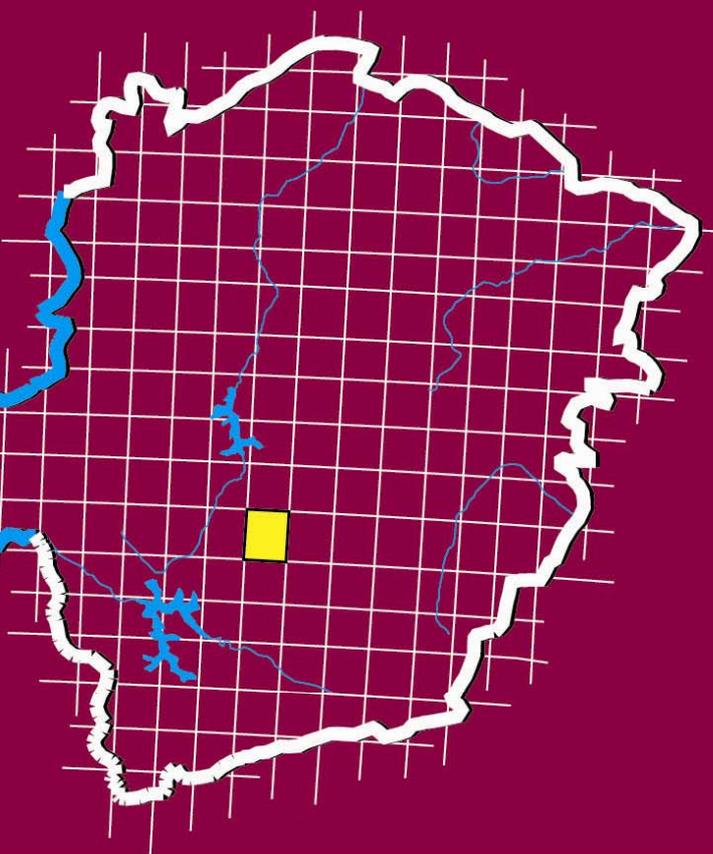
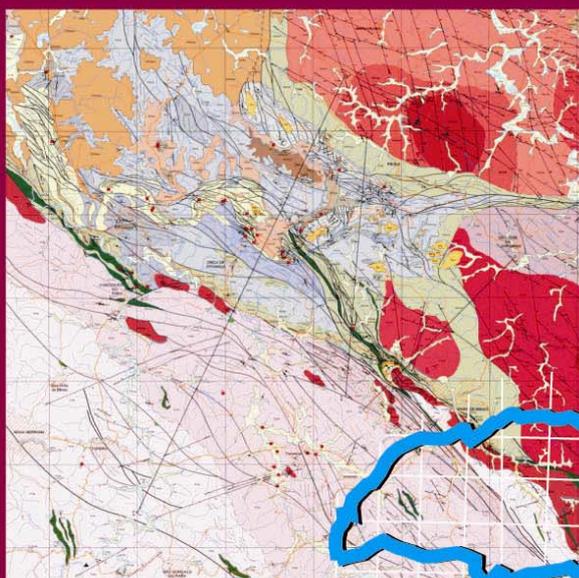


**Programa Geologia do Brasil
Levantamentos Geológicos Básicos**

GEOLOGIA DA FOLHA PARÁ DE MINAS* SE.23-Z-C-IV

Sistema de Informações Geográficas – SIG



**Escala 1:100.000
2007**

EDIÇÃO REVISTA E ATUALIZADA

* PARCERIA COM A UNIVERSIDADE
FEDERAL DE MINAS GERAIS – UFMG

 **CPRM**
Serviço Geológico do Brasil

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

NELSON JOSÉ HUBNER MOREIRA
Ministro Interino

Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

CLÁUDIO SCLIAR
Secretário

CPRM-SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

AGAMENON SÉRGIO LUCAS DANTAS
Diretor-Presidente

MANOEL BARRETTO DA ROCHA NETO
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

JOSÉ RIBEIRO MENDES
Diretor de Hidrogeologia e Gestão Territorial

FERNANDO PEREIRA DE CARVALHO
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

ÁLVARO ROGÉRIO ALENCAR SILVA
Diretor de Administração e Finanças

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS – UFMG

PROFESSOR RONALDO TADEU PENA
Reitor

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PROFESSORA CRISTINA HELENA RIBEIRO ROCHA AUGUSTIN
Diretora

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
Contrato CPRM- UFMG N°. 059/PR/05

Brasília, 2007



Secretaria de Geologia,
Mineração e Transformação Mineral

Ministério de
Minas e Energia



APRESENTAÇÃO

O Programa Geologia do Brasil (PGB), desenvolvido pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil, é responsável pela retomada em larga escala dos levantamentos geológicos básicos do país. Este programa tem por objetivo a ampliação acelerada do conhecimento geológico do território brasileiro, fornecendo subsídios para novos investimentos em pesquisa mineral e para a criação de novos empreendimentos mineiros, com a conseqüente geração de novas oportunidades de emprego e renda. Além disso, os dados obtidos no âmbito desse programa podem ser utilizados em programas de gestão territorial e de recursos hídricos, dentre inúmeras outras aplicações de interesse social.

Destaca-se, entre as ações mais importantes e inovadoras desse programa, a estratégia de implementação de parcerias com grupos de pesquisa de universidades públicas brasileiras, em trabalhos de cartografia geológica básica na escala 1:100.000. Trata-se de uma experiência que, embora de rotina em outros países, foi de caráter pioneiro no Brasil, representando uma importante quebra de paradigmas para as instituições envolvidas. Essa parceria representa assim, uma nova modalidade de interação com outros setores de geração de conhecimento geológico, à medida que abre espaço para a atuação de professores, em geral líderes de grupos de pesquisa, os quais respondem diretamente pela qualidade do trabalho e possibilitam a inserção de outros membros do universo acadêmico. Esses grupos incluem também diversos pesquisadores associados, bolsistas de doutorado e mestrado, recém-doutores, bolsistas de graduação, estudantes em programas de iniciação científica, dentre outros. A sinergia resultante da interação entre essa considerável parcela do conhecimento acadêmico nacional com a excelência em cartografia geológica praticada pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB) resulta em um enriquecedor processo de produção de conhecimento geológico que beneficia não apenas a academia e o SGB, mas à toda a comunidade geocientífica e à indústria mineral.

Os resultados obtidos mostram um importante avanço, tanto na cartografia geológica quanto no estudo da potencialidade mineral e do conhecimento territorial em amplas áreas do território nacional. O refinamento da cartografia, na escala adotada, fornece aos potenciais usuários, uma ferramenta básica, indispensável aos futuros trabalhos de exploração mineral ou aqueles relacionados à gestão ambiental e à avaliação de potencialidades hídricas, dentre outros.

Além disso, o projeto foi totalmente desenvolvido em ambiente SIG e vinculado ao Banco de Dados Geológicos do SGB (GEOBANK), incorporando o que existe de atualizado em técnicas de geoprocessamento aplicado à cartografia geológica e encontra-se também disponível no Portal do SGB www.cprm.gov.br.

As metas físicas da primeira etapa dessa parceria e que corresponde ao biênio 2005-2006, foram plenamente atingidas e contabilizam 41 folhas, na escala 1:100.000, ou seja aproximadamente 1,5% do território brasileiro. As equipes executoras correspondem a grupos de pesquisa das seguintes universidades: UFRGS, USP, UNESP, UnB, UERJ, UFRJ, UFMG, UFOP, UFBA, UFRN, UFPE e UFC.

Este CD contém a *Nota Explicativa da Folha Pará de Minas*, juntamente com o *Mapa Geológico na escala 1:100.000 (SE.23-Z-C-IV)*, em ambiente SIG, executado pela UFMG, através do Contrato CPRM-UFMG N^o 059/PR/05.

Brasília, setembro de 2007

AGAMENON DANTAS
Diretor Presidente

MANOEL BARRETTO
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
Contrato CPRM-UFMG N°. 059/PR/05

NOTA EXPLICATIVA DA FOLHA

PARÁ DE MINAS
(SE.23-Z-C-IV)

1:100.000

AUTOR

Antônio Wilson Romano

COORDENAÇÃO GERAL

Antônio Carlos Pedrosa Soares

APOIO INSTITUCIONAL DA CPRM

Departamento de Geologia-DEGEO
Edilton José dos Santos

Divisão de Geologia Básica-DIGEOP
Inácio Medeiros Delgado

Divisão de Geoprocessamento-DIGEOP
João Henrique Gonçalves

Edição do Produto
Divisão de Marketing-DIMARK
Ernesto von Sperling

Gerência de Relações Institucionais e
Desenvolvimento - GERIDE/ SUREG-BH
Marcelo de Araújo Vieira

Brysa de Oliveira
Elizabeth de Almeida Cadête Costa
M. Madalena Costa Ferreira
Rosângela Gonçalves Bastos de Souza
Silvana Aparecida Soares

Representante da CPRM no Contrato
Fernando Antônio Rodrigues de Oliveira

APOIO TÉCNICO DA CPRM

Supervisor Técnico do Contrato
Luiz Carlos da Silva

Apoio de Campo
Manoel Pedro Tuller
Carlos Alberto Heineck

Revisão do Texto
Luiz Carlos da Silva

Organização e Editoração
Luiz Carlos da Silva
Carlos Augusto da Silva Leite

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM/Serviço Geológico do Brasil.

Pará de Minas- SE.23-Z-C-IV, escala 1:100.000: nota explicativa./Antônio Wilson Romano, - Minas Gerais:
UFMG/CPRM, 2007.

65p; 01 mapa geológico (Série Programa de Geologia do Brasil – PGB, totalizando 41 folhas em território
brasileiro) versão em CD-Rom.

Conteúdo: Projeto desenvolvido em SIG – Sistema de Informações Geográficas utilizando o GEOBANK – Banco
de dados.

1- Geologia do Brasil- I- Título II- Pedrosa Soares, A.C. Coord. III- Romano, A.W..

CDU 551(815)
ISBN 978-85-7499-043-9

AGRADECIMENTOS

Ao longo deste trabalho muitas foram as pessoas e entidades que colaboraram para seu êxito. Certamente muitas serão esquecidas, outras não serão lembradas com a devida importância, porém o agradecimento é externado a todos que contribuíram para que a Geologia da Folha de Pará de Minas pudesse ser conhecida e divulgada.

O agradecimento inicial vai para Cibele Paiva, geóloga e companheira de todas as horas, principalmente em muitas viagens de campo na região de Pará de Minas, e na sua colaboração fundamental para finalização deste relatório.

Aos geólogos e colegas do Projeto: Luiz Guilherme, Horn, Noce, Mário Chaves, Cristiane, Juliane, Camila e Gláucia pelo apoio mútuo e sobretudo ao Antônio Carlos – Calota, pelo seu esforço extra de coordenação, que certamente muito lhe consumiu em tempo e paciência.

Ao pessoal da CPRM-BH, nas pessoas de Fernando Antônio Rodrigues de Oliveira (Gerente-Geremi/SUREG-BH), e aos geólogos Carlos Alberto Heineck e Manoel Pedro Tuller, pelo acompanhamento ao campo, discussões e sugestões que contribuíram para minimizar dúvidas na elaboração final do mapa.

Aos dirigentes da Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral e da CPRM-Serviço Geológico do Brasil: Giles Carriconde, Cláudio Scliar, Roberto Ventura Santos, Agamenon Dantas e Manoel Barretto pela viabilização de uma parceria com a Universidade Brasileira que certamente muito contribuirá para o conhecimento geológico do país.

Ao Luiz Carlos da Silva (Supervisor da CPRM) e demais membros da equipe de revisores da CPRM pelo apoio.

A secretária Maria Cristina Teixeira, sempre solícita aos pedidos dos membros da equipe e aos laminadores Wenceslau e Fernando pela rapidez na execução das lâminas delgadas.

Finalmente aos mineradores e habitantes rurais da região de Pará de Minas, Pitangui, Onça do Pitangui, Conceição do Pará e demais municípios que, durante todos os anos de trabalho do autor na região nunca criaram obstáculos à sua livre circulação nas fazendas e minas e também no fornecimento de dados, quando solicitados. Em especial, agradecimentos ao geólogo William Fagundes Campos da Mineração Jaguar, em Conceição do Pará, pela boa vontade em disponibilizar amostras do minério e ao Sr. Geraldinho da Maroca, da Mineração Serra do Andaime pelos muitos favores prestados.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	i
1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 Localização e Acessos	2
1.2 Dados de Produção.....	2
2 - ASPECTOS FISIAGRÁFICOS, HIDROGRAFIA, CLIMA E VEGETAÇÃO.....	2
2.1 Geomorfologia	4
2.2 Hidrografia.....	5
2.3 Clima	6
2.4 Vegetação.....	4
3 - TRABALHOS ANTERIORES	8
3.1 Histórico	8
3.2 Resumo Bibliográfico	10
4 - CONTEXTO GEOTECTÔNICO E GEOLOGIA REGIONAL.....	12
5 - GEOLOGIA LOCAL	14
5.1 Descrição das Unidades Litoestratigráficas	14
5.1.1 Embasamento Cratônico	14
5.1.2 Supergrupo Rio das Velhas.....	23
5.1.3 Granitóides Sin a Tarditectônicos	35
5.1.4 Granitoides Tarditectônicos	37
5.1.5 Diques Básicos (MNPβ)	38
5.1.6 Grupo Bambuí	39
5.1.7 Neógeno.....	44
5.2 Geologia Estrutural.....	44
5.3 Metamorfismo	48
5.3.1 Metamorfismo Regional	48
5.3.2 Hidrotermalismo e Metassomatismo	49
5.4 Análises Geoquímicas	51
5.4.1 Comportamento do Alumínio e Titânio - Correlação Al ₂ O ₃ X TiO ₂	53
5.5 Recursos Minerais	56
5.5.1 Ouro	57
5.5.2 Agalmatolito.....	59
5.5.3 Calcário Dolomítico	60
5.5.4 Areia e Argila	60
5.5.5 Quartzo	61
5.5.6 Filito Carbonoso.....	61
5.5.7 Filito Caulínico e Cerâmico.....	61
5.5.8 Brita para Construção Civil	62
5.5.9 Gnaisse Ornamental.....	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

1. INTRODUÇÃO

O Relatório Final aqui apresentado acompanha o mapa geológico escala 1:100.000 da área coberta pela Folha Pará de Minas (SE-23-Z-C-IV), um produto do Contrato CPRM 059/PR/05 firmado com a UFMG em maio de 2005 e concluído em fevereiro de 2006. Este contrato de prestação de serviços técnicos especializados objetivou o mapeamento geológico e cadastramento de recursos minerais das áreas cobertas pelas folhas Ecoporanga, Espera Feliz, Jequitai, Manhuaçu, Mantena, Monte Azul e Pará de Minas (Figura 1).

Os produtos finais deste contrato foram elaborados em plataforma de SIG - Sistema de Informações Geográficas (mapa geológico, bancos de dados) e outros aplicativos informatizados (relatório, bancos de dados).

1.1 Localização e Acessos

A folha de Pará de Minas em escala 1:100.000 tem as dimensões de 30' x 30' e é delimitada pelas seguintes coordenadas geográficas: latitude 19°30'– 20°00' e longitude 44°30'– 45°00' e ocupa uma área de aproximadamente 2.900 Km² (Figura 1).

Inserir-se na Região Central de Planejamento do estado de Minas Gerais, precisamente na área de influência direta de sua capital, pois o município que denomina a folha dista apenas 80Km dela.

Os municípios, cujas sedes localizam-se na folha, além da que lhe empresta o nome, são: Pitangui, Onça do Pitangui, Conceição do Pará, São Gonçalo do Pará, Nova Serrana, Igaratinga, Maravilhas, Pequi e São José da Varginha.

Os acessos são variados e de boa qualidade, contando com diversas estradas pavimentadas e de grande circulação humana e de carga, pois a região está situada na rota que faz o acesso de Belo Horizonte com a região oeste de Minas Gerais e do Brasil central. O principal eixo rodoviário é a BR 262 que vai de Vitória, ES até Corumbá, MS e atravessa toda a porção centro sul folha em direção leste-oeste.

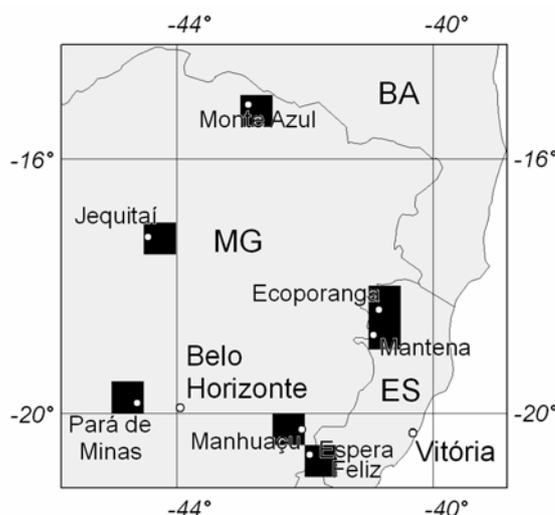


Figura 1: Localização da Folha Pará de Minas; contrato CPRM **059/PR/05-UFMG**.

A cidade de Pará de Minas concentra a maior parte dos serviços em sua área de influência e torna-se, por isso, um polo rodoviário de importância secundária, com boas ligações para os outros eixos

rodoviários da região sudeste através de diversos trechos pavimentados descritos abaixo:

- a BR 352 faz a ligação Pará de Minas a Abaeté, passando por Pitangui;
- a MG 431, desde a BR 381 (Belo Horizonte - São Paulo) até a cidade de Maravilhas; desta última cidade existe uma outra ligação, a MG 238 parcialmente pavimentada, que faz a ligação com Sete Lagoas, e atravessa a parte ocidental da folha;

A MG 423 liga a cidade de Pitangui com a BR 262 e com a MG 050.

Além destes, existem diversos outros trechos de estradas não pavimentadas porém de boas condições de tráfego durante todo o ano.

A única estrada de ferro existente, um ramal da antiga RRFSA, que ligava Mateus Leme a Pitangui, foi estirpada no início da década de 80.

A cidade de Pará de Minas conta com uma pista de pouso homologada pelo DAC.

1.2 Dados de Produção

A folha de Pará de Minas, na contratação do projeto, já contava aproximadamente com 90% de sua área levantada durante 20 anos de pesquisas geológicas empreendidas pelo autor na região. A maior parte dos dados levantados ao longo deste período é, ou teve a participação do autor, e está dispersa em uma Tese de Doutorado, 3 Dissertações de Mestrado e 2 Trabalhos Geológicos de Graduação, além de um significativo número de trabalhos inéditos ou veiculados em eventos e revistas de divulgação científica/técnica.

A maior parte destes trabalhos resultou em mapas geológicos, com maior ou menor grau de detalhamento, que foram resgatados e utilizados na elaboração do mapa definitivo. No entanto, nem todos os dados dos levantamentos de campo anteriores puderam ser recuperados. Foram então considerados como dados atuais somente a produção especificamente conseguida no período de vigência do presente projeto e os dados recuperados nos levantamentos anteriores que correspondem a cerca de 40% do que realmente existe para a região.

O mapa geológico ora apresentado é produto da reinterpretção dos dados antigos, complementados por trabalhos de campo nos pontos mais problemáticos da área e especialmente centrados onde não havia detalhe suficiente. Por conseguinte, o número de estações de campo registrados no banco AFLORA não reflete o grau de cobertura total existente para a folha.

Os dados disponibilizados e registrados para a folha de Pará de Minas constam do seguinte:

- a - 580 estações de campo descritas e compiladas;
- b - 155 lâminas delgadas;
- c - 02 seções polidas;
- d - 50 análises químicas de rocha total;
- e - 03 determinações geocronológicas.

Das estações de campo registradas, 164 foram obtidas na campanha de campo atual, descrevendo novos afloramentos encontrados ou procurando esclarecer pontos obscuros em afloramentos já conhecidos.

Foram confeccionadas apenas 18 lâminas delgadas e 02 seções polidas de um minério proveniente de mina de ouro recém aberta e da qual ainda não havia descrições; as outras lâminas são de trabalhos anteriores.

As análises geoquímicas são oriundas da tese de doutorado do autor e de dissertações de mestrado anteriores, sendo realizadas para este trabalho ainda 20 análises de elementos maiores em rocha total.

As 03 determinações geocronológicas (pelo método U-Pb em zircões) são de trabalhos anteriores e interessam os maciços graníticos estudados; sendo que 02 destas idades foram obtidas pelo próprio autor.

Todos os afloramentos descritos e compilados estão registrados no Banco AFLORA (arquivado em CD, anexo). Os bancos de dados diretamente ligados ao mapa geológico digital em SIG, ou seja, estruturas de pontos e linhas e recursos minerais, foram preenchidos apenas com cerca de 350 afloramentos selecionados, para melhor clareza gráfica, em função das características das bibliotecas diversas fornecidas pela CPRM.

2. ASPECTOS FISIGRÁFICOS, HIDROGRAFIA, CLIMA E VEGETAÇÃO

A folha de Pará de Minas está situada entre o sistema montanhoso do Quadrilátero Ferrífero e o Planalto do São Francisco. Os principais domínios morfológicos da folha estão esboçados na figura 2.

A feição fisiográfica mais proeminente da região é o *Plateau* de Pitangui, esculpido em rochas metavulcânicas e metassedimentares do Supergrupo Rio das Velhas. Esta feição é limitada ao sul pelos *hogbacks* das Serra dos Ferreiras, Serra do Antimes e Serra da Jaguará com altitude máxima de 1060 metros; a leste pelas escarpas quartzíticas das Serra Grande e Serra dos Correias, altitude

máxima de 1224 metros e a norte pela crista proeminente da Serra do Rio do Peixe, cuja altitude máxima alcança 1210 metros. Este *plateau* tem uma acentuada declividade em sentido noroeste, de modo que, ao norte de Pitangui, ele é truncado por uma outra forma de relevo totalmente contrastante, de formas tabulares. Estas formas tabulares, configurando interflúvios muito amplos, por vezes de dezenas de quilômetros de largura, tornam-se as formas predominantes do relevo ao norte da folha.

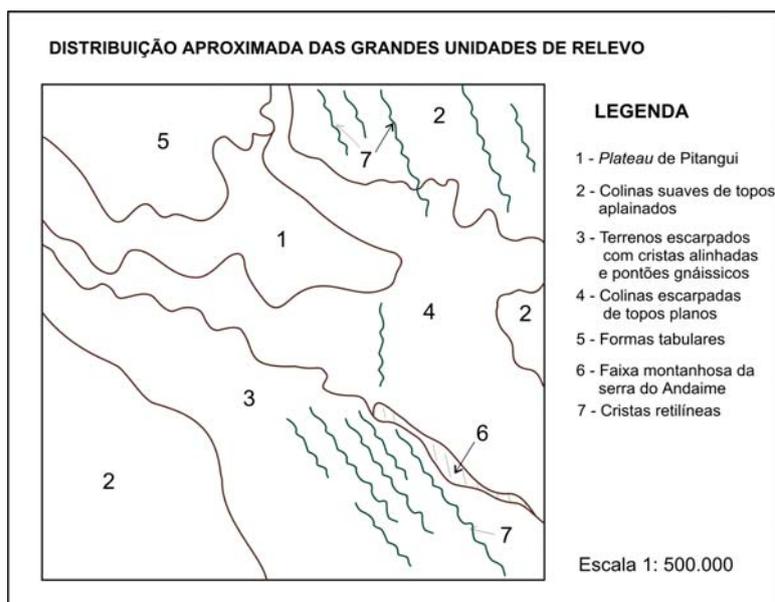


Figura 2: Distribuição aproximada das grandes unidades de relevo na folha.

A região sudoeste da folha é caracterizada por dois domínios morfológicos bem contrastantes. O canto sudoeste, entre Nova Serrana e São Gonçalo do Pará é caracterizado por um relevo mais maduro, com colinas suaves de topos aplainados e altitude média em torno de 750 – 800 metros (máximo de 900 metros), desenvolvidos sobre rochas gnáissicas e, mostrando uma suave declividade em direção ao curso do rio Pará, onde as cotas estão em aproximadamente 650 metros.

Este mesmo tipo de relevo é encontrado também na parte nordeste da folha, região de Maravilhas, estruturado em terrenos graníticos e também nas cercanias de São José da Varginha desenvolvido sobre terrenos gnáissicos do Complexo Belo Horizonte. Em ambas as regiões as cotas médias têm

em média 750 metros, com declive igualmente suave em direção à calha do Rio Paraopeba. Nestas três regiões o padrão de drenagem é tipicamente dendrítico.

Adjacente a este domínio morfológico, no segmento que vai de Conceição do Pará até Pará de Minas, ao longo dos vales dos rios São João e Pará, o relevo se torna fortemente rejuvenescido, com desenvolvimento de altas escarpas gnáissicas e pontões de rochas inteiramente livres da capa intempérica. A rede de drenagem tem um marcante padrão retangular estando os cursos d'água, por vezes, profundamente encaixados, com deslocamentos visíveis em fotografias aéreas. Nesta região existe um acentuado reposicionamento dos depósitos aluvionares em níveis de terraços mais elevados em relação ao nível atual dos cursos d'água. Um outro domínio, transicional entre os dois tipos anteriores, ora predominando colinas de topos suaves, ora formas mais proeminentes, com colinas escarpadas de topos planos, mostrando algum grau de rejuvenescimento, situa-se entre Pitangui e Onça do Pitangui e é estruturado principalmente sobre rochas metavulcânicas e metassedimentares do Supergrupo Rio das Velhas. Neste domínio observa-se um forte controle da litologia sobre o desenvolvimento do relevo, existindo regiões, como ao norte da Serra do Rio do Peixe, com largas faixas do terreno onde predominam rochas vulcânicas básicas, totalmente arrasadas.

Uma pequena faixa montanhosa desenvolve-se ao longo da Serra do Andaime, rumo sudeste até a cidade de Pará de Minas, estruturada sobre quartzitos e hidrotermalitos muito resistentes ao intemperismo. Trata-se de uma forma dobrada topograficamente invertida com altitude máxima de 1030 metros e estruturada sobre rochas quartzíticas.

No entanto, o que mais chama a atenção e constitui uma das mais notáveis expressões topográficas da região é o padrão absolutamente retilíneo de finas cristas ocupadas por veios de quartzo. Estas cristas são agudas e têm, em geral, poucas dezenas até poucas centenas de metros de largura, porém extensão de, não raramente, dezenas de quilômetros. As mais proeminentes são aquelas da Serra da Piteira que estende-se da cidade de Pará de Minas em direção sudeste, o Morro do Facão, entre Pará de Minas e Onça do Pitangui, a Serra da Traíra, no norte da folha, além de dezenas de outras, de maior ou menor expressão. Elas são desenvolvidas exclusivamente sobre os veios de quartzo e, contrariamente à opinião corrente, os diques de rochas básicas não ocupam relevos proeminentes, suas cristas são bem mais discretas.

2.1 Geomorfologia

No aspecto geomorfológico segundo o conceito de King (1956), os topos aplainadas das serras quartzíticas mais elevadas, onde nota-se um desenvolvimento, por vezes extenso, de carapaças lateríticas consolidadas, de idade presumível miocênica-pliocênica, devem representar as superfícies mais antigas da plataforma sul americana, desenvolvidas antes do Mioceno.

Pouco resta da grande superfície de aplainamento Sulamericana, pois ela foi quase que inteiramente retrabalhada pelo Ciclo Velhas. Uma única testemunha desta superfície é encontrada no alto do *Plateau* de Pitangui, ao norte da Serra dos Ferreiras onde existe uma larga porção de terreno aplainada em cerca de 1.000 metros de altitude que, em direção oeste é truncada pelo relevo de formas tabulares, indubitavelmente, a expressão mais evidente do ciclo de erosão Velhas.

A Superfície Velhas está sendo dissecada pelo regime atual de drenagem, de modo que, em grande parte da região, ela não é muito evidente.

A fotografia 1, tomada no sentido sudeste noroeste, mostra os principais acidentes geográficos da folha.

2.2 Hidrografia

Toda a folha está situada na Bacia Hidrográfica do rio São Francisco, sub-bacias dos rios Pará e Paraopeba, ambas afluentes de sua margem direita. Os cursos d'água tributários mais importantes do rio Pará são: o rio São João, o ribeirão Paciência que banha a cidade de Pará de Minas e o rio do Peixe ao norte de Pitangui. Os afluentes do rio Paraopeba na região são todos de pequeno caudal. O principal divisor de águas das duas bacias é o *Plateau* de Pitangui.

2.3 Clima

O clima da região é do tipo Cwa na classificação de Köppen, que significa a existência de invernos secos e verões brandos, com a média do mês mais frio inferior a 19°C; estes parâmetros caracterizam um clima mesotérmico do tipo tropical de altitude.

2.4 Vegetação

A vegetação predominante em toda a extensão da folha é do tipo cerrado de porte médio, ocorrendo manchas de florestas perenifólias a subcaducifólias no domínio das rochas do Supergrupo Rio das Velhas e nos terrenos granito-gnáissicos mais úmidos. Contam-se ainda muitos trechos de matas ciliares, alguns em franco processo de regeneração e raros campos de altitude nos altos quartzíticos. Matas residuais de tendência homogênea de anacardiáceas (candeia, aroeira) são encontradas em pontos isolados, como, por exemplo, na Serra do Andaime.

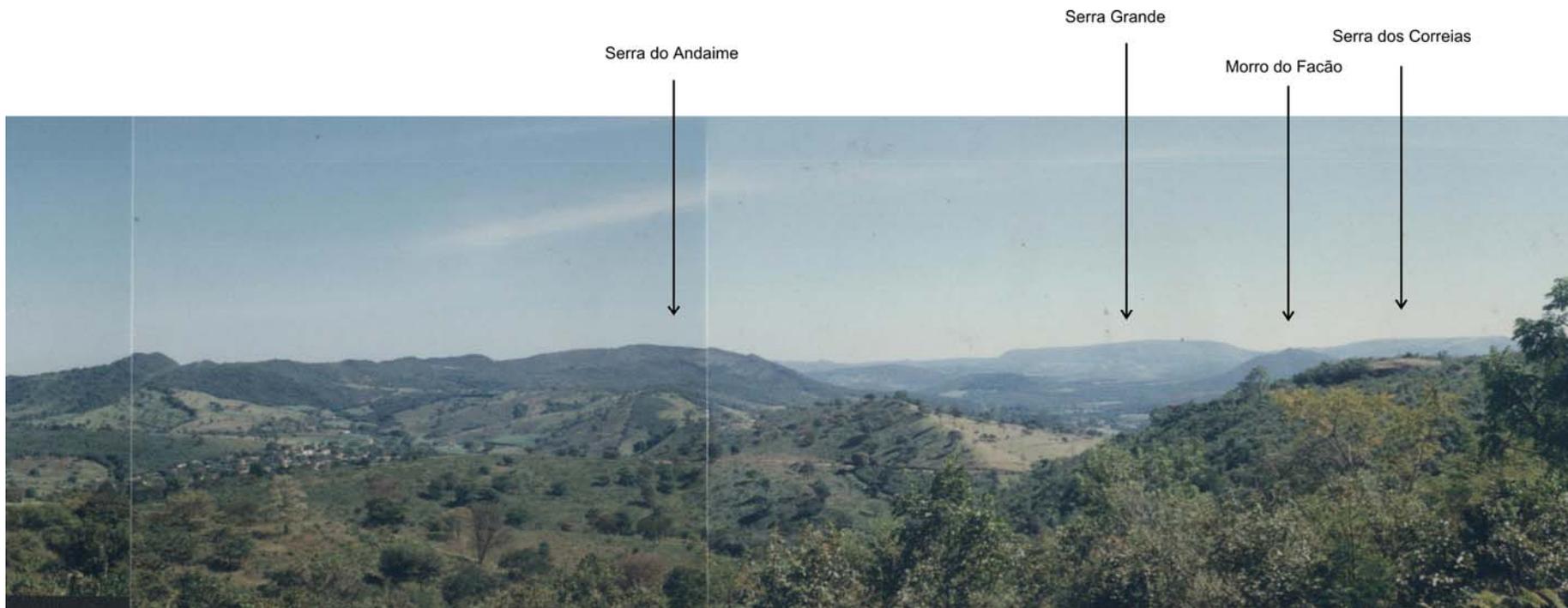


Foto 1: Vista tomada do alto da Serra da Piteira no sentido sudeste-noroeste mostrando os principais acidentes geográficos da região.

3. TRABALHOS ANTERIORES

3.1 Histórico

Até o presente mapeamento, a Folha de Pará de Minas não dispunha de trabalhos sistemáticos de mapeamento geológico que cobrissem grandes áreas, de tal forma que dados históricos constantes da listagem fornecida pela CPRM são em muito pequeno número.

Estes dados consistem em: 41 afloramentos descritos, 33 pontos de ocorrências minerais; 37 pontos de amostragem geoquímica de sedimentos de corrente; 4 pontos de ocorrência de kimberlitos e 1 ponto de ocorrência fossilífera dentro da cidade de Pitangui(?). Os mapas disponíveis são quase todos inéditos e importam em: - relatórios de pesquisa mineral de circulação restrita de empresas mineradoras, trabalhos publicados em eventos, dissertações de mestrado e uma tese de doutorado.

Na figura 3 foi feito um resumo de todos os trabalhos de mapeamento consultados e existentes na região, em escala igual ou menor que 1: 100.000.

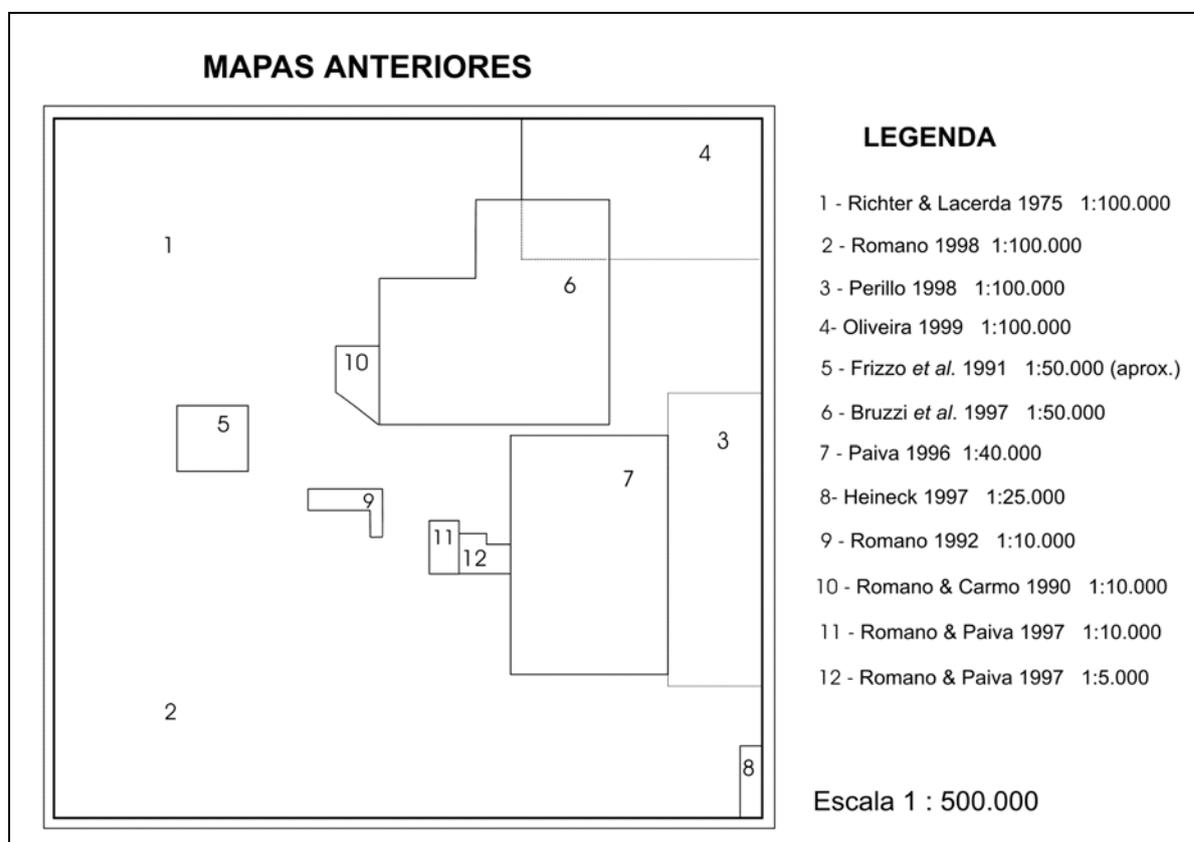


Figura 3: Mapas geológicos anteriores consultados e/ou compilados.

Do ponto de vista histórico, a área coberta pela Folha Pará de Minas, apesar de estar situada na fronteira oeste do Quadrilátero Ferrífero, uma das regiões pré-cambrianas mais bem conhecidas do Brasil, nunca mereceu por parte dos geólogos uma atenção especial. Esta região ficou relegada à um segundo plano durante um longo tempo, apesar de estar situada, desde o início do século XVIII, na trilha dos bandeirantes que, partindo de Ouro Preto e Sabará, demandavam à Paracatu e Goiás, em busca de novas riquezas minerais. As cidades de Mateus Leme, Onça do Pitangui e Pitangui foram fundadas pelos bandeirantes e são o testemunho de uma época em que o ouro chegou a ser abundante nos cascalhos dos rios Pará e São João e em alguns de seus tributários. A mineração do ouro decresceu de importância pela rápida exaustão dos depósitos aluvionares e com ela veio a decadência dos núcleos populacionais mais antigos. Os depósitos de ouro primário, contrariamente aos da região de Ouro Preto, nunca chegaram a ser pesquisados. Isto veio a acontecer somente a partir de meados do século XX, com o estudo de algumas ocorrências na região de Conceição do Pará. A descoberta de depósitos mais importantes foi fruto de trabalhos sistemáticos de prospecção e pesquisa que aconteceram a partir da década de 70, patrocinados por grandes empresas mineradoras. Atualmente, pelo menos uma mina, já lavrada durante a década de 80, está retomando suas atividades, o que permite antever um futuro mais promissor para a mineração do ouro na região.

Entretanto, desde os anos 30, a região de Pará de Minas já era conhecida por causa de uma rocha muito peculiar que até então só era ocorrente em grandes volumes na Carolina do Norte nos Estados Unidos. Tratava-se do agalmatolito, uma rocha peraluminosa, material de grande importância para a indústria cerâmica fina.

Durante a década de 50 e principalmente na de 60, com a construção de grandes siderurgias na região sudeste, a região voltou a ser um alvo de interesses minerários, pois o agalmatolito tornou-se um excelente material para a fabricação de refratários sílico-aluminosos, indispensáveis para o revestimento de altos fornos e fabricação de lingoteiras, portanto, essenciais para a produção de ferro gusa e aço. Diversas minas foram abertas por empresas cerâmicas na região que vai de Pará de Minas até Pitangui.

Até os dias atuais a mineração de agalmatolito continua bastante ativa na região entre Pitangui e Pará de Minas em especial na Serra dos Ferreiras, município de Onça do Pitangui, pois os usos deste material têm sido atualmente mais diversificados, principalmente como carga mineral para indústria química.

A região da Serra Grande e Serra dos Correias, ao norte de Onça do Pitangui, onde ocorre um espesso pacote conglomerático e quartzítico foi alvo, durante a década de 70, de um programa de pesquisa para urânio, pela então Nuclebrás, porém os resultados não são conhecidos e nenhum artigo foi dado à publicidade.

Nos últimos anos, campanhas de prospecção mineral sistemáticas, empreendidas por grandes empresas mineradoras, levaram à descoberta de alguns *pipes* kimberlíticos. Porém os resultados das pesquisas não se mostraram promissores.

Apesar do apelo econômico, a região continuou a ser geologicamente desconhecida e os trabalhos se resumiam em algumas observações geológicas e mineralógicas pontuais e dispersas, alguns

poucos relatórios técnicos de pesquisa mineral não publicados e poucos trabalhos de reconhecimento geológico em escalas diversas.

Um histórico das pesquisas geológicas regionais será feito a seguir, no intuito de situar a região no contexto da geologia da parte meridional do Cráton do São Francisco.

3.2 Resumo Bibliográfico

As primeiras observações devem-se à Guimarães & Barbosa (1934) que consideraram a região como uma prolongação da "Série de Minas", segundo um conceito generalizado na época, que correlacionava todas as seqüências portadoras de metassedimentos epimetamórficos e minério de ferro bandado como pertencente àquela série. Moraes (1938) e Leinz (1938) descreveram a geologia concernente aos depósitos de agalmatolitos, principalmente em torno da cidade de Pará de Minas, já então lavrados e enviados à São Paulo onde era usado na indústria cerâmica; estes autores propuseram uma gênese hidrotermal para estas rochas, tomando como partida um protólito sedimentar.

A primeira referência sobre o posicionamento da grande estrutura dobrada de Pitangui como sendo pertencente ao Supergrupo Rio das Velhas apareceu em um mapa geológico em escala 1:1.000.000 de autoria de Grossi Sad (1968), não publicado.

Durante a vigência do Projeto Geofísico Brasil Alemanha (CGBA-DNPM), Richter & Lacerda (1975) em relatório não publicado, fizeram um reconhecimento geológico em escala 1:100.000 e novamente, correlacionaram toda a seqüência metavulcânica e metassedimentar regional com o Supergrupo Minas. Apesar dos mapas apresentados serem pouco detalhados, ressalte-se que este trabalho foi a primeira visão da estruturação geral das rochas e a divisão do embasamento cratônico em duas regiões distintas, ao norte o complexo gnáissico de Maravilhas e ao sul, o complexo gnáissico de Carioca.

Costa & Romano (1976), voltam a considerar a seqüência de rochas metavulcânicas e metassedimentares na faixa entre Mateus Leme – Pará de Minas – Pitangui como pertencentes ao Supergrupo Rio das Velhas.

Menezes Filho *et al.* (1977), no relatório final do Projeto Três Marias, citam a existência de diversas semelhanças litológicas e estruturais entre as rochas da região de Pitangui e aquelas da Serra do Espinhaço, correlacionando então as duas seqüências. De todas as correlações feitas esta é a menos aceitável, pois implicaria na atuação da orogênese tangencial brasileira, de vergência oeste, na região de Pitangui, o que é absolutamente incompatível com o padrão estrutural observado para ela.

As primeiras estruturas puramente vulcanogênicas, *pillow* lavas deformadas em metabasaltos, foram descritas por Ladeira (1981), na região de Velho da Taipa, sul de Pitangui.

Romano (1985, 1989, 1990 a e b, 1993 a e b), Romano & Carmo (1990, 1992), Carmo & Romano (1996) discutem a origem dos depósitos de rochas peraluminosas com proposição de uma síntese de todos os trabalhos regionais, Estes autores centram-se na evolução tectônica e na alteração hidrotermal clássica ligada à circulação de fluidos pós-vulcânicos, como responsável pela origem

dos depósitos de rochas peraluminosas da faixa entre Mateus Leme – Pará de Minas – Onça do Pitangui – Pitangui.

O papel da tectônica transcorrente como responsável pela alteração hidrotermal e pelo posicionamento crustal de corpos granitóides foi inicialmente evidenciado por Paiva (1996) e Romano & Paiva (1997a).

O caráter colisional de corpos granitóides alojados ao longo do denominado Lineamento Pitangui (Romano & Noce 1995) foi geoquimicamente demonstrado por Romano *et al.* (1995) e Perillo (1998).

Heineck (1997, 2005) estudando a geologia da região de Mateus Leme, no prolongamento sudeste das estruturas de Pará de Minas, também evidencia o papel da tectônica compressiva no processo de alteração hidrotermal.

Na controvérsia da idade das rochas da região existe sempre uma dupla divisão proposta, com alguns autores considerando a possibilidade dos pacotes metassedimentares, essencialmente quartzíticos, do topo da seqüência, pertencerem ao Supergrupo Minas (Frizzo *et al.* 1991; Teixeira & Kuyumjian 1991). Estes últimos autores propõem também um modelo hidrotermal clássico para explicar a gênese das rochas peraluminosas.

Frizzo *et al.* (1991) apresentam um interessante trabalho sobre as mineralizações auríferas da região de Conceição do Pará, propondo uma divisão litoestratigráfica válida para a região por eles estudada, e englobando as rochas metavulcânicas, metavulcano-sedimentares metassedimentares sob a denominação de Grupo Pitangui. Tal denominação foi abolida por Romano (1993), pois considera que as rochas englobadas sob a denominação proposta são absolutamente idênticas às daquelas do Grupo Nova Lima da região do Quadrilátero Ferrífero.

A lista completa dos artigos publicados sobre a região de Pará de Minas encontra-se ao final deste relatório.

4. CONTEXTO GEOTECTÔNICO E GEOLOGIA REGIONAL

A folha de Pará de Minas está situada em pleno domínio do embasamento meridional do Cráton do São Francisco (Almeida 1977) importando apenas em terrenos gnáissicos migmatíticos meso a neorqueanos e a seqüência *greenstone belt* neorqueana do Supergrupo Rio das Velhas.

A localização da área em relação ao limite do cráton é mostrada na figura 4.

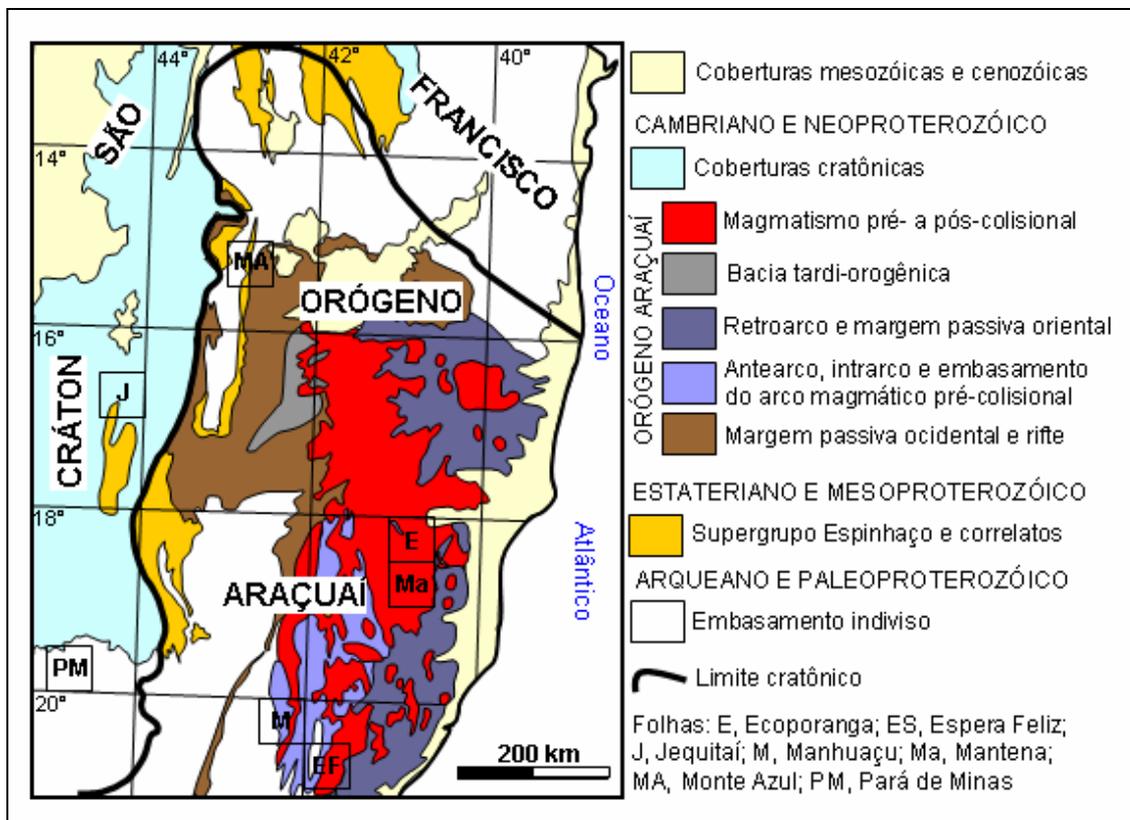


Figura 4: Localização da folha em relação aos limites do Cráton do São Francisco.

O principal acidente tectônico da região é o denominado Lineamento Pitangui, inicialmente citado por Romano & Noce (1995) como Lineamento Pitangui-Congonhas e redefinido por Romano & Paiva (1997), como uma zona colisional entre dois núcleos crustais arqueanos. Prova dito é que os granitos tarditectônicos posicionados ao longo do lineamento têm uma típica assinatura geoquímica de ambientes colisionais continentais (Romano *et al.* 1995). A direção do lineamento é francamente noroeste-sudeste, tem uma largura máxima de mais de 20Km e materializa pelo menos três zonas principais de cisalhamento, conforme visto na figura 5.

O lineamento separa o Complexo Divinópolis, ao sul do Complexo Belo Horizonte, ao norte. Richter & Lacerda (1975) e Menezes Filho *et al* (1975) já haviam esboçado uma separação do

embasamento em dois compartimentos, por eles denominados de Complexo Maravilhas e Complexo Carioca, este último notavelmente mais cisalhado que o primeiro.

O *greenstone belt* Rio das Velhas é uma bacia oceânica desenvolvida na zona de colisão entre os dois blocos crustais, ao longo do lineamento. A idade desta colisão, nitidamente oblíqua, e sinistral segundo os indicadores cinemáticos mais antigos, é seguramente mesoarqueana. Esta idade é corroborada através de idades da granitogênese regional mais antiga, em torno de 2.755 Ma, para o granitóide de Mateus Leme, estendendo-se até o Neoarqueano conforme idades do granitóide tardicolisional de Florestal, em torno de 2.593 Ma (Romano 1989).

O Evento Transamazônico atuou sobre as antigas estruturas arqueanas e tem na região um caráter nitidamente transcorrente, porém de menor amplitude e sentido de movimentação dúbio. A atuação da tectônica transamazônica é comprovada por idades U-Pb, Rb-Sr e K-Ar em material granítico, com análises de zircão, rocha total e biotita (Romano *et al.* 1991).

Não existem indícios de que a tectônica Transamazônica na região tenha tido uma componente tangencial, como acontece mais ao sul, na Serra do Curral ocidental. Aliás, o nível crustal em que ela se desenvolveu é bem menos profundo em comparação com a sua atuação no Quadrilátero Ferrífero.

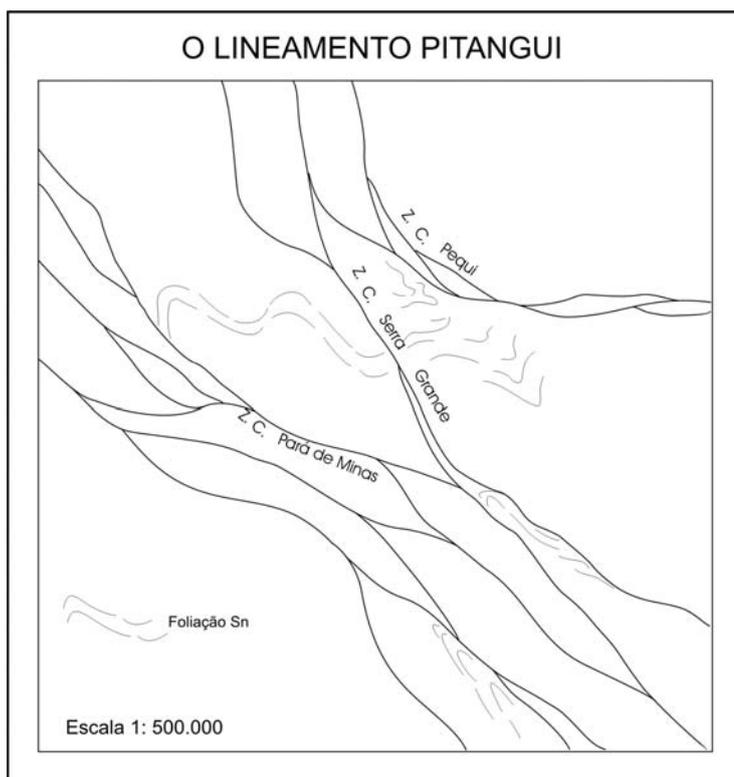


Figura 5: Principais zonas de cisalhamento associados ao Lineamento Pitangui.

O Evento Brasileiro foi pouco ativo na região, sendo responsável apenas por algumas feições extensionais, tais como, fraturamento e acomodação por gravidade de camadas calcárias e pelíticas do Grupo Bambuí com basculamento generalizado de blocos. Trata-se porém de uma deformação apenas superficial, não importando em deslocamento basais horizontais e nem em frentes de empurrão localizadas, significando apenas uma resposta distensiva distal em relação ao sistema de cavalgamentos da Cordilheira do Espinhaço.

Estruturas distensivas neotectônicas, no plano regional, parecem ter uma importância ainda não devidamente avaliada por falta de marcadores cinemáticos seguros. Quando é possível encontrá-los nota-se que estão associados a deslocamentos por gravidade de depósitos cenozóicos.

5. GEOLOGIA LOCAL

Uma primeira constatação ao se deparar com a geologia da Folha Pará de Minas é que a diversidade de tipos litológicos é muito expressiva, mas alguns deles são totalmente inusitados e dificilmente ocorrentes em outras regiões, tais como as rochas peraluminosas conhecidas como agalmatolitos.

A folha pode ser separada em três grandes domínios litológicos precambrianos:

- embasamento cratônico meso a neo arqueano englobando gnaisses e migmatitos e correspondendo a cerca de 35-40% da folha;
- seqüência *greenstone belt* neoarqueana do Supergrupo Rio das Velhas ocupando aproximadamente a 30-35% do terreno mapeado;
- intrusões de granitóides ocupando cerca de 20-25% da folha.

O enxame de diques básicos meso a neoproterozóico apesar de expressivo ocupa, no máximo, 2% da superfície mapeada.

Além destes, ocorrem a cobertura neoproterozóica de plataforma carbonática e as coberturas neógenas quaternárias e terciárias. Ambas devem corresponder a mais ou menos 15% do terreno mapeado. Como estas coberturas são relativamente finas, o cálculo da sua área aflorante está sobreposto ao de seu embasamento.

5.1 Descrição das Unidades Litoestratigráficas

A coluna estratigráfica estabelecida para a Folha Pará de Minas é essencialmente litoestratigráfica. A descrição das unidades mapeadas será feita de acordo com a norma vigente, da mais velha para a nova (Quadro 1).

5.1.1 Embasamento Cratônico

As rochas do Embasamento Cratônico foram separadas em dois domínios, respectivamente ao sul e norte do Lineamento Pitangui.

Com exceção de uma pequena faixa situada em torno da cidade de São José da Varginha, a totalidade das rochas mapeadas como embasamento cratônico está situada ao sul do Lineamento Pitangui, desde o sudeste de Pará de Minas até o noroeste de Conceição do Pará, delimitando com precisão o contato do Supergrupo Rio das Velhas.

Ao sul estão as rochas pertencentes ao domínio do Complexo Divinópolis, denominação mais usual para esta parte do cráton.

COLUNA LITOESTRATIGRÁFICA			
FANEROZÓICO	NEÓGENO	<p><u>Quaternário</u></p> <p>Aluviões e terraços aluvionares</p> <p>Terciário-Quaternário</p> <p>Leques coluvionares limoníticos e eluviões detrito-lateríticos</p>	
		<p>PROTEROZÓICO</p> <p>NEOPROTEROZÓICO</p> <p>GRUPO BAMBUÍ</p> <p><u>Formação Serra de Santa Helena</u></p> <p>Siltito ardoso cinzento, marga calcítica</p> <p>Arenito subarcosiano</p> <p><u>Formação Sete Lagoas</u></p> <p>Dololuto cinza claro com níveis silicosos e calcíticos</p> <p>Dololuto e calciluto brancos, cinza e róseo com nódulos de chert e filito clorítico</p> <p>Calcário e margas indiferenciados</p> <p><u>Formação Carrancas</u></p> <p>Varvito, diamictito</p> <p>Arenito grauvaquiano, arenito com concreções ferruginosas</p> <p>Arcósio e subarcósio de matriz clorítica</p>	
Enxames de diques básicos do Meso ao Neoproterozóico (900 e 2000 Ma)			
ARQUEANO	Maciço Granitóide tarditectônico de Florestal U-Pb 2.593 (+18 -19 Ma)		
	Maciço Granitóide sin a tardi-tectônico de Maravilhas-Cachoeira da Prata (U-Pb 2.714±2 Ma)		
	Suite Granitóide Intrusiva sin a tardi-tectônica de Mato Dentro U-Pb 2.755 (+14 -13 Ma)		
	NEOARQUEANO	GRUPO MAQUINÉ	Quartzitos, quartzito micáceo, micaxisto, níveis filíticos e de conglomerados oligomíticos a polimíticos
		SUPERGRUPO RIO DAS VELHAS	GRUPO NOVA LIMA
EMBASAMENTO CRATÔNICO		<p><u>Complexo Divinópolis</u> – ortognaisses miloníticos a protomiloníticos diversos e migmatitos</p> <p><u>Complexo Belo Horizonte</u> – ortognaisses e migmatitos</p>	
<p>ROCHAS DE POSICIONAMENTO INDETERMINADO DO ARQUEANO AO NEOPROTEROZÓICO</p> <p>anfibiloto, metagabro, metamáfica, serpentinito, gabro e gabro porfirítico, episienito, quartzo hidrotermal, kimberlito</p>			

Quadro 1: Coluna litoestratigráfica proposta para a folha de Pará de Minas.

Ao norte ocorrem as rochas correlacionadas ao Complexo Belo Horizonte, denominação já consagrada na literatura.

Este conjunto de rochas representadas pelos dois complexos representa aproximadamente 35% da folha mapeada e inclui uma grande diversidade litológica majoritariamente constituída de termos gnáissicos e migmatíticos, além de corpos granitóides intrusivos.

Algumas rochas de idade não precisamente determinada, que podem se situar desde o Arqueano até o Neoproterozóico, foram incluídas neste conjunto e serão inicialmente descritas.

A - Rochas de Posicionamento Indeterminado

Anfibolito (anf)

Os corpos anfibolíticos são muito comuns na parte sul da folha e menos freqüentes na região do Maciço Granitóide de Maravilhas-Cachoeira da Prata.

Constituem, por vezes, maciços com alguns poucos Km² de área e um padrão de afloramento caracterizado por blocos dispersos pelo terreno e geralmente destituídos de esfoliação esferoidal, como no caso das rochas básicas. São dificilmente separados dos gnaisses encaixantes, por causa de uma geometria típica de soleiras, por vezes de espessura métrica, concordantes com a foliação da rocha envolvente. Os afloramentos marcados no mapa significam em realidade uma região com uma maior concentração de soleiras anfibolíticas. No entanto, muitos pequenos corpos e soleiras são freqüentemente visíveis no campo, porém, dados suas pequenas dimensões, não são cartografáveis.

Nos afloramentos são, em geral, fortemente foliados e mostram sempre uma orientação nematoblástica dos cristais de hornblenda.

Os corpos mais espessos estão situados no domínio sul da folha como nas localidades de Costa (estação PMC 36 – E505723; N7791512), sudeste de Nova Serrana, Antunes e São Gonçalo do Pará, e também no flanco sudoeste da Serra do Andaime, proximidades de Pará de Minas. Nos afloramentos, a rocha encontrada é freqüentemente fresca, de granulação muito grosseira, cor verde escura dada pela hornblenda, e com plagioclásio saussuritizado quase sempre visível a olho desarmado.

Alguns pequenos corpos contêm uma quantidade apreciável de almandina, como naquele cerca de 1 km ao norte de Boa Vista de Minas (estação PMC 64 – E505114; N7809589) e em outro nas imediações de Santana da Prata.

No campo, nas proximidades da localidade de Caetano Preto, sul de Pará de Minas, foi possível encontrar um afloramento com anfibolito de franca textura nematoblástica, caracterizado por cristais de hornblenda orientados, intrudido por um metagabro com a textura ígnea preservada (textura interseptal e subofítica); a separação destes dois tipos no afloramento não é evidente.

Um dos melhores afloramentos de anfibolito está situado no flanco sul da Serra do Andaime (estação PMCT 90), tratando-se de uma rocha com típica textura grano nematoblástica grosseira e bandamento dado por faixas alternadas de quartzo mais plagioclásio saussuritizado e faixas de hornblenda idioblástica a xenoblástica verde azulada, além de opacos e apatita disseminados.

Episienito (λ)

Três pequenos corpos de episienitos foram cartografados: - o primeiro deles cerca de 1 km ao norte da localidade de Boa Vista de Minas (estação PMC 64 - E505114; N7809585), o outro no local denominado Barragem Santo Emílio, 5 km ao sul de Onça do Pitangui, às margens do Rio São João e o outro cerca de 5 Km ao sul da localidade de Santana da Prata (estação PM 612 - E513734; N7803901). Estes três corpos são de pequenas dimensões, possuem grãos muito grossos, representados por cristais de feldspato potássico até centimétricos com cor vermelha a rósea e estão alinhados ao longo de zonas de cisalhamento, porém não estão deformados.

Supõe-se que eles foram formados por alteração hidrotermal de um precursor granítico, já que os episienitos, assim como os *greisens*, têm origem em tal processo. É necessário estabelecer parâmetros geoquímicos para uma definição precisa deste tipo de rocha.

O corpo da Barragem Santo Emílio (estação PMRTO 4b - E520325; N7813650) é o mais conspícuo deles, tratando-se de uma rocha com grandes megacristais de feldspato potássico orientados, muito provavelmente ortoclásio, com uma textura típica dos sienitos (textura foiaítica), pouco quartzo (<5%), clorita e veios de carbonato. A cor rosa a vermelha do feldspato potássico é conferida por inclusões muito finas e densas de óxido de titânio. Essa rocha foi hidrotermalmente alterada com intensa carbonatação, já que o carbonato pode perfazer até 30% dela em algumas porções, dependendo do local coletado, e contém uma quantidade importante de minerais opacos, prováveis óxidos ou sulfetos. Em realidade a rocha é um sienito contaminado por óxidos de ferro e titânio.

Os outros dois corpos cartografados têm os cristais de feldspato menores e a cor rosa mais clara, porém são inconfundíveis no terreno em comparação com os gnaisses encaixantes. Vários outros corpos deste tipo de rocha, em situação estrutural semelhante, devem existir na região e podem ser cartografados no decurso de um mapeamento de mais detalhe.

Gabro, gabro porfirítico e rochas metamáficas (gb e m β)

Existem corpos de grandes dimensões e forma tabular de gabro e gabro porfirítico, neste último caso com fenocristais de plagioclásio até centimétricos, mapeados no canto sudeste da folha e alguns não cartografáveis dispersos em outros locais. Os gabros têm textura ígnea (subofítica a interseptal) preservada, piroxênio passando a anfibólio com desenvolvimento de bordas uralíticas, biotita titanífera, plagioclásio inteiramente saussuritizado e titanita. O corpo mais representativo está localizado na estação (PM 522b - E536227; N7796306).

De mesmo questionamento, são os corpos de rochas metamáficas do tipo biotita-clorita xistos, porventura espessos, que ocorrem na mesma região. O melhor exemplo deste tipo de rocha encontra-se na estação (PMC 14 - E549212; N7793388), estrada Matinha - Azurita.

Os gabros e gabros porfiríticos têm, em geral, um padrão geométrico de diques ou corpos lenticulares espessos, o que pode relacioná-los, no tempo, ao denso enxame de diques máficos regional. Isto de certa forma facilita a cartografia, pois eles podem ser marcados diretamente sobre o mapa ao longo de caminhamentos.

Serpentinito (v)

Um corpo de serpentinito foi mapeado a sudeste do vilarejo de Meireles, sul de Pará de Minas, na borda da estrada vicinal que demanda à localidade citada, cerca de 300 metros de seu entroncamento com a BR 262 (estação PMCT 32 - E537445; N77801213). Trata-se de um afloramento de geometria lenticular alongada com cerca de 1,5 Km de dimensão. A rocha é de cor verde escura, com faixas e manchas mais claras e por vezes com textura ígnea preservada e visível em *pods* de foliação, pois a milonitização pode ser intensa em faixas paralelas à deformação regional. Quando visível no afloramento, a textura ígnea é cumulática, e quando em lâmina, os cumulados são indeformados e inteiramente transformados em serpentina da variedade antigorita. Uma outra característica é a existência de grandes porções de rocha com uma textura tipo *mesh* que é típica dos serpentinitos. A rocha contém uma grande quantidade de minerais opacos (magnetita ou outro espinélio) ainda não precisamente identificados. Além destes minerais existe sempre uma quantidade variável de carbonato, o que permite classificá-la como sendo um talco-carbonato-serpentinito, pois esta rocha raramente tem estrutura foliada; somente ao longo de planos de cisalhamento ela é claramente xistosa (Foto 2).

Um outro pequeno corpo ultramáfico foi cartografado na estação (PM 574 - E521778; N7803656), cerca de 5Km a oeste da localidade de Torneiros, mas a rocha neste local é um talcito de granulação muito fina, cor branco esverdeado, com porções um pouco azulada e fraturas preenchidas por talco lamelar branco.

Quartzo hidrotermal (qz)

Uma das feições mais notáveis ao norte e noroeste do Quadrilátero Ferrífero, prontamente observadas ao simples exame de fotografias aéreas e imagens de satélites, são as inúmeras cristas paralelas, agudas e retilíneas e estruturadas por veios de quartzo, em parte cataclásticos, em parte não deformados, que ocorrem abundantemente em todo o domínio da folha. Prefere-se adotar a denominação de veios de quartzo, ao invés de diques, pois esta segunda tem uma conotação genética que a primeira não possui.

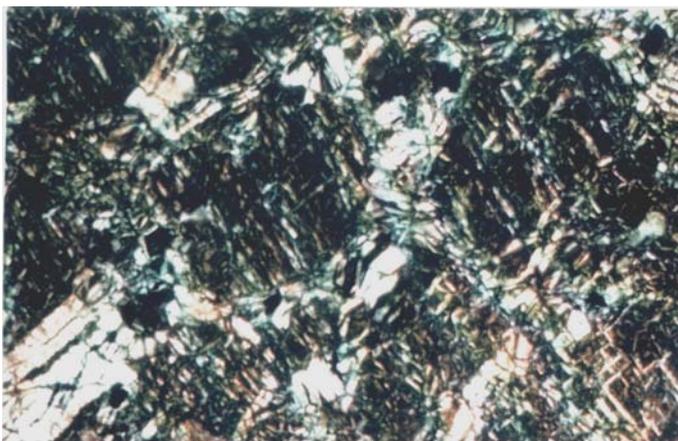


Foto 2: Textura cumulática preservada no serpentinito, cristais de olivina sendo substituídos por serpentina; nicóis cruzados, 50X.

Estes veios constituem padrões morfológicos perfeitamente alinhados e longos de até dezenas de quilômetros, sendo o mais notável deles aquele que estrutura a Serra da Piteira, delimitando a parte ocidental da cidade de Pará de Minas (atualmente a cidade de Pará de Minas está praticamente encostada neste veio, e ele pode ser facilmente acessado

pela estrada que vai até a torre de transmissão instalada em sua parte mais elevada). Outros prontamente identificáveis estão na região de Maravilhas e na parte sul e sudoeste da folha.

A espessura deles é muito variável, podendo atingir 50 metros na Serra da Piteira e no Morro do Facão (Foto 3), 5 km a noroeste de Pará de Minas, porém esta está, em geral, situada entre 5 e 15 metros. A posição estrutural é também difícil de ser definida parecendo, no entanto, que a maior parte é vertical ou subvertical. Em alguns é possível identificar direções preferenciais de fraturamento, que esboçam uma foliação, geralmente transversal à direção do veio.

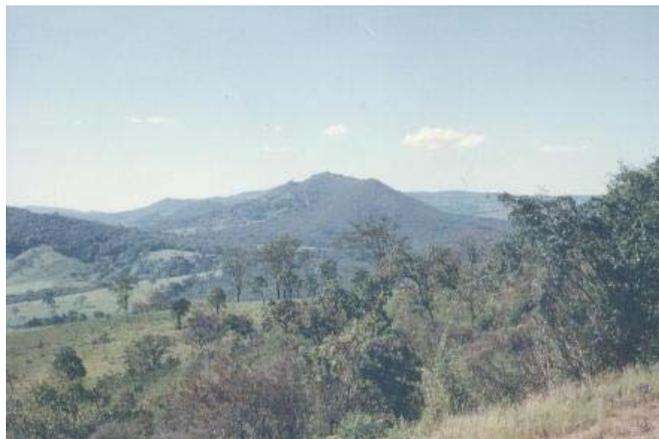


Foto 3: Morro do Facão, proximidades de Pará de Minas. Típica morfologia de veio de quartzo hidrotermal.

A origem destes está ligada à deformação regional quando da instalação da tectônica transcorrente gerada pela colisão continental. Eles representam grandes fendas de distensão preenchidas por quartzo de segregação hidrotermal, que foram sendo progressivamente alinhados pelo desenvolvimento das zonas de transcorrência. A origem do quartzo está na dessilicificação hidrotermal de grandes volumes das rocha envolvidas no processo colisional.

Outro exemplo notável, que bem corrobora a hipótese tectônica na geração destes veios, é o da Serra do Andaime a noroeste de Pará de Minas, onde o veio de quartzo, com quase 20 km de extensão, foi dobrado e espessado na charneira de uma dobra intrafolial por transposição de foliação milonítica (estrutura tipo “cabo de bengala”) ao longo da zona de cisalhamento. Deste modo, ele sustenta a estrutura antiformal desta serra.

Em conseqüência, grande parte destes veios materializam as próprias falhas, enquanto que outros ainda mantêm uma posição oblíqua em relação a elas. Ainda não é possível definir se este processo foi atuante em uma ou duas fases distintas de deformação, todavia, existe uma certa predisposição em se aceitar somente uma fase de deformação regional progressiva. Também existe o fato que alguns deles possuem também uma foliação sensivelmente transversal à direção estrutural. Isto pode significar movimentação durante sua constituição, o que corrobora uma deformação progressiva.

A composição é quase sempre de quartzo puro, geralmente cataclástico. Não raro, o quartzo é acompanhado de material caulínico que pode ser derivado do intemperismo de feldspato potássico, mineral este que, entretanto, nunca foi visto em superfície. A quantidade de caulinita e outros argilominerais associados pode ser tão importante ao ponto de constituírem depósitos economicamente lavráveis. Um destes depósitos, bem conhecido, ocorre nas proximidades de Cachoeira da Prata, cerca de 30 Km a leste do limite ocidental da folha. Alguns veios de quartzo poderiam, por conseguinte, ser denominados de veios félsicos, porém não existem, ou não foram evidenciadas, no âmbito da folha de Pará de Minas comprovações de campo para tal classificação.

A quantidade dos veios de quartzo existentes na folha é maior do que a representada, sendo que somente cerca de 70-80% do total foi mapeado.

Além destas rochas, cumpre destacar que na folha de Pará de Minas ocorrem 4 corpos kimberlíticos não aflorantes ou dificilmente identificáveis no terreno, que foram representados no mapa com uma notação própria. Três destes corpos ocorrem na região do Maciço Granitóide de Maravilhas – Cachoeira da Prata, proximidades da cidade de Pequi; o quarto uns poucos quilômetros a leste de São Gonçalo do Pará. A idade destes corpos é relatada com o sendo cretácea, porém não existe comprovação publicada.

B - Complexo Divinópolis

Gnaisse milonítico (A_3dgm)

Esta unidade possui forma amendoada e tem cerca de 30 km de comprimento por um máximo de 5 km de largura. Aflora a sudoeste de Pará de Minas com direção NE-NO, tendo o povoado de Meireles como centro. Ela foi individualizada por ser de caráter francamente milonítico, portanto de granulação mais fina do que as rochas vizinhas, ter foliação finamente anastomosada, possuir uma conspícua lineação de agregados minerais ferromagnesianos, biotita e hornblenda de forte pleocroísmo verde azulado, prontamente visível nos afloramentos e, sobretudo, por conter sillimanita fibrosa.



Foto 4: Cristal de piemontita em gnaisse milonítico, nicóis paralelos, 50X.

respectivamente as localidades de Brás Corrêa e a de Meireles. Afloramentos das rochas da unidade podem ser igualmente observados nas estradas que ligam a BR 352 aos povoados de Brás Corrêa e de Ponte de Tábua. Os afloramentos são alongados e orientados segundo a foliação milonítica regional.

Estes gnaisses estão afetados por forte migmatização ao sul de Meireles e contêm alguns corpos graníticos que podem ser individualizáveis na escala de mapeamento. Estes granitos são muito provavelmente provenientes da fusão parcial dos próprios gnaisses.

Freqüentemente ocorrem níveis anfibolíticos sob a forma de finas soleiras que podem conter sillimanita fibrosa.

A separação desta unidade daquela que a envolve, a de gnaisse migmatítico, não é absolutamente nítida, podendo esta ser mais fina ou mais espessa que o representado no mapa.

Localmente (estação PMCT 53 – E535014; N7803361), contém também um mineral relativamente raro, que é um epidoto rico em manganês, a piemontita, caracterizada por ter extinção reta e forte pleocroísmo em tons de vermelho e violeta (Foto 4). A associação sillimanita-piemontita pode sugerir um acréscimo de pressão, em detrimento de uma temperatura constante dentro da faixa de

formação da sillimanita. As ocorrências típicas destes minerais na faixa são

Gnaisse migmatítico

O gnaisse migmatítico, informalmente denominado de Gnaisse Carioca por causa da localidade e da represa hidrelétrica homônimas, onde os afloramentos são muito conspícuos, ocupa uma faixa de direção SE-NO, com largura e extensão em superfície excedendo os limites do mapeamento. É a unidade de maior distribuição em superfície de toda a folha, estendendo-se desde o sul - sudeste da cidade de Pará de Minas até o limite ocidental da folha, de modo que sua extensão longitudinal não é determinada. É também a unidade do embasamento cratônico que tem a melhor expressão morfológica, constituindo grandes maciços escarpados com semelhança de “pães de açúcar”, o que permite delimitar, com certa precisão, a área de afloramento da unidade.

Para noroeste a unidade diminui a sua largura de afloramento, o que sugere que o *front* de fusão parcial tem uma direção de sudeste para noroeste.

Pelo menos dois tipos de rochas podem ser reconhecidos nesta faixa, entretanto a separação delas é muito difícil, o que motivou a inclusão de ambas na mesma unidade.

O primeiro tipo de rocha é um gnaisse migmatítico de estrutura predominantemente estromática, grão muito grosso e caracteristicamente portando grandes mobilizados de feldspato potássico de cor rósea. É muito bem exposto na estrada que vai até a barragem de Carioca e nas imediações da cidade de Conceição do Pará, onde ocorre em um corte de estrada logo ao sul desta localidade e também em uma pequena cachoeira cerca de 2 km a oeste desta mesma cidade. Na BR 262 ocorre também em alguns taludes artificiais, por exemplo, a cerca de 5 Km a oeste da localidade de Torneiros (estação PM 610 - E520355; N7800669).

Os afloramentos mostram uma rocha geralmente muito fraturada, formando pequenos blocos de dimensões que raramente ultrapassam 1 metro, sempre com faixas cisalhadas, estando os minerais bastante reduzidos em tamanho. As fraturas estão dispostas em várias direções do espaço, sendo preferencialmente verticais, e os planos estão geralmente preenchidos por clorita. Lâminas delgadas de uma rocha das imediações de Carioca mostram uma mineralogia constituída por quartzo, microclina em maior quantidade que o plagioclásio, biotita quase que inteiramente cloritizada, e alanita e zircão entre os minerais acessórios; anfibólio verde escuro, certamente hornblenda aparece em várias lâminas.

O segundo tipo é representado pelo mesmo tipo de rocha na qual os grandes feldspatos potássicos róseos são ausentes ou mais raros, porém a rocha é mais rica em estruturas migmatíticas diversas.

Grande parte das rochas aflorantes ao longo da BR-262, em toda a extensão da folha pertencem a este domínio, assim como aquelas ao longo da estrada MG-431, entre Pará de Minas e Itaúna. Como todas as pedreiras de brita para construção civil nestes trechos foram abertas nestes gnaisses, os bons exemplos a serem observados encontram-se nestas exposições. Geralmente são leucognaisses bandados a fitados com intensidade variável de fusão parcial. Os migmatitos são muito freqüentes, mostrando rochas grosseiras com estruturas diversas, predominando estruturas mais evoluídas do tipo *schollem*, estromática, *schlieren*, flebítica e dobrada, além de porções nebulíticas, que podem constituir corpos separáveis.



Foto 5: Estrutura migmatítica mostrando restitos máficos; estação PM 570.

Bons exemplos destes migmatitos podem ser vistos em uma pedreira aberta para extração de blocos, atualmente abandonada, às margens do rio São João (estação PM 570 – E524412; N7799761; Foto 5), cerca de 2 km ao sul da BR-262, e na pedreira de Torneiros (estação PM 568 – E527445; N7801105), uma imensa lavra aberta por ocasião do asfaltamento da mesma estrada, atualmente em regime de extração informal.

Na primeira pedreira, além das estruturas migmatíticas citadas ocorrem também porções com estrutura tipo *fleck*, com grandes cristais de anfibólio recristalizados nos mobilizados quartzo feldspáticos.

Na faixa ocupada por esta rocha ocorrem diversos corpos granitóides perfeitamente diferenciados, que serão descritos posteriormente.

Leucognaises ortoderivados (A_3dg)

A razão da separação desta unidade deve-se ao seu caráter muito mais leucocrático do que as outras rochas gnáissicas individualizadas, bem como ao seu grau de fusão parcial, considerado incipiente ou mesmo ausente e a sua estrutura de gnaisse tipicamente bandado. Domina todo o canto sudoeste da folha estando as cidades de Nova Serrana e São Gonçalo do Pará sobre ela situadas.

Uma outra característica encontrada para a sua separação foi o morfológico. Geralmente os terrenos situados nesta unidade são muito mais deprimidos e constituem formas de relevo onde prevalecem as do tipo colinas de topos aplainados, o que contrasta com a forte expressão morfológica dos terrenos migmatíticos adjacentes.

Os afloramentos da unidade são muito mais raros, e praticamente, o único exemplo digno de nota é o pedreira Novabrita, em atividade, cerca de 5 Km a sudeste do centro de Nova Serrana (estação PM 611 – E506962; N7800045), onde a rocha é um leucognaisse bandado a fitado, de grão fino a grosso, com porções graníticas e com faixas portando megacristais de feldspato potássico rosa claro.

Corpos graníticos difusos são comuns nesta unidade, porém não há meios, nem critérios precisos para separá-los no terreno e diferenciá-los no mapa.

C - Complexo Belo Horizonte

Gnaisse biotítico (A_3bh)

Trata-se da única porção do embasamento cratônico situada ao norte da folha, em uma pequena porção de terreno em torno da cidade de São José da Varginha, ao norte de Pará de Minas.

Nesta última região a rocha é um gnaisse de grão grosso e estrutura milonítica predominantemente estromática, com faixas de mobilizados de feldspato róseo, constituindo o

neossoma e bandas melanocráticas de plagioclásio e biotita; a rocha tem composição tonalítica trondjemítica, segundo Perillo (1998).

O afloramento típico encontra-se no limite da folha, na estrada que vai de São José da Varginha até Esmeraldas, um pouco antes de se atravessar a ponte sobre o Rio Paraopeba (estação PMMP 193 - E552002; N7823401). Pode ser correlacionado aos gnaisses do denominado Complexo Gnáissico de Belo Horizonte e é muito semelhante aos próprios gnaisses ocorrentes na região de Belo Horizonte, os quais foram denominados por Noce (1995) de Gnaisse Belo Horizonte. A extensão do Complexo Belo horizonte até a região de Pará de Minas é bastante plausível.

5.1.2 Supergrupo Rio das Velhas

O Supergrupo Rio das Velhas representa cerca de 40% da área da folha, ocorrendo em uma faixa grosseiramente retangular que ocupa toda a sua porção transversal, com uma largura de aproximadamente 20 km e direção francamente noroeste-sudeste. Esta geometria, como será posteriormente relatado, tem uma forte influência da tectônica regional.

As unidades deste supergrupo, representadas no mapa, são divisões propostas com base nos trabalhos de campo arranjadas sob um caráter litoestratigráfico formal. A intenção foi adotar a divisão proposta inicialmente por Ladeira (1980, *in* Ladeira *et al.* 1993), em parte também adotada também pela CPRM (1994) no mapa do Supergrupo Rio das Velhas da região do Quadrilátero Ferrífero. Uma divisão semelhante foi proposta por Romano (1989, 1993 a) para a região entre Pitangui e Pará de Minas.

Com estas bem sucedidas experiências anteriores de separação litoestratigráfica, utiliza-se também neste trabalho os critérios já consagrados e, tendo em vista as semelhanças litológicas e uma quase continuidade física, é de bom senso adotar-se para a região entre Pitangui e Mateus Leme, a mesma divisão estratigráfica clássica do Quadrilátero Ferrífero. Além de perfeitamente aplicável evitar-se-á a utilização de uma nomenclatura local que só faz dificultar a compreensão dos, além de nada contribuir para o conhecimento geológico regional.

Assim, não será utilizada a denominação de Grupo Pitangui, proposta por Frizzo *et al.* (1991), para rochas idênticas às do Grupo Nova Lima, nem a denominação de Grupo Antimes, proposta por Romano (1993 a), para rochas iguais e na mesma posição estratigráfica daquelas do Grupo Maquiné.

Espera-se, que deste modo, a geologia da Folha de Pará de Minas seja uma continuação da geologia do Quadrilátero Ferrífero.

O Supergrupo Rio das Velhas foi dividido nos Grupos Maquiné e Nova Lima, com todas suas unidades subdivididas.

A - Grupo Nova Lima

O Grupo Nova Lima representa mais de 90% do Supergrupo Rio das Velhas mapeado na Folha Pará de Minas. Puderam ser reconhecidas as duas seqüências seguintes:

- Seqüência Metassedimentar e Metavulcano-sedimentar;
- Seqüência Metaígnea e Metassedimentar.

Seqüência Metaígnea e Metassedimentar

Esta seqüência é subdividida de acordo com o índice de cor das rochas ígneas/vulcânicas em três seqüências. Este critério foi utilizado por Frizzo *et al.* (1991), para a divisão litoestratigráfica da região de Conceição do Pará e aqui foi adotado e estendido para as outras regiões de ocorrência no âmbito da folha e com algumas poucas modificações.

O principal obstáculo encontrado para uma correta classificação das rochas é a caracterização da natureza vulcânica. Isto nem sempre é evidente, mesmo com estudo petrográfico em lâmina delgada. O grau de deformação com concomitante recristalização generalizada de todos os constituintes minerais torna a tarefa muito difícil, se bem que, por vezes, relativamente fácil constatar a natureza ígnea. Por esta razão prefere-se adotar o termo metaígneo ao invés de metavulcânico.

A seqüência ocupa uma posição nitidamente basal no contexto do Supergrupo Rio das Velhas e se distribui ao longo de faixas alongadas com direções mais ou menos constantes, que são as seguintes:

- na porção sul da folha, entre Conceição do Pará e Pará de Minas ela tem direção preferencial noroeste – sudeste;
- ao norte a faixa começa com direção norte –sul e, a partir da cidade de Pequi, ela assume uma direção francamente oeste – leste;
- uma posição nitidamente norte sul ao norte de Pará de Minas.

Estas direções são fortemente influenciadas pela tectônica.

As unidades constituintes da Seqüência Metaígnea e Metassedimentar são as descritas abaixo, com as respectivas notações como representado no mapa geológico.

Unidade Metaultramáfica e Metamáfica (A_{4rnum})

Ocorre em duas faixas principais, a primeira estende-se desde a cidade de Conceição do Pará alongando-se com direção e sentido sudeste - noroeste até o limite da folha; a segunda desde o limite da folha, a sudeste de Pará de Minas, e com uma certa descontinuidade em direção e sentido noroeste – sudeste – noroeste até a Serra Grande e Serra dos Ferreiras. Quando atinge a Serra do Andaime ela se conforma à estrutura antiformal desta serra.

Em ambas as regiões de ocorrência da unidade, a disposição estrutural das camadas é a mesma: - faixas estreitas, alongadas e extremamente deformadas.

As rochas características são todas de mineralogia secundária e englobam tipos litológicos tais como serpentina-talco-carbonato-xisto, talco-xisto, talco-clorita-xisto, serpentinito, clorita-anfibólio xistos, clorita-biotita-xisto algumas vezes granatífero (o que dificilmente é visto nos afloramentos, porém, é bem visível em testemunhos de sondagem), e raros níveis anfibolíticos, o que sugere um metamorfismo baixo. O grau de alteração intempérico é mais brando na faixa de Conceição do Pará do que na segunda faixa. Os melhores afloramentos, onde a rocha se encontra mais fresca está no leito e margens do rio Pará, entre a cidade homônima e a localidade de Santuário.

Esta unidade ocorre também em uma pequena porção da folha, no limite oeste dela, a sudeste de Pará de Minas. Na estação (PM 541 - E547791; N7800194), no corte de estrada pode-se ver que a rocha é um talco xisto intemperizado.

Na faixa que se estende desde a cidade de Mateus Leme (Heineck 1997), a rocha é um xisto verde muito fino, de estrutura nematoblástica e conspicuamente foliado, com clorita e anfibólio como minerais principais (estação PMMP 21 - E551597; N7798539).

Na região ao noroeste de Pará de Minas, e nos flancos da Serra do Andaime a unidade praticamente se reduz a um talco-clorita-serpentina-xisto, com porções localmente mais ricas em talco e em adiantado estado de desagregação intempérica (estação PMCT 01 - E534388; N7810371).

Unidade Metassedimentar (*A₄rnms*)

Esta unidade constitui-se de estreitas linhas de rochas metassedimentares de posição não muito definida entre a seqüência metaultramáfica - metamáfica e a metamáfica - meta-intermediária, porém ocorrentes nas duas faixas em posições semelhantes. Nos dois locais encontra-se dobrada e muito deformada, com indícios de milonitização e ultramilonitização.

Os tipos litológicos da faixa da Serra do Andaime-Serra Grande são principalmente xistos com muscovita, filito carbonoso, *metacherts* ferruginosos ou não, FFB (Formação Ferrífera Bandada) e lentes finas de magnetitos.

No entanto, na faixa metassedimentar de Conceição do Pará, por causa de uma maior alteração hidrotermal que resultou em uma mineralização aurífera mais intensa, os tipos litológicos são mais diversificados, incluindo, além dos já citados, um volume considerável de rochas carbonáticas, sulfetadas e por vezes portadoras de cloritóide. As rochas portadoras de cloritóide (geralmente 5 a 10%) podem apresentar, por vezes, níveis com mais de 90% deste mineral. Como não foi possível colocá-las em outra seqüência, elas foram posicionadas, *a priori*, como metassedimentares, porém sua origem é ainda controversa (ver parágrafo referente aos paleo-solos).

O filito carbonoso é, sem dúvida, a litologia mais conspícua da unidade e a mais facilmente identificável, pois, além das tonalidades peculiares, geralmente suas ocorrências são lavradas como material siderúrgico de grande demanda no mercado, o que transformou praticamente todas as suas faixas, em lavras a céu aberto.

As principais ocorrências na região de Conceição do Pará estão na estrada que vai desta cidade à localidade de São João de Cima e na estrada que vai até o Santuário ou Pontal.

A principal ocorrência do filito carbonoso da região de Pará de Minas é na mineração Serra do Andaime, 8 Km a noroeste desta cidade pela estrada asfaltada interior, justamente na região apical desta serra. O filito se dispõe em uma lente conformando a serra e pode-se observar variações faciológicas, com leitões carbonosos quase puros intecalados a leitões de filito muscovítico fino e lentes de *metachert* puros e ferruginosos com conspícuo bandamento (estação PMCT 87 - E534009; N7809942, Foto 7).

A camada de filito carbonoso se estende quase que continuamente desde a Serra do Andaime até a Serra Grande , onde é visível em cortes de estrada; em vários trechos ela foi quase que inteiramente lavrada como material siderúrgico.



Foto 6: Quartzo cloritóide xisto, nicóis cruzados, 50X. Estação PM 538.



Foto 7: Filito carbonoso mostrando *steps* de falha; Mineração Serra do Andaime; estação PMCT 87.

Unidade Metamáfica e Meta-intermediária (A₄rnmi)

Trata-se da unidade de filiação ígnea/vulcânica de maior distribuição geográfica na folha. Ocorre na região de Conceição do Pará, acompanhando as duas seqüências anteriores; desta cidade até a Serra do Andaime e Pará de Minas com direção noroeste - sudeste; da Serra do Andaime até a Serra dos Ferreiras; entre Pará de Minas até as imediações do povoado de Conquista com direção quase norte - sul e na faixa de Pequi, acompanhando a vertente norte da Serra do Rio do Peixe, onde extrapola os limites da folha.

Grande parte das rochas está intemperizada, encontrando-se a maior quantidade de litologias preservadas na região de Conceição do Pará, mas quase que exclusivamente no leito do rio Pará. Na faixa da Serra do Rio do Peixe, por exemplo, a seqüência foi mapeada por critérios únicos de fotointerpretação e controle de campo em raros afloramentos intemperizados, pois nenhum afloramento de rocha fresca foi encontrado.

Além disso, o grau de deformação é muito forte, estando grande parte das rochas reduzida a um milonito, mesmo a um ultramilonito, com alteração hidrotermal, sendo muito difícil a identificação do precursor vulcânico.

A faixa principal de distribuição desta unidade é ao longo do Rio Pará à jusante de Conceição do Pará, até a Serra do Andaime. Engloba uma quantidade grande de litotipos de natureza máfica, intermediária e ácida (mais raros), tais como, clorita-anfibólio-xisto, metandesitos propilitizados (rochas com proporções variáveis de biotita, epidoto, clorita, carbonato, plagioclásio e quartzo).

Rochas claramente de natureza vulcânica são raras, somente em *pods* de foliação podem ser encontradas estruturas primárias preservadas, como na localidade de Velho da Taipa, embaixo da ponte sobre o rio Pará, sul de Pitangui, onde existem *pillow* lavas achatadas, porém conservando a característica vulcânica original (Ladeira 1981). Na estrada que vai de Onça do Pitangui até a Serra dos Ferreiras, cerca de 3 Km ao norte da primeira localidade, tal estrutura é também observada (estação PM 507 – E520966; N7819682).

Um dos únicos afloramentos significativos encontrados na faixa de Pará de Minas-Conquista, situa-se na estrada Pará de Minas – Florestal, cerca de 500 metros acima do Parque de Exposições da primeira cidade (estação PMC 61 - E545730; N7804531). Trata-se de um afloramento de rocha metabásica com mineralogia primária inteiramente substituída, estando a rocha transformada em um anfibolito de grão fino, com hornblenda, plagioclásio, biotita e titanita em uma trama de textura granonematoblástica. No afloramento está com nítida foliação e muito bem preservada do intemperismo. Este afloramento estende-se descontinuamente cerca de 500 metros para o norte, ao longo da mesma estrada.

Seqüência Metavulcano-sedimentar e Metassedimentar

Esta seqüência tem a segunda maior área de distribuição mapeável do Grupo Nova Lima, porém é de difícil definição por vários fatores: - alto grau de alteração intempérica; forte alteração hidrotermal e intensa deformação dúctil.

Foi dividida em duas unidades: - uma inferior de maior contribuição vulcano-sedimentar e uma superior de maior contribuição metassedimentar. No entanto, esta divisão não é rigorosa, denota apenas uma predominância de litologias, já que as duas contêm as mesmas rochas. Em realidade as rochas vulcano-sedimentares em, um certo senso, são também rochas sedimentares pois, grande parte provém da re-sedimentação de antigos níveis piroclásticos.

A alteração hidrotermal peraluminosa desenvolve-se inteiramente nesta unidade, e preferencialmente na unidade metavulcano-sedimentar, porém deve envolver também os metassedimentos, já que a identificação dos protólitos é uma tarefa muito difícil, por vezes impossível. Também, a tectônica na zona de alteração é de definição precária o que impede uma melhor identificação das rochas envolvidas no processo.

Na coluna do mapa geológico, o nível de alteração hidrotermal peraluminosa foi colocado entre a seqüência metavulcano-sedimentar e a seqüência metassedimentar, pois em falta de argumentos de campo mais claros, é suposto que os protólitos da alteração são dos dois tipos de rocha.

Unidade Metavulcano-sedimentar (*A₄rnvs*)

Termos seguramente de origem vulcanoclástica ou piroclásticos são de difícil definição no terreno e ocorrem em ponto e em uma parte relativamente pequena da folha mapeada. As duas áreas de distribuição preferencial da seqüência são ao longo da Serra dos Ferreiras e na região em torno da localidade de Casquilho, norte de Conceição do Pará, onde existem tipos petrográficos que, em exame microscópico, não deixam dúvida da herança vulcânica.

Desta forma, as rochas no campo geralmente são reconhecidas pelo aspecto rítmico do bandamento, presença de pintas brancas mais ou menos nítidas (restos de feldspatos) e diferenças de granulometria marcantes, o que leva à uma primeira identificação como sendo gravacas ou mesmo um conglomerado fino. Estas rochas geralmente são interpretadas como sendo *lapilli* tufos, ou seja, de fragmentos de granulação grosseira, geralmente maiores que 1 mm. Geralmente os fragmentos, a despeito da deformação continuam mostrando uma forma angulosa e muito baixo grau de arredondamento, o que supõe uma rocha verdadeiramente piroclástica.

Deste modo, são praticamente deste tipo quase todas as rochas do perfil entre a cidade de Onça do Pitangui e a Serra dos Ferreiras, justamente na subida desta serra, onde grandes afloramentos verticais exibem litologias com conspícuo bandamento e características vulcanoclásticas e de sedimentação marcantes.

São rochas geralmente de acamamento rítmico e quase sempre intemperizadas, o que lhes confere uma cor amarelada, rósea a violácea e com uma certa resistência mecânica, o que preserva afloramentos verticais nos cortes de estradas.

Na região de Casquilho, os aspectos vulcano-sedimentares são menos evidentes, sendo que as litologias foram reconhecidas, a maior parte em testemunhos de sondagem.

Num aspecto petrográfico, são classificadas como rochas desta unidade termos tais como: metaritmicos clorito-muscovíticos de granulometria muito fina intercalados com níveis quartzíticos finos em parte grauvaquianos, em parte ferruginosos; rochas com biotita, plagioclásio e quartzo, tipo metagrauvascas, de matriz filítica e por vezes carbonática, metaconglomerados e metaglomerados vulcânicos e *metalapilli* tufos.

Além disso, ocorrem diversos níveis de metassedimentos diversos, notadamente aqueles de acamamento rítmico, tipo turbidítico.

A deformação regional obliterou muitas das estruturas vulcanoclásticas primárias, estando estas preservadas apenas em *podas* livres de deformação. Se bem que as estruturas de acamamento rítmico em metatufos são facilmente observáveis em vários locais, somente ao microscópio é possível observar em alguns, texturas cristalinas tais como, golfos de corrosão, *shards* e *fiammes* desvitrificados.

Além do perfil na estrada de Onça do Pitangui até a Serra dos Ferreiras, a unidade aparece também bem exposta na estrada que vai de Capoeira Grande até a Serra Grande, onde os afloramentos têm o mesmo padrão dos anteriores.

Locais de ocorrência da unidade estão nas estações ao longo do primeiro perfil citado no parágrafo anterior; estações (PMC 58 - E521702; N7821101) e (PM 508 - E521302; N782270).

Unidade Metassedimentar

Ocupa uma área bem maior do que a seqüência da base e engloba uma quantidade muito grande de metassedimentos diversos. A área de distribuição principal é aparentemente o centro da bacia de sedimentação do Supergrupo Rio das Velhas, onde ela é mais espessa. Esta área de distribuição ocupa toda porção central e norte da área de afloramento do Supergrupo Rio das Velhas. Por vezes, dado o estado de intemperismo das rochas é muito difícil a separação entre metassedimentos e metavulcano-sedimentos, o que torna os contatos muito imprecisos, sobretudo na região ao sul das serras Grande e dos Correias. Toda a região entre as serras Grande e do Rio do Peixe é seguramente ocupada pela unidade.

Por critérios de campo e de fotointerpretação a unidade foi levada a um grau de hierarquia menor e dividida em três subunidades, descritas a seguir.

A₄rns – rochas metassedimentares diversas, geralmente metapelíticas tais como: - filito muscovítico e filito clorítico; algumas rochas de origem duvidosa do tipo, Fe-cloritoidito (na Serra dos Ferreiras, Mina do Matão I) e Fe-cloritito (na Serra da Alegria (estação PMTG 46 – E528725; N7839625)) ocorrem nesta unidade e, são supostos serem derivados de paleo-solos arqueanos.

A seqüência inclui também, além de uma contribuição menor de metavulcanoclásticas, diversos níveis finos de FFB (Formação Ferrífera Bandada), filito carbonoso e magnetitito não mapeáveis.

No corredor apertado entre as serras do Rio do Peixe e a Serra dos Correias, os filitos estão profundamente dobrados e recristalizados sob a forma de um xisto muscovítico mais grosseiro, por atuação da tectônica transcorrente, particularmente intensa na região (estação PMTG04 – E533180; N7826125).

Nas outras regiões, o grau de intemperismo muito acentuado mascara as características das rochas tornando difícil a identificação. Ao norte de Pitangui, é muito difícil o reconhecimento das rochas metassedimentares, que estão fortemente intemperizadas e só aparecem nos vales escavados entre as camadas horizontais do Grupo Bambuí. Pelo menos em um ponto da estrada que vai de Papagaios a Pitangui, um pouco a frente da localidade de Rio do Peixe, um corte de estrada mostra um extenso afloramento de rochas muito finas, de cor rosa a amarela arroxeadas, que tem aspecto metassedimentar rítmico, com bandas de granulometrias diferentes o que sugere um ambiente, em parte, turbidítico para a litologia (estação PMC 42 – E515527; N7835186).

A₄rnsq – a denominação designa os quartzitos, quartzito micáceo, *metacherts* puros e ferruginosos, Formação Ferrífera Bandada e magnetititos, ocorrentes em algumas cristas onduladas de proeminentes expressões topográficas, a leste das serras dos Correias e Grande, e ao norte do povoado de Jaguará, na parte centro oriental da folha. Estas cristas têm uma excelente expressão topográfica e estão dobradas pelo jogo das falhas transcorrentes. São de muito difícil acesso, pois sendo escarpadas não se prestam à ocupação, não havendo nem mesmo estradas atravessando-as.

Elas representam a transição da seqüência sedimentar superior para aos quartzitos do Grupo Maquiné.

No aspecto litológico tratam-se de quartzitos de cor branco acinzentada geralmente finos e mal selecionados, algumas vezes impuros com quantidade importante de muscovita, o que lhes imprime um aspecto foliado; geralmente contém óxido de ferro disseminado em concentrações locais. A transição destes quartzitos para camadas bandadas ferruginosa pode ocorrer em algumas cristas, por exemplo na estação PMC 22 onde ocorre um *metachert* ferruginoso bandado, tipo FFB. Raros níveis finos de magnetititos podem também ocorrer onde a concentração de ferro é importante.

As estações de referência para estas rochas são as seguintes: (PMC22 - E538076; N7820784); (PMTG 143 - E537035; N7820355) e (PM555 - E529878; N7821715).

A₄msc – a denominação designa apenas algumas camadas de *metacherts* ferruginosos e FFB ao longo das vertentes setentrionais das serras da Cruz do Monte e dos Antimes, realçando os grandes

sigmóides de deformação das camadas peraluminosas. É a menos expressiva de todas as unidades mapeadas, e pode ser vista na antiga estrada que vai de Pitangui à Papagaios, logo após a travessia da Serra da Cruz do Monte (estação PMC 44 – E514137; N7824503). Trata-se de um *metachert* com bandas rítmicas brancas e cinzentas, ricas em óxido de ferro.

A₄rnt – Esta unidade corresponde a um pacote de rochas rítmicas muito bem expostas ao longo do trecho de estrada que vai da localidade de São João de Cima até Pitangui, em cortes de estrada com talude muito alto (estação PMC 91 – E510198; N7820989). A cidade de Pitangui está praticamente toda edificada sobre esta unidade, onde ela é bem exposta em um loteamento recentemente aberto na sua periferia sudoeste (estação PM 536 – E510791; N7823481) e também ao longo da estrada que vai até a localidade de Martinho Campos, no trecho em que ela atravessa a folha.

Os afloramentos são constituídos por rochas filíticas com muscovita e clorita muito intemperizadas, além de delgadas camadas de quartzito micáceo muito fino; também podem ocorrer níveis ferruginosos e carbonosos. As camadas são rítmicas e se distinguem facilmente dos metatufos por serem muito menos resistentes ao intemperismo. No entanto, o grau de intemperismo mais intenso na maior parte dos afloramentos transforma a rocha em um saprólito muito fino de cores variegadas entre o amarelo creme e o vermelho arroxeadado.

Uma pequena mina aberta para extração de filito, na estação (PMC 75 - E503729; N7837730) foi toda desenvolvida sobre as rochas da unidade e é um dos locais de referência para a sua observação, pois as rochas estão relativamente frescas. Neste local ocorrem filitos cloríticos e muscovíticos com quartzo e sem quartzo, o que lhes confere uma granulometria mais grosseira e lhes dá uma conotação genética de turbiditos.

Ao norte da folha a seqüência é também espessa, porém os afloramentos são mais raros em virtude da cobertura neoproterozóica do Grupo Bambuí. Pelo menos, ao longo da estrada que vai de Pitangui até Martinho Campos, no trecho em que ela atravessa a folha, a unidade ocorre em afloramentos esparsos.

Os níveis quartzíticos nem sempre ocorrem e a rocha é persistentemente fina apesar do aspecto sempre rítmico. Os contatos com as unidades adjacentes são difusos e de muita difícil definição, e mesmo sua posição em relação à unidade metavulcano-sedimentar não é conhecida.

Unidade de rochas hidrotermalmente alteradas

Os exemplos mais notáveis desta unidade são as rochas peraluminosas. É impossível abordar a geologia desta região e fazer descrições litológicas se não forem considerados os processos de alteração hidrotermal que afetaram, não só a base do Supergrupo Rio das Velhas, mas todas as rochas regionais, gerando produtos de alto teor em alumínio, conhecidos como rochas peraluminosas ou agalmatolitos. Esta última denominação, de origem antiga, (a palavra grega *agalmas* significa imagem, pois a rocha era usada no Oriente em substituição ao jade na fabricação de ídolos e objetos decorativos) é tradicional entre os mineradores.

Essas rochas, na região entre a Serra de Conceição do Pará e a Serra dos Ferreiras são claramente derivadas da seqüência de tufos vulcânicos com intercalações metassedimentares; na região entre

a Serra do Andaime e a cidade de Pará de Minas são, aparentemente, e na falta de dados mais convincentes, provenientes da alteração hidrotermal de granitos e gnaisses.

Nos depósitos da Serra Grande e Serra do Rio do Peixe, as últimas observações mostraram que elas são também oriundas dos níveis tufáceos e/ou sedimentares colocados tectonicamente em contato com os quartzitos e não de níveis filíticos intercalados aos quartzitos, como suposto anteriormente.

Na região de Mateus Leme, fora da folha mapeada, porém na continuação da seqüência de Pará de Minas, os agalmatolitos parecem ser derivados de sedimentos arenosos e argilosos.

Contrariamente ao suposto anteriormente por Romano (1989, 1993) e por Teixeira & Kuyumjian (1991), o mecanismo tipo *hot spring*, ou alteração hidrotermal pós-vulcânica, ou então de fluidos derivados da granitogênese tardi-arqueana, é praticamente ausente ou restrito a poucos locais (parece ocorrer somente em pontos isolados da Serra dos Ferreiras).

A hipótese de alteração hidrotermal concomitantemente com a instalação de uma zona de cisalhamento tem atualmente mais respaldo, principalmente após os trabalhos de Paiva (1996), Romano & Paiva (1997) e Heineck (1997; 2005). Esta hipótese está de acordo com o caráter colisional da bacia de sedimentação do Supergrupo Rio das Velhas na região. A enorme quantidade de fluidos hidrotermais responsáveis pela alteração seriam produzidos pela desidratação da própria pilha sedimentar e vulcano-sedimentar durante o encurtamento crustal.

O mapeamento de Romano (1998) evidenciou que as estruturas das serras dos Ferreiras, do Andaime, Conceição do Pará, dos Antimes e da Cruz do Monte, dentre outras, possuem características geométricas que poderiam unicamente ser produzidas em uma zona de cisalhamento transcorrente. Muitos argumentos de caráter macroscópico e microscópico, bem como aqueles em escala de afloramento e de mapeamento, comprovam esta hipótese.

Um dos principais problemas a serem resolvidos é se existe uma certa contemporaneidade da instalação da zona de cisalhamento e do vulcanismo, isto é, se há contribuição de fluidos pós vulcânicos no processo de alteração. A comprovação para esta hipótese seria a datação com marcadores geocronológicos confiáveis, o que até o presente não foi possível encontrar.

Uma segunda hipótese que tem ganho espaço entre os especialistas em terrenos arqueanos é a derivação de rochas peraluminosas a partir de paleo-solos. Esta hipótese deve ser considerada com as devidas precauções, pois se os paleo-solos seguramente existem, o que tem sido comprovado em diversas regiões precambrianas, o volume que eles representam deve também ser levado em conta. Tanto na Serra dos Ferreiras, quanto na Serra do Rio do Peixe e na Serra de Conceição do Pará, níveis finos de rochas relativamente raras como cloritoiditos com mais de 90% de Fe-cloritóide e por vezes Fe-clorita, são as candidatas mais prováveis a serem paleo-solos arqueanos. Porém, outras rochas que contém porções não significativas de Fe-cloritóide, podem também não serem derivadas de paleo-solos.

É também importante ressaltar que a denominação agalmatolito não é genética; não se refere a um processo de alteração hidrotermal atuante sobre um protólito preciso, mas sim a um tipo de rocha rica em minerais aluminosos, que podem ser os mais variados.

A mineralogia peraluminosa mais completa foi inicialmente determinada por Nogueira & Barzaghi (1972) para rochas da região de Pará de Minas e Onça do Pitangui, onde foi constatada a importância dos hidróxidos de Al nos produtos de alteração.

Os tipos litológicos mais importantes entre os termos peraluminosos, segundo Romano (1989, 1993a), são rochas que possuem teores variados de coríndon, muscovita e polimorfos Al_2SiO_5 (principalmente andaluzita e cianita) como mineralogia metamórfica primária, e diásporo, pirofilita e caulinita como mineralogia retrometamórfica. Rochas tais como coríndon-diásporo-pirofilita xisto, cianita-pirofilita-diásporo-xisto, diásporo-pirofilita xisto, diasporitos, cianititos, pirofilititos, são comuns.

Uma outra característica marcante é a presença de estruturas nodulares, por vezes ovóides e esféricas, de até um metro na maior dimensão, que sempre revelam um certo gradiente de alteração hidrotermal do centro para a periferia, ou seja, um núcleo mais peraluminoso do que a periferia (Foto 8). Estes nódulos refletem a intensidade e a duração do processo hidrotermal. Contudo, alguns nódulos ocorrentes na Serra dos Ferreiras lembram também serem semelhantes aos condutos de fumarolas pós-vulcânicas.



Foto 8: Nódulos peraluminosos das regiões da Serra dos Ferreiras e Pará de Minas.

Uma outra feição característica de algumas porções das rochas peraluminosas é o seu aspecto "porfiritico" (o agalmatolito "canjica" dos mineradores), com cristais milimétricos até centimétricos, desenvolvidos ao longo da foliação milonítica. São cristais geralmente gerados em deformação progressiva, provavelmente de plagioclásio e/ou feldspato potássico, o que faz supor, ao primeiro exame, em uma filiação queratófírica para rochas deste tipo. Esta hipótese, inicialmente levantada por Romano (1989) tem sido descartada em pesquisas mais recentes. Hipóteses diversas e estudos mais importantes encontram-se descritos em Romano (1989 e 1993 a).

A alteração hidrotermal peraluminosa distribui-se ao longo de grandes elevações regionais: - Serra dos Ferreiras, dos Antimes, da Cruz do Monte, de Conceição do Pará, e outras menos expressivas. A presença das rochas peraluminosas ao longo das maiores elevações regionais explica-se pelo caráter refratário dos minerais aluminosos face ao intemperismo, o que lhes confere uma maior resistência química e, conseqüentemente, uma maior resistência mecânica. Esta característica morfológica peculiar facilita o reconhecimento das faixas de terreno ocupadas por estas rochas, constituindo-se em um bom guia de mapeamento.

A zona de alteração extrapola os limites da folha, estendendo-se continuamente desde a quina norte da área mapeada, ao longo do rio Pará até o sudeste da cidade de Pará de Minas, de onde segue continuamente até as cidades de Mateus Leme em um sentido e Betim em outro. Ao norte estende-se até a cidade de Papagaios.

A cidade de Pará de Minas é limitada, em sua parte norte, por uma crista retilínea mais elevada onde se situa o Cristo Redentor; algumas antigas cavas de mina, atualmente abandonadas por causa da expansão urbana, estão situadas nesta crista. Não serão citadas no texto estações de campo de referência, pois elas são muito numerosas e estão arroladas no mapa de recursos minerais. Cada depósito tem suas particularidades mineralógicas e metamórficas, de modo que um só, ou poucos, não são suficientes para caracterizar aos agalmatolitos. Resta dizer que, obviamente as melhores exposições do material estão nas minas abertas ao longo de todas as serras entre Pará de Minas e Pitangui. Elas se contam às dezenas e exibem todos os tipos de rochas possíveis, algumas delas de difícil identificação, sobretudo, por causa do tamanho dos minerais constituintes, sempre muito finos e diversamente coloridos. A cor predominante é em tons de verde claro e verde acinzentado, com manchas de cor marrom claro muito freqüentes.

A unidade de rochas hidrotermalmente alteradas foi dividida em duas subunidades, descritas a seguir.

A₄rn_h – englobando hidrotermalitos diversos derivados da alteração de rochas sedimentares e vulcano-sedimentares. Estas rochas, em todas as ocorrências descritas, estão dispostas em zonas de alteração divergentes, segundo um modelo hidrotermal clássico do tipo pós-vulcânico.

Distinguem-se desta maneira, zona de alteração argílica avançada, ou zona peraluminosa, zona muscovítica, zona potássica, zona propilítica (Romano 1989; Romano & Carmo, 1990).

Os tipos petrográficos são típicos de rochas com teores variáveis, porém elevados, de minerais aluminosos, tais como: - coríndon, diásporo, polimorfos Al_2SiO_5 (principalmente cianita e andaluzita, esta última muito abundante nas minas da periferia sudeste de Pará de Minas), cloritóide, muscovita, pirofilita e caulinita, além da presença sempre constante de rutilo e turmalina.

O cloritóide é um mineral muito comum, principalmente nas ocorrências ao longo das Serras dos Ferreiras, porém o mineral está invariavelmente alterado, por intemperismo, para hidróxidos de ferro; o que confere às rochas um aspecto pintalgado de marrom. Ao exame mais apurado, com lupa de bolso, as pintas marrons conservam a estrutura externa do mineral. Por vezes, o cloritóide atinge a mais de 50% da rocha peraluminosa, excluindo-se, porém, deste conjunto litológico, os cloritóiditos puros, conforme o já mencionado no parágrafo referente aos paleo-solos.

A rocha mais comum encontrada pode ser identificada, à primeira vista, como sendo um quartzito micáceo ou um micaxisto quartzoso, que são comumente confundidos com rochas metassedimentares. É interessante ressaltar que rochas aparentemente quartzíticas, que ao microscópio revelam cristais de quartzo corroído e de formas bizarras, em meio a uma matriz micácea fina, rica em muscovita e pirofilita, são em realidade produtos de alteração hidrotermal produzida em zona muscovítica. Estas rochas são geralmente confundidas com quartzitos metassedimentares e são muito comuns na região da Serra dos Ferreiras e adjacências. Um nome consagrado para este tipo de rocha entre os autores russos é de "quartzito secundário", bem apropriado, pois são prontamente confundidos como quartzitos.

A₄rn_{hag} – são as rochas peraluminosas propriamente ditas, ou agalmatolitos; são rochas com teor em Al₂O₃ geralmente acima de 35% e tendência monominerálica, tais como, muscovitos, cianititos, diasporitos, diásporo-pirofilita-xisto, cianita ou andaluzita-diásporo-pirofilita-xisto e outras. As rochas são insólitas pelo aspecto e modo de ocorrência, em depósitos onde é muito difícil, ou impossível estabelecer relações de contato ou de identificação de protólitos. No mapa foram representadas como lentes finas e alongadas no meio da seqüência alterada, porém são em número muito maior do que o mostrado. A geometria destes corpos é também muito variável no tocante ao comprimento, largura e espessura, porém eles mostram sempre um aspecto sigmoidal, o que demonstra uma contituição sintectônica.

As fotos 9, 10 e 11 mostram fotomicrografias de agalmatolitos com minerais de metamorfismo mais elevados desestabilizados em fases dmais hidratadas.

As tabelas 2 e 3 mostram análises químicas de rochas peraluminosas da região da Serra dos Ferreira e da Serra dos Rio do Peixe, de fonte bibliográfica.



Foto 9: Desestabilização de um cristal de andaluzita em pirofilita e diásporo, agalmatolito de Pará de Minas; nicóis cruzados, 100X.



Foto 10: Porfiroblasto sintectônico, desestabilizado em pirofilita, diásporo e muscovita, agalmatolito da Serra do Andaime; nicóis paralelos, 100X.

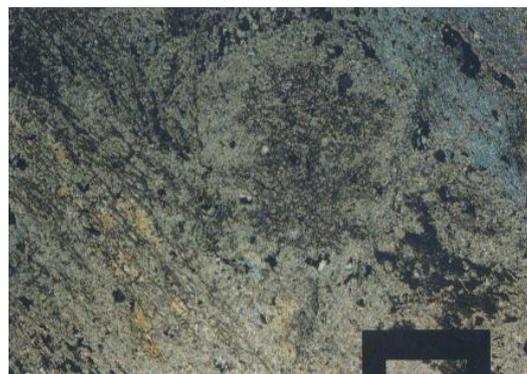


Foto 11: Rocha peraluminosa constituída por porfiroblastos de cianita, substituídos por diásporo e pirofilita e matriz muscovítica; nicóis cruzados, 25 X. Estação PMCT 94.

B - Grupo Maquiné (A₄rmt)

O Grupo Maquiné ocorre em cerca de 5% da área mapeável do Supergrupo Rio das Velhas, porém sustenta as formas de relevo mais expressivas da região. De fato, as serras Grande, dos Correias, do Rio da Peixe e da Alegria, são moldadas nos seus quartzitos. Trata-se de uma seqüência molássica com uma espessura máxima de 1000 metros, perfeitamente correlata daquela do local tipo no Quadrilátero Ferrífero, apesar da falta de continuidade física entre elas.

A seqüência completa do Grupo Maquiné, ao norte e noroeste do Quadrilátero Ferrífero, engloba, além desta, os quartzitos da Serra da Boa Vista e Santo Antônio em Mateus Leme, da Serra Negra em Betim e da Serra de Papagaios, entre as cidades de Papagaios e Pompéu. Os quartzitos desta última serra estão em quase continuidade física com aqueles da Serra da Alegria através de linha de lentes profundamente estiradas e miloníticas, o que atesta uma separação por falhamento transcorrente.

Nos locais da folha onde ocorre, o Grupo Maquiné é representado por quartzitos diversos, desde puros a micáceos, lentes de conglomerados oligo a polimíticos e filito sendo constatadas estruturas sedimentares primárias em alguns locais.

Os quartzitos das serras Grande e dos Correias estão bem menos deformados do que os das serras do Rio do Peixe e da Alegria. A razão disto pode ser facilmente compreendida na observação do mapa geológico. A quantidade de falhas e estruturas de deformação, tais como grandes sigmóides de foliação, é muito maior na parte norte do que na parte sul, ou seja, as serras Grande e dos Correias foram muito mais preservadas da deformação regional.

Desta forma, os quartzitos das serras Grande e dos Correias têm mergulhos não muito fortes e estão ondulados, de modo que eles não se prolongam em profundidade, estando distribuídos somente como uma camada de cobertura, sendo assim representados no perfil EF anexo ao mapa.

No caso das serras de direção predominante leste-oeste, como a serra do Rio do Peixe e da Alegria, as relações de contato são mais obscuras, porém seus quartzitos também não devem se prolongar em profundidade.

A rocha quartzítica típica é um quartzito mal selecionado com grãos arredondados, bandamento composicional freqüente (areia-silte-argila), níveis conglomeráticos. Observa-se com freqüência aleitamento gradacional invertido denotando um caráter molássico. Bons afloramentos podem ser observados na estrada que vai até o alto da Serra Grande onde existe uma torre de transmissão. Também na estrada que atravessa a Serra da Alegria e vai até a cidade de Pequi. Nestes trajetos é possível observar os aspectos composicionais das rochas e estruturas sedimentares primárias preservadas.

Na estação (PMTG 34 - E528675; N7821307) a rocha é de cor cinza pouco intemperizada com quartzo pouco recristalizado, grãos arredondados a subarredondados, mal selecionado e impuro; presença de estratificação cruzada aca-nalada com lâminas de talhe centimétrico.



Foto 12: Nível de conglomerado clasto suportado no quartzito Maquiné, na meia-encosta da Serra Grande.

Na estação (PMTG 53 - E534585; N7824450, Foto 12) logo a frente, já aparece um conglomerado clasto

suportado e matriz suportada com seixos milimétricos a decimétricos de filito, quartzito e quartzo de veio, matriz arenosa e ferruginosa recristalizada apresentando uma variação granulométrica muito grande; rocha pouco foliada com acamamento dado pela variação granulométrica da matriz.

5.1.3 Granitóides Sin a Tarditectônicos

Esta divisão reúne os corpos da Suíte Intrusiva Mato Dentro e o Maciço Granitóide de Maravilhas - Cachoeira da Prata.

A – Suite Intrusiva Mato Dentro

Esta unidade engloba os corpos granitóides da Suite Intrusiva Mato Dentro denominada na região a oeste de Mateus Leme. Inicialmente foi mapeada uma extensão da Suite Mato Dentro que penetrava ao sul da folha até a cidade de Pará de Minas, cuja maior parte está assentada sobre as rochas desta suite.

Trata-se de uma unidade com granitóides biotíticos de grão grosso, estudados geoquimicamente por Heineck (1997) e datados por Romano (1989) em 2.755 (+14,-13) Ma, pelo método U-Pb em zircões, nas imediações da cidade de Mateus Leme. A rocha datada foi um granitóide mais leucocrático do que aquele de Pará de Minas.

Os corpos de Meireles, Casquilho e Conceição do Pará ainda não têm estudos petrográficos, geoquímicos e geocronológicos.

Estes corpos então alinhados na direção sudeste – noroeste e representam porções alojadas nos gnaisses encaixantes. São vários corpos amendoados sendo que foram diferenciados os seguintes:

granito de Pará de Minas (A4yp) e da Serra do Andaime (A4ys) em quase continuidade física devendo representar o mesmo corpo; é uma rocha de grão grosso, pouco foliada ou com foliação ausente e caracterizada por biotita grosseira ocorrente na cidade de Pará de Minas e sendo bem exposto no leito e margens do Ribeirão Paciência (estações PMC 60 – E541059; N7804007 e PMC 74 – E542698; N7801802); o corpo de Serra do Andaime é muito semelhante porém um pouco mais foliado e com faixas miloníticas (estação PMCT 60 – E535199; N7808986);

granito de Casquilho, na localidade homônima (estação PMC 59 - E514337; N7817381), muito bem exposto em uma pedreira em atividade; são dois corpos alongados cuja continuidade física não foi possível de observar no terreno; a rocha na pedreira é leucocrática cinza claro com duas *fácies* petrográficas bem nítidas, um mais claro outro mais escuro; o granito é biotítico de grão médio a grosso e contém veios aplíticos ricos em sulfetos, principalmente pirita e molibdenita; a pirita pode também ser localmente abundante no próprio granito; a rocha localmente não é deformada, porém esta muito fraturada, com juntas verticais preenchidas por clorita;

granito de Meireles, na localidade homônima e parecendo ser diferenciação dos migmatitos encaixantes; é de grão grosso, com anfibólio, biotita e clorita;

granito de Conceição do Pará, um pouco a sul da cidade homônima, nas proximidades da estação de tratamento de lixo local, tratando-se de um granito biotítico de grão médio, sem estudos mais detalhados.

Um corpo muito bem exposto encontra-se nas margens do rio Pará, a noroeste da cidade de Conceição do Pará e parece ser derivado da fusão parcial dos gnaisses anfibolíticos encaixantes; trata-se de uma rocha de granulação muito grossa, com biotita, clorita e anfibólio e grandes cristais de feldspato potássico rosa (estação PMC 35 – E502383; N7824907).

Além destes, diversos outros corpos derivados da fusão parcial dos gnaisses regionais e alojados ao longo das zonas de transcorrência no sistema colisional do Lineamento Pitangui podem ser identificados, contudo de delimitação difícil no mapa geológico.

B - Maciço Granitóide de Maravilhas-Cachoeira da Prata

O Maciço Granitóide de Maravilhas – Cachoeira da Prata tem uma forma elipsoidal, com cerca de 50 km de eixo maior na direção aproximadamente leste-oeste. Ele se estende desde o contato com as rochas do Supergrupo Rio das Velhas a oeste, até a cidade de Cachoeira da Prata, a leste, fora do limites da folha mapeada. Ao norte é recoberto pelos metassedimentos neoproterozóicos do Grupo Bambuí e ao sul, faz contato com uma faixa milonítica de direção leste-oeste do Supergrupo Rio das Velhas e também com o embasamento cratônico.

Este maciço foi petrográfica, geocronológica e geoquímicamente estudado por Oliveira (1999), sendo datado em 2.714 ± 2 Ma pelo método U-Pb. Esta idade mostra pontos fortemente discordantes (até mais de 90% de discordância); a discórdia tem uma forte dispersão com o MSWD = 45. Esta autora propõe, com base em geoquímica e petrografia, a divisão do maciço em dois corpos:

- corpo I, de composição granítica, teores de SiO_2 entre 73,03 e 75,4%, $\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$ e composição peraluminosa;
- corpo II, é foliado, composição granodiorítica a tonalítica e foi datado geocronologicamente conforme referido acima; dividido em três *fácies* petrográficas (Cachoeira do Mato, Capelinha e Passagem Boa).

Destes, somente a *fácies* Passagem Boa não aflora na folha.

No presente trabalho, a divisão inicialmente proposta por Oliveira (1999) foi acrescida dos dados atuais e dos dados de Bruzzi *et al.* (1997) reinterpretado e dividido em quatro *fácies* petrográficas:

A₄Y₃mc – *fácies* Cachoeira da Prata, representando cerca de 60% do corpo na folha e constituída por um granito biotítico homogêneo de grão geralmente grosso e por vezes foliado; corresponde ao corpo I de Oliveira (1999);

A₄Y₃mp – *fácies* Pequi, constituída por um leucogranito de grão grosso à médio, composição granodiorítica a tonalítica, em parte porfiróide, com biotita e sillimanita, muito bem exposta em uma pedreira abandonada cerca de 2 km a leste da cidade homônima, onde mostra-se afetada por cisalhamento dúctil; corresponde à *fácies* Cachoeira do Mato;

A₄Y₃mpi – *fácies* Pindaíba, constituída por um granito a monzogranito com biotita e anfibólio;

A₄Y₃mcp – *fácies* Capelinha. representada por um trondjemito de grão fino e grosso.

5.1.4 Granitoides Tarditectônicos

Como granitoides tarditectônicos foram cartografadas algumas *fácies* petrográficas do Maciço Granitóide de Florestal (Romano 1989; Romano *et al.* 1995; Perillo 1998). Este maciço foi datado (Romano *et al.* 1991), pelo método U-Pb em $2.593 \pm 18, -19$ Ma (granodiorito Caio Martins, ao sul da cidade de Esmeraldas, método U-Pb, pontos discordantes em até 80%, porém com a reta da discórdia com os pontos perfeitamente alinhados, MSDW de 0,09).

O corpo de Florestal tem somente 10% de sua área aflorando na folha de Pará de Minas, o restante ocorre na região ocidental da folha. Ele tem uma forma amendoada com o eixo maior com a

mesma direção das estruturas do Supergrupo Rio das Velhas, isto é, noroeste-sudeste. Os contatos se fazem, a oeste e sul, com os terrenos metavulcano-sedimentares do Grupo Nova Lima e ao norte com os gnaisses do Complexo Belo Horizonte.

De acordo com os trabalhos de Romano *et al.* (1995) e Perillo (1998), o maciço é dividido em 5 *fácies* petrográficas, que são as seguintes: Caio Martins, Padre João, Lagoinha e Serra dos Tavares.

As *fácies* Caio Martins e Padre João não afloram na folha de Pará de Minas.

As *fácies* petrográficas reconhecidas e separadas no mapa são as seguintes:

A₄Y₃fs - *fácies* Serra dos Tavares, leucocrático a duas micas, grão médio e foliado; a ocorrência típica é em uma pedreira abandonada na Serra dos Tavares, logo ao norte da localidade homônima;

A₄Y₃fl - *fácies* Lagoinha, granito leuco a mesocrático a duas micas, grão fino e não foliado;

A₄Y₃fj - granito de Jaguará, semelhante ao granito da Serra dos Tavares, porém não foliado, mostrando apenas uma orientação de fluxo magmático incipiente (ambos podem ser a mesma *fácies*), aflorante em várias pedreiras abandonadas na localidade de Limas, logo a noroeste de Pará de Minas (estações PMCT 013, 014, 015, 016).

O corpo de Jaguará tem exatamente a mesma forma e a mesma disposição espacial do maciço como um todo, estando inteiramente envolvido pelas rochas do Supergrupo Rio das Velhas. Trata-se do mesmo *pluton* e, ele tem essencialmente as mesmas características petrográficas da *fácies* Serra dos Tavares.

Para este último granito existe uma isócrona Rb-Sr (Besang *et al.* 1977) que sugere idade em torno de 2,45 Ga. Esta idade foi posteriormente confirmada por Teixeira (1985), Apesar do método, hoje pouco utilizado e que dá resultados muito imprecisos em comparação com a datação U-Pb, a idade é interessante e compatível com aquela determinada para o corpo de Caio Martins, demonstrando, pelo menos, o caráter tardi a pós-tectônico para esta granitogênese.

5.1.5 Diques Básicos (MNPβ)

O enxame de diques básicos é expressivo e atravessa todas as unidades pré-cambrianas, com exceção do Grupo Bambuí. A maior parte das rochas básicas são hipoabissais, predominando os termos diabásicos.

Chaves (1996), baseando-se em datações de Teixeira *et al.* (1988) estabeleceu duas gerações de diques básicos, respectivamente a 2.000 Ma e 900 Ma, sendo que a geração mais antiga é metamórfica, transformada em anfíbolito, e a mais nova está com a mineralogia original preservada, ou quase (geralmente alterações deutéricas em maior ou menor intensidade, com uralitização dos piroxênios e saussuritização dos plagioclásios). Ressalte-se, entretanto, que é muito raro localizar uma dessas rochas que tenha todos os piroxênios intactos e os plagioclásios estejam livres de saussuritização. A total epidotização da rocha é também um fenômeno metamórfico comum.

Segundo Chaves (1996) a direção dos dois enxames é diferente, estando a rocha mais metamórfica alinhada segundo uma direção mais latitudinal do que menos metamórfica. Contudo, parece que, se este critério funciona bem no bloco de Maravilhas, o mesmo não ocorre para as outras regiões da folha.

Os critérios de campo utilizados neste mapeamento não previram esta nuance petrográfica, e todos os diques foram mapeados em conjunto.

O padrão morfológico dos diques básicos é totalmente contrastante com o padrão dos veios de quartzo. As rochas básicas são identificadas em fotografias aéreas por alinhamentos pouco salientes e realçados mais por uma mudança de tonalidade no padrão fotográfico do terreno.

A espessura média dos diques fica em torno de 10 metros e suas posturas nem sempre são verticais. As idades radiométricas fazem parte dos estudos de Teixeira *et al.* (1988), utilizando o método K-Ar, e foram de certo modo ratificadas pelas pesquisas posteriores, considerando que o metamorfismo transamazônico na região norte do Quadrilátero Ferrífero é comprovado por datações Rb-Sr e K-Ar (Romano *et al.* 1991).

As idades mais antigas devem refletir os primeiros pulsos da abertura do *rift* Espinhaço. Os diques básicos se distribuem por toda a folha, entretanto, o enxame é mais denso no bloco de Maravilhas. Como já ressaltado, o importante no mapeamento destes diques é não confundir-los com os grandes veios de quartzo já citados anteriormente, já que estes últimos têm uma expressão topográfica muito mais conspícua.

Como exemplos de rochas básicas de diques reportar-se às estações de campo (PMTG 160 - E530811; N7830665), no norte da folha e (PMRTO 02 - E520975; 7814525) no sul da folha.

5.1.6 Grupo Bambuí

O Grupo Bambuí aparece cobrindo cerca de 10% da área da folha se bem que em espessura reduzida, de no máximo 100 metros. Distribui-se principalmente entre a Serra dos Ferreiras e a Serra do Rio do Peixe ao norte da folha e no vale do rio Pará a partir de uns 20 Km abaixo de Conceição do Pará.

Três unidades do grupo puderam ser bem identificadas:

- Formação Serra de Santa Helena dividida em 2 membros;
- Formação Sete Lagoas dividida em 3 membros;
- Formação Carrancas dividida em 3 membros.

A - Formação Carrancas (NP_{1bc})

A formação foi mapeada adotando-se o nome já consagrado na região de Pedro Leopoldo e Vespasiano (Costa & Branco, 1961). Trata-se de uma unidade bem aflorante na região situada entre as serras Grande, dos Correias e do Rio do Peixe. Três membros puderam ser bem identificados, todos eles representando rochas livres de metamorfismo, ou, no máximo, anquimetamórficas.

Os membros identificados e mapeados são os seguintes, com as respectivas notações no mapa:

- rochas de origem glacial depositadas em ambiente lacustrino (NP₁bcv);
- arenito rítmico subarcosiano, arenito com concreções ferruginosas e diamictito (NP₁bcad);
- arcósio e subarcósio (NP₁bcar).

NP₁bcv - O afloramento em questão representa indubitavelmente uma seqüência glacial depositada em um ambiente lacustrino com várvidas, primeiramente identificada por Romano & Knauer (2003). O local de ocorrência mais notável é ao longo da estrada que vai da Serra dos Ferreiras até a localidade de Rio do Peixe, principalmente na mina de filito da Cerâmica Saffran (Foto 13).



Foto 13: Vista geral do depósito de várvido mostrando o basculamento da camada. Mineração Saffran, flanco ocidental da Serra Grande.

Este filito é em realidade um varvito, com todas suas estruturas sedimentares preservadas e, caracterizado pela alternância rítmica de níveis caulínicos decimétricos brancos e, níveis centimétricos ferruginosos vermelhos onde ocorrem nódulos de jaspe.



Foto 14: Impressão métrica de um seixo pingado no varvito; mesma localização da foto 13.

No afloramento é possível observar também nódulos carbonosos e manganésíferos além de uma impressão métrica de uma *dropstone* (Foto 14).

A camada grada lateral e verticalmente para bancos mais carbonosos cinza escuros a negros. Algumas estruturas parecendo rastros de organismos são raramente encontradas, e podem representar icnofósseis, mas esta afirmação, além de carecer de estudos mais detalhados precisa de amostras mais características.

No local as camadas estão basculadas e mostram dobras e falhas de acomodação atectônicas (Foto 15).

A espessura total da unidade ultrapassa 30 metros, estes dados são de furos de trado da empresa mineradora local.

NP₁bcad – Trata-se de uma seqüência de arenitos grauvaquianos finamente bandados de cor cinza esverdeado e matriz micácea ferruginosa que ocorre no sopé das serras Grande e dos Correias (PM543 – E527030; 7822709) e aflora em trechos da estrada que vai de Capoeira Grande até o povoado de Rio do Peixe, logo após a subida da primeira serra; juntamente com estes arenitos ocorrem bancos de diamictitos de matriz clorítica com clastos diversos de natureza e granulometria

muito díspares, em alguns locais podendo ser assimilados a tilitos.

Também no sopé da Serra Grande ocorre uma camada de arenito com concreções ferruginosas concêntricas perfeitamente preservadas e livres de deformação, também pertencente à formação (estação PMTG 62 – E530004; N7824350, Foto 16).



Foto 15: Dobra atectônica no varvito; mesmo local das fotos 9 e 10.

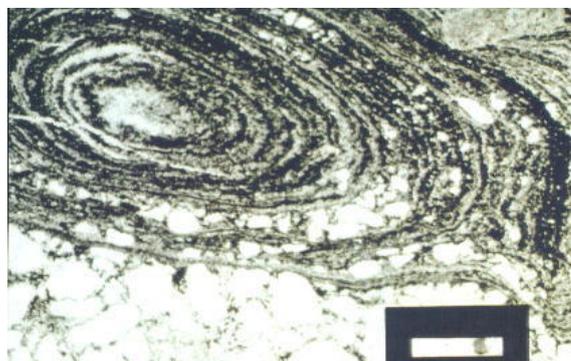


Foto 16: Concreção ferruginosa em arenito da Formação Carrancas; estação PMTG 62. Escala gráfica: 700 µm.

NP₁bc_{ar} – trata-se de uma camada de arcósio a sub-arcósio que ocorre nas proximidades da vertente sul da Serra do rio do Peixe (estação PM 549 – E526852; N7827296), em uma área relativamente estendida, porém os bons afloramentos são raros.

A rocha é geralmente de cor vermelha quando intemperizada e verde quando fresca e é totalmente destituída de deformação, se bem que seus afloramentos estejam marcados por uma foliação plano axial pouco desenvolvida, e algum basculamento extensional, provavelmente brasileiro.

Percebe-se prontamente uma característica fratura conchoidal que aparece, tanto na rocha fresca, quanto na rocha intemperizada. A camada tem cerca de 50 metros de espessura. Trata-se de uma rocha imatura com cerca de 30% de grãos de feldspato, quartzo anguloso e matriz micácea, rica em clorita.

B - Formação Sete Lagoas (NP₂bsl)

A Formação Sete Lagoas não é muito bem representada na folha em virtude de seus afloramentos serem escassos, porém ela é bem identificada, pois seus litotipos são inconfundíveis. Trata-se de uma unidade essencialmente carbonática com termos clásticos bem definidos, utilizando-se a classificação de Folk (1959).

A sedimentação carbonática inicia-se com uma seqüência de dolomitos tipo *cap carbonates* de fim de glaciação e de margas calcíticas e dolomíticas intercaladas com finos leitões de metapelitos.

Em geral, as margas são rochas difíceis de serem reconhecidas e muitas vezes são confundidas com metassiltitos de cor cinza claro a cinza escuro quando frescos. Nos afloramentos intemperizados a rocha torna-se praticamente igual a um metassiltito propriamente dito, de cor rósea e facilmente esfoliável.

Lentes de calcário cinzento, em parte dolomítico são comuns ao norte de Pitangui, onde são lavrados para corretivo de solo. A Formação Sete Lagoas, *sensu strictu*, isto é, somente calcários

cinzentos, classificados com calcarenitos, aparentemente não existem para o norte da folha. Todavia, o extenso relevo cárstico existente no limite norte sugere que esta formação existia e foi inteiramente solubilizada. Esta região foi provisoriamente mapeada como sendo da formação pelítica superior, mas também não existem rochas aflorantes desta unidade.

As unidades reconhecidas e notadas no mapa são descritas a seguir.

NP₂bslcd – lentes de dololutito de cor cinza claro com níveis silicosos e calcíticos aflorantes no norte de Pitangui e muito bem expostos em uma pedreira para extração de brita e corretivo de solo (estação PMC 46 – E513925; N7830385), e também ao longo da estrada antiga de Pitangui a Papagaios (estação PMC 43 – E514992; N7827761).

Na pedreira a rocha é muito fina, cor predominante cinza clara, porém com níveis róseos e esbranquiçados. Presença de estruturas sedimentares primárias, como acamamento e marcas de onda de amplitudes variadas, infelizmente vistas somente em blocos já retirados da frente de lavra. Todo o afloramento é basculado por tectônica extensional de gravidade que apenas causa a acomodação das camadas, não havendo nenhum indício de dobras ou empurrões.

O pacote, essencialmente dolomítico, tem cerca de 20 metros de espessura aflorante, não sendo conhecida sua base, nem suas relações laterais de contato. Como a lente dolomítica não tem contatos laterais e a mesma litologia aflora alguns quilômetros para o sul, toda a área de afloramento entre as duas ocorrências foi mapeada como pertencente a esta unidade. Parece que tratam-se de lentes no meio de pelitos ou margas, porém não são conhecidos afloramentos que o comprovem e a unidade repousa diretamente sobre o embasamento xistoso do Grupo Nova Lima.

A rocha contém indícios de mineralizações de cobre com formação de finos filmes de minerais oxidados, tais como malaquita e azurita, nos planos de acamamento.

NP₂bsld - lente de calcário dolomítico branco, cinza e róseo muito fino e homogêneo assimilado a um calcilutito; possui nódulos alongados de *chert* branco e intercalações rítmicas de filito clorítico verde; os bancos de dololutito têm até um metro de espessura ao passo que os de filito não passam de poucos centímetros.

Localmente existem estruturas primárias preservadas tais como, acamamento rítmico, marcas ondulares, *teepes*, etc. Esta unidade foi mapeada em apenas um local da folha, no sopé da Serra da Alegria e grada lateralmente para as margas cloríticas verde acinzentadas da unidade anterior.

Trata-se de apenas uma lente com cerca de 100-150 metros de espessura aparente e alguns poucos quilômetros de extensão, estando basculada por acomodação tectônica de gravidade, com mergulho em torno de 30° para o sul (estação PMTG 132 – E525775; N7830207).

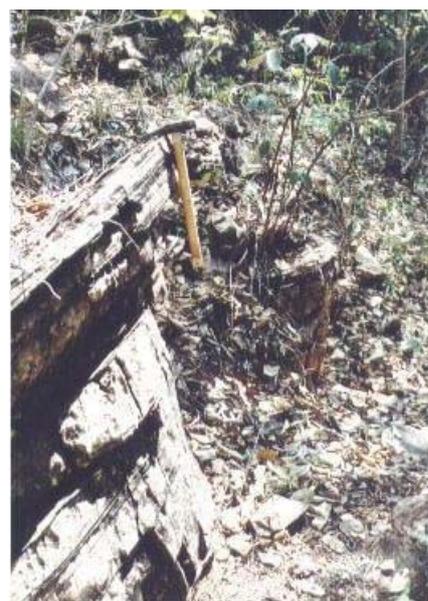


Foto 17: Lente de calcário dolomítico tectonicamente basculada; notar a intercalação rítmica de lentes finas de filito clorítico; estação PMTG 132.

Uma marga aflorante na estação (PMC 72 - E530281; N7827801) é de cor cinzenta, com marcas de redução alongadas e constituídas por material argiloso e ferruginoso; os cristais de carbonato têm intercalações de micas finas, com uma leve orientação de carga, pois a rocha não está deformada.

NP₂bsl – sob esta denominação foram mapeadas as feições tabulares onde existem indícios de rochas carbonáticas, como por exemplo no relevo tabular entre a Serra dos Ferreiras e a Serra da Jaguará. A região é facilmente atingível pela estrada que sobe a primeira serra e vai até a estrada que vem de Capoeira Grande. Em um determinado ponto deste relevo existem feições cársticas e indícios de rochas calcárias já decompostas. Também, algumas feições tabulares adjacentes e a oeste do local de ocorrência de rochas dolomíticas, conforme referido anteriormente foram mapeadas como sendo pertencente a esta unidade por critério paleogeográfico.

C – Formação Serra de Santa Helena

A Formação Serra de Santa Helena foi mapeada como ocupando todos os relevos tabulares assentados diretamente sobre o embasamento xistoso do Grupo Nova Lima no norte da folha onde não existem afloramentos nem indícios de calcário. Por extensão ela também foi mapeada ocupando o relevo cárstico já citada no capítulo anterior, o que, como já dito, é passível de discussões. Foi também identificada uma unidade basal da formação nas imediações da ponte sobre o rio Pará, canto extremo noroeste da folha.

As unidades reconhecidas estão descritas a seguir.

NP₂bsha – siltito com bancos de arenito subarcosiano fino, muito impuro, de cor verde acinzentada clara; os bancos de arenito têm em média 1 metro de espessura e vários metros de comprimento; largura não estimada em virtude do corte de estrada onde afloram não poder estimar esta dimensão.

O siltito é também de mesma tonalidade, ligeiramente mais cinzento e encontra-se em estágio de intemperismo incipiente; algumas centenas de metros para sudoeste, já fora dos limites da folha, ocorrem em continuidade física, bancos de siltito com clivagem ardosiana em regime de lavra.

Este afloramento está situado no limite da folha e pode ser facilmente atingido pela estrada que vai de Pitangui até Martinho Campos; é justamente onde a estrada atravessa o rio Pará. A posição estratigráfica, estando este pacote abaixo dos metapelitos, corrobora a Formação Serra de Santa Helena neste local. Ademais, a associação litológica siltito com bancos de arenito cinza esverdeados é típica da base da Formação Serra de Santa Helena na folha de Pompéu, logo acima (W. Feboli, CPRM, inform. verbal).

NP₂bshp – pelitos cinzentos em parte com clivagem ardosiana, ocupando o restante das feições tabulares do norte da folha. O material pode ser visto nos cortes de estrada que atravessam a região, pois estas rochas estão geralmente intemperizadas sob a forma de um saprólito de cores claras em tons de vermelho que se destacam em placas finas à semelhança das ardósias e com postura sempre horizontal. A espessura destas camadas pode ser superior a 50 metros. A rocha não é encontrada fresca em nenhum afloramento.

5.1.7. Neógeno

Os depósitos cenozóicos são todos referidos ao Neogeno e são muito expressivos na região. Foram divididos em:

-Nco - depósitos coluvionares com blocos e matacões, muito comuns nas encostas mais abruptas das serras quartzíticas e geralmente constituídos por blocos das litologias locais cimentados ou não por laterita; são reconhecidos prontamente em fotografias aéreas e também no campo pela geometria peculiar de leques coluviais; são particularmente freqüentes ao norte da localidade de Jaguará, onde constata-se que os blocos ferruginosos são provenientes das cristas de *metachert* e de Formação Ferrífera Bandada; a espessura local pode ultrapassar 10 metros;

-Ndel - coberturas eluvionares detrito-lateríticas consolidadas ricas em fragmentos de quartzo e com cobertura parcial de carapaças limoníticas; ocorrem principalmente nos altos das serras quartzíticas: Serra Grande, Serra do Rio do Peixe, Serra da Alegria;

-N_{34al} - são os depósitos aluvionares das calhas dos cursos de drenagem e ocorrem indiscriminadamente em toda a região; os depósitos do curso superior do rio São João são os mais expressivos e são lavrados há muito tempos para a fabricação de cerâmica vermelha; os depósitos do rio Pará são geralmente cascalhosos e foram lavrados na época dos bandeirantes para ouro; os terraços aluvionares cascalhosos de matriz laterítica, elevados de poucas dezenas de metros em relação às calhas atuais, são freqüentes nos rios Pará e São João.

Na região de Pará de Minas, principalmente no médio e alto curso do ribeirão Paciência, existem vários níveis aluvionares e coluvionares elevados em relação às calhas de drenagem atuais, e que parecem ser produto de tectônica recente.

5.2 Geologia Estrutural

A região ocupada pela folha de Pará de Minas faz parte do domínio tectônico do embasamento cratônico meridional do São Francisco e é considerado um prolongamento do Quadrilátero Ferrífero. Foi estabelecida uma cronologia relativa para as deformações que é a seguinte:

- deformação dúctil arqueana denominada D_n ;
- deformação dúctil-rúptil arqueana a transamazônica denominada D_{n+1} ;
- tectônica distensiva brasiliana tardia;
- reativação cenozóica discreta.

Tectônica dúctil e dúctil-rúptil

A região está localizada na parte central de uma ampla zona de cisalhamento transcorrente, o Lineamento Pitangui (Romano & Noce 1995; Romano & Paiva 1997), de direção noroeste-sudeste, de modo que todas as estruturas observadas são balizadas por falhas direcionais configurando mega-sigmóides (Figura 5).

O Lineamento Pitangui tem direção sudeste-noroeste e materializa a zona de colisão continental. Este lineamento se divide em um segmento mais desviado para o norte nas imediações da Serra do Andaime, denominado Zona de Cisalhamento de Pará de Minas; um outro que corre ao longo da

Serra do Rio do Peixe e tem direção aproximadamente leste-oeste, denominado de Zona de Cisalhamento de Pequi, e um outro, entre os dois, denominado de Zona de Cisalhamento da Serra Grande. Com esta distribuição espacial as zonas de cisalhamento configuram uma grande estrutura do tipo S-C.

Não se evidenciou nenhuma rampa frontal no jogo das falhas transcorrentes, de maneira tal que não são cartografadas estruturas compressivas. Se estas estruturas existiram, elas foram retomadas pela tectônica transcorrente que obliterou as evidências. Todavia, estruturas transpressivas nos mega-sigmóides de foliação certamente existem e devem ser avaliadas em trabalhos de geologia estrutural de detalhe.

Estruturas sedimentares primárias são observadas em praticamente todas as rochas estando relacionadas à *pods* de foliação. Estas estruturas são principalmente:

- *pillow* lavas em metabasaltos;
- acamamento rítmico com alternância granulométrica em metaturbiditos e rochas metassedimentares;
- estratificação cruzada e plano paralela em quartzitos do Grupo Maquiné;
- feições de acamamento gradativo em rochas piroclásticas;
- estratificação gradativa em metassedimentos quartzosos, e outras.

Duas fases de deformação dúctil e rúptil – dúctil respectivamente D_n e D_{n+1} já foram reconhecidas por Romano (1989) e melhor evidenciadas na região de Mateus Leme e na Serra do Curral ocidental. Na região de Pará de Minas e Pitangui estas duas deformações são praticamente paralelizadas, resultando no desenvolvimento de uma generalizada foliação de transposição milonítica. No entanto, registros da primeira deformação são evidenciados em:

- dobras amplas de vergência não definida e materializadas pela foliação S_n ao longo das serras dos Ferreiras, dos Antimes e da Cruz do Monte, assim como por camadas metassedimentares ao sudeste das serras Grande e dos Correias; a direção dos eixos de dobra é sudeste-noroeste (ver figura 5);
- porfiroblastos rotacionados que fossilizam uma foliação anterior, fato este melhor visível no domínio das rochas peraluminosas.

A foliação plano axial anterior da fase D_n , foi quase que inteiramente sobreposta pela foliação milonítica. Somente no domínio dos quartzitos de topo do Supergrupo Rio das Velhas é possível restos desta foliação preservada em dobras de média a grande amplitude.

No mais, a principal estrutura planar observada é a foliação milonítica S_{n+1} que retoma a foliação anterior S_n preservada nas grandes dobras da fase D_n . Esta foliação mostra um máximo em torno de N140 e mergulho geralmente fortes, verticais a subverticais e com dupla vergência. Esta foliação é a estrutura planar mais bem desenvolvida de toda a região, sendo a única facilmente reconhecível afetando todas as rochas, principalmente nas rochas peraluminosas, onde mostra-se em uma grande quantidade de microestruturas (Foto 18).

Os afloramentos, sobretudo aqueles no domínio das rochas peraluminosas mostram sempre um aspecto sigmoidal em megascale, ressaltando a estrutura milonítica (Foto 19).



Foto 18: Quartzo-mica milonítico com estruturas do tipo mica-fish. Estação PMCT 41, nicóis cruzados, 25 X.

As estruturas lineares são do tipo estiramento mineral de fitas de quartzo, lineações de interseção e principalmente estrias horizontais a sub-horizontais que evidencia um regime rúptil – dúctil para a última fase de deformação (ver Fotos 20 e 21).



Foto 19: Geometria sigmoidal das rochas perluminosas, martelo como escala; Mina de Gorduras, Pará de Minas.



Foto 20: Lineação down-dip de fibras de quartzo em quartzo-mica xisto ; alto da Serra do Andaime.



Foto 21: Crenulação em níveis de quartzo de segregação metamórfica, mesmo local e litologia da foto anterior.

Os indicadores cinemáticos são de duplo sentido, não sendo possível estabelecer uma cronologia para a transcorrência. Os indicadores mais antigos, representados por porfiroblastos rotacionados em gnaisses miloníticos ao sul de Pará de Minas, indicam sentido sinistral, porém as transcorrências em megaescala que afetam o Grupo Maquiné na Serra do Rio do Peixe, indicam sentido dextral.

A própria estrutura do denominado sinforma de Pequi, que tem como flancos a Serra Grande ao sul e a Serra do Rio do Peixe ao norte, não é uma dobra. Trata-se de uma estrutura pseudo sinformal produzida pelo jogo das falhas transcorrentes, de movimentação final acontecida durante a última fase de deformação.

A dobra que estrutura o antiforma da Serra do Andaime, como já citado, é uma grande dobra de transposição de foliação e uma das estruturas mais espetaculares da região (figura 6). As dobras de eixo NO-SE da região de Conceição do Pará são consideradas como dobras parasíticas da transcorrência da segunda fase.



Figura 6: Dobra intrafolial da Serra do Andaime, estruturada em rocha peraluminosa e quartzo hidrotermal.

De posse destas considerações, admite-se a região de Pará de Minas como a parte central de um sistema de transcorrência de direção NO – SE desenvolvido em duas fases: - a primeira fase de caráter dúctil e movimentação aparentemente sinistral e a segunda fase de caráter rúptil – dúctil aparentemente dextral.

Perfis transversais às direções de foliação, isto é, de direção nordeste – sudoeste, mostram estas foliações com divergência tanto para NE quanto para SO, configurando uma estrutura em flor positiva, o que corrobora o caráter colisional da tectônica.

Conforme mencionado no início do capítulo, a tentativa de estabelecimento de uma cronologia relativa para a região, leva a primeira fase de deformação ao evento arqueano Jequié, e a segunda ao evento Transamazônico, segundo o padrão tectônico do centro de Minas Gerais. Entretanto, a pergunta mais imediata que se formula é se a deformação transamazônica foi atuante na região ou se as duas deformações identificadas são pertencentes à uma mesma fase de deformação progressiva, que no caso seria a mais antiga.

Sabe-se, no entanto, que a deformação transamazônica corrobora-se em datações geocronológicas U-Pb, Rb-Sr e K-Ar, porém, somente para a região da Serra do Curral ocidental, cuja influência compressiva cessa na região de Mateus Leme (Romano *et al.*1991, Heineck 1997).

Para a solução deste problema é obrigatório encontrar marcadores geocronológicos confiáveis e estabelecer parâmetros de comparação, o que ainda não foi realizado.

Tectônica distensiva

O Evento Brasileiro deixou sua marca impressa nas rochas do Grupo Bambuí, provocando um generalizado basculamento de camadas por gravidade. Isto é bem visível em todos os afloramentos onde existem camadas de calcário. Não são visíveis, entretanto, marcas de deformação compressiva nestas rochas, supondo-se que o evento neoproterozóico foi apenas um pulso de relaxamento provocado pela frente de empurrão da Serra do Espinhaço, que não está muito longe, apenas um pouco mais de uma centena de quilômetros. As marcas do abatimento de blocos são particularmente visíveis na mina de filito da Mineração Saffran, na localidade de Barreiro, onde, além de pequenas falhas e inflexão das camadas, existem dobras de gravidade muito conspícuas (ver fotografias 09 e 11). Também, o basculamento tectônico é visível na lente de dolomito da vertente sul da Serra da Alegria (foto 17) e na pedreira de calcário dolomítico da Mineração Nossa Senhora do Pilar, norte de Pitangui.

Reativação cenozóica

Por fim, não há porque se desprezar a atuação de tectônica cenozóica na região. Existem terraços aluvionares elevados e falhas recentes que deslocam depósitos de superfície. Um exemplo claro está na região de Pará de Minas, especificamente na Mina Lamil, onde um leito fluvial antigo está deslocado cerca de 100 metros acima da calha atual do ribeirão Paciência.

Uma falha recente é muito bem visível no primeiro acesso asfaltado a Pará de Minas (sentido Belo Horizonte - Pará de Minas), cerca de 1 Km após o entroncamento com a BR 262. No primeiro talude a esquerda, logo após a subida, vê-se um plano de falha cortando uma camada de talco-xisto e deslocando um depósito laterítico de superfície. O afloramento é muito elucidativo e didático (estação PM 541 - E547791; N7800194).

5.3 Metamorfismo

No estudo do metamorfismo da folha de Pará de Minas há que se destacar que existem dois tipos de metamorfismo: o metamorfismo regional essencialmente isoquímico e o hidrotermalismo ao longo das zonas de cisalhamento essencialmente metassomático, isto é, aloquímico.

5.3.1 Metamorfismo Regional

No caso do metamorfismo regional, as associações minerais, não necessariamente paragenéticas, identificadas no Supergrupo Rio das Velhas, por tipo de rocha estão descritas a seguir.

Rochas metaultramáficas e metamáficas

- talco - serpentina (antigorita) - anfibólio (tremolita, actinolita) - clorita - carbonato

Rochas meta-ácidas, metaintermediárias

- quartzo - plagioclásio - biotita - almandina - cloritóide - anfibólio (actinolita)

Rochas metassedimentares e metavulcano-sedimentares

- quartzo - cianita - muscovita - cloritóide

Essas associações sugerem um metamorfismo regional para o Supergrupo Rio das Velhas, o máximo atingindo a *fácies* anfibolito baixo a médio.

A isógrada da estauroлита (associação almandina-cianita-estauroлита) é comum nos quartzitos no flanco ocidental da Serra da Boa Vista em Mateus Leme, um pouco ao sul da área, mas desaparece assim que se entra na folha de Pará de Minas. Romano (1989) coloca o limite da paragênese almandina-estauroлита passando por esta serra e a Serra Negra em Betim, isto é, o metamorfismo regional de *fácies* anfibolito mais alto não ultrapassa os limites da folha da Folha de Pará de Minas.

No domínio das rochas do embasamento cratônico é comum a ocorrência de anfibolitos *sensu strictu*, isto é com hornblenda e plagioclásio preservados. Ressalte-se entretanto, a presença de dois minerais de metamorfismo da *fácies* anfibolito alto (sillimanita e piemontita) no gnaisse milonítico ao sudoeste de Pará de Minas, conforme já descrito. Isto deve ser atribuído a um acréscimo de pressão e temperatura em zona de alta deformação e parece não ter conotação regional já que os afloramentos são pontuais.

As associações retrometamórficas encontradas nas condições de metamorfismo regional importam em uma generalizada cloritização da biotita e da granada, além de processos de saussuritização dos plagioclásios (albita-epidoto-mica branca-carbonato).

5.3.2 Hidrotermalismo e Metassomatismo

Na zona de alteração hidrotermal, ao longo das largas faixas de cisalhamento a alteração das rochas se deu por hidrotermalismo com conseqüente metassomatismo, conforme já citado nos parágrafos referentes às rochas peraluminosas. O metassomatismo se faz exclusivamente por retirada hidrotermal dos elementos alcalinos (K^+ , Na^+), alcalinos-terrosos (Mg^{2+} , Ca^{2+}), e da sílica do sistema, considerando o alumínio inerte no processo, isto é, imóvel, não solubilizado. Considerados como elementos também inertes ou de baixa solubilidade, encontram-se o Fe^{3+} , Fe^{2+} , Ti^{4+} , Cr^{3+} , Mn^{2+} . A solubilização dos metais alcalinos, principalmente o K^+ depende das condições de pH, pois este elemento pode se deslocar para zonas externas da circulação hidrotermal e se cristalizar na estrutura das micas, formando, por vezes, corpos monominerálicos espessos de muscovita. O zoneamento hidrotermal ao longo da faixa alterada é muito conspícuo, podendo ser mapeado, conforme já relatado por Romano & Carmo (1991). Ressalte-se que a tendência à formação de rochas monominerálicas é uma das características principais de faixas de alteração hidrotermal.

Além desses, foram remobilizados no sistema hidrotermal/metassomático elementos tais como B e Ni, evidenciados por uma generalizada formação de turmalina (schorlita), por vezes constituindo níveis de turmalinitos até centimétricos, e de composições não usuais, tais como Ni-schorlita e Cr-schorlita. Geralmente, todas as rochas hidrotermais contêm turmalina disseminada.

Um outro mineral muito comum nas rochas hidrotermais, geralmente recristalizado em cristais diminutos, é o rutilo, tão abundante que chega a constituir cerca de 5% de algumas porções da rocha peraluminosa. Isto se deve ao fato do titânio ser, ou uma herança vulcânica do protólito, ou ser incorporado às rochas sedimentares por ocasião da diagênese. A fonte do titânio seria, nos dois casos, de origem vulcânica.

No plano de temperatura e pressão, as associações minerais encontradas na zona de alteração hidrotermal sugerem que a isógrada máxima de metamorfismo atingiu a *fácies* anfibolítico. As zonas de alteração mostram então mineralogia de grau mais alto em comparação com o modelo epitermal clássico. As associações minerais seguintes, adaptadas ao regime de temperatura e pressão vigentes para a região são características:

- zona argílica avançada (Al_2SiO_5 - coríndon);
- zona muscovítica (muscovita).

A mica branca, no pico de temperatura e pressão, é geralmente a muscovita, conforme mostrado por Romano (1989). Ocorrência local de paragonita pode ser proveniente de desestabilização de plagioclásios sódicos.

Localmente, como indicativo de um acréscimo de temperatura mais consistente, reporta-se a existência de coríndon ainda preservado, como, por exemplo, em nódulos peraluminosos ocorrentes em algumas frentes de lavra na região da Serra dos Ferreiras. Este mineral é raro, porém particularmente abundante na mina de Matão II, terminação oeste da Serra dos Ferreiras, atualmente abandonada. Diminutos cristais de coríndon, geralmente de cores claras, em tons de violeta, são comumente encontrados como fundos de bateia na região em torno da Serra dos Ferreiras.

O sistema foi reequilibrado na *fácies* xisto verde baixo com as associações diásporo-pirofilita-caulinita. Esta hidratação atingiu generalizadamente todas as rochas perluminosas. Em alguns locais a hidratação é total, em outros é parcial, existindo a coexistência das associações primárias com a retrometamórfica. Rochas totalmente isentas, ou com baixo grau de hidratação são raras, sendo mais facilmente encontradas na parte sudeste da folha, nas minas de agalmatolito em torno de Pará de Minas, isto é em direção às condições regionais de mais alta temperatura e pressão.

Consideram-se as seguintes reações de equilíbrio, em condições de pressão e temperatura mais baixas, das fases minerais primárias. Estas associações são facilmente reconhecíveis em todas as zonas de alteração hidrotermal e muito facilmente identificáveis em lâmina delgada:

- cianita (andaluzita) \rightarrow pirofilita + diásporo
- cianita (andaluzita) \rightarrow pirofilita + SiO_2 + H_2O
- muscovita + H_2O \rightarrow caulinita + K^+
- coríndon \rightarrow diásporo + H_2O

Ademais, a presença generalizada de dois polimorfos Al_2SiO_5 (cianita e andaluzita) na Mina Lamil, em Pará de Minas, sugere que o metamorfismo aumenta em direção ao sudeste. Em um sentido oposto, a presença de cianita na região de Pitangui é, portanto, bem menor do que na região de Pará de Minas. Estas condições não são, entretanto, ligadas a fatores de metamorfismo regional, mas sim relacionadas ao sentido de transporte de fluidos e sua retenção em determinados locais ao longo da zona de cisalhamento. A existência de um dobramento mais pronunciado da foliação Sn na região entre Onça do Pitangui e Pitangui facilitou a circulação e o confinamento dos fluidos nesta região, portanto as fases primárias foram mais intensamente hidratadas.

5.4 Análises Geoquímicas

A caracterização geoquímica das rochas regionais ficou restrita às rochas metavulcânicas e metavulcano-sedimentares do Supergrupo Rio das Velhas, rochas peraluminosas, rochas metabásicas e metaultrabásicas do embasamento cratônico. As rochas dos três maciços granitóides, a saber: - Mato Dentro, Maravilhas-Cachoeira da Prata e Florestal, já foram objeto de caracterização geoquímica completa de acordo com os trabalhos de Heineck (1997), Oliveira (1999) e Perillo (1998).

Uma grande parte das análises geoquímicas disponíveis, referentes às rochas do Supergrupo Rio das Velhas são bibliográficas e provenientes do trabalho de Romano (1989), de modo que a numeração adotada não corresponde às estações de campo do presente mapeamento.

As localidades referentes às análises são citadas no texto com as estações de campo atuais mais próximas com referência de localização.

A tabela 1 mostra análises geoquímicas de rochas metavulcano-sedimentares e metassedimentares da região entre Velho da Taipa e Conceição do Pará. Estas amostras foram coletadas nos pontos correspondendo aproximadamente à às estações de campo PM 536, PM 537, PM 538 e PM 539.

Tabela 1: Rochas metavulcano-sedimentares e metassedimentares da região de Velho da Taipa e Conceição do Pará. Fonte: Romano (1989).

	VT 01	VT 02	VT 03	VT 04	VT 05	VT 06	VT 07	VT 08
SiO₂	51,54	94,25	62,73	79,34	70,18	77,98	72,45	51,53
Al₂O₃	17,74	2,87	11,96	11,96	11,75	13,7	10,89	17,08
Fe₂O₃	13,53	1,18	16,26	1,49	11,66	0,95	7,34	19,3
MnO	0,16	tr	0,03	tr	0,11	tr	0,02	0,24
MgO	6,59	0,19	4,02	0,58	2,18	0,05	4,07	5,77
CaO	0,88	tr	tr	0,06	0,06	0,05	0,07	tr
Na₂O	0,12	0,15	tr	1,03	tr	1,37	0,34	0,02
K₂O	2,27	0,18	tr	1,64	tr	2,01	0,05	0,23
TiO₂	1,52	0,11	1,24	1,2	1,19	1,41	0,9	0,44
P₂O₅	0,33	0,03	0,08	0,07	0,08	0,06	0,07	0,09
PF	5,12	0,49	3,6	1,85	2,37	1,92	2,68	5,79
Total	99,8	99,45	99,92	99,21	99,58	99,49	98,89	100,29
Ba	157	49	<10	374	<10	399	16	20
Be	1	<0,5	0,6	0,8	<0,5	0,7	<0,5	0,5
Co	63	<5	55	<5	158	<5	35	72
Cr	415	107	249	626	422	519	901	893
Cu	100	27	62	35	149	44	57	104
Nb	6	<5	5	5	6	<5	6	<5
Ni	221	14	134	79	193	10	279	298
Rb	35	<10	<10	36	<10	46	<10	<10
Sc	49,5	10,1	63,4	42,5	32,4	49,8	209,5	4605
Sr	12	12	<10	91	<10	119	16	<10
V	333	42	442	329	283	338	326	222
Y	18	5	35	28	21	28	16	14
Zn	97	15	90	13	106	<10	60	102
Zr	110	20	78	69	81	71	64	44

A tabela 2 é referente às rochas peraluminosas de minas de agalmatolito ainda em atividade na Serra dos Ferreiras e de uma mina paralisada situada na Serra do Rio do Peixe.

Tabela 2: Rochas peraluminosas da Serra dos Ferreiras e do Rio do Peixe.

n°	SF 1	SF 2	SF3	SFT1	SFT2	SRP1	SRP2	SRP3
SiO ₂	56,01	46,89	45,91	73,68	41,39	49,64	45,49	51,83
Al ₂ O ₃	31,85	36,8	36,09	19,24	45,4	40,01	36,28	36,95
Fe ₂ O ₃	0,65	0,22	0,59	0,37	0,16	2,76	0,92	0,41
MnO	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
MgO	0,02	0,07	0,27	tr	0,04	0,03	0,05	0
CaO	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
Na ₂ O	1,19	1,03	0,86	0,19	0,64	0,07	1,81	0,13
K ₂ O	3,07	8,61	8,95	0,81	1,27	0,17	7,82	0,14
TiO ₂	1,38	1,85	1,8	0,86	1,89	2,53	2,87	4,39
P ₂ O ₅	0,08	0,03	0,01	tr	0,01	0,04	0	0,1
F	0,048	0,049	0,1	0,02	0,018	0,013	0,079	0,015
S	0,005	0,004	0,004	0,04	0,004	0,007	0,005	0,008
PF	5,21	4,97	4,94	3,61	8,04	4,46	4,59	6,53
Total	99,52	100,53	99,48	98,77	98,85	99,73	99,84	100,5
Cl	50	45	47	36	42	34	21	<20
B	280	460	610	44	365	<20	98	<20
Ba	3747	1303	2246	185	254	76	1783	81
Co	31	<10	<10	55	53	87	<10	62
Cr	316	1205	1389	659	1386	56	12	17
Cu	55	<10	16	19	11	11	25	<10
Ni	80	35	39	64	76	353	14	84
Rb	97	304	344	15	27	<10	188	<10
Sr	338	83	92	25	100	79	728	233
V	294	215	235	152	240	334	405	367

Fonte: Romano (1989).

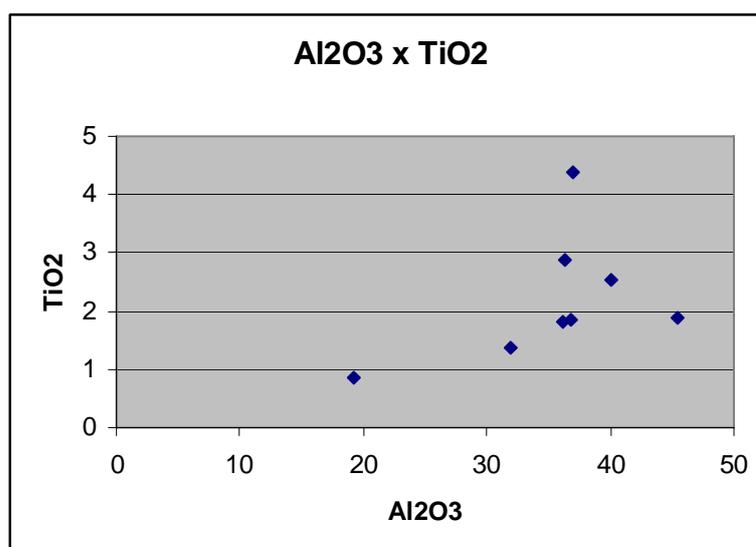


Diagrama 1: Correlação Al₂O₃ X TiO₂ para rochas peraluminosas da região da Serra dos Ferreiras e Serra do Rio do Peixe.

5.4.1 Comportamento do Alumínio e Titânio - Correlação Al_2O_3 X TiO_2

O estudo de rochas hidrotermalmente alteradas, onde a composição do protólito é muito difícil de determinar, mormente pela falta de relações de contato, fica muito prejudicado quando se tenta uma correlação geoquímica entre os elementos. Isto se deve à maior ou menor mobilidade catiônica colocada em jogo no processo.

O estudo do comportamento do alumínio e titânio se revela como uma das únicas formas de correlação e de tentativa de determinação dos protólitos, já que estes dois elementos são considerados imóveis ao curso do metamorfismo e da alteração hidrotermal, pois têm ciclos geoquímicos semelhantes.

A correlação Al X Ti como testemunha da origem sedimentar ou vulcânica dos sedimentos foi utilizada inicialmente por Migdisov (1960, *in* Barbey 1982).

Foram obtidos diagramas para as regiões da Serra dos Ferreiras, Serra do Rio do Peixe e minas da região de Pará de Minas.

Nos diagramas apresentados fica clara uma nítida separação das rochas peraluminosas da região de Pitangui e Onça do Pitangui de teor em titânio mais elevado, até próximo de 5%, (diagramas 1 e 2) e das rochas da região de Pará de Minas, de teor em titânio mais baixo, no máximo 1,8% (diagrama 3). Isto pode refletir na diversidade de protólitos para ambas as regiões, o que parece corroborar a hipótese das rochas peraluminosas de Pará de Minas serem derivadas de granitos. Contrariamente, as rochas peraluminosas da região da Serra dos Ferreiras e Serra do Rio do Peixe parecem provir de rochas vulcano-sedimentares e sedimentares.

Quando se colocam os dados de todas as regiões no mesmo diagrama (diagrama 4) e se comparam com rochas metavulcano-sedimentares não alteradas, o *trend* de correlação parece mais nítido para a derivação vulcano-sedimentar das rochas da região de Pitangui e Onça do Pitangui. A população de rochas de Pará de Minas não segue o padrão esboçado pela outra população. Mesmo assim, os coeficientes de correlação são baixos, em função mais da baixa amostragem.

A tabela 3 é referente às rochas peraluminosas das minas da ponta extrema sudeste da Serra dos Ferreiras, e foram realizadas sobre uma base calcinada.

A tabela 4 contempla rochas peraluminosas da região em torno de Pará de Minas, tratando-se de amostras retiradas de várias minas locais, situadas no flanco nordeste da Serra do Andaime.

Tabela 3: Rochas peraluminosas da região da Serra dos Ferreiras; Fonte: Romano (1989).

n°	M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11	M12	M13	M14
SiO ₂	37,09	42,74	55,14	44,32	48,29	46,31	48,38	46,3	38,51	44,7	46,54	50,57	39,56	38,7
Al ₂ O ₃	48,12	41,76	32,53	36,94	39,83	41,48	37,89	41,68	50,43	37,29	40,56	38,23	46,75	49,18
Fe ₂ O ₃	1,85	0,2	1,05	0,16	0,76	1,14	0,14	1,52	3,08	0,14	1,07	0,8	1,89	1,39
MnO	tr	tr	tr	tr	0,01	0,01	tr	0,01	0,01	tr	tr	0,01	tr	0,01
MgO	tr	tr	tr	0,01	tr	0,03	0,02	0,12	tr	0,01	0,05	tr	tr	0,06
CaO	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,08	0,02	0,02	0,05
Na ₂ O	0,23	0,4	0,08	0,5	0,13	0,13	0,25	0,1	0,05	0,48	0,08	0,15	0,13	0,18
K ₂ O	0,41	5,32	0,13	9,04	0,29	0,53	4	0,56	0,16	9,36	0,16	0,28	0,019	0,25
TiO ₂		3,22	4,5	4,05	3,24	3,57	3,17	3,46	3,63	3,14	3,51	3,3	4,97	3,5
P ₂ O ₅	0,14	0,07	0,1	0,06	0,1	0,27	0,07	0,1	0,12	0,08	0,11	0,1	0,11	0,1
PF	6,98	6,17	6,33	4,78	7,2	6,4	5,95	6	3,88	4,68	7,73	6,45	6,25	6,46

Tabela 4: Rochas peraluminosas da região de Pará de Minas; Fonte: Romano & Paiva (1997b).

n°	P 20	P 21	P 22	P 23	P 24	P 25	P 26	P 27	PR 01	PR 02	PR 03	PRM 01	PRM 20
SiO ₂	46,2	47,2	48,4	47,3	46,0	46,8	45,6	46,2	65,3	56,0	45,5	47,1	45,9
Al ₂ O ₃	35,7	35,2	34,3	36,1	35,0	35,8	36,8	37,0	26,9	32,5	37,0	36,0	36,2
Fe ₂ O ₃	0,60	0,57	0,35	0,39	2,3	0,61	0,78	0,47	0,43	0,14	1,1	0,30	0,59
MnO	<0,01	<0,01	0,02	0,02	0,05	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
MgO	0,26	0,57	1,1	0,36	0,42	0,42	0,20	0,12	<0,10	<0,10	0,18	0,60	0,36
CaO	0,02	0,04	0,09	0,06	0,04	0,06	0,04	0,05	0,02	0,03	0,08	0,06	0,03
Na ₂ O	0,47	0,44	0,38	1,5	0,98	0,68	0,71	0,63	<0,10	0,81	0,45	0,39	0,54
K ₂ O	10,8	10,2	10,0	9,0	9,8	10,2	10,0	10,1	0,17	3,6	10,1	10,1	10,6
TiO ₂	0,58	0,92	0,52	0,47	0,45	0,57	0,59	0,70	1,5	1,7	0,71	0,62	0,59
P ₂ O ₅	0,036	0,047	0,026	0,11	0,038	0,026	0,039	0,062	0,033	0,022	0,049	0,034	0,041
PF	4,59	4,55	4,73	4,64	4,66	4,66	4,54	4,61	4,88	4,85	4,80	4,90	4,56

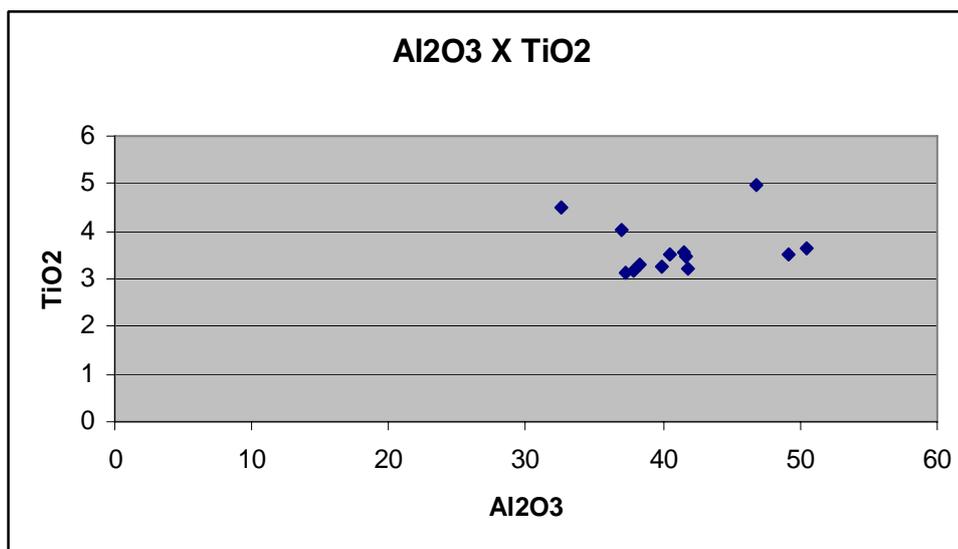


Diagrama 2: Correlação Al₂O₃ X TiO₂ para rochas peraluminosas da região da Serra dos Ferreiras.

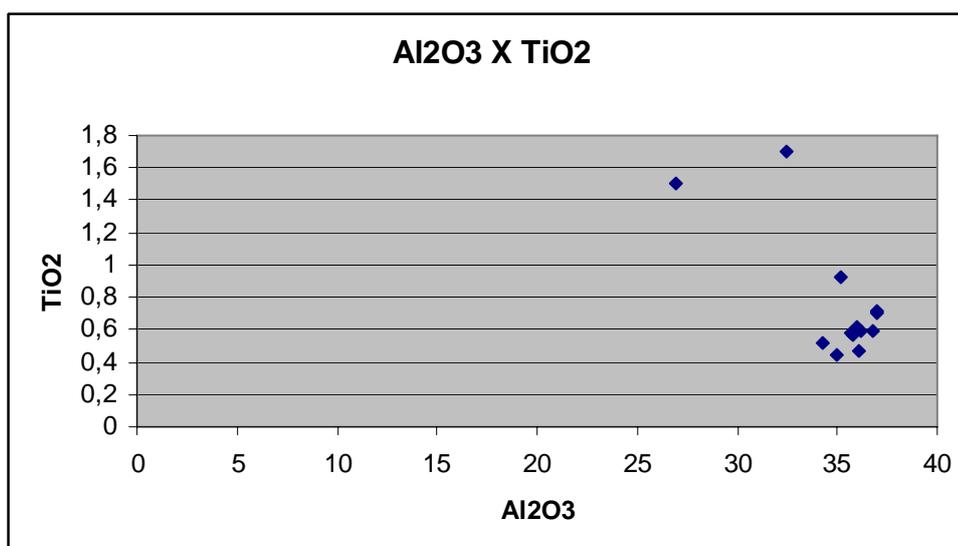


Diagrama 3: Correlação Al₂O₃ X TiO₂ para rochas peraluminosas da região de Pará de Minas.

A tabela 5 é referente às novas análises realizadas no âmbito do presente mapeamento e interessam rochas metaultrabásicas, metabásicas, metavulcano-sedimentares e metasedimentares do Supergrupo Rio das Velhas e do embasamento cratônico. O número de identificação das análises refere-se ao das estações de campo.

Tabela 5: Rochas metaultrabásicas, metabásicas, metavulcano-sedimentares e metasedimentares do Supergrupo Rio das Velhas e do embasamento cratônico.

amostra	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	PF	Tot
PM 32	52,0	16,5	8,51	0,1	7,51	7,51	3,16	0,15	1,17	0,19	3,21	100
PMC 32A	53,1	12,5	7,87	0,15	5,51	7,99	1,49	0,84	0,48	0,09	9,5	99,5
PMC32B	59,2	16,5	16,0	0,18	3,28	0,79	0,06	0,23	1,35	0,14	2,59	100
PMC 32C	54,2	14,9	8,65	0,13	3,69	6,75	1,91	1,04	1,74	0,19	6,7	99,9
PMC 32E	47,2	13,2	10,1	0,14	9,92	12,7	2,65	0,15	1,12	0,11	2,8	100
PMC 57	58,7	11,2	8,74	0,14	5,28	2,4	1,82	1,09	0,72	0,12	9,73	99,9
PMC 61	53,2	14,3	11,0	0,18	6,12	9,25	2,92	0,36	0,82	0,11	2,1	100
PMC 66	49,0	15,1	10,4	0,14	7,41	10,3	2,38	0,14	1,45	0,29	2,7	99,3
PM5 16	46,9	15,5	11,3	0,17	8,54	9,67	2,85	1,1	1,04	0,11	2,59	99,8
PM 581	45,8	12,6	17,1	0,23	5,83	8,26	2,1	1,58	3,38	0,37	2,4	99,7
PM 624	60,9	13,1	8,19	0,08	7,66	4,07	1,46	1,91	0,72	0,14	2,6	101
PMCT 32A	38,9	2,21	11,1	0,06	37,8	0,16	<0,01	0,01	0,09	0,05	11,0	101
PMCT32A2	44,3	9,27	13,0	0,18	17,4	9,26	0,48	0,04	0,64	0,07	5,19	99,8
PM 538	47,3	17,6	10,0	0,12	8,38	9,59	3,04	0,2	0,9	0,22	2,09	99,3
PM 500	45,5	8,4	12,7	0,18	18,7	8,76	0,27	0,05	0,55	0,07	5,19	100
PMC 52	40,2	4,62	9,96	0,14	33,2	2,43	<0,01	0,01	0,23	0,06	10,6	101
PM 524	48,4	15,1	15,0	0,18	2,81	6,83	2,86	2,14	2,36	0,86	2,65	99,2
PM 577	49,5	14,0	16,2	0,18	5,07	9,47	1,71	0,98	1,22	0,15	1,11	99,6
PMC 64B	56,2	13,7	14,9	0,22	4,9	6,78	2,13	0,44	1,52	0,17	0,8	101
PM 602	50,3	14,1	11,2	0,18	7,62	9,99	2,73	0,88	0,63	0,1	1,79	99,5
PMC 73	67,3	13,5	6,55	0,16	5,7	0,26	<0,01	2,65	1,01	0,17	3,5	101
PMC 64A	62,8	17,0	4,48	0,01	0,09	0,11	0,07	13,4	0,09	0,04	1,1	99,2
PM 612	67,8	17,2	0,53	0,01	<0,01	0,11	0,01	13,0	0,24	0,05	1,2	100

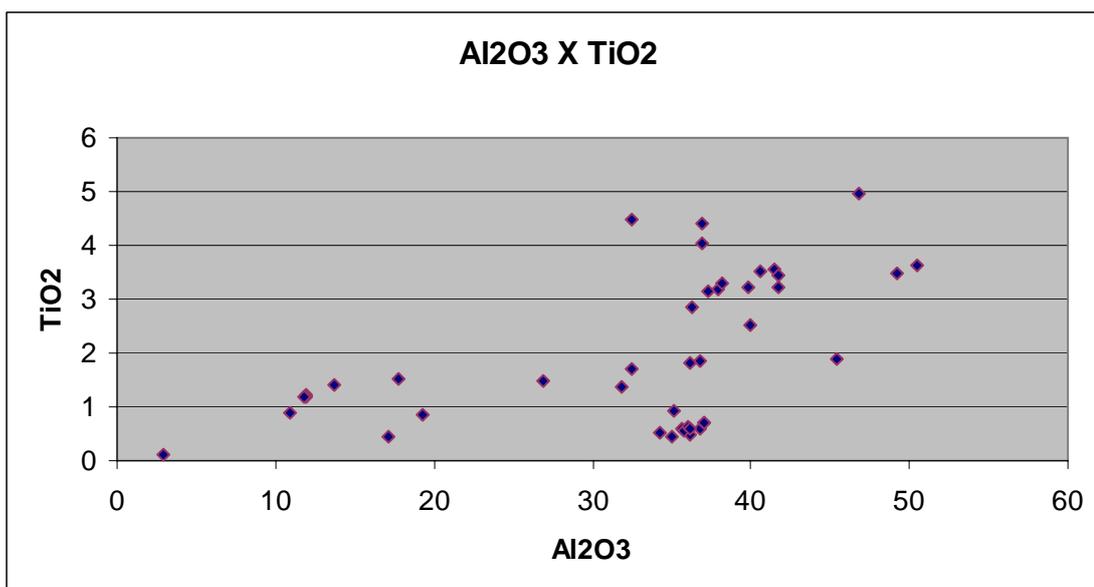


Diagrama 4: Correlação Al₂O₃ X TiO₂ para rochas metaultrabásicas, metabásicas, metavulcano-sedimentares e metasedimentares do Supergrupo Rio das Velhas e do embasamento cratônico.

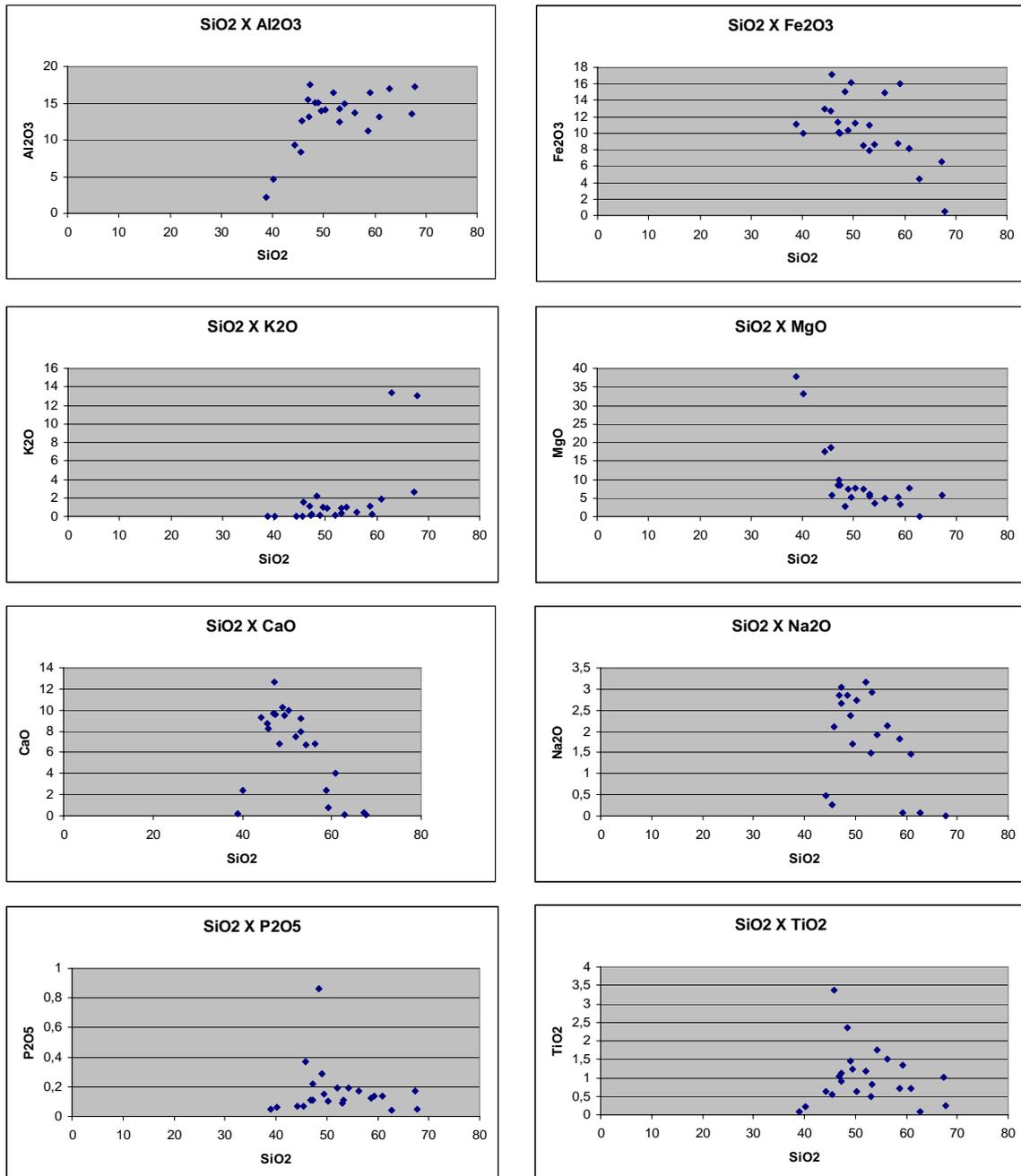


Figura 7: Diagramas de Harker para rochas metabásicas e metaultrabásicas do embasamento cratônico e do Supergrupo Rio das Velhas.

Nos diagramas de Harker aplicados ao conjunto das rochas metabásicas e metaultrabásicas, fica mais ou menos clara a divisão das rochas em dois grupos. Observam-se pontos correlacionados, positiva e negativamente e pontos discrepantes, sem correlação aparente, devida certamente a não cogeneticidade de algumas das rochas em relação ao grupo principal. Nestes grupos algumas correlações positivas da sílica com o Al₂O₃ e TiO₂ e negativas com o CaO, Na₂O, MgO e Fe₂O₃ são observadas, separando as duas populações.

5.5 Recursos Minerais

A região é rica em recursos minerais não metálicos com diversas pequenas minas em atividade, concentradas sobretudo na faixa que se estende de Pará de Minas até Pitangui, passando por Onça

do Pitangui e Conceição do Pará. O único recurso metálico existente em quantidade economicamente lavrável é o ouro.

Os principais bens minerais existentes, em lavra ativa, lavra intermitente ou não lavrados são os seguintes:

- ouro;
- rochas peraluminosas, (agalmatolito);
- calcário dolomítico;
- areia e argila ;
- quartzo;
- filito carbonoso;
- filito cerâmico;
- brita para construção civil;
- rocha ornamental.

A descrição sumária destes bens minerais será feita a seguir.

5.5.1 Ouro

Os locais de ocorrência de ouro conhecidos na folha de Pará de Minas são:

- Guardas, a noroeste de Pará de Minas;
- Onça do Pitangui,
- Pitangui;
- Conceição do Pará.

Os depósitos de ouro aluvionar da região de Pitangui e Conceição do Pará, são seguramente os primeiros lavrados e conhecidos desde o início do século XVIII, quando começaram a ser trabalhados os cascalhos auríferos dos rios São João e Pará. Em realidade, a maior parte das lavras aluvionares era localizada no baixo Rio São João, em torno das localidades de Onça do Pitangui, Casquilho, Brumado, São João de Cima, até sua desembocadura no Rio Pará. A localidade de Pontal, local de confluência destes dois rios, é o ponto principal de referência da antiga atividade. Até hoje os entulhos de cascalho fluvial são visíveis em pilhas de rejeito ao longo de vários trechos do rio.

A lavra de ouro "primário", ou seja, na rocha, deve ter começado inicialmente na localidade de Onça do Pitangui (conta a tradição oral que o nome "Onça" provém do fato que uma das primeiras pepitas de ouro aluvionar encontradas tinha o peso de 1 onça, aproximadamente 30 gramas). Diversas galerias e poços antigos de extração, de profundidade e extensão variáveis são encontrados dentro da cidade.

A ocorrência da região de Guardas é também antiga e foi motivo de um manifesto de mina da década de 30. O ouro local é associado a sulfetos (principalmente pirita e arsenopirita) contidos em níveis tectonicamente estirados e hidrotermalmente alterados de formação ferrífera bandada (*metachert* ferruginoso) e filitos carbonosos. Por causa da peculiaridade legal do título minerário existente, a ocorrência nunca mereceu um estudo detalhado e praticamente nada é conhecido

sobre sua potencialidade; sabe-se somente, através de relatos locais, que alguns quilos de ouro foram extraídos, porém os trabalhos estão paralisados há mais de 50 anos. Da mesma forma, moradores locais contam que no flanco noroeste da Serra do Andaime, situada no prolongamento sudeste das camadas auríferas de Guardas, também já foi lavrado ouro em rocha, entretanto não existe nenhuma outra referência sobre esta ocorrência. O nome da serra proviria do fato de que existiriam frentes de lavra, galerias e planos inclinados para lavagem do minério escorados por andaimes de madeira. Alguns antigos trabalhos de desmonte de rocha podem ser reconhecidos localmente.

Nas imediações da cidade de Conceição do Pará o início de lavra do material primário, sobretudo de ouro livre proveniente de rocha sulfetada oxidada, é também antigo, datando das primeiras décadas do século XIX. Várias galerias desta época são ainda encontradas, sobretudo no perímetro urbano desta cidade.

Trabalhos sistemáticos de prospecção e pesquisa mineral, levados à efeito por empresas do setor, a partir da década de 70, lograram a descoberta de alguns depósitos interessantes, dos quais um deles (Turmalina) foi lavrado durante a década de 80, posteriormente paralisado por exaustão do minério oxidado e atualmente retomado.

A geologia econômica do ouro dessa região será sumariamente sintetizada, baseando-se no trabalho de Frizzo *et al.* (1991) e em observações locais.

Tratam-se de depósitos vulcanogênicos nos quais o ouro primário está disseminado em rochas ultrabásicas, básicas e piroclásticas. A concentração do metal se deu por processos de alteração hidrotermal desenvolvidos ao longo de uma zona de cisalhamento dúctil-rúptil. Reconhecem-se facilmente no terreno zonas de alteração segundo o modelo clássico. Desta forma, é possível a identificação de zonas de alteração do tipo silicático, muscovítico e propilítico, com formação de níveis alterados cloritizados, carbonatados e sulfetados. O ouro se concentra preferencialmente nos níveis sulfetados e cloritizados. Quando nos níveis sulfetados associa-se, em cristais livres, preferencialmente à arsenopirita, pirrotita, ou à pirita, sem preferência pelo sulfeto. O ouro livre é também comum na ganga. Em uma fase de deformação rúptil progressiva houve desestabilização dos sulfetos neoformados com liberação do ouro em estruturas do tipo *tension-gashes* geralmente formadas de quartzo hidrotermal. O ouro nestas condições forma grãos de tamanho submilimétrico liberados na matriz quartzo-clorítica.

A tipologia do minério varia segundo a ocorrência, sendo que em quatro locais a mineralização foi melhor estudada. Estas ocorrências, algumas classificadas como jazidas são descritas abaixo.

Pontal

O minério está associado às rochas piroclásticas (metaglomerados e metalapilli) da Sequência Metavulcano-sedimentar e Metassedimentar – unidade metavulcano-sedimentar. Estão geralmente propilitizadas com formação de níveis silicatados, sulfetados e carbonáticos. Os níveis mineralizados, inclusos nas rochas piroclásticas hospedeiras, quando intemperizados recebem o nome local de “amarelito”, por causa da cor de oxidação. Estas rochas são geralmente de grão fino, mostram alteração hidrotermal carbonática e silicática e intensa sulfetação com pirita, pirrotita e arsenopirita; formação de quartzo hidrotermal concentrado em fraturas e fendas distensionais contém geralmente pequenos nódulos de berthierita.

A mineralização é sulfetada com formação de pirrotita, arsenopirita, pirita e localmente berthierita o que totaliza cerca de 5 a 10% da rocha. Calcopirita, galena, esfarelita e antimônio nativo ocorrem em menor quantidade. O ouro ocorre incluso nos sulfetos ou então em grãos livres com cerca de 5 a 10 micra, e o teor do minério varia de 1 a 20 g/tonelada.

Faina

Nessa ocorrência a mineralização está hospedada em anfibolitos e clorita-anfibólio-xistos da base da Seqüência Metaígneia e Metassedimentar, unidade metaultramáfica e metamáfica. Os níveis mineralizados têm espessura decimétrica a métrica e apresentam alteração hidrotermal como na ocorrência de Pontal, porém apresentam um certo bandamento composicional com uma maior quantidade de arsenopirita e menor quantidade de pirita e pirrotita, além de rara berthierita. A razão rocha mineralizada/rocha hospedeira e o teor de ouro são similares aos do Pontal

Satinoco

A mineralização está localizada na Seqüência Metaígneia e Metassedimentar, unidade metassedimentar e associada à Formação Ferrífera Bandada composta por quartzo, magnetita, anfibólio e almandina, e aos filitos carbonosos, tectonizados e com alteração hidrotermal. A alteração hidrotermal forma níveis carbonáticos, silicáticos e sulfetados. O ouro está associado aos sulfetos em veios de quartzo mineralizados com pirita, pirrotita e arsenopirita.

Turmalina

A ocorrência de Turmalina, nas proximidades da cidade de Conceição do Pará pirita acaba de ter as suas atividades retomadas após um amplo programa de pesquisa que viabilizou o empreendimento. A lavra será subterrânea com acesso por rampa de tráfego pesado e as sondagens prevêm uma profundidade de corte de até 500 metros.

A mineralização é estratiforme e hospedada em quartzo-biotita-muscovita-xisto que contém níveis onde a granada almandina é abundante. A mineralização ocorre em um nível de espessura métrica com arsenopirita, pirita e pirrotita onde o ouro aparece livre ou associado. São comuns os veios de quartzo sigmoidais derivados do processo de deformação e hidrotermal onde o ouro livre é concentrado. O teor médio do minério é de 7 g/tonelada.

5.5.2 Agalmatolito

O principal bem mineral não metálico é o agalmatolito, utilizado tanto para carga mineral (*e.g.*, fabricação de tintas, borracha, plásticos, ração animal e papel) quanto para a fabricação de refratários sílico-aluminosos. Atualmente existem outros usos, tais como cerâmica branca e revestimentos. O beneficiamento importa em britagem, moagem e classificação, sendo esta última feita até na faixa de 525#, conforme a utilização.

As lavras se concentram em uma longa faixa de direção noroeste-sudeste desde a cidade de Pará de Minas até a cidade de Pitangui. O nível de ocorrência destas rochas é único e está relacionado principalmente ao desenvolvimento da zona de cisalhamento de Pará de Minas, parte integrante do Lineamento Pitangui. O agalmatolito pode ser definido com sendo um tectonito hidrotermalizado, cuja formação foi propiciada pela grande produção de fluidos gerados pela desidratação do pacote

metavulcânico e metassedimentar do Grupo Nova Lima, por ocasião do episódio colisional que gerou a zona de cisalhamento (ver parágrafo 5.1.2).

Contam-se atualmente dezenas de frentes de lavra, algumas paralisadas, outras em regime intermitente. O material lavrado é muito diversificado, com especificações variadas segundo a aplicação. Um dos principais usos atualmente é para carga mineral; neste caso a pureza (traduzida pela ausência de hidróxidos de ferro intempéricos) e a alvura do material são fatores predominantes. Na fabricação de refratários o importante é que o teor de Al_2O_3 seja maior que 45%, e o de álcalis total ($K_2O + Na_2O$) seja inferior a 2%, o que é possível pela associação de pirofilita e diásporo, e por vezes cianita-andaluzita na rocha. Geralmente as rochas muito ricas em muscovita, onde o teor de álcalis pode ultrapassar 10%, são destinadas à fabricação de carga mineral.

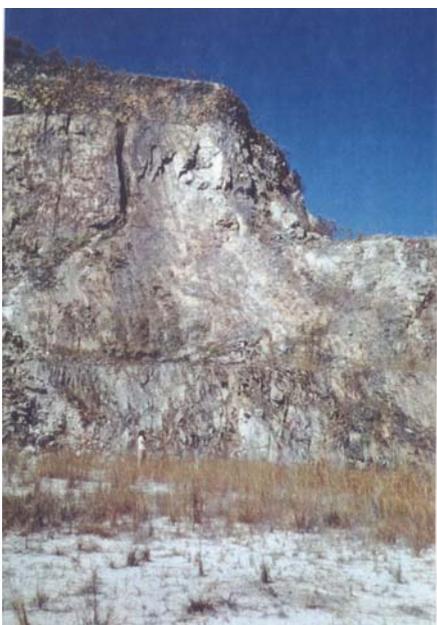


Foto 21: Frente de lavra de agalmatolito abandonada, Serra dos Ferreiras.

Na região de Pará de Minas atuam três empresas em duas frentes de lavra a sudeste da cidade e uma empresa na Serra do Andaime; o material é quase que exclusivamente para fabricação de carga mineral.

Na região de Onça do Pitangui atuam cinco empresas em diversas frentes de lavra, dezenas de pequenas lavras e umas poucas de médio porte nas serras dos Ferreiras, dos Antimes e Serra Grande, porém a maior parte encontra-se com as atividades paralisadas, ou temporariamente suspensas, já que seus títulos minerários continuam ativos. Por ocasião dos últimos trabalhos de campo, somente quatro frentes de lavra estavam em plena atividade. Da mesma forma, a lavra do agalmatolito nas serras da Cruz do Monte e Conceição do Pará, em Pitangui, encontrava-se também paralisada, ou em lavra intermitente, conforme a demanda do mercado (Foto 21).

5.5.3 Calcário Dolomítico

Somente uma frente de lavra, já antiga, atua ao norte de Pitangui. O material lavrado é uma rocha dolomítica pertencente à base do Grupo Bambuí, Formação Sete Lagoas. Trata-se de uma lente de dololutito de cor cinza claro com níveis silicosos e calcíticos usado como brita para construção civil e corretivo de solo (estação PMC 46 – E513925; N7830385). Localmente, a espessura da camada é de cerca de 25 metros, somente na parte exposta, e a extensão da frente de lavra excede os 200 metros. A produção é constante e abastece o mercado local. O material é apenas britado e classificado.

5.5.4 Areia e Argila

Uma atividade importante é a fabricação de telhas e tijolos de cerâmica vermelha na região entre Torneiros e Igaratinga onde concentram-se dezenas de pequenas cerâmicas utilizando a argila dos depósitos aluvionares do rio São João. Entretanto, a atividade apesar de tradicional, era ilegal, e os

ceramistas tiveram um prazo para legalização da extração, mas alguns deles ainda não viabilizaram seus depósitos o que motivou o fechamento ou paralisação temporária de muitas cerâmicas.

Contam-se também cerca de cinco portos de areia no Rio Pará e um no Rio São João, porém a lavra é muito irregular.

5.5.5 Quartzzo

Apesar de ser muito abundante na região, pois existem inúmeros veios espessos e de grande extensa, o quartzo não é alvo de extração regular. Na região da Serra da Alegria ele já foi lavrado como material para fabricação de bolas e revestimento para moinhos, mas a atividade encontra-se paralisada. Na terminação leste da Serra do Rio do Peixe, inúmeros veios de quartzo, que fornecem lascas e raras peças ornamentais, são intermitentemente lavrados por garimpeiros, porém a atividade é marginal. Em outros pontos da região, apesar de existirem títulos minerários vigentes para o quartzo, não existem lavras em atividade.

5.5.6 Filito Carbonoso

Quase todas as lentes de filito carbonoso mais potentes existentes na região já foram ou são objeto de lavra (Foto 23). O material é muito utilizado pela indústria siderúrgica para a lubrificação de lingoteiras, de modo que o mercado é sempre constante em um determinado nível de produção e comercialização. Atualmente existe uma mina em atividade na localidade de Serra do Andaime, onde o filito carbonoso chega a atingir um teor de aproximadamente 22% de carbono. O valor do material é calculado pelo teor de carbono contido, sendo o teor mínimo limite o de 12%. O beneficiamento importa apenas em moagem e classificação granulométrica em duas faixas.

5.5.7 Filito Caulínico e Cerâmico

O filito várvido do Grupo Bambuí, na localidade de Barreiro, município de Onça do Pitangui, por ter um teor apreciável em caulinita e gibbsita, portanto rico em Al_2O_3 , é lavrado por uma empresa para fabricação de refratários sílico-aluminosos, sob o nome de leucofilito.



Foto 23: Lente de filito carbonoso lavrada na Serra do Andaime, Pará de Minas.

Além disso, tem uma alvura adequada e os contaminantes (hidróxidos de ferro) podem ser controlados na frente de lavra, o que garante a utilização do material para os fins necessários.

O regime de lavra é intermitente, conforme a demanda industrial, porém o material é estocado, sendo as pilhas regularmente refeitas. O material é retirado por pá carregadeira sendo que a parte rica em ferro, prontamente identificada nos níveis vermelhos, é descartada, aproveitando-se somente a rocha caulínica branca. O material é levado, em estado bruto, até as instalações industriais da empresa produtora, onde é beneficiado e transformado em peças refratárias, principalmente lingoteiras para produção de aço.

5.5.8 Brita para Construção Civil

Contam-se cerca de uma dezena de pedreiras abandonadas e atualmente somente duas fornecem brita para construção civil, uma em Nova Serrana e outra na estrada Pará de Minas – Itaúna. Na primeira pedreira o material lavrado é o leucognaisse bandado em parte migmatítico, e na segunda um migmatito. Ambas abastecem o mercado consumidor das cidades mais próximas, contando-se que o raio de influência de cada uma é, no máximo de 50 Km.



5.5.9 Gnaisse Ornamental

A tentativa de aproveitamento do gnaisse regional, notadamente o migmatítico (gnaisse Carioca) para rocha ornamental aparentemente não deu certo, por problemas não identificados. A única frente aberta, da qual foram retirados inúmeros blocos está atualmente abandonada.

Foto 24: Pedreira abandonada do Granodiorito/Tonalito de Pequi.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. F. M. 1977. O craton de São Francisco. Ver. Brás. Geoci. São Paulo, 7: 349 -364.
- BARBEY, P. 1982. Signification géodynamique des domaines granulitiques. Thèse d'état, Fac. Sci. Univ. Nancy I: 250p.
- BESANG.C., EBERLE, W.G., LAHNER, L., LENS, H., MÜLLER, P., PAULSEN, S. 1977. Radiométrische Alterbestimmung der Gesteine aus Minas Gerais und Espírito Santo, Brasilien: Geol. Jahr. 24: 149-179.
- BRUZZI, A.M.M.; DILÁSCIO, M.V.; MATHIAS, P.H.; RUCHKYS, U.A. 1997. Geologia do Sinclinal de Pequi e Adjacências, Porção Meridional do Cráton do São Francisco, MG. Trabalho Geológico de Graduação, IGC-UFMG: 57p.
- CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. 1994. Mapa Geológico integrado do Projeto Rio das Velhas, escala 1:100.000. CPRM/SUREG, Belo Horizonte: 1 mapa.
- CORREA NEVES, J.M., FUSIKAWA, K. FERNANDES, M. L. S., HORN, A H., ROMANO, A W., MENDES, J.C., NALINI JR, H.A , BILAL, E., GIRET, A. 1997. Granitoids form Central Eastern Minas Gerais State, Brazil. In INTER. SYMP. GRAN. ASSOC. MINER./ISGAN, 2. Salvador, 1997. Excursion Guide... Salvador: 109-132.
- CARMO, J.C.C.; ROMANO, A.W. 1996. O agalmatolito de Minas Gerais e sua utilização como rocha industrial. Rev. Esc. Minas, 49(4): 39-44.
- CHAVES, A.O. 1996. Enxames de diques máficos proterozóicos da porção meridional do Cráton do São Francisco (MG, Brasil). Dissertação de Mestrado, IGC/UFMG: 101 p.
- COSTA, M.T. & ROMANO, A.W. 1976. Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais 1:1000000: IGA/SECT-MG. 1 mapa.
- FRIZZO, C.; TAKAI, V.; SCARPELLI, W. 1991. Auriferous mineralization at Pitangui, Minas Gerais. In LADEIRA, E.A. ed. BRAZIL GOLD'91. Rotterdam, Balkema. p 579-583.
- GROSSI SAD, J.H., 1968. Esboço Geológico do Estado de Minas Gerais, escala 1:1.000.000: Geosol, Belo Horizonte, MG: 1 mapa (inédito).
- GUIMARÃES, D., BARBOSA, O. 1934. Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais escala 1:1.000.000. Serv. Geol. Est. Minas Gerais. Belo Horizonte, MG: 1 mapa.
- HEINECK, C. A. 1997. Geologia e mineralizações do Greenstone Belt Rio das Velhas na região de Mateus Leme, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. IGC/UFMG, Belo Horizonte, MG: 154 p.
- IGA/SECT -1978. Mapa Geológico da Folha de Belo Horizonte em escala 1: 500.000, Projeto RADAR-MG, Belo Horizonte: 2 cartas.
- KING, L.C. 1956. A Geomorfologia do Brasil Oriental. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro.
- LADEIRA, E.A. 1981. Primeiras lavas com almofadas ("pillow") encontradas no Supergrupo Rio das Velhas, de idade arqueana, no Quadrilátero Ferrífero e no Distrito de Pitangui, Minas Gerais. Ciências da Terra. 1 (1): 12-14.
- LADEIRA, E.A., ROESER, H.M.F., TOBESHALL, H.J. 1983. Evolução petrogenética do cinturão de rochas verdes Rios das Velhas, Quadrilátero Ferrífero, MG. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 3, Belo Horizonte, 1983. Anais...Belo Horizonte, SBG/MG, bol. 3: 149-165.
- LEINZ, V. 1938. Petrografia e gênese dos agalmatolitos de Minas Gerais. Rev. Min. Met., jul/ag. p 82-84.
- MENEZES FILHO, N.R., MATTOS, G.M.M.; FERRARI, P.G. 1977. Projeto Três Marias. MME/DNPM/CPRM. Rel. Final: 6 v.
- MORAES, L.J. 1938. Jazidas de agalmatolitos em Minas Gerais. Rev. Min. Met., jul/ag. p 89-99.

- NOGUEIRA, H & BARZAGHI, L. 1972. Composição mineralógica do agalmatolito de Pará de Minas. *Cerâmica*, XVIII (71): 371-380.
- OLIVEIRA, E., A. 1999. Geologia, Petrografia e Geoquímica do Maciço Granitóide de Cachoeira da Prata. Dissertação de Mestrado, IGC/UFMG, Belo Horizonte, MG: 82 p.
- PAIVA, C.T. 1996. Geologia da porção sudeste do Lineamento Pitangui-Cráton do São Francisco Meridional-MG. Trabalho Geológico de Graduação, IGC/UFMG: 30p.
- PERILLO, M. 1998. Geologia, Petrografia e Geoquímica do Maciço Granítico de Florestal. Dissertação de Mestrado, IGC/UFMG, Belo Horizonte, MG: 129 p.
- PERILLO, M., ROMANO, A.W., SOUSA, L.A.C. 1996. Geologia de um segmento do Supergrupo Rio das Velhas da Faixa Mateus Leme, NW do Quadrilátero Ferrífero-MG. In CONG. BRAS. GEOL., 39. Salvador, Anais...Salvador, SBG: p 447.
- PERILLO, M., ROMANO, A W., CORREA NEVES, J.M., BILAL, E. 1998. Geoquímica e evolução do Maciço Granitóide de Florestal, porção meridional do Craton do São Francisco, MG. In CONG, BRAS, GEOL. 40, Belo Horizonte, 1998. Anais... Belo Horizonte, SBG, 1: 61.
- PERILLO, M., ROMANO, A W., CORREA NEVES, J.M., BILAL, E. 1998. Contacto entre o Maciço Granitóide de Florestal (MGF) e o Supergrupo Rio das Velhas (SGRV). In CONG, BRAS, GEOL. 40, Belo Horizonte, 1998. Anais... Belo Horizonte, SBG, 1: 54.
- RENGER, F.E.; NOCE, C.M.; ROMANO, A.W.; MACHADO, N. 1994. Evolução sedimentar do Supergrupo Minas: 500 Ma de registro geológico no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. *Geonomos*, 2(1): 1-11.
- RENGER, F.E., NOCE, C.M., ROMANO, A.W., MACHADO, N. 1995. Sedimentary evolution of the Minas Supergroup: 500 Ma of geological record in the Quadrilátero Ferrífero of Minas Gerais, Brazil. In INTER CONF. TECT. METTAL. EARLY/MID PRECAM. OROG. BELTS., Montreal, 1995. Abstracts..., Montreal: p 114.
- RICHTER, P.& LACERDA, G.M. 1975. Relatório de reconhecimento geológico-geoquímico da região de Pitangui - Papagaios – Pequi, Minas Gerais. CGBA (DNPM/BGR/CPRM, Belo Horizonte: 96 p, mapa em escala 1:100.000, rel. inédito.
- ROMANO, A.W. 1985. Contribution à la géologie du Supergroupe Rio da Velhas - Minas Gerais, Brésil. C.E.S.E.V./CESMAT/Institute National Polytechnique de Lorraine, Rapport de fin de cycle, Nancy – France: 25p.
- ROMANO, A.W. 1989. Evolution Tectonique de la région Nord-Ouest du Quadrilatère Ferrifère - Minas Gerais-Brézil. 259p. (Thèse Doctorat CRPG-CNRS/Université de Nancy I, Vandoeuvre-lès-Nancy, France).
- ROMANO, A.W. 1990a. Alteração metassomática pré metamórfica na origem das rochas peraluminosas do Supergrupo Rio das Velhas nos distritos de Pitangui e Mateus Leme, Minas Gerais. In CONG. BRAS. GEOL., 36. Natal, 1990. Resumos e breves comunic., Natal, SBG, p 211.
- ROMANO, A.W. 1990b. Evidência de tectônica transamazônica na região do Quadrilátero Ferrífero ocidental-MG, baseada em novos dados geocronológicos. In CONG. BRAS. GEOL., 36. Natal, 1990. Resumos e breves comunic., Natal, SBG, p 310.
- ROMANO, A.W. 1993a. O Supergrupo Rio das Velhas da Faixa Mateus Leme-Pitangui - parte meridional do Cráton de São Francisco, MG - e seu sistema de alteração hidrotermal. *Geonomos*, 1(1): 16-32.
- ROMANO, A.W. 1993b. Rochas peraluminosas (agalmatolitos) da Fazenda Terra do Feijão-Pará de Minas. Lamil - Lage Minérios, Relatório Interno, Pará de Minas - MG: 67p.
- ROMANO, A.W. & CARMO, J. C. C. 1990. Geologia da Serra dos Ferreiras, Onça do Pitangui-MG., Saffran Mineração, Relatório Interno, Betim - MG: 25p.
- ROMANO, A.W. 1992a. Geologia da Fazenda Santo Emílio, Relatório de pesquisa inédito, Belo Horizonte 5p, 1 mapa.
- ROMANO, A.W. 1992b. Proposição de um modelo evolutivo arqueano para a região ocidental do Quadrilátero Ferrífero, MG. *Rev. Esc. Minas*, 45 (1 e 2): 44-46.
- ROMANO, A.W. & CARMO, J.C.C. 1992. Litoestratigrafia e alteração hidrotermal das rochas do supergrupo Rio das Velhas no sinclínório de Pitangui-Pequi, Minas Gerais. *Rev. Esc. Minas*, 45(1 e 2):115-117.

- ROMANO, A.W., BERTRAND, J.M., MICHARD, A., ZIMMERMANN, J.L. 1991. Tectonique tangentielle et décrochements d'âge Protérozoïque inférieur (orogénese transamazonienne, environ 2000 Ma) au Nord du Quadrilatère Ferrifère (Minas Gerais, Brésil). C. R. Acad. Sci. Paris, 313 (II): 1195-1200.
- ROMANO, A.W., BILAL, E., CORREA NEVES, J.M., GIRET, A., MOUTTE, J. 1995. O Complexo Granítico de Florestal-parte meridional do Cráton de São Francisco - primeiros dados petrográficos e geoquímicos. In SIMP. GEOL. MG, 8. Diamantina. 1995. Bol., Diamantina, SBG/MG, 13: 86-88.
- ROMANO, A.W., NOCE, C.M. 1995. Feições Estruturais do Lineamento Pitangui-Congonhas. In SNET 5. Gramado, 1995. Anais..., Gramado, SBG : 76-77.
- ROMANO, A.W., RENGER, F.E. 1996. An Archean High-Alumina hydrothermal system in the southern São Francisco Craton, Southeastern Brazil. In IGC-30th Beijing, Rep. Pop. China. Abstracts, Beijing, IGC, vol 2 of 5, 8-2-33 03397 2867:p 535.
- ROMANO, A.W.; PAIVA, C.T. 1997a. Evolução de eventos tectônicos, metamórficos e de alteração hidrotermal ao longo de uma zona de cisalhamento; exemplo do Lineamento Pitangui, parte meridional do Craton do São Francisco, MG. In SNET 6. Pirenópolis, 1997. Anais... Pirenópolis, SBG: 21-22.
- ROMANO, A. W., PAIVA, C.T. 1997b. Geologia de uma área a oeste de Pará de Minas, Relatório de Pesquisa inédito, LAMIL, Pará de Minas: 10p. 1 mapa.
- ROMANO, A. W., PAIVA, C.T. 1997c. Geologia da região de Brás Corrêa, oeste de Pará de Minas. Relatório de Pesquisa inédito. Pará de Minas: 12 páginas, 1 mapa 1:5.000.
- ROMANO, A W. 1998. Mapa Geológico da Folha SE-23-Z-C-IV Pará de Minas em escala 1:100.000. In CONG. BRAS. GEOL. 40, Belo Horizonte, 1998. Anais... Belo Horizonte, SBG, 1: 63.
- ROMANO, A W., MONTEIRO, K. 1995. Caracterização mineralógica e petrográfica de agalmatolitos para uso em indústria química. LAMIL-LAGE MINÉRIOS LTDA. Relatório Interno, Pará de Minas, MG.
- TEIXEIRA, W. 1982. Geochronology of the Southern part of the São Francisco Cráton. Rev. Bras. Geoc. São Paulo, 12 (1-3): 268-277.
- TEIXEIRA, W., FONSECA, A.C., POUPEAU, G., PADILHA, A.V., ZAPAROLI, L.H., KAWASHITA, K., KOURY, M.C. 1985. Esboço da evolução geotectônica da parte sul do Cráton do São Francisco: uma interpretação com base nos dados Rb-Sr, K-Ar, Pb-Pb e traços de fissão . Soc. Bras. Geol. MG, Belo Horizonte, 5: 28-44.
- TEIXEIRA, W., PECCHIO, M., TAME, R.E. 1988. Geocronologia K-Ar do enxame de diques básicos da parte meridional do Cráton do São Francisco e suas implicações no contexto geotectônico. In: CONG. BRAS. GEOL. 35, Belém, 1988. Anais... Belém, SBG, 6: 238.
- TEIXEIRA, N.A. & KUYUMJIAN, R.M. 1991. The Mateus Leme-Pitangui hydrothermal zone: Do they represent a fossil hot spring system in the Rio das Velhas greenstone belt, Central Brazil? In LADEIRA, E.A. ed. BRAZIL GOLD'91. Rotterdam, Balkema. p 171-177.