F.F.M. de. A evolução do Cráton Amazônico e São Francisco comparada com a de seus homólogos no hemisfério norte. In: CONG. BRAS. GEOL., 30, Recife, 1978. Anais... Recife, SBG, v-6, p. 2393-2407. 1978

AMARAL, G. & KAWAHITA, K.. Determinação da idade do Grupo Bambui pelo método Rb-Sr. In: CONG. BRAS.217. 1967

ARTHAUD, M.H.. Elementos de geologia estrutural (notas de aulas). 1989

BARBOSA, O.; BAPTISTA, M.B.; BRAUN, O.P.G.; DYER, R.C.; COTTA, J.C. Geologia e inventário dos recursos minerais do DNPM/PROSPEC.25 p.1969.

BARBOSA, O.; BRAUN, O.P.G.; DYER, R.C.; CUNHA,C.A.B.R. Geologia da região do Triângulo Mineiro. Rio de Janeiro, DNPM/DFPM. 140 p. (Bol. 136). 1970.

BRANCO, J.J.R. & COSTA, M.T. da. Roteiro da excursão Belo Horizonte-Brasília. In.: CONG. BRAS. GEOL.,14,Belo Horizonte, 1961, roteiro de excursões. Belo Horizonte, SBG. 1961.

BRAUN, O.P.G. Contribuição à estratigrafia do Grupo Bambui. In: CONG. BRAS. GEOL., 14, Belo Horizonte, SBG, p. 155-166. 1968.

CAMPBL, M.A. Reconhecimento regional através do geossinclínio centro-oeste brasileiro. Rio de Janeiro. DNPM/DGM. (Bol. 124). 1965.

CETEC, Fundação Centro Tecnológico de M.G. Estudos Ambientais na região Cárstica de Sete Lagoas - Lagoa Santa. Caracterização Geomorfológica, Projeto VIDA/CPRM p.1-46. 1992a.

CETEC, Fundação Centro Tecnológico de M.G. Estudos Ambientais na região Cárstica de Sete Lagoas - Lagoa Santa. Levantamento do uso da terra e reconhecimento vegetacional, Projeto VIDA/CPRM. p.1-50. 1992a.

CLOUD, P.E. & DARDENNE, M.A. Proterozoic age of Bambui Group in Brazil. Geol. Soc. Am. Bull., 84 (5): 1673-1676. 1973.

COSTA, L.A.M. & ANGEIRAS, A.G. Geosgelinal evolution of theEpi-Baykalian Plataform of Central Brazil. Geol., 11(1): 5-16. 1970.

COUTO, J.G.P.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, L.; IYER, S.S.; MORAES, N.M.P. Considerações sobre a idade do Grupo Bambui com base em análises isotrópicas de Sr e Pb. Rev. Bras. Geol., 11(1): 5-16. 1981.

DARDENNE, M.A. Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambui no Brasil Central. In: CONG. BRAS. GEOL., 30, Recife, 1978. Anais... Recife, SBG, v-2, p. 597-610. 1978.

DARDENNE, M.A. & WALDE, D.H.G. A estratigrafia dos Grupos Bambui e Macaúbas no Brasil central. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 1, Belo Horizonte, SBG. Bol., p.43-45. 1979.

DERBY, O.A. Reconhecimento geológico do vale do rio São Francisco no Brasil. COMISSÃO HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. In. Rio de Janeiro. Anexo 1, p. 1-24. 1880.

EBERT, H.Pesquisa geológica na parte sudeste de Minas Gerais e nordeste. Rio de Janeiro, relatório. Dir/Dmg. 1955.

EBERT, H. Blitrag sur gliederung des Praekambriums in Minas Gerais.Geol. Rundschau, 45:471-521. 1975

FREYBERG, B. Erghinese geologischen forschungen in Minas Gerias (Brasilien). New Jahrb. Geol. Pal. Sond. II. 1932.

GROSSI SAB, J.H. & QUADE, H. Revisão estratigráfica do Grupo Bambuí (bloco oriental), em Minas Gerais. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 3, Belo Horizonte, 1985. Anais... Belo Horizonte, SBG, p. 68-83. 1985.

HETTICH, M. Glaciação Proterozóica no centro norte de Minas Gerais. Rev. Bras. Geoc. 7(2): 87-101. 1977.

IBGE. Geografia do Brasil. Região Sudeste, v-3. Rio de Janeiro, SERGRAF, 667p. 1977.

KARFUNKEL, B. & KARFUNKFL, J. Fazielle entwicklungder mitlern Espinhaço - zone mit besonderer berucksictingung des tillet-problems (Minas Gerais - Brasilien). Geol. Jb., 24: 3-9. 1977.

KIANG, C.H.; MIRANDA, F.P.; MAGALHKÃES. L.; ALKMIN, F.F. Considerações sobre a evolução tectônica da Bacia do São Francisco. In. CONG. BRAS. GEOL., 35, Belém, 1988. 1988.

LEONARDOS, O.H. Tilito metamórfico de Carandaí, Minas Gerais. An. Acad. Bras. Cien., 12:243-259. 1940.

LEONARDOS, O.H. Observações geológicas em Cristalina, Go. Min. met., 31:217-224. 1960.

MAGALHÃES, L. "Análise qualitativa nos sedimentos do Grupo Bambuí (faixa Sete Lagoas.; - Serra doa Cipó)". Ouro Preto. 110p. (Tese de mestrado). 1988.

MAGALHÃES, P.M.; CEHAMALE Jr., F.; ALKMIM, F.F. DE .1989. Estilo tectônico da porção sudoeste da Bacia do São Francisco. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 5, Belo Horizonte, 1989. Anais... Belo Horizonte, v-?, p. 284-288.

MARCHESE, H.G. Estromatólito gymnosolenida en el lado oriental de Minas Gerais, Brasil. Rev. Bras. Geoc., 4(4): 257-271. 1974.

MISI, A. As mineralizações de chumbo, zinco, fluor e bário do vale do rio Jacaré (Ba) e seu contexto geológico. Salvador, 57p. (Tese apresentada à UFBa para concurso prof. assistente). 1973.

MISI, A. O Grupo Bambui no estado da Bahia. Salvador. Geol. Rec. Min. Est. Bahia. v-1, p. 119-154. 1979.

MORAES, L.J. & GUIMARÃES, D. Geologia da região diamantífera do norte de Minas Gerais. An. Acad. Bras. Ciec. (3): 153-186. 1930.

OLIVEIRA, M.A.M. DE. Contribuição à geologia da parte sul da Bacia do São Francisco e áreas adjacentes. In: Petrobrás. Coletânea de relatórios de exploração. Rio de Janeiro, p. 71-106. 1967.

OLIVEIRA, J.R.P.; ALKIMIN, F.F. DE; CHEMALE, Jr., F. Comportamento estrutural do Supergrupo São Francisco na região de Montes Claros/MG. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 5, Belo Horizonte, 1989. Anais... Belo Horizonte, v-?, p. 281-283. 1989.

PFLUG, R. & RENGER, F. Estratigrafia e evolução geológica da margem SE do Cráton Sanfranciscano.,In. CONG. BRAS. GEOL., 27, Aracaju, 1973. Anais... Aracaju, SBG, V-2, p.5-19.

PROJETO GEOQUÍMICA DO BAMBUÍ. V-1 - Textos e perfis geoquímicos. CPRM/BH. 1975.

RAMSAY, G.W. & HUBERT, M.J. The techinques of modern structural geology. Vol 1: strain analysis. London, Academic press. 307p. 1983.

RIMANN, F. A kimberlita no Brasil. An Esc. Minas Ouro Preto,. (15): 27-32. 1917.

SHOLL, W.U. Der sudwestliche Randbereich der Espinhaço zone, Minas gerais, Brasilien. Geol. Randschau, 61 (1): 201-216. 1972.

SHOLL, W.U. Sedimentologia e geoquímica do Grupo Bambuí na parte sudeste da Bacia do lSão Francisco. In: CONG. BRAS. GEOL., 29, Ouro Preto, 1976. Anais... Ouro Preto, SBG. v-2, p. 207-231. 1976.

SOUZA, S.L.; FROES, R.J.B.; MORAES, A.M.V. Nova concepção sobre a Evolução Tectônica do Espinhaço Setentrional. In Cong. Bras. Geol., 34, Anais. Rio de Janeiro, SBG, 3:1176-90 RJ. 1986.

TULLER, M. P., RIBEIRO, J. H; DANDERFER FILHO, A. Geologia da região de Lagoa Santa-Sete Lagoas. In: Projeto VIDA-CPRM. 1991. Inédito.

UHLEIN, A.; TROMPETTE, R.; SILVA, M.E. da. Estruturação tectônica do supergrupo Espinhaço na região de Diamantina (MG). In: Rev. Bras. Geoc., 16(2): 212-216. 1986.

WALDE, D. Fazielle entwikulung des Prakambrium zwuischewn serra Mineira und serra do Cabral sudwestliche Espinhaço-zone, Minas gerais, Brasilien. Tese de dourado. Albert-Luwigs Universitat, Freiburg, 62p. 1076.

# PUBLICAÇÕES DA CPRM

## *Programa de Informações para Gestão Territorial - GATE*

### SÉRIE CARTAS TEMÁTICAS

Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte

Vol.1 - Caracterização geomorfológica - Região Sete Lagoas-Lagoa Santa - MG
Vol.2 - Caracterização Pedológica - Região Sete Lagoas - Lagoa Santa - MG
Vol.3 - Uso da terra e caracterização da cobertura vegetacional - Região Sete Lagoas -Lagoa Santa - MG
Vol.4 - Dinâmica do processo erosivo - Região de Sete Lagoas - Lagoa Santa - MG

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

Vol.1 - Geomorfológica da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994
Vol.2 - Pedologia da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994
Vol.3 - Geologia do Município de Paraobé - RS. 1994
Vol.4 - Geomorfologia do Município de Paraobé - RS. 1994
Vol.5 - Pedologia do Município de Paraobé - RS. 1994
Vol.6 - Cobertura Vegetal do Município de Paraobé - RS. 1994
Vol.7 - Geologia do Município de Estância Velha - RS. 1994
Vol.8 - Geomorfológica do Município de Estância Velha - RS. 1994
Vol.9 - Cobertura Vegetal do Município de Estância Velha - Rs. 1994
Vol.10 - Formação Superficiais do Município de Estância Velha - RS. 1994
Vol.11 - Pedologia do Município de Estância Velha - RS. 1994

Superintendência Regional da CPRM do Recife

Vol.1 - Levantamento gravimétrico da Área Sedimentar da Região Metropolitana do Recife - PE. 1994

### SÉRIE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte

Vol.1 - Espeleologia, Inventário de Cavidades Naturais, Região de Matozinhos, Mocambeiro - MG. 1994

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

Vol.1 - Caracterização da Pluma Poluidora gerada pelo Depósito Municipal de Lixo de Estância Velha - RS. 1994
Vol.2 - Caracterização da Pluma Poluidora Gerada pelo Depósito Municipal de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre - RS. 1994
Vol.3 - Fontes de Poluição e Degradação Ambiental do Município de Estância Velha - RS.
Vol.4 - Catástrofe de Igrejinha - RS. 1994

Vol.5 - Catástrofe de Nova Hartz - RS. 1994
Vol.6 - Avaliação geofísica da Pluma Poluidora Gerada por um Depósito de Lobo de Curtume - Estância Velha - RS. 1994

Superintendência Regional da CPRM do Recife
Vol.1 - Os Aterros Sanitários e a Poluição das Águas Subterrâneas - Região Metropolitana Recife - PE. 1994

## SÉRIE DOCUMENTAÇÃO

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre
Vol.1 - Documentação Básica do Município de Estância Velha - RS. 1994

Superintendência Regional da CPRM do Recife
Vol.1 - Índice de Informações Cartalográficas - Região Metropolitana do Recife - PE 1994

Superintendência Regional da CPRM de São Paulo
Vol.1 - Índice de Informações Cartográficas - Região Metropolitana de Curitiba - PR 1994
Vol.2 - Subsídio para caracterização do Meio Físico - Informações Básicas. 1994

Residência de Fortaleza
Vol.1 - Índice de Informações Cartográficas - Região Metropolitana de Fortaleza
Vol.2 - Índice de Informações Cartográficas - Região Costeira do Ceará - CE. 1994

## SÉRIE ORDENAMENTO TERRITORIAL

Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte
Vol.1 - Socieconomia, Zoneamento Geomorfológico, Geologia, Uso da Terra e Cobertura Vegetal, Caracterização dos Solos e Avaliação da Capacidade de Uso das Terras do Município de Capim Branco. MG - 1994.
Vol.2 - Hidrologia (Uso das Águas Subterrâneas), Hidrogeologia (Favorabilidade à Exploração de Água Subterrânea), Geotecnia (Zoneamento Geotécnico), Espeleologia e Declividade do Município de Capim Branco. MG - 1994.
Vol.3 - Cartografia Geotécnica de Planejamento - Região de Sete Lagoas - Lagoa Santa
Vol.4 - Mapeamento geológico da cidade de Sete Lagoas com vista a aplicação no Planejamento Urbano.

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre
Vol.1 - Diagnóstico Setorial da Região Metropolitana de Porto Alegre - RS. 1994
Vol.2 - Cobertura Vegetal e Ocupação Atual do Solo da Área de Influência da Barragem Olaria Velha e da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994
Vol.3 - Suscetibilidade à Erosão da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994
Vol.4 - Adequação do Uso Agrícola do Solo da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994
Vol.5 - Isodeclividade da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994

Vol.6 - Áreas de Inundação, Alagamento e banhados da Região Metropolitana de Porto Alegre - RS. 1994
Vol.7 - Isodeclividade do Município de Paraobé - RS. 1994
Vol.8 - Suscetibilidade à Erosão do Município de Paraobé - RS. 1994
Vol.9 - Áreas com Restrição à Mineração do Município de Paraobé - RS. 1994
Vol.10 - Áreas com Maior Favorabilidade à Mineração e Menor Risco Ambiental do Município de Paraobé - RS. 1994
Vol.11 - Isodeclividade do Município de Estância Velha - RS. 1994
Vol.12 - Suscetibilidade à Erosão do Município de Estância Velha - RS. 1994
Vol.13 - Uso e Ocupação do Solo do Município de Estância Velha - RS. 1994
Vol.14 - Áreas de Proteção do Município de Estância Velha - RS. 1994
Vol.15 - Áreas Críticas e com Restrições à Ocupação do Município de Estância Velha - RS. 1994
Vol.16 - Adequação do Uso Agrícola do Solo Rural do Município de Estância Velha - RS. 1994
Vol.17 - Uso Recomendado do Solo do Município de Estância Velha - RS. 1994
Vol.18 - Diagnóstico Preliminar dos Aspectos Ambientais do Litoral Norte do Rio Grande do Sul - RS. 1994

Superintendência Regional da CPRM do Recife
Vol.1 - Metodologia para Estudos Neotectônicos Regionais. Caso João Câmara - - RN. 1994

Superintendência Regional da CPRM de Salvador
Vol.1 - Parque Nacional da Chapada Diamantina - BA. Informações Básicas do Meio Físico - Ba. 1994
Vol.2 - Área de Proteção Ambiental de Mangue Seco. Plano Manejo - BA. 1994

Superintendência Regional da CPRM de São Paulo
Vol.1 - Áreas Naturais sob Proteção - Região Metropolitana de Curitiba - PR. 1994
Vol.2 - Cartas Temáticas de Planejamento da Região Metropolitana de Curitiba - PR 1994

## SÉRIE PUBLICAÇÕES ESPECIAIS

Superintendência Regional da CPRM de Recife
Vol.1 - Turismo Geocientífico: Uma Viagem no Tempo - RE. 1994

## SÉRIE RECURSOS HÍDRICOS

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre
Vol.1 - Potencial Hidrogeológico do Município de Estância Velha - RS. 1994
Vol.2 - Monitoramento Hídrico da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994
Vol.3 - Potencial Hídrico Subterrâneo do Município de Nova Hartz - RS. 1994
Vol.4 - Avaliação Geofísica das Águas Subterrâneas - LINORS - RS. 1994
Vol.5 - Mapa de Qualidade de Águas Superficiais do Município de Criciúma - SC. 1994

Superintendência Regional das CPRM de Recife

Vol.1 - Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas da Região Metropolitana do Recife - PE. 1994

**SÉRIE RECURSOS MINERAIS**

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

Vol.1 - Potencial Mineral para Não Metálicos do Município de Paraobé - RS. 1994

Vol.2 - Áreas Mineradas para Carvão - Município de Criciúma - SC. 1994

Vol.3 - Potencial para Não Metálicos do Município de Criciúma - SC. 1994

Superintendência Regional da CPRM de Recife

Vol.1 - Insumos Minerais no Sertão do Paéu: Calcários e Mármores - PE. 1994

Vol.2 - A Mineração na Região Metropolitana do Recife - PE. 1994

Vol.3 - A Atividade Extrativa Mineral em Jaboatão dos Guararapes - PE. 1994

Residência da CPRM de Fortaleza

Vol.1 - Potencial Mineral de Não Metálicos da Região Metropolitana de Fortaleza - CE. 1994

Projeto VIDA - Viabilidade Industrial
e Defesa Ambiental

Região de Sete Lagoas-Lagoa Santa

# Informações Básicas para a Gestão Territorial

## Mapeamento Geológico da Cidade de Sete Lagoas com Vistas à Aplicação no Planejamento Urbano

Série Ordenamento Territorial
Volume 4

CPRM Belo Horizonte- 1994

**Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais**
**CPRM**

**Programa Gestão e Administração Territorial**
**GATE**

**Projeto VIDA**
**Viabilidade Industrial e Defesa Ambiental**

*Gerente de Recursos Minerais*
Claiton Piva Pinto

*Coordenação Técnica*
Fernando Antônio de Oliveira

*Digitação*
Maria Alice Rolla Becho

*Copidesque e Revisão*
Ruth Léa Nagen

*Desenho de Mapas*
Terezinha Inácia de Carvalho Pereira

*Projeto Gráfico e Editoração Eletrônica*
Sarah Costa Cordeiro

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Informações Básicas para a Gestão Territorial: Cidade de Sete Lagoas-MG. Mapeamento geológico da cidade de Sete Lagoas com vistas à aplicação no planejamento urbano. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais Belo Horizonte, 1994.

75p. ilust: mapas. fotos. figuras. (Série Ordenamento Territorial: 4)

*Projeto VIDA - Viabilidade Industrial e Defesa Ambiental*

I. Planejamento territorial municipal. II. Sete Lagoas. III. Minas Gerais. IV. Planejamento Urbano. V. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. VI. Título.

CDD 918.1 5

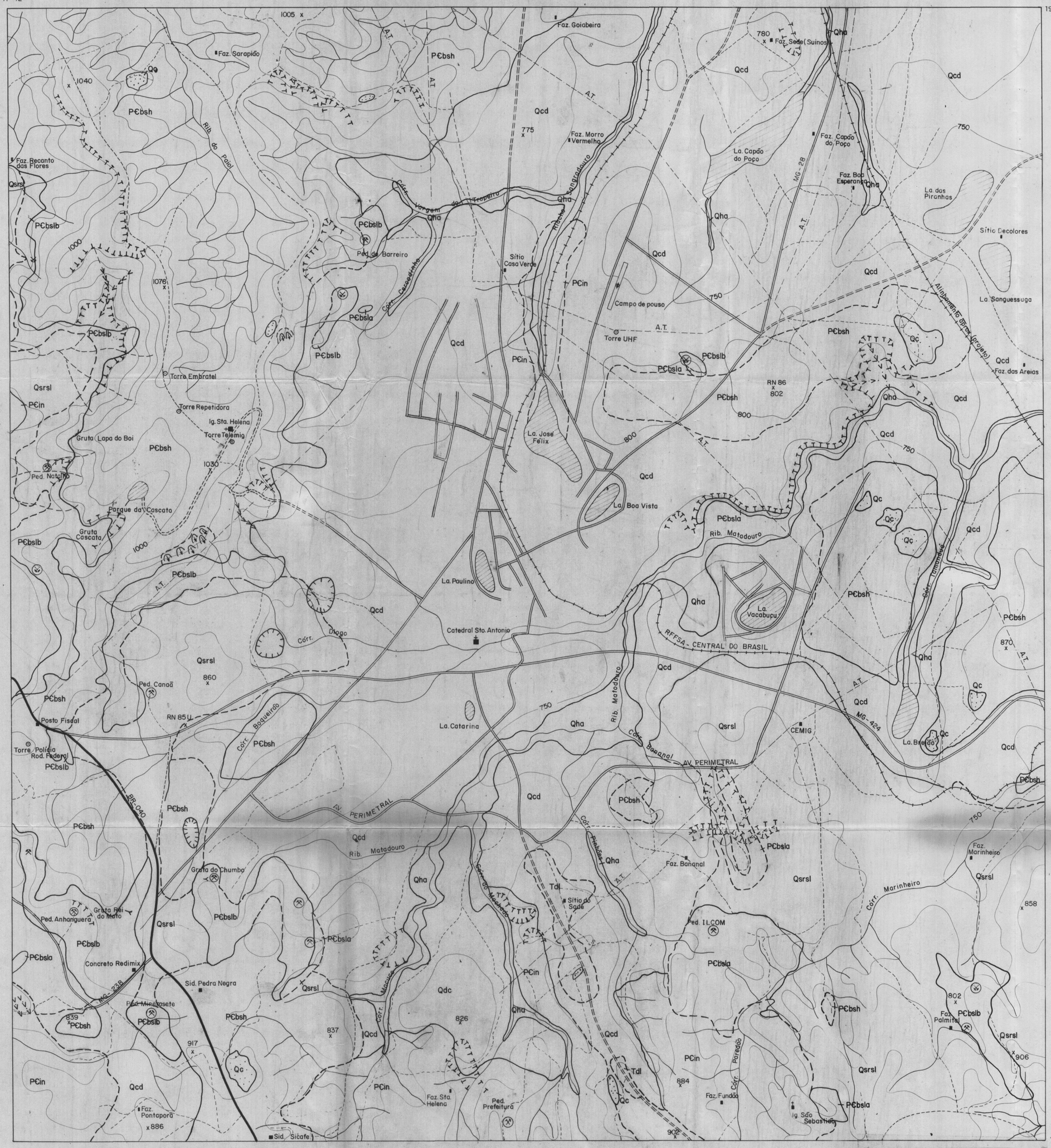
**1994**

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA NACIONAL DE MINAS E METALURGIA
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

44°17'42"

44°11'25"

19°24'25"




19°30'54"

## LEGENDA

| | |
|---|---|
| Qha | ALUVIÃO |
| Tdl | COBERTURA TERCIO-QUATERNÁRIO |
| Qc | CASCALHEIRAS |
| Qcd | COLÚVIO |
| PCbsh | RESIDUAL DO METAPELITO |
| Qsrsl | RESIDUAL DO CALCÁRIO |
| PCbsla | CALCARENITO |
| PCbslb | CALCISSILTITO |
| PCin | RESIDUAL DO EMBASAMENTO |

PEDREIRA EM ATIVIDADE

PEDREIRA DESATIVADA

### PROCESSOS DINÂMICOS

VOÇOROCA ESTABILIZADA

VOÇOROCA LINEAR ESTABILIZADA

ESCORREGAMENTO ESTABILIZADO

DOLINAS COM FUNDO PLANO, COLMATADO POR SEDIMENTOS

### -CONVENÇÕES-

Estradas de rodagem:
- Pavimentada com tráfego permanente
- Pavimentada de centro urbano
- Sem pavimentação com tráfego permanente
- Sem pavimentação com tráfego periódico

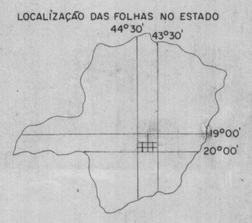
MG-424 - Rodovia estadual
BR-040 - Rodovia federal
- Estrada de ferro
A.T. - Linha de energia elétrica
- Curso d'água perene
- Curso d'água intermitente
- Curvas de nível
860 - Ponto altimétrico cotado
- Gruta
- Fazendas ou sítios
- Igreja

# PROJETO VIDA - VIABILIDADE INDUSTRIAL E DEFESA AMBIENTAL

## MAPA DE COBERTURAS

Base Cartográfica gerada a partir da ampliação da Folha SE-23-Z-C-II, SETE LAGOAS, Carta do Brasil, IBGE, esc. 1:100000 e atualização.

LOCALIZAÇÃO DAS FOLHAS NO ESTADO



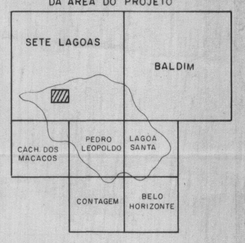

ESCALA 1:20000

400m 0 400 800 1200m

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR

1992

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO




### CONVÊNIO CPRM/UFMG

O Programa de Gestão e Administração Territorial - GATE, sob a coordenação geral de Valter José Marques, vem sendo executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM desde 1991. O Projeto VIDA - Viabilidade Industrial e Defesa Ambiental, integrante do Programa GATE, sob a coordenação geral de Ferrando Antônio de Oliveira e supervisão de Clayton Pino Pinto, vem sendo desenvolvido pela Superintendência Regional de Belo Horizonte desde fevereiro de 1991.

Este trabalho foi executado, através do convênio CPRM-UFMG, pelos graduandos do Instituto de Geociências Anderson de Paula Teodoro e Paulo Henrique Daniel, sob orientação do Prof. Dr. Edésio Teixeira de Carvalho (IGC-UFMG) e pelo geólogo André Danderfer Filho (CPRM).

Desenhista: Marcio Vieira da Silveira.

CPRM
BIBLIOTECA
2409

1/2

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA NACIONAL DE MINAS E METALURGIA
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

44° 17' 42"

44° 11' 25"

19° 24' 25"

19° 30' 54"

## — LEGENDA —

ESTRATIGRAFIA

CENOZÓICO

QUATERNÁRIO — Qha — CASCALHOS, AREIAS DE DEPÓSITOS ALUVIONARES

TERCIÁRIO — Tdl — SEDIMENTOS SILTO-ARGILOSOS E LATERITA

PRÉ-CAMBRIANO

GRUPO BAMBUÍ

FORMAÇÃO SERRA DE SANTA HELENA

p€bsh — METARGILITOS, METASSILTITOS E METASSILTITOS CALCÍFERO

FORMAÇÃO SETE LAGOAS:

p€bslb — UNIDADE B: METACALCARENITOS

p€bsla — UNIDADE A: METACALCILUTITOS

COMPLEXO GNÁISSICO-MIGMATÍTICO INDIVISO

p€in — GNAISSES, GRANITOS, MIGMATÍTICOS E ROCHAS BÁSICAS

ELEMENTOS ESTRUTURAIS:

- ACAMAMENTO COM MERGULHO MEDIDO
- HORIZONTE DE MOVIMENTO COM MERGULHO MEDIDO
- FOLIAÇÃO COM MERGULHO MEDIDO
- 5 — LINEAÇÃO DE EIXO DE DOBRAS COM CAIMENTO MEDIDO
- 5 — LINEAÇÃO MINERAL COM CAIMENTO MEDIDO
- 5 — LINEAÇÃO DE INTERSEÇÃO DE $S_0$ COM $S_1$ COM CAIMENTO MEDIDO
- 80 — FRATURA COM CAIMENTO MEDIDO
- FRATURA VERTICAL
- EIXO DE SINCLINAL INFERIDO COM CAIMENTO INDICADO
- EIXO DE ANTICLINAL INFERIDO COM CAIMENTO INDICADO
- TRAÇO DE FRATURA DEFINIDO
- TRAÇO DE FRATURA INDEFINIDO
- CONTATO LITOLÓGICO DEFINIDO
- CONTATO LITOLÓGICO INFERIDO
- CONTATO TECTÔNICO DEFINIDO
- CONTATO TECTONICO INFERIDO
- MINA EM ATIVIDADE
- MINA DESATIVADADA

SIMBOLOGIA DE OCORRÊNCIAS MINERAIS

- Ca — Calcário
- fl — Fluorita
- gn — Gnaisse
- ga — Galena
- mq — Malaquita
- pi — Pirita

— CONVENÇÕES —

Estradas de rodagem:
- Pavimentada com tráfego permanente
- Pavimentada de centro urbano
- Sem pavimentação com tráfego permanente
- Sem pavimentação com tráfego periódico
- MG-424 — Rodovia estadual
- BR-040 — Rodovia federal
- Estrada de ferro
- A.T. — Linha de energia elétrica
- Curso d'água perene
- Curso d'água intermitente
- Curvas de nível
- 860 — Ponto altimétrico cotado
- Gruta
- Fazendas ou sítios
- Igreja

# PROJETO VIDA - VIABILIDADE INDUSTRIAL E DEFESA AMBIENTAL

# MAPA GEOLÓGICO DE SETE LAGOAS

Base Cartográfica gerada a partir da ampliação da Folha SE-23-Z-C-II, SETE LAGOAS, Carta do Brasil, IBGE, esc. 1:100000 e atualização.

LOCALIZAÇÃO DAS FOLHAS NO ESTADO

44°30' 43°30' 19°00' 20°00'

ESCALA 1:20000

400m 0 400 800 1200m

PROJEÇÃO TRANSVERSA DE MERCATOR

1992

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DO PROJETO

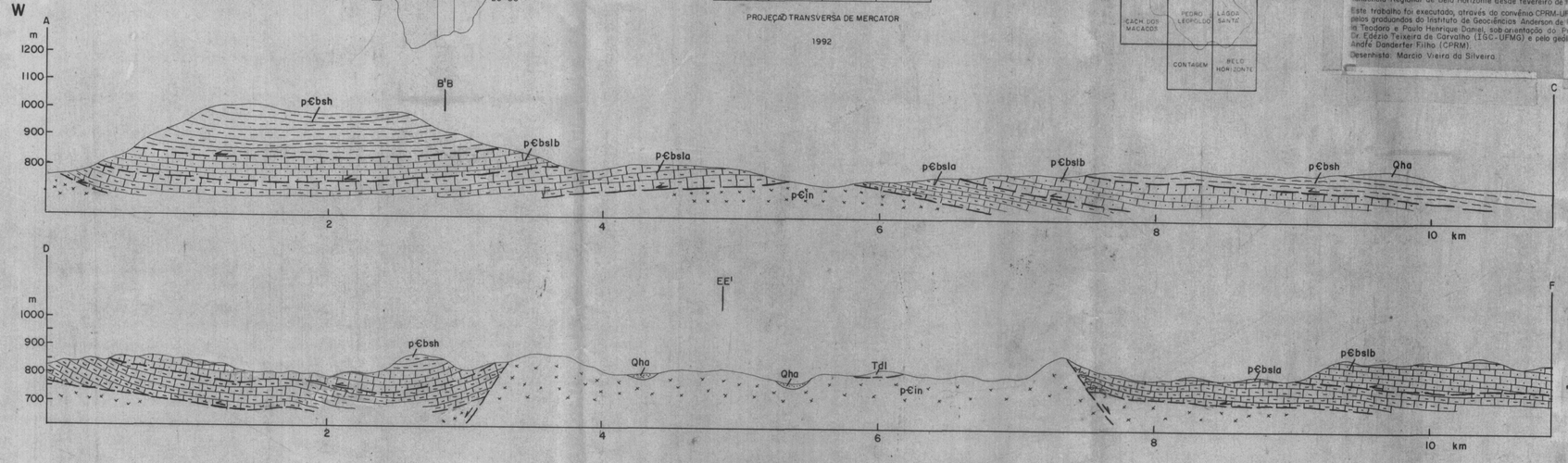
SETE LAGOAS — BALDIM — CACH. DOS MACACOS — PEDRO LEOPOLDO — LAGOA SANTA — CONTAGEM — BELO HORIZONTE

## CONVÊNIO CPRM/UFMG

O Programa de Gestão e Administração Territorial - GATE, sob a coordenação geral de Valter José Marques, vem sendo executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM desde 1991. O Projeto VIDA - Viabilidade Industrial e Defesa Ambiental, integrante do Programa GATE, sob a coordenação geral de Fernando Antônio de Oliveira e supervisão de Claiton Piva Pinto, vem sendo desenvolvido pelo Superintendência Regional de Belo Horizonte desde fevereiro de 1991.

Este trabalho foi executado, através do convênio CPRM-UFMG, pelos graduandos do Instituto de Geociências Anderson de Paula Teodoro e Paulo Henrique Daniel, sob orientação do Prof Dr. Edézio Teixeira de Carvalho (IGC-UFMG) e pelo geólogo André Danderfer Filho (CPRM).

Desenhista: Marcio Vieira da Silveira.




ESC. HORIZ.: 1:20000
ESC. VERT.: 1:10000

CPRM BIBLIOTECA 2409

2/2

# ENDEREÇOS DA CPRM

## Sede
SGAN - 603 - Modulo "I" - 1º andar - Cep: 70830.030 - Brasília - DF
Telefones: (061)312-5252 - (061)312-5253 (PABX)
Telex: 611355 - Fax: (061)225-3985

## Escritório Rio
Av. Pasteur, 404 - Urca - Cep: 22290.240 - Rio de Janeiro - RJ
Telefones: (021)295-5337 - (021)295-0032 (PABX)
Telex: 2122685 - 2132525 - Fax: (021)295-6347

## Diretoria de Recursos Minerais
Telefones: (021)295-6196 - (021)295-0032 (PABX)
Fax: (021)542-3647

## Departamento de Projetos Especiais
Telefones:(021)295-5446 - (021)295-0032 R.231
Fax:(021)295-6347

## Centro de Documentação Técnica
Telefones: (021)295-5897 - (021)295-5997 - (021)295-0032 R.250/389 - Fax: (021)295-6347

## Superintendência Regional de Belém
Av. Dr. Freitas, 3645 - Marco - Cep: 66095.110 - Belém - PA
Telefones: (091)226-0016 - (091)226-6066 (PABX)
Telex: 911149 - Fax: (091)226-0016

## Superintendência Regional de Belo Horizonte
Av. Brasil, 1731 - Funcionários - Cep: 30140.002 - Belo Horizonte - MG
Telefones: (031)261-3037 - (031)261-5977 (PABX)
Telex: 311011 - Fax: (031)261-5585

## Superintendência Regional de Goiânia
Rua 148, 485 - Setor Marista - Cep: 74001.970 - Goiânia - GO
Telefones: (062)281-1709 - (062)281-1522 (PABX)
Telex: 622157 - Fax: (062)281-1709

## Superintendência Regional de Manaus
Av. Carvalho Leal, 1017 - Cachoeirinha - Cep: 69065.001 - Manaus - AM
Telefones: (092)622-4387 - (092)622-4723 (PABX)
Telex: 922265 - Fax: (092)622-2977

## Superintendência Regional de Porto Alegre
Rua Banco da Província, 105 - Cep: 90840.030 - Porto Alegre - RS
Telefones: (051)233-4643 - (051)233-7311 (PABX)
Telex: 511062 - Fax: (051)233-7772

## Superintendência Regional de Recife
Av. Beira Rio, 45 - Madalena - Cep: 50610.100 - Recife - PE
Telefones: (081)228-2988 - (081)227-0277 (PABX)
Telex: 811368 - Fax: (081)228-2142

## Superintendência Regional de Salvador
6ª Avenida do Centro Administrativo da Bahia
Estrada da Sussuarana, 2862 - Cep: 41213.000 - Salvador - BA
Telefones: (071)371-4005 - (071)230-9977 (PABX)
Telex: 711182 - Fax: (071)371-4005

## Superintendência Regional de São Paulo
Rua Domingos de Morais, 2463 - Vila Mariana
Cep: 04035.000 - São Paulo - SP
Telefones: (011)575-2094 - (011)549-1133 (PABX)
Telex: 1123758 - Fax: (011)549-1565

## Residência de Fortaleza
Rua Henriqueta Galeno,380 - Dionísio Torres
Cep: 60135.420 - Fortaleza - CE
Telefones: (085)261-9098 - (085)244-7177 (PABX)
Telex: 851532 - Fax: (085)244-0499

## Residência de Porto Velho
Av. Lauro Sodré, 2561 - Bairro Tanques
Cep: 78904.300 - Porto Velho - RO
Telefones: (069)221-5435 - (069)223-3544 (PABX)
Telex: 0692124 - Fax: (069)221-5435

## Residência de Teresina
Rua Goiás, 312 - Sul
Cep:64001-570 - Teresina - PI
Telefones: (086)222-6963 - (086)222-4153 (PABX)
Telex: 0862141 - Fax: (086)222-6651

## Núcleo de Divulgação
Av. Brasil, 1731 - Funcionários - Cep: 30140.002
Belo Horizonte - MG
Telefones: (031)261-4300 - (031)261-5977 R.58
Telex: 311011 - Fax: (031)261-5585

CPRM
O Serviço Geológico do Brasil