

Geologia geral da região do município de Formiga- MG

Por Anísio Cláudio Rios Fonseca

Professor do UNIFOR/MG

Especialista em Solos e Meio-Ambiente

Coordenador do Laboratório de Mineralogia “ Professor Anísio Cláudio Rios Fonseca” do UNIFOR-MG



Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus filhos, os quais sempre estiveram ao meu lado e me deram forças para continuar, mesmo com todas as coisas corroborando ao contrário.

Prefácio:

Durante muito tempo a falta de material didático-científico referente à geologia da região de Formiga foi um empecilho para uma melhor compreensão do meio físico e mesmo das próprias causas dos elementos geográficos e biológicos que existem em nossa região. A falta de informações sempre levou a pesquisa para dados de outras regiões do país ou mesmo fora dele, sendo que aqui mesmo sempre tivemos tudo ao alcance das mãos, com a condição de ver e tocar aquilo que se estudava apenas na teoria. Sem maiores pretensões, esta publicação une parte do que já houve de pesquisa na nossa região por órgãos governamentais e ou particulares no tocante a geologia e também divulga a pesquisa que durante anos o autor fez na região. A ênfase em micro-ocorrências de minerais e rochas é uma das vantagens desse artigo, já que muitas das ocorrências minerais aqui citadas são desconhecidas no meio especializado.

1 Introdução:

Formiga é um município que impressiona por sua variabilidade de riquezas naturais. Esta riqueza está vinculada a uma série de fatores interligados que repousam sobre um substrato rochoso geneticamente variado. Este substrato, por sua vez, tem sido moldado ao longo do tempo geológico por forças endógenas que, por sua dinâmica, alteram constantemente a face do planeta. A tectônica criou grandes cadeias de morros e os rios escavaram seu percurso no solo e na rocha, o que continua acontecendo incessantemente. O clima foi e é o grande motor dos fenômenos de intemperismo físico e químico que atuam sobre as rochas, transformando seus minerais em outros minerais mais estáveis às condições reinantes. O feldspato das rochas ígneas, por exemplo, possui grande estabilidade em grandes profundidades, mas ao entrar em contato com os agentes de intemperismo, transforma-se em minerais de argila, principalmente a caulinita. Piroxênios e anfibólios sofrem o mesmo. Com isso, os solos vão se formando e evoluindo. O transporte retira estes solos e rochas de seus locais de origem e os transportam para locais de cotas mais baixas. Esse transporte acaba por selecionar os constituintes segundo seu tamanho e densidade. Daí o município possuir extensos depósitos de areia quartzosa de excelente qualidade.

Estudos realizados na região pelo Plano Pai (1972), projeto RADAMBRASIL (1983) e COMIG (2003) dataram os principais litotipos locais através de técnicas de decaimento radioativo de isótopos existentes em certos minerais. O embasamento cristalino possui uma idade de cerca de 2,8 bilhões de anos e é constituído principalmente de rochas gnáissicas e migmatíticas. Intrudidos nelas há vários outros litotipos com idades variáveis. Para que se possa compreender melhor a região do município de Formiga em termos físicos, devem-se associar os conhecimentos geográficos e geológicos para assim entender o que e como estes fatores influenciam, por exemplo, os tipos de solos existentes na região, a hidrologia, a fauna e flora locais. Todos estes fatores estão interligados por um elo comum, que é a evolução geológica, geomorfológica e pedológica da região.

2 Os domínios petrográficos do município

Dada sua evolução geológica muito peculiar, o município de Formiga situa-se dividido basicamente entre dois domínios geológicos importantes:

2.1 Bacia Sedimentar do Grupo Bambuí (proterozóico superior): Originada por transgressões e regressões marinhas que cobriram o cráton São Francisco há mais de 600.000.000 de anos (RADAMBRASIL, 1983). Durante estes processos, diversos tipos de sedimentos foram depositados no cráton¹ do São Francisco, tanto sedimentos clásticos² como químicos³. O material rochoso mais conhecido e importante na região devido a sua importância econômica é o calcário em todas as suas gradações. Ocorrem também rochas clásticas como lamitos diversos, argilitos, margas, siltitos, conglomerados, brechas, arcósios (os três últimos são membros do denominado conglomerado samburá).

2.2 Complexo Maciço Cristalino Arqueano: Correspondente aos terrenos constituídos de rochas ígneas e metamórficas granito-gnáissicas tipo TTG (Tonálito-thondjemito- granodioríticas), cujo material mais conhecido é o que genericamente se chama de granito, embora ocorram outros tipos de rochas, consoante seus percentuais e proporções de feldspatos alcalinos e calcossódicos, minerais máficos⁴ e o teor de sílica (tonálitos, granodioritos, monzonitos, etc.) Este material foi e ainda é amplamente explorado em nossa região e até exportado. Segundo o plano PAI (1972), o relevo ocorre distintamente em formas suaves alternando para forma de cristas apalacheanas, cuja característica é o relevo acidentado, dobrado pelo metamorfismo regional e escarpado no sul do município, oriundo de forças tectônicas de dobramento. Cita-se também parte do grupo Canastra (pré-cambriano), com idades variando entre 1,3 a 1,7 bilhões de anos, com seus quartzitos e filitos micaxistos, citado no levantamento feito pela GEOMINAS no

¹ Feição estrutural do maciço rochoso muito antiga e estabilizada

² Composto por fragmentos de rochas e minerais

³ Rochas formadas principalmente por precipitação química de solutos, envolvendo subordinadamente fases insolúveis

⁴ Minerais escuros, normalmente ferro- magnesianos

Plano de ação imediata, da década de 1970. Rochas deste grupo podem ser observadas na região de Pontevila, onde são encontrados filitos intensamente cortados por veios milimétricos a centimétricos de quartzo.

3 Descrição das unidades ou domínios:

3.1 O Complexo Cristalino Arqueano indiviso

O complexo cristalino compreende as áreas que não estão cobertas por rochas sedimentares da região, ou seja, corresponde ao que se denomina genericamente de rochas ígneas e metamórficas granito-gnáissicas, embora existam dentro delas diversas variações em termos de composição química e mineralógica e inclusive de grupos de rochas leucocráticas⁵ e melanocráticas⁶. Na verdade, o pacote sedimentar repousa sobre o embasamento cristalino, ocupando depressões côncavas ou bacias intracratônicas. O que se chama de granito na verdade corresponde a uma grande família de rochas análogas que contém variações constantes em sua composição, principalmente no seu teor de sílica e na natureza de seus feldspatos, se potássicos, sódicos ou calcossódicos⁷. Quanto menor o teor de sílica total (SiO_4^{4-}), geralmente mais escura será a rocha devido à mineralogia dominante (piroxênios, anfibólios, olivina) e, genericamente falando, normalmente mais férteis serão os solos por elas originados devido à sua composição mineralógica. Um exemplo disso é uma outra família de rochas – as rochas basálticas, que originaram as famosas terras roxas do sul do país, riquíssimas em nutrientes essenciais para as plantas e que originam solos que, dependendo de seu grau de evolução, são fertilíssimos. Interessante notar que, apesar de serem denominadas como roxas, estes solos não são roxos e sim vermelhos. É que espanhóis pronunciam **rojo** e italianos “**rosso**”, que quer dizer vermelho. Daí o termo foi incorporado à língua tupiniquim. Existem no município algumas ocorrências de basalto em borda de dique, onde a área da ASADEF é um

⁵ Rochas ígneas predominantemente claras e com alto teor de sílica

⁶ Rochas ígneas escuras, ricas em minerais ferro- magnesianos e com baixo teor de sílica

⁷ Designa o termo mais próximo ao mineral anortita ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$)

exemplo. Porém, principalmente, a ocorrência mais evidente é a de sua correspondente de textura um pouco mais grosseira (hipoabissal); o diabásio. Na prática, o que acontece é que a porção de rocha situada na interface entre o corpo ígneo e a rocha encaixante acaba por resfriar mais rapidamente e, daí, a rocha resultante possuir uma granulação (textura) pouco visível ou não visível a olho nu. O basalto está incluído nesta categoria de rochas. Na literatura internacional o termo “diabásio” ou “diábase” foi substituído em grande parte por “dolerito”, embora a antiga terminologia seja constantemente utilizada. Microgabro é outro termo utilizado para diabásio, visto que o gabro é a correspondente do diabásio com resfriamento lento e ou em grandes profundidades, possuindo uma granulometria grosseira, pois o tempo para resfriar foi bem maior. Existem na região vários diques⁸ de diabásio (diabasóides). Estes diques normalmente têm uma composição totalmente diferente das rochas onde estão intrudidos (rochas encaixantes), sendo este fato nitidamente observado logo depois da ponte da usina velha, na BR 354. Estes diques são formados a partir do magma básico, com baixo teor de sílica, que ascende e penetra em fraturas e diáclases das rochas encaixantes⁹, chegando também a criar sua própria rede de fraturas devido à enorme pressão e temperatura em que se encontram (MOTOKI, 2003). Este evento é conhecido no meio especializado como fraturamento hidráulico. Magmas básicos são mais fluidos porque têm pouca sílica (SiO_4^{4-}) e, com isso, penetram mais facilmente entre qualquer fratura existente nas rochas. Os diques possuem idade inferior a da rocha que o contém (rocha encaixante). Os diques que cortam a porção sul do município estão datados, segundo trabalhos da Universidade Federal de Ouro Preto e CPRM, em torno de 2,35 bilhões de anos, sendo que boa parte pertence ao sistema de diques Timboré. As rochas destes diques encontram-se, em muitos casos, metamorfisados no fácies¹⁰ xisto verde, onde o plagioclásio¹¹

⁸ Dique é uma formação geológica que mede centenas de metros e até quilômetros de comprimento por uma largura que varia de centimétrica até decamétrica. É como uma gigantesca lâmina rochosa que corta os terrenos e as rochas.

⁹ Rochas mais antigas que envolvem a rocha intrusiva mais recente

¹⁰ Conjunto de características químicas e termodinâmicas que caracterizam a formação e ocorrência de grupos de rochas e minerais

¹¹ Grupo de feldspatos triclinicos com minerais sódicos e cálcicos

dominante acaba apresentando cor esverdeada devido à saussuritização¹². O piroxênio da rocha, normalmente augita, encontra-se também alterado metamorficamente para um anfibólio de nome uralita e/ou actinolita e tremolita fibrosas, através de processo análogo chamado uralitização (WINGE, 2001). Isto empresta a estas rochas um aspecto muito atraente, já que originalmente eram negras ou cinzas.



Fig. 1- Afloramento de diabásio-diorito verde alterado por saussuritização e uralitização no Processo metamórfico próximo à Usina Velha, BR 354 (20°34'10.25"S 45°23'08.89"), Formiga-MG

A região da Usina Velha, situada à BR 354, apresenta afloramentos enormes de “granitos” nos cortes da estrada que podem ser constatados sem dificuldade. Estudos efetuados pelo projeto RADAMBRASIL (1983), COMIG (2003) e mapas geológicos produzidos por universidades e CPRM (Serviço Geológico do Brasil)

¹² Definida pelo glossário da MINEROPAR (disponível em www.mineropar.pr.gov.br) como um processo metamórfico através do qual os feldspatos são alterados para uma mistura de zoisita, clinozoisita ou epídoto finamente divididos, acompanhados por albita, quartzo, calcita, clorita e ocasionalmente, granada

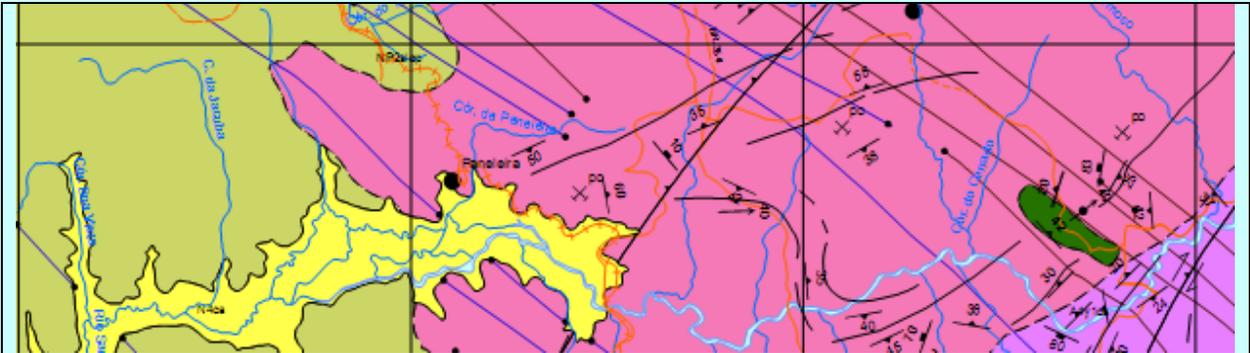


Fig.3- Recorte da CARTA GEOLÓGICA FOLHA SF.23-V-B-VI - CAMPO BELO ESCALA 1:100.000 - CPRM – 2007. Área do rio Santana- o recorte e a legenda foram integralmente copiados do mapa original constante no site www.cprm.gov.br

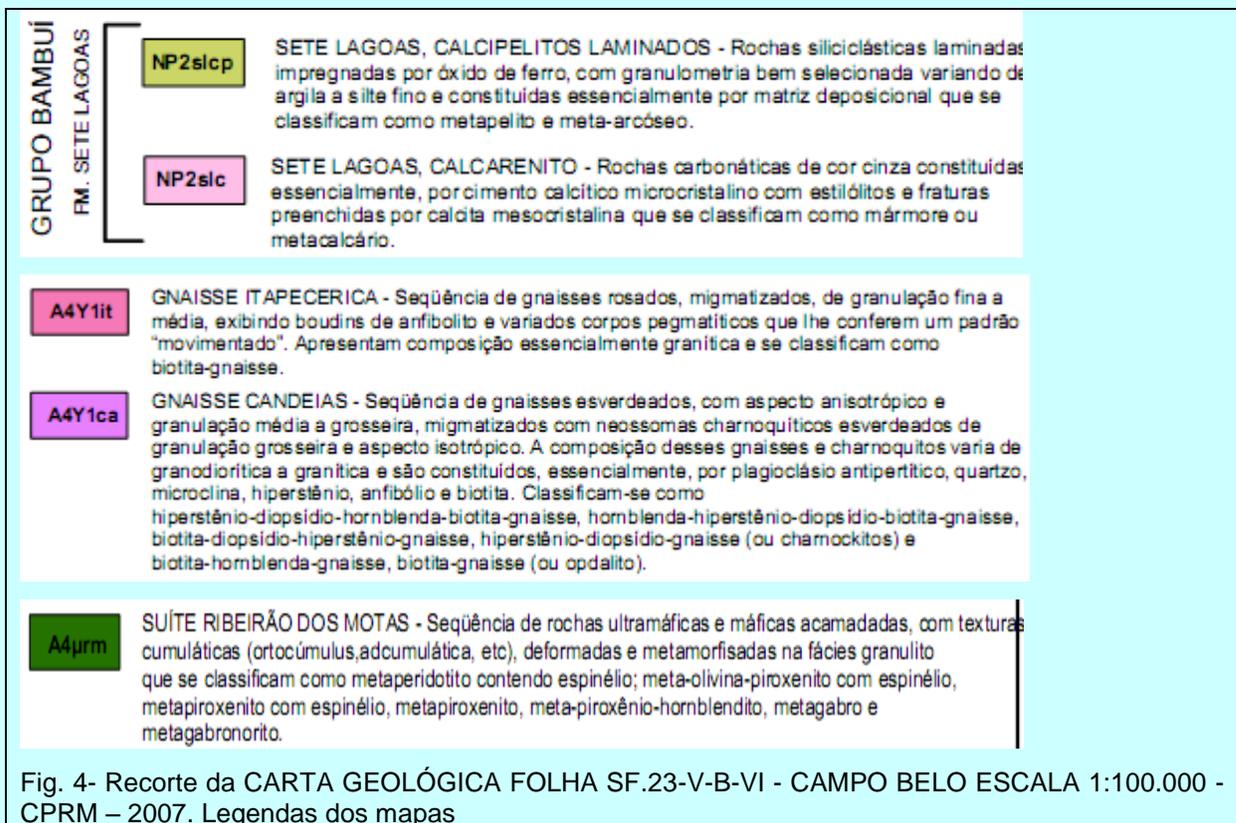


Fig. 4- Recorte da CARTA GEOLÓGICA FOLHA SF.23-V-B-VI - CAMPO BELO ESCALA 1:100.000 - CPRM – 2007. Legendas dos mapas

- **Gnaisse Itapecerica:** Constituído por gnaisses rosados, migmatizados, de granulação fina a média, exibindo boudins de anfibolito e variados corpos pegmatíticos preenchendo diáclases.

- **Gnaiss Candeias:** Constituído de gnaisses esverdeados, granulação média a grosseira, migmatizados com neossomas charnockíticos. Composição granodiorítica a granítica, ricos em hyperstênio.
- **Diques do sistema Timboré:** Idade estimada entre 2.050.000.000 a 2.300.000.000 de anos (Paleo- proterozóico- Rhyaciano). São rochas máficas holocristalinas, inequigranulares, granulação média a grossa que afloram em um sistema de diques com direção NE-SW. A rocha da foto 01 pertence ao sistema Timboré.

Excetuando a porção sul do município onde o relevo é muito acidentado e dobrado por agentes metamórficos, as rochas do embasamento cristalino geram formas de relevo de contornos mais suaves, tais como o morro do Cristo Redentor, localizado na zona urbana do município de Formiga, do morro da Melancia e tantos outros. Outra exceção a fazer é a respeito da face do morro onde o rio Formiga margeia. Devido a maneira abrupta com que ele se apresenta em termos de inclinação, nos idos de 1.980 alguns blocos de granito tiveram que ser detonados para evitar possíveis desabamentos sobre a linha férrea e sobre as casas ali existentes. Todas estas rochas graníticas foram afetadas por diversos processos tectônicos, metamórficos e de pós-mineralização oriunda de soluções diversas de processos ígneos, hidrotermais e metassomáticos, as quais percolaram as fraturas e diáclases das rochas pré-existentes e cristalizaram quartzo, formando extensos corpos de quartzo filonar, dentre outros minerais. A carência de cascalho de origem fluvial foi, durante muito tempo, suprida pela utilização deste quartzo filonar (PAI, 1972). Entretanto, até o presente ano (2018), jazidas de cascalho continuam sendo uma raridade no município, visto que são escassas e a demanda cada vez maior.



Fig. 5- Aspecto geomorfológico da porção sul do município, muito afetado por dobramentos tectônicos: BR 354, após a entrada para a Serrinha, Formiga-MG.



Fig. 6- Aspecto da rocha granítica rósea no corte da estrada BR 354, na entrada da Usina Velha - Formiga -MG



Fig.7 - Cachoeira situada na localidade de Cachoeira do Areão. Notar o paleossoma¹³ escuro anfibolítico e o neossoma¹⁴ granítico félsico- Cachoeira do Areão, Formiga -MG

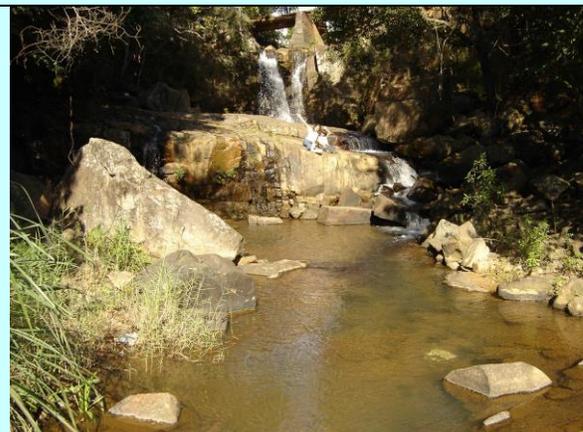


Fig. 8- Uma das quedas da Cachoeira da Cerâmica, cujo substrato é um diabásio (metadiabásio blastoporfirítico) intensamente diaclasado verticalmente e horizontalmente. Formiga- MG

¹³ Rocha ou fase mais antiga.

¹⁴ Rocha ou fase mais recente



Fig. 9- Gabro porfírico saussuritizado com diaclasamento subparalelo- Cachoeira da cerâmica, Formiga- MG



Fig. 10- Outro ângulo do mesmo dique evidenciando o intenso diaclasamento. Cachoeira da cerâmica, Formiga- MG



Fig. 11- Afloramentos de BIF. O solo mais avermelhado (abaixo) é originado de rocha anfibolítica, que acompanha o corpo da BIF mais acima. Serrinha, Formiga-MG



Fig. 12- Cachoeira da Serrinha-Formada em local de falhas verticais e dobramentos complexos. O afloramento rochoso é de BIF, gnaisses, xistos, anfibolitos. Serrinha, Formiga-MG



Fig. 13 – Caldeirões (o maior com 45 cm) escavados na rocha gnáissica por vórtices causados pelas corredeiras e por fragmentos de quartzo. Serrinha, Formiga- MG



Fig. 14- Corte feito por lança térmica em rochas gnáissicas do embasamento na Ponte de Ferro para canalização do esgoto no ano de 2007, Formiga- MG

Segundo Chaves & Menezes (2014), a Tafrogênese Toniana (1000 – 900 Ma) ocorrida no interior do Cráton São Francisco-Congo foi um processo marcado por rifteamento, sedimentação, vulcanismo bimodal e injeção de diques máficos (Vicat & Pouclet 1995, Correa-Gomes & Oliveira 2000, Tack *et al.* 2001, Chaves & Correia Neves 2005). Os diques básicos de Formiga atravessam o embasamento arqueano, sequencias supracrustais paleo-mesoproterozóicas (Supergrupos Minas e Espinhaço). Os diques básicos de Formiga mostram idade isocrônica Sm-Nd de 984 ± 110 Ma (Chaves & Correia Neves 2005) e idade Ar-Ar de 940 ± 50 Ma (Carneiro & Oliveira 2005). Os diques Tonianos brasileiros e africanos são diabásios (doleritos) com textura ofítica a intergranular e mineralogia constituída por augita (borda uralitizada), plagioclásio saussuritizado, ilmenita, biotita, apatita e quartzo (Vicat & Pouclet 1995). Se mostram metamorfisados no fácies xisto-verde devido à Orogenia Brasileira/Pan-Africana, ocorrida entre 630 – 490 Ma. Próximo à costa oeste Africana afloram metabasaltos toleíticos tipo CFB (basaltos de derrames continentais) denominados Gangila, com idade entre 999 e 920 Ma (Tack *et al.* 2001). Estes também foram metamorfisados pela Orogenia Brasileira/Pan-Africana.

Ainda segundo os autores as similaridades nos padrões de terras-raras (ETR) normalizados ao condrito, com um forte enriquecimento geral em ETR, são comparáveis aos dos basaltos de ilhas oceânicas (OIB – *ocean island. basalts*). Os diques são classificados como basaltos toleíticos intraplaca e mostram nítida assinatura de basaltos de ilhas oceânicas (OIB) reveladora de fonte extremamente enriquecida em elementos incompatíveis, podendo ser uma pluma mantélica Toniana (Vicat e Pouclet, 1995), ou resultar da fusão parcial da cabeça de uma pluma fóssil mais antiga. As idades TDM (Sm-Nd) dos diques de Formiga são de cerca de 1,6 Ga (Chaves & Correia Neves 2005).

Todo o embasamento cristalino pré-cambriano de Formiga é rico em rochas ornamentais que já foram muito utilizadas no município como revestimento e pisos de casas, na década de 1980. Rochas metamórficas como os micaxistos e quartzo-micaxistos foram muito usados para acabamento em construções e são facilmente retiradas de suas jazidas porque se dividem com relativa facilidade graças à sua

xistosidade e foliação. Sua aceitação é muito grande porque causam um belo efeito e também pelo preço atrativo. Sua impermeabilização com resinas ou vernizes é aconselhável porque é sensível ao ataque físico-químico pela água, o que diminui sua coesão e o leva a se desintegrar lentamente.

Outro fato interessante a ressaltar é que, quando se vê uma das muitas cachoeiras do município, vê-se também uma parte da história geológica do local. Instaladas em locais de falhas verticais e encaixes entre as rochas cristalinas, o uso de cachoeiras para lazer no município já faz parte da tradição local e existem diversos belíssimos locais para esse divertimento que, com certeza, já fez parte da infância de muitas pessoas. Na maior parte delas a água corre sobre um substrato granítico-gnáissico. Uma exceção é a cachoeira da cerâmica, cujo substrato é de rocha máfica; o diabásio porfirítico. Obviamente, as praias de areias brancas só se formam onde as rochas são ácidas, ou seja, apresentam um elevado teor de sílica e sílica livre na forma de quartzo, cujo intemperismo, pedogênese e posterior erosão diferencial culminarão na formação de sedimentos selecionados na fração areia. Nestas rochas, o teor de sílica do magma que as formou era tão elevado que, depois de formar todos os minerais possíveis, o restante da sílica cristalizou na forma de quartzo e é justamente este quartzo que é o principal constituinte das areias locais. Isto se dá porque o quartzo é bem resistente ao intemperismo físico e químico.

As cachoeiras e outras quedas diversas ocorrem onde existem estas falhas verticais, e os rios percorrem calhas sinclinais e anticlinais. Nelas percebe-se o perfil da rocha perfeitamente polido pelas águas e, na maioria das cachoeiras, nota-se uma mistura de partes claras com partes escuras. Olhando com atenção, percebe-se que uma massa de magma de cor clara (ácido) arrancou partes da rocha encaixante escura (diabásio, gabro, anfibolito, piroxenito) e começou a se misturar com ela, mas não totalmente. Isso se deveu ao fato de que rochas escuras e ricas em piroxênios e anfibólios são mais refratárias e, portanto, apresentam pontos de fusão bem mais elevados do que a temperatura do magma ácido e rico em sílica que as envolveu. Percebem-se então grandes massas de rocha escura já metamorfisada amalgamados pela rocha clara (leucocrática) e intimamente associados a ela. Esta rocha mista recebe o nome de migmatito e ela é típica do Cambriano brasileiro (LEINZ, 1983) e

muito comum na região. Nota-se macroscopicamente uma fase ígnea félsica (leucocrática) permeando as rochas e misturando-se a elas em proporções variáveis. A parte mais escura e mais antiga da rocha recebe o nome de paleossoma. A rocha mais nova é o neossoma. Chama-se anatexia o fenômeno de fusão de uma rocha preexistente por um magma qualquer e chamam-se xenólitos os blocos de rocha de composição diferente da rocha que os envolve. Isto tudo é facilmente constatado nos locais citados. É possível reparar também que a rocha escura é mais resistente à erosão pela água corrente do que a fase mais clara. Isto se dá devido à sua maior resistência mecânica. Em época de chuvas é comum a formação dos sumidouros nos sopés das cachoeiras devido ao revolvimento da areia e deposição de argila em suspensão. Infelizmente tal evento já ceifou muitas vidas, pois a água, encontrando uma passagem entre encaixes nas rochas submersas, age com tal força que um indivíduo não consegue se livrar e acaba sendo sugado.

Já foram detectados imensos blocos de rochas graníticas claras destacando em seu interior um xenólito (enclaves ou encraves) de rocha bem escura, destoante do conjunto. Outro fato a se considerar é o de que a zona de contato entre a fase escura e a fase clara é constituída de minerais micáceos, mormente biotita, formando uma nítida camada sobre os piroxênios/anfibólios do paleossoma. Isso se dá devido a metamorfização dos minerais preexistentes pelo efeito da alta temperatura da massa ígnea. Isso faz com que a boa clivagem da biotita permita que se parta essas rochas bem nestas áreas limítrofes, onde sua coesão é muito menor.

Devido à boa clivagem dos abundantes feldspatos presentes na rocha, os granitos da região se partem bem em certos planos físeis. O termo fissibilidade é mais empregado para rochas sedimentares e metamórficas, exprime a facilidade que a rocha tem de se partir em certos planos. Granitos da região são muito trabalhados para se fazer paralelepípedos e meios-fios. Ao contrário do que possa parecer, aquele material do calçamento de ruas não é serrado; é partido com marretinhas e se divide em três planos quase ortogonais muito bons. Só para ilustrar, a conhecida ardósia (rocha metamórfica regional de baixo grau) tem geralmente um ótimo plano de fissibilidade, ou seja, ela se divide em placas perfeitas. Esse fenômeno é chamado de clivagem ardosiana.

As rochas graníticas da região são afloramentos de enormes corpos intrusivos formados em grandes profundidades e que hoje afloram devido à processos isostáticos de soerguimento, onde a remoção das rochas sobrejacentes por processos de erosão e dobramento crustal acabaram por expor a rocha que, em contato com os agentes intempéricos, acaba por ser atacada por eles e meteorizando¹⁵. São facilmente notadas as juntas de alívio nos maciços graníticos, provocadas pela expansão produzida pelo alívio de carga e soerguimento isostático.

A pesquisa de campo revela que existem muitos lugares de interesse científico e que devem ser mais bem estudados e explorados. Tomando como parâmetros o exemplo do levantamento feito pela GEOMINAS durante o Plano de Ação Imediata na década de setenta, posteriormente pelo projeto RADAMBRASIL, a pesquisa de ocorrências e micro-ocorrências minerais deve ser estimulada. Este autor sempre deu muita importância às micro-ocorrências porque podem ser muito interessantes e de materiais raros. Estas micro-ocorrências dificilmente são incluídas nos levantamentos e isso se torna um interessante campo de pesquisa. Como exemplo, podemos citar a ocorrência de geminados de marcassita em uma área até então restrita na região da Luanda. Rochas de alto valor ornamental têm sido amplamente pesquisados por este autor para sua possível utilização em objetos de arte industrial e como uma fonte alternativa de renda para os artesãos da região.

3.2 Rochas (litotipos) do embasamento cristalino do município de Formiga:

Para conhecimento geral serão citadas algumas variedades de rochas e serão tecidos alguns comentários sobre elas. Muitas são conhecidas do grande público; outras nem tanto. Algumas delas estão representadas nas fotos que ilustram o presente artigo. Cabe ressaltar que a descrição das rochas neste trabalho está

¹⁵ Alteração físico-química devido ao intemperismo

limitada tão somente às famílias a que pertencem, não escrutinando os rigores da classificação química e mineralógica das mesmas por não ser este o objetivo desta publicação. A complexidade dos eventos ligados à gênese dos litotipos regionais é responsável pela variabilidade existente.

3.2.1 Rochas ígneas

Rochas ígneas são originadas diretamente pelo resfriamento e cristalização do magma. O magma pode ser entendido como uma solução rica em sílica, cátions, água e gases à elevadas temperaturas, na ordem de centenas de graus. Isso pode se dar à grandes profundidades ou em derrames de lavas.

a) Granitos: Genericamente se chama de granito uma grande família de rochas com composição mineralógica parecida e que são abundantes em toda a região. Numa classificação rigorosa, a proporção de feldspato potássico excede em muito a de plagioclásio e o teor de quartzo deve ser maior que 20%. Na saída de Formiga para Campo Belo, transita-se entre as cristas apalacheanas da porção sul do município. São grandes afloramentos de rochas graníticas e gnáissicas formando um relevo acidentado e nos cortes da estrada é possível constatar sua cor rosada. Fato digno de nota é que todos estão mais ou menos afetados pelo metamorfismo em vários graus. Os granitos são rochas ácidas que perfazem mais de 60% de sílica total, ou seja, a soma de toda a sílica na forma de radical nos minerais constituintes da rocha e a sílica residual que se cristaliza na forma de quartzo. Isto é possível porque o magma que originou tais rochas era muito viscoso e rico em sílica. No seu resfriamento, esta sílica formou todos os silicatos possíveis e, o que restou, ocupou os espaços restantes na forma de quartzo. Se for possível detectar quartzo em uma rocha ígnea qualquer, é porque ela é ácida. Lembrando que acidez em rochas nada tem a ver com pH (potencial hidrogeniônico), e sim com seu teor de sílica.



Fig. 15- Rocha granítica leucocrática destacando cristais subeuédricos de magnetita. Estes se concentram na fase leucocrática. Cachoeira do Areão, Formiga- MG

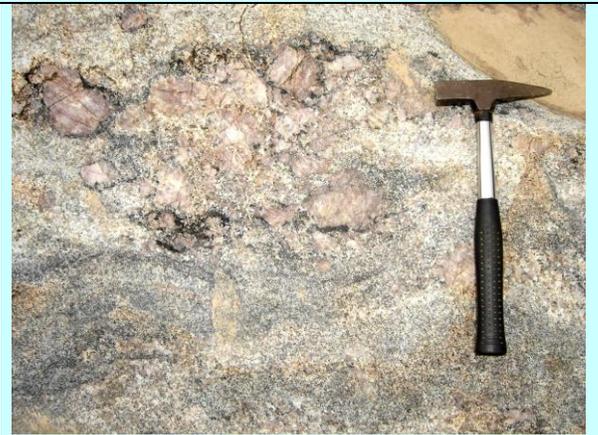


Fig. 16- Veio de pegmatito com feldspato (róseo) bem destacado em rocha Granítica-migmatítica- Cachoeira do Pontilhão de Ferro, Formiga- MG



Fig. 17 – Paredão de rocha migmatítica- granítica exibindo juntas de alívio sub-horizontais (setas) devido ao soerguimento isostático. Pedreira da FCA, Pontilhão de Ferro, Formiga- MG

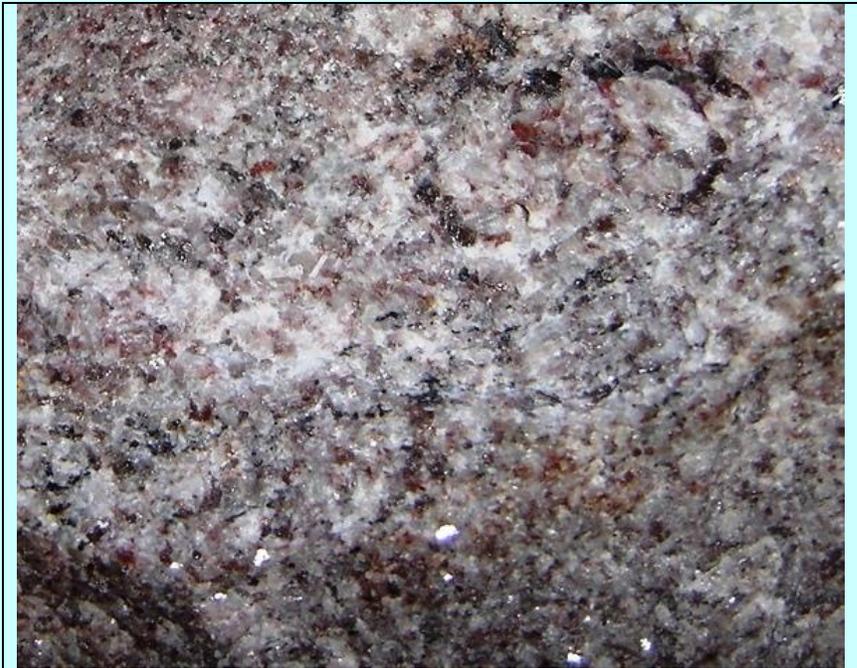


Fig.18- Granito "Itapecerica" róseo parcialmente metamorfisado- BR 354, Usina Velha, Formiga- MG

b) Pegmatitos – Formam diques preenchendo fraturas e diáclases dos granitos. São riquíssimos em feldspatos e quartzo exibindo grandes cristais de feldspato róseo. São formações comuns no domínio cristalino da região. Muitas vezes estão associados a eles grandes cristais de magnetita. São rochas formadas a partir de soluções residuais do magma, quando este forma rochas intrusivas. Este magma residual é muito mais fluido, reativo e possui um poder muito maior de percolação e ascensão. Por suas vez, os minerais possuem melhores condições químicas e termodinâmicas para cristalizarem, formando em muitos casos gigantescos cristais. No município de Lagoa da Prata, próximo à divisa com o município de Santo Antonio do Monte, pode ser encontrado o pegmatito gráfico, o qual apresenta um mosaico de quartzo e feldspato intercrescidos que lembra caracteres cuneiformes (escrita em runas).



Fig 19. Pegmatito constituído de feldspato e quartzo. Cachoeira do Areião, Formiga- MG.

c) Anatexito – Nome dado à rocha originada da refusão do protólito. Considera-se aí o máximo da refusão de rochas pré-existentes onde dificilmente se reconhece algum vestígio da rocha mais antiga (paleossoma). O que acontece é que existem vários graus de anatexia, de acordo com pressão, tempo e temperatura, e estas rochas recebem denominações de metatexitos.

d) Gabro – De granulação grosseira, mas com a mesma composição mineralógica do diabásio. Ele é o equivalente de lenta solidificação do magma, o que permitiu que sua granulometria fosse mais desenvolvida. Localmente apresenta grandes fenocristais de plagioclásio cálcico com um tom esverdeado, devido à saussuritização do plagioclásio cálcico e uralitização da augita. Essa rocha é magnética devido à concentração elevada de óxidos metálicos magnéticos. Ainda não foram localizados muitos afloramentos da rocha, mas a Cachoeira da Cerâmica é parte de um grande corpo

rochoso de gabro em um extenso dique com diferenciação granulométrica nas bordas. Ocorrem afloramentos no Morro do Peão, na Mina Santa, e mais. Este dique atravessa uma grande extensão de terras. Há ocorrências desta rocha desde a Lagoa do Fundão até Camacho-MG.



Fig. 20- Gabro porfirítico. Mina Santa, zona urbana, Formiga-MG



Fig. 21- Gabro porfirítico polido evidenciando belos fenocristais- Mina Santa, Formiga - MG



Fig. 22- Fenocristais (seta) de plagioclásio cálcico saussuritizado em gabro porfirítico- Cachoeira da Cerâmica, Br 354, Formiga- MG



Fig. 23- Afloramento de gabro porfirítico do mesmo dique evidenciando blocos partidos. Condomínio Formiga- MG



Fig. 24- Aspecto de bloco de gabro porfirítico partido devido provavelmente devido à dilatação/ contração térmicas. Condomínio Formiga- MG

f) Diabásio (Dolerito)– De aspecto ornamental bem mais modesto, mas ainda apresentando alguns fenocristais esparsos, sem muitos atrativos. Ocorre no mesmo dique de gabro porfirítico, por exemplo, na área da ASADEF, onde grandes blocos arredondados apresentando esfoliação esferoidal podem ser observados. A própria presença de maior ou menor quantidade de fenocristais de plagioclásio está condicionada à eventos diferentes de formação e velocidade de resfriamento. Magmas que se deslocam para a superfície resfriam mais rapidamente, mas os cristais maiores que se formaram a maiores profundidades permanecem e precipitam na massa fluida e se localizam mais no fundo. As diferenças entre estas rochas podem se explicar por diferenças no resfriamento da borda para o centro do corpo ígneo.



Fig. 25 -Diabásio porfirítico (poucos fenocristais brancos de plagioclásio) com textura em transição para rocha basáltica (afanítica). ASADEF, Formiga- MG



Fig. 26- Diabásio porfirítico bastante intemperizado exibindo ainda vestígios de seus fenocristais de plagioclásio. ASADEF, Formiga- MG



Fig. 27- Blocos de diabásio porfirítico apresentando esfoliação esferoidal (aspecto acebolado). ASADEF, Formiga- MG

g) Gabro saussuritizado- Pertencente ao sistema de diques Timboré, esta rocha não exibe fenocristais tão evidentes quanto ao do dique que corta a zona urbana, mas está igualmente metamorfisado no fácies xisto verde. A considerar sua textura

relativamente grosseira, o termo certo seria Diorito-gabro, como o preconizado no levantamento do CPRM. A classificação diorito- gabro exemplifica o fato da composição química da rocha ser intermediária. Há afloramentos desta rocha na entrada para a Serrinha, próximo à BR 354, na curva da Usina Velha, onde o corte na estrada evidencia sua presença, próximo ao condomínio Cancunhas, em Cunhas, na chegada de Albertos, onde é possível vislumbrar a coloração vermelha dos solos originados por ela e diversos matacões próximos à estrada, entre outros locais. Em 2008 amostras desta rocha foram enviadas para polimento em uma lapidação no município de Bom Despacho, resultando em ótimas peças.



Fig. 28- Gabro saussuritizado. Usina Velha, Formiga- MG

g) Basalto –O único local até o momento onde foram coletadas amostras desta rocha pelo autor foi na área da ASADEF. Localmente este basalto se apresenta em grandes blocos arredondados (acebolados) com poucos fenocristais de plagioclásio cálcico. A proximidade da borda da intrusão com a rocha encaixante promoveu um resfriamento mais rápido, sendo que a rocha apresenta uma granulometria mais fina, logo, no mesmo corpo ígneo podem ser encontradas diferentes gradações granulométricas.

Macroscopicamente sua cor tende do cinza escuro para negro e sua granulometria (\emptyset) está abaixo de 0,2mm. Esta classificação teve como base *apenas* a sua granulometria, praticamente invisível a olho nu e sua associação com os corpos reconhecidamente de diabásio da região.



Fig. 29- Basalto exibindo fenocristais de plagioclásio cálcico (seta)- ASADEF, Formiga- MG

h) Ultramafito- A terminologia utilizada para este corpo rochoso é provisória e leva em conta a aparente ausência de feldspatos e abundância de minerais máficos nesta rocha. Embora ainda não tenha sido analisada por microscopia e outros métodos laboratoriais, logo, sem maiores informações técnicas, já foi registrado em campo que esta rocha tem ocorrência limitada no município. Sua densidade foi determinada em laboratório de química no UNIFOR-MG em 03/2009 pelo método da balança hidrostática, com um valor médio de $3,15\text{g/cm}^3$. Um afloramento ocorre no bairro Maringá, dentro de uma propriedade rural. Grandes blocos desta rocha estão concentrados em uma pequena área. Pode se tratar de fragmento mantélico, quiçá ofiólito ou mélanges agregada durante colisão continental e movimentação de placas, a exemplo do greenstone belt de Piumhi -MG. Possui coloração anegrada, com

diversos pontos brilhantes que se destacam sob a luz. Está parcialmente alterada e bem fraturada. Nas zonas de alteração se desenvolve um mineral verde que possivelmente é clorita e associações.



Fig. 30- Ultramafito exibindo crosta de alteração encontrado no bairro Maringá, Formiga- MG.

i) Ultramafito- Esta rocha foi encontrada recentemente na região da Serrinha, associada às BIF, xistos, gnaisses. A terminologia utilizada segue os moldes do exemplo anterior. A ausência de feldspatos associada à presença de minerais verdes como anfibólio, serpentina e clorita a caracteriza desta maneira. Apresenta crosta de intemperismo de cor bem avermelhada e os solos oriundos desta rocha são extremamente argilosos e vermelhos. Pode se tratar de fragmento mantélico, quiçá ofiólito ou mélange agregada durante colisão continental e movimentação de placas tectônicas. Estruturalmente e texturalmente a rocha se apresenta distintamente foliada e fanerítica, o que evidencia acamadamento ou metamorfismo.



Fig.31- Ultrabásito apresentando coloração verde anegrada e foliação desenvolvida por metamorfismo. Serrinha, Formiga- MG



Fig. 32- Afloramento de rocha ultrabásica intemperizada cortando estrada vicinal. Serrinha, Formiga- MG

Abaixo estão os diagramas para classificação dos diversos grupos de rochas segundo a International Union Of Geological Sciences (IUGS) disponibilizados pelo site da Universidade Estadual Paulista (UNESP).

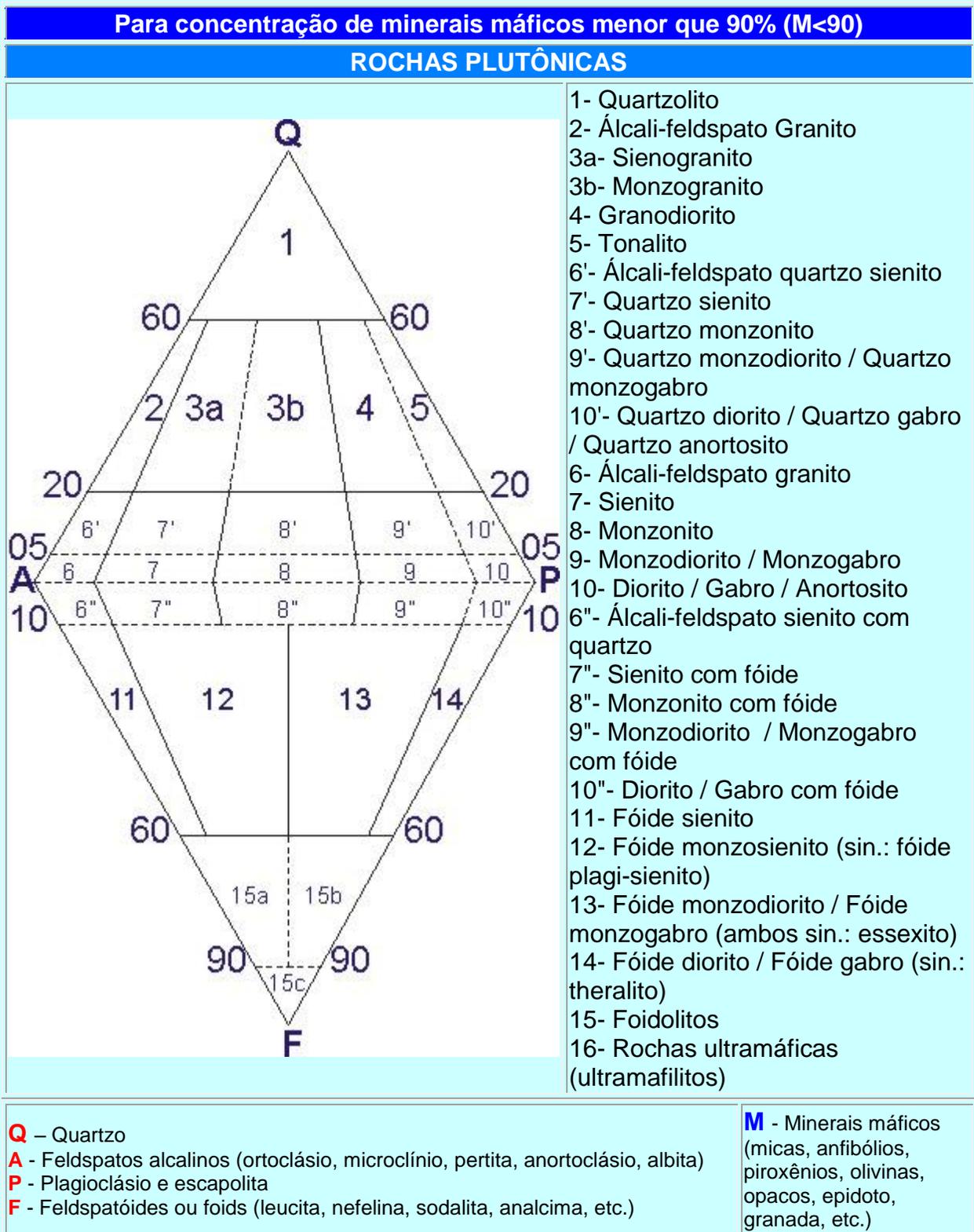


Fig.33- Diagrama IUGS para rochas ígneas. Fonte UNESP. Disponível em <http://www.rc.unesp.br/museudpm/rochas/index.html>

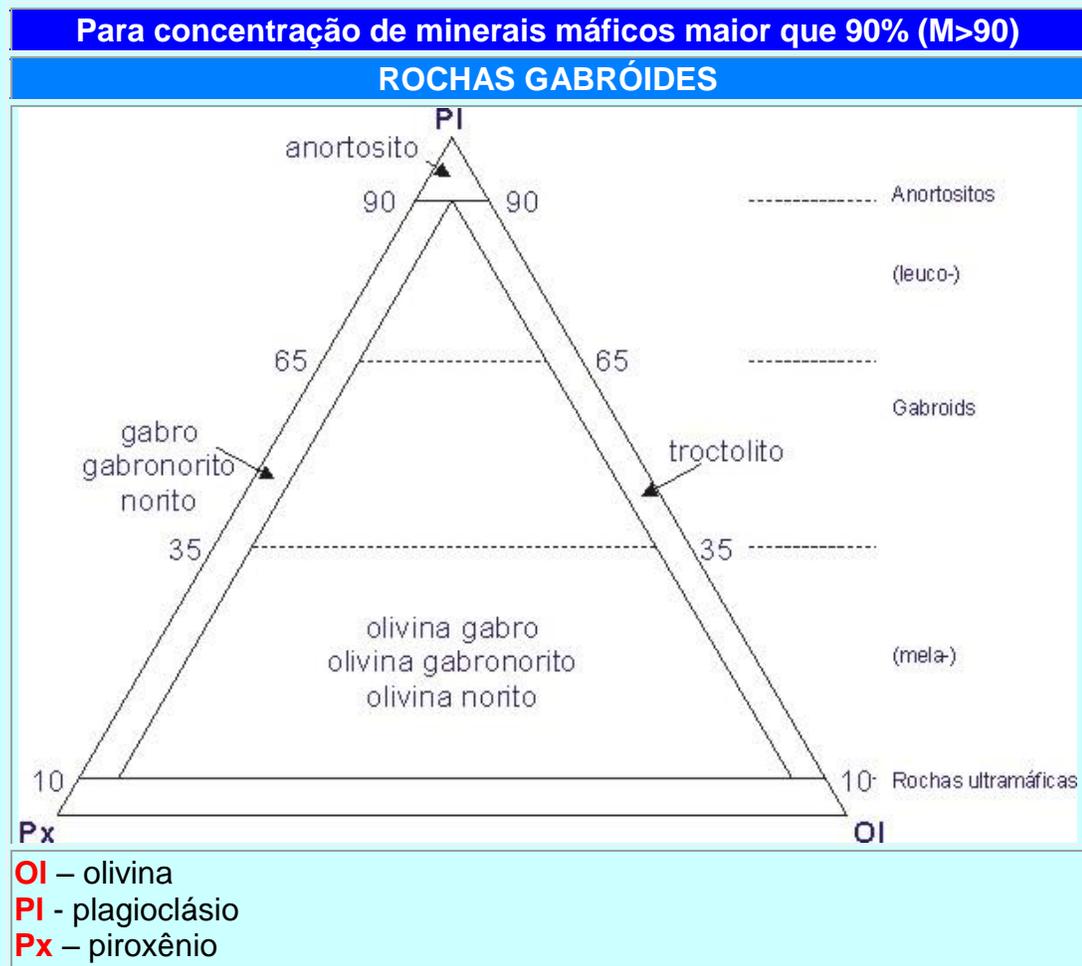


Fig.34- Diagrama IUGS para rochas básicas. Fonte UNESP. Disponível em <http://www.rc.unesp.br/museudpm/rochas/index.html>

Para concentração de minerais máficos maior que 90% (M>90)

ROCHAS PLUTÔNICAS ULTRAMÁFICAS

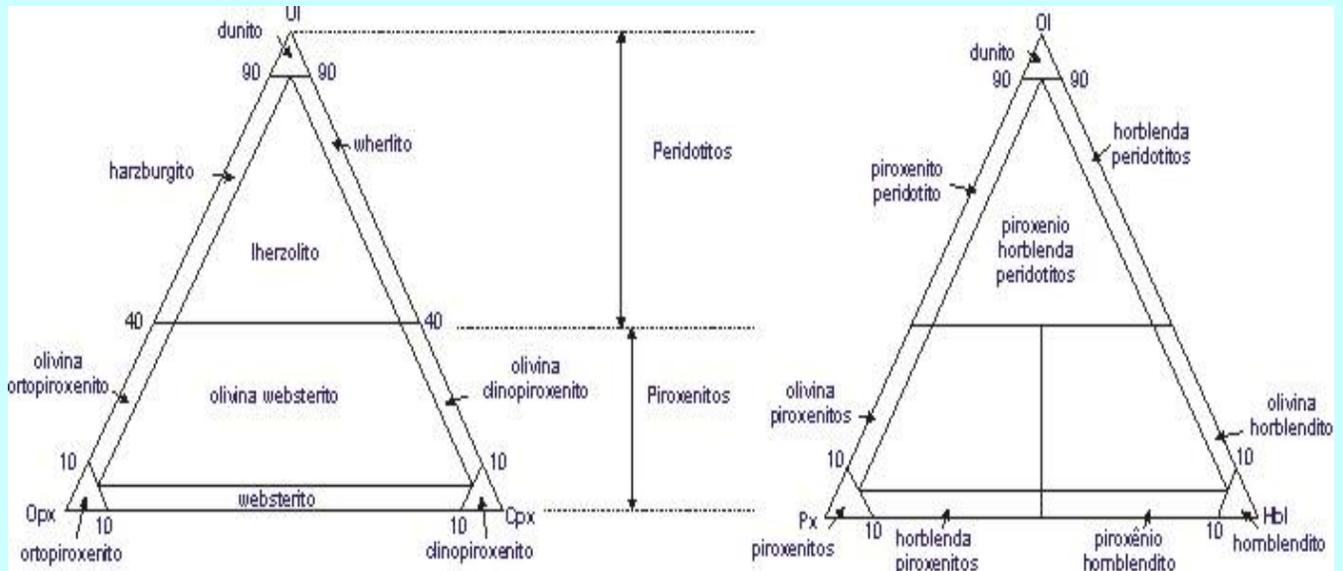


Fig.35- Diagrama IUGS para rochas ultrabásicas. Fonte UNESP. Disponível em <http://www.rc.unesp.br/museudpm/rochas/index.html>

3.2.2 Rochas Metamórficas

a) Migmatito – Como já citado, esta rocha é muito abundante em toda a área onde afloram rochas do embasamento cristalino e, segundo LEINZ (1983), comum no cambriano brasileiro. Estruturalmente esta rocha apresenta mosaicos muito interessantes, dada a mistura de fases de mineralogias diferentes, bem como a orientação preferencial de seus constituintes. Neles destacam-se cristais de magnetita e muitas fraturas preenchidas por quartzo filonar, feldspato e pegmatitos.



Fig. 36- Migmatito – Rocha metamórfica contendo uma fase neossômica ígnea granitóide (cor branca) leucocrática- Cachoeira do Areão - Formiga- MG

b) Banded iron formation (BIF)– Segundo Motoki (2003), rocha formada pela oxidação dos íons de ferro presentes nos mares pré-cambrianos (1,8 a 3 bilhões de anos) e posterior precipitação, alternada com leitos de quartzo e outros minerais. A teoria mais corrente é que organismos primitivos, como as cyanobactérias começaram a realizar a fotossíntese porque, com a diferenciação do núcleo terrestre e aparecimento do cinturão de Van Hallen, as radiações letais oriundas do espaço puderam ser desviadas e, com isso, as formas de vida quimiossintetizantes puderam migrar para as partes mais rasas e se especializarem em fotossíntese. Há rochas como estas que preservam estruturas microscópicas destas cyanobactérias.

As maiores jazidas de minério de ferro do Brasil e do mundo foram originadas pela concentração química por laterização do ferro presente nas formações ferríferas bandadas. O quadrilátero ferrífero no estado de Minas Gerais é um exemplo de grande concentração de hematita (Fe_2O_3) a partir destas formações. O famoso itabirito é uma formação ferrífera bandada que sofreu metamorfismo e recristalizou. A rocha que existe na região da Serrinha está metamorfoisada e exhibe dobramentos bem

expressivos, tendo o processo metamórfico originado minerais silicáticos em suas bandas.



Fig. 37- BIF alterada e dobrada. As bandas claras são principalmente de quartzo e silicatos. As bandas escuras são constituídas de óxi- hidróxidos de ferro como magnetita e hematita. Serrinha, Formiga –MG



Fig. 38- BIF praticamente inalterada exibindo níveis de óxidos de ferro e silicatos praticamente sem dobramentos. O espécime foi cortado e polido. Serrinha, Formiga -MG



Fig. 39- BIF exibindo porfiroblastos de granada (vermelha) e magnetita/ martita (cinza) em uma massa rica em quartzo e anfibólio. Serrinha, Formiga- MG



Fig. 40- Magnetita- xisto- rocha associada às BIF da Serrinha e de consistência bem friável onde foi coletada. Serrinha, Formiga- MG

c) Anfibolito e piroxenito- O paleossoma dos migmatitos da região é de natureza anfibolítica ou piroxenítica, já metamorfsado de rochas básicas e ultrabásicas. O termo piroxenito é utilizado rigorosamente para rochas ígneas. Os anfibolitos são rochas metamórficas constituídas principalmente de hornblenda $[Ca_2Na(Mg,Fe)_4(Al,Fe,Ti)Al Si_8O_{22}(O,OH)_2]$, que é um anfibólio escuro e que ocorre caracteristicamente em cristais prismáticos a aciculares e quantidades subordinadas

de quartzo e algum feldspato. Anfibolitos formam encraves ou xenólitos¹⁶ em neossomas leucocráticos¹⁷ como o da foto abaixo e podem apresentar diversos graus de assimilação pelo magma félsico. Já os piroxenitos constituem-se basicamente de piroxênios, mormente a augita e quantidades variáveis de olivina e outros minerais. Piroxênios e anfibólitos são minerais muito semelhantes quimicamente e morfologicamente.



Fig. 41- Bloco de anfibolito em rocha granítica-Cachoeira do Areão, Formiga –MG



Fig. 42- Bloco com cerca de 2m de anfibolito que ocorre associado ao corpo de BIF na Serrinha, Formiga- MG

d) Sericita-xisto, clorita-xisto e quartzitos micáceos– Também incluídos no grupo dos micaxistos ou genericamente falando- xistos. É uma rocha metamórfica de mesozona e apresenta um aspecto sedoso e um brilho parecido com o metálico, de acordo com sua pureza. Também pertencente ao grupo Canastra (PAI, 1972). Próximo ao hotel Marina, em Pontevila, existem destas rochas.

e) Micaxisto muscovítico, biotítico c/ minerais acessórios – Esta rocha é muito característica devido a sua xistosidade evidente. As micas alinham-se perpendicularmente à força que induziu o processo metamórfico e se alterna com o quartzo e minerais subordinados. Exibe com freqüência dobramentos devido ao metamorfismo. Na localidade da Luanda há uma jazida desta rocha e a mesma é

¹⁶ Fragmento de rocha arrancado da rocha encaixante e englobado pelo magma. O fato de xenólitos de rochas melanocráticas serem constituídos de minerais refratários, sua temperatura de fusão normalmente é superior a do magma, daí serem preservados.

¹⁷ Predominante constituídos de minerais claros

explorada para finalidades ornamentais. Apresenta um brilho intenso causado pelas palhetas de mica orientadas. Parte-se facilmente e é fácil de trabalhar, mas devido à sua fragilidade é usada apenas para revestimentos de exteriores. É encontrada também na região da Serrinha.



Fig.43- Micaxisto biotítico parcialmente alterado. Luanda, Formiga- MG



Fig. 44- Muscovita xisto- Luanda, Formiga- MG

f) Metacalcários calcíticos, dolomíticos, etc.- Rochas encontradas tipicamente em região de karst, o prefixo “**meta**” indica que foram metamorfisadas em baixo grau. Muitos deles exibem veios abundantes de calcita branca e acinzentada preenchendo fraturas, bem como recristalização de sua calcita estrutural.

g) Xistos diversos- Por esta terminologia entende-se qualquer rocha que apresente xistosidade, inclusive os micaxistos já citados.

h) Epidosito– Rocha constituída de epídoto, clorita, anfibólios, derivada de metamorfismo sobre rochas ultramáficas. Sua crosta de intemperização é extremamente porosa e suave, onde se podem introduzir os dedos nela com facilidade.



Fig. 45- Epidosito . Coletado em entulho no antigo Areião, Formiga- MG



Fig. 46- Epidosito com cristais de epidoto. Morro das Pedras, Formiga- MG

i) Gnaiss anfíbólio- biotítico granatífero.- Rocha existente na localidade Serrinha e que exhibe abundantes porfiroblastos de granada vermelha, nos espécimes não alterados. Ocorre associada às BIF's e outros metamorfitos associados. A erosão diferencial sobre a rocha ressalta estes porfiroblastos, os quais estão em estágio mais ou menos avançado de intemperismo, mas mantendo sua forma original (pseudomorfose). Há amostras com porfiroblastos de 2cm.



Fig.47- Rocha gnaissóide apresentando crosta de intemperização. Notar os abundantes porfiroblastos de granada e goethita pseudomórfica segundo a granada na crosta intemperizada. Serrinha, Formiga- MG



Fig. 48- Gnaiss magnetítico granatífero exibindo abundantes porfiroblastos de granada vermelha. Alguns porfiroblastos chegam a medir cerca de dois centímetros em certos casos. Externamente estão pseudomorfisados. Serrinha, Formiga- MG

j) Gnaiss comum- Muitos são explorados e vendidos como material ornamental. Apresentam foliação mais ou menos desenvolvida de acordo com sua composição mineralógica e são muito comuns regionalmente. Cabe citar que existem basicamente dois tipos de gnaiss – os ortognaisses, oriundos do metamorfismo de rochas graníticas e os paragnaisses, oriundos do metamorfismo de rochas sedimentares e ou metamórficas tais como filitos e micaxistos. Sua aparência característica evidencia o realinhamento de seus minerais conforme a direção da pressão. Os minerais tabulares e placóides formam níveis que se intercalam com minerais como o quartzo e o feldspato, os quais não adquirem orientação preferencial (granoblásticos). Quando a rocha metamórfica não possui minerais placóides, micáceos ou aciculares, ela adquire uma estrutura granoblástica, sem nenhum tipo de orientação preferencial. O gnaiss existente próximo às quedas do rio Pouso Alegre apresenta evidente foliação e dobramentos expressivos, onde aflora em ângulos próximos à 90° conforme o local. A erosão diferencial destaca ainda mais esta estrutura. Encontram-se também intensamente cortados por estreitos diques de quartzo filonar.



Fig. 48- Gnaiss exibindo um grande porfiroblasto de feldspato branco. Cachoeira do Areão, Formiga- MG

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALKMIM, F.F., MARSHAK, S. **Transamazonian orogeny in the southern São Francisco Cráton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero.** *Precambrian Research*, v.90, p.29-58, 1998.
- BRANCO, P.M. **Dicionário de mineralogia.** 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1982. 264p.
- Chaves, A.O. & Correia Neves, J.M. 2005. **Radiometric ages, aeromagnetic expression, and general geology of mafic dykes from southeastern Brazil and implications for African-South American correlations.** *Journal of South American Earth Sciences*, 19(3):387-397
- Correa-Gomes, L.C. & Oliveira, E.P. 2000. Radiating 1.0 Ga mafic dyke swarms of Eastern Brazil and Western Africa: evidence of post-assembly extension in Rodinia Supercontinent? *Gondwana Research*, 3(3):325-332.
- COMIG, Companhia Mineradora do Estado de Minas Gerais. **Mapa Geológico do estado de Minas Gerais.** Edição especial, 2003, BRASIL.
- COSTA, M. L. **Aspectos Geológicos dos lateritos da Amazônia.** Revista Brasileira de Geociências vol. 21, p.146-160, 1991.
- CPRM. CARTA GEOLÓGICA FOLHA SF.23-V-B-VI - CAMPO BELO ESCALA 1:100.000, 2007. Disponível em http://geobank.sa.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.download.downloadlayouts?p_webmap=N
- DANA, J.D. **Manual de mineralogia.** Rio de Janeiro: Livros técnicos e Científicos, 1978. 42p.
- DEER, W.A. **Minerais constituintes das rochas.** 1. ed. Lisboa Fundação Calouste Gulbenkian, 1981. 558 p.
- FONSECA, Anísio Cláudio Rios. **Morfologia de rochas lateríticas de Morro das Balas, município de Formiga-MG.** 2005. 30p. (Monografia- Curso de especialização em solos e meio-ambiente). Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.
- FONSECA, Anísio Cláudio Rios. **Tópicos sobre a ocorrência de um metadiabásio (porfiróide) no município de Formiga, estado de Minas Gerais.** 2004. Revista Conexão Ciência.

LEINZ Victor & AMARAL, Sérgio E. **Geologia geral**. 11. ed. São Paulo: Nacional, 1989. 397 p.

LEINZ, Victor & CAMPOS, J.E. **Guia para determinação de minerais**. São Paulo: Nacional, 1976.

MACHADO, F.B. et al. **Atlas de rochas**. [on line]. ISBN: 85-89082-12-1. Disponível em <http://www.rc.unesp.br/museudpm/rochas/index.html>. Acesso em 20 dezembro 2017

MACHADO F. L. et al. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SF 23/24. Rio de Janeiro/Vitória, 1983. vol. 32, p. 27- 324

MISI, A.; IYER, S.; TASSINARI, C. **Dados isotópicos de chumbo em sulfetos e a evolução metalogenética dos depósitos de zinco e chumbo das coberturas neoproterozóicas do cráton do São Francisco**. Revista Brasileira de Geociências, 2004. vol. 34 p. 263-274.

GEOMINAS, Engenharia e consultoria Ltda.; MINISTÉRIO DO INTERIOR; PREFEITURA MUNICIPAL DE FORMIGA. **Plano de Ação Imediata**. Belo Horizonte, 1972. 2 vol.

Vicat, J-P. & Pouclet, A. 1995. **Nature du magmatisme lie a une extension pre-Panafricaine: les dolerites des bassins de Comba et de Sembe-Ouessou (Congo)**. *Bulletin de la Societe Geologique de France*,166(4):355-364

WINGE, Manfredo. **Glossário Geológico Ilustrado**. Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.unb.br/ig/glossario/>. Acesso em 12 dezembro 2012.

Geologia geral da região do município de Formiga- MG

Por Anísio Cláudio Rios Fonseca

Professor do UNIFOR/MG

Especialista em Solos e Meio-Ambiente

Coordenador do acervo do Laboratório de Mineralogia “ Professor Anísio Cláudio Rios Fonseca” do UNIFOR-MG



1 O domínio sedimentar: A Bacia Sedimentar do Supergrupo São Francisco e seus litotipos:

A feição petrográfica das rochas da bacia sedimentar conhecida como Grupo Bambuí da região do município é muito importante devido à suas abundantes reservas de calcário. Estes calcários, segundo dados do RADAMBRASIL (1983) e plano PAI (1972), classificam-se em parte como meta-calcários devido a processos de metamorfismo de muito baixo grau. Ele representava uma grande riqueza e fonte de divisas muito importantes para o município de Formiga, dada a sua qualidade e facilidade de exploração, pois as pedreiras estão acima do nível do solo.

Com o desmembramento do agora município de Córrego Fundo, as jazidas importantes de calcário no município de Formiga diminuíram muito, bem como a

arrecadação de ICMS sobre o produto bruto e industrializado, mas para fins didáticos a região de Córrego Fundo será incluída neste estudo. Outro problema relacionado a isso é que mineradoras de fora que detém registro na nossa região descobriram brechas na lei para que, mesmo sem explorar, não percam o direito de lavra. Esse absurdo burocrático fez com que recentemente manifestações de pequenos mineradores da região interditassem a rodovia MG 050 em junho de 2004, numa manifestação pacífica.

O calcário é assim definido de maneira simplificada para facilitar a compreensão, mas o que acontece é que a sua composição mineralógica vai variando com a profundidade, pelo fato de certos minerais serem mais solúveis do que outros, além do fato de que extratos da rocha foram depositados em períodos distintos, variando assim sua composição mineralógica. São suprimidos aqui vários termos, tais como meta-calcário, pois os mesmos apresentam-se com grau incipiente de metamorfismo¹e, além disso, já foram tratados junto às rochas metamórficas, logo, por motivos didáticos, a supressão do prefixo será adotada. Um corte em uma pedreira qualquer vai exibir em seus extratos variedades de calcários com diferentes teores de cálcio, magnésio, sílica e outros, devido à solubilização diferente da calcita (CaCO_3) e do $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2]$. Níveis de calcário estromatolítico² são observados nas pedreiras também. Associados a ele encontram-se outros tipos de rochas e minerais que pertencem a idades geológicas distintas e aparecem em várias áreas com freqüência e intimamente associados. Há que se citar os níveis que contém sílex negro e de outras cores, entrecortando estes calcários.

Os solos oriundos de calcários e margas (argilas calcárias) são normalmente muito férteis e procurados para exploração agrícola. Muitos deles são eutróficos (auto – suficientes, com alta saturação de bases) em vários sais minerais essenciais às diversas lavouras, além de possuírem um bom percentual de matéria orgânica e boa retenção de água em seus poros e microporos. Obviamente há exceções, mas geralmente são muito férteis. A cor vermelha destes solos é causada pela hematita (Fe_2O_3) finamente disseminada.

O relevo cárstico é comum na região calcária devido à incrível dinâmica química e estrutural deste tipo de rocha. Sua solubilidade em ácidos presentes na água que percola o solo e os próprios maciços faz com que um relevo característico seja desenhado nessa área, sendo que as partes menos solúveis formem testemunhos temporários da ação

¹ Alterações físico-químicas causadas por pressão e temperatura elevada

² Portador de estruturas depositadas por cyanobactérias há bilhões de anos

erosiva das águas. A estrutura dos maciços rochosos é bem imponente e revela a erosão diferencial na rocha, devido a diferenças físico- químicas em sua estrutura. Locas e grutas são formadas devido à dissolução da rocha calcária pelas águas carregadas de ácido carbônico e mesmo ácidos húmicos provenientes da matéria orgânica do solo. O abatimento de tetos de cavernas origina dolinas que, em certos casos, contém água formando lagoas. Há também o relevo cárstico esculpido sob pressão, ou seja, puramente por forças gravitativas das águas, pelo seu impacto sobre as estruturas calcárias. É fácil notar-se o diaclasamento vertical dos calcários associado aos seus planos de acamamento, o que permite que lajotas sejam retiradas para fins diversos, principalmente calçamento em áreas onde eles abundam.



Fig. 01- Calcário com caneluras de dissolução evidenciando erosão diferencial por ataque ácido. Córrego Fundo-MG



Fig. 02- Frente de lavra de calcário. Notar a vegetação que se desenvolve sobre o maciço. Córrego Fundo- MG



Fig. 03- Aspecto de cavidade (furna) formada no maciço rochoso- Córrego Fundo- MG

A erosão diferencial é um fato digno de nota quando se observa essa rocha, particularmente as que sofrem ação de polimento das águas de rios. A água desgasta mais profundamente aqueles extratos mais moles e incoesos, ressaltando estruturas formadas por acúmulo de sílica e outros materiais.

As formações Sete Lagoas e Serra de Santa Helena são de origem marinha (argilitos, margas, calcários, brechas), resultantes de uma transgressão marinha³ que cobriu extensas áreas do Cráton⁴ do São Francisco, durante o proterozóico superior. Essa sedimentação realizou-se em superfície peneplanizada, de águas rasas e ambiente de baixa energia, caracterizando uma bacia intracratônica (RADAMBRASIL, 1983). Os calcários (formação Sete Lagoas) correspondem à fácies química desta sedimentação e o restante dos materiais depositados é de origem clástica, pertencentes à formação Serra de Santa Helena. A existência de superfície de erosão nas camadas de *brechas* intraformacionais⁵ e indícios de estruturas estromatolíticas⁶ indicam que o ambiente apresentava-se ainda relativamente enérgico durante a deposição química dos calcários (RADAMBRASIL, 1.983). A presença de conglomerados também é comum, embora os agentes de arredondamento de material clástico em nossa região não sejam tão severos quanto em outras.



Fig.04- Caneluras de dissolução (lapiás) em planos de diaclasamento e acamamento no calcário- Pains- MG



Fig.05- Estruturas estromatolíticas no calcário- Pains- MG

³ Avanço do mar no continente devido à isostasia – levantamento ou abaixamento continental

⁴ Estrutura cristalina e estável do complexo arqueano

⁵ Rochas sedimentares clásticas formadas com material in loco

⁶ Formas fósseis de organismos como algas unicelulares com disposição de crescimento e mineralização em camadas nas rochas



Fig.06- Planos de acamamento levemente dobrados e caneluras de dissolução (lapiás) no calcário- Pains- MG



Fig.07- Estátuas criadas pela erosão diferencial no calcário- Pains- MG



Fig.08- Cálice esculpido no calcário pela dissolução/ erosão no calcário- Pains- MG



Fig.09- Pinturas rupestres paralelas aos planos de estratificação do calcário- Pains- MG

É interessante notar a variedade de sedimentos clásticos nos locais citados. A presença de limonita⁷ nos sedimentos é marcante e também a presença de óxidos de manganês, muito abundantes na região. A sua solubilidade faz com que se acumulem em quaisquer fissuras nas rochas, formando formas dendríticas⁸ de aspecto variado. Há brechas, conforme cujo agente cimentante é óxido de manganês e em alguns locais encontram-se pequenas cavidades ou geodos com formas renimorfo e estalactíticas de aspecto aveludado constituídas de óxi- hidróxidos de manganês, sendo a pirolusita o mais conhecido (MnO_2). Devido à grande complexidade da associação de minerais de manganês existentes nestas brechas, o termo preconizado para tal é manganocrete.

⁷ Termo que designa mistura de óxidos hidratados de ferro. Não é um mineral na acepção do termo

⁸ Em forma arborescente



Fig. 10- Concreção limonítica (ferruginosa) com mineralizações de óxi-hidróxidos de Mn (negro). A amostra fcoletada pelo autor em Morro das Balas, Formiga –MG

Do ponto de vista tectônico, o grupo Bambuí foi afetado de modo irregular, ocorrendo regiões onde as rochas quase não sofreram deformações por dobramento e outras onde as rochas foram deformadas por dobramentos. Essas deformações, datadas do brasiliano, são relativamente suaves e aumentam de intensidade em direção à borda sul do cráton do São Francisco. São dobramentos concêntricos, que formam sinclinais e anticlinais com eixos de direção NNW a NW (RADAMBRASIL, 1983 ; Plano PAI-1972).

1.1 Rochas sedimentares da região:

A fim de se registrar para estudo algumas variedades de rochas sedimentares, serão feitos alguns comentários a respeito de algumas delas. Os nomes são simplificados de maneira geral visando evitar termos rebuscados que dificultem a compreensão do leigo, mas ao mesmo tempo que sejam tecnicamente utilizáveis pelo especialista.

- 1) **Argilitos (lamitos amarelos, róseos, etc.)**- São rochas muito suaves ao tato porque a maioria dos seus constituintes têm menos de 0,002 mm de diâmetro na escala Atterberg. Estes grânulos foram precipitados em águas calmas, pois

possuem a propriedade de ficar em suspensão por muito tempo. Os argilitos pertencem à formação de Serra de Santa Helena, inserida no grupo Bambuí. Umedecidos ou bafejados cheiram a barro. Se tocados com a ponta da língua fazem-na aderir. São comumente chamados de giz no meio rural, provavelmente porque servem para escrever muito bem em uma lousa. Muitas vezes estão alternados com siltitos, formando belos contrastes de cor. Ocorrem nas localidades de Morro das Balas, Luanda, Cunhas, etc. Na verdade ocorre uma enorme gradação de cores que varia do vermelho até o amarelo claro, dependendo do teor de óxidos de ferro. A presença de impregnações e dendritos de óxi-hidróxidos de manganês é bem comum nestas rochas. Próximo a Carbofer, na Br 354, sentido Formiga- Arcos se percebe no corte do barranco a presença destas rochas formando camadas onduladas (pequenas sinclinais⁹ e anticlinais¹⁰ provavelmente atectônicas¹¹). Sua ocorrência está relacionada a uma transgressão marinha, conforme já foi falado. É bem perceptível também a área de contato entre estas rochas e as rochas do embasamento cristalino, podendo também ser observados alguns veios de quartzo que os cortam em muitos pontos. Este quartzo está associado à pirita (já alterada por pseudomorfose¹² em goethita) e a minérios de ferro e manganês. Há espécimes de argilito com uma litificação¹³ mais desenvolvida em termos diagenéticos¹⁴, como é exemplo os da região da Taboca, próximo ao trevo de acesso para Pains. Estes espécimes são bem duros e resistentes, mostrando uma estratificação bem desenvolvida e provável diferenciação em diâmetro, gradando a siltitos.

⁹ Estruturas convexas formadas por dobramentos da crosta

¹⁰ Estruturas côncavas formadas por dobramentos da crosta

¹¹ Originados por outras causas que não tectônicas

¹² Quando um mineral é substituído quimicamente por outro, mas mantendo sua forma original.

¹³ Processo de endurecimento e formação da rocha sedimentar

¹⁴ Processos de compactação e mineralização realizados à temperatura ambiente



Fig. 11- Argilitos rítmicos de cores vivas, alternando tons. Luanda, Formiga-MG



Fig.12- Argilito sobre embasamento cristalino pré-cambriano. Morro das Balas, Formiga-MG



Fig. 13- Argilitos da formação Serra de Santa Helena dobrados e entrecortados por mineralizações de quartzo e pirita. Cunhas, Formiga- MG



Fig. 14- Argilitos contendo níveis de sílex semelhantes a stonelines. Vendinha, Formiga- MG



Fig. 15-Argilito rítmico arroxeado alternando bandas amarelas e roxas. Morro das Balas, Formiga- MG

2) Siltitos – Comumente também chamados no meio rural de “giz” juntamente com os argilitos. Frequentemente coloridos por óxidos de ferro e matéria orgânica, sua cor varia consideravelmente. Apresentam-se em extratos ou camadas que se subdividem com facilidade. São mais ásperos que os argilitos porque sua granulação é maior. Existem várias escalas que determinam as fronteiras entre as frações silte –argila -areia. A escala de Atteberg estipula que o diâmetro da areia está situado entre 0,02 a 2mm, o silte entre de 0,02 a 0,002 mm e a argila é menor que 0,002 mm. Quando bafejados, os siltitos também cheiram a barro. Ocorrem, por exemplo, na Luanda, Morro das Balas, Cunhas, na região da Taboca, etc. Alguns deles apresentam dendritos de óxidos de manganês, o qual é endêmico na região.



Fig. 16- Siltitos e argilitos da formação Serra de Santa Helena exibindo dobras atectônicas - BR 354- CARBOFER, Morro das Balas, Formiga -MG



Fig. 17- Siltitos e argilitos da formação Serra de Santa Helena exibindo dobras atectônicas. BR 354- CARBOFER, Morro das Balas, Formiga -MG

- 3) Plintita** - A definição pedológica utilizada para o corpo rochoso encontrado vem do fato de que ele possa ser o estágio inicial da formação das crostas ferruginosas endêmicas na região de Morro das Balas. Pedologicamente a plintita corresponde ao estágio inicial do processo de lateritização estritamente de solos, sendo esta terminologia preconizada na classificação de solos. Durante o processo de intemperismo da rocha, o ferro constante em minerais da mesma oxida, formando pontuações vermelhas características desta classe de solo. Por outro lado, o corpo rochoso em questão consiste em material argiloso com aspecto brechóide, o qual pode ser uma brecha de fragmentos de rochas pelíticas da formação Serra de Santa Helena, entrecortados por pós mineralizações.

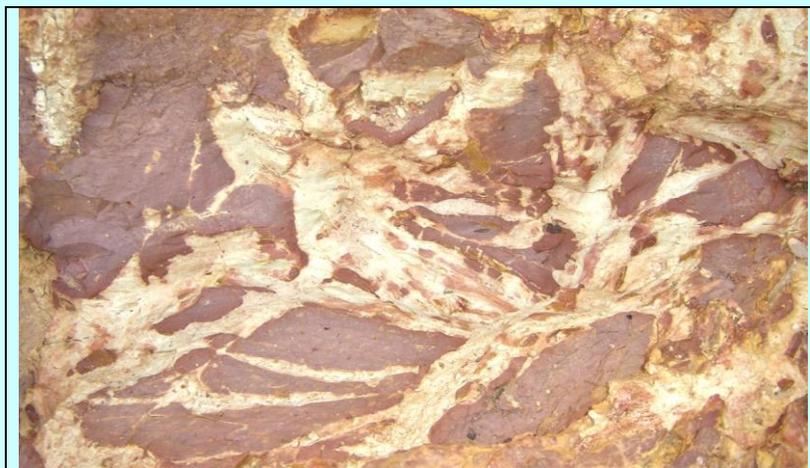


Fig. 18- Brecha-plintita: sedimento argiloso exibindo concentrações de óxidos de ferro – Morro das Balas, Formiga-MG

- 4) Sílex** – Nomenclatura de uma rocha que pode ser biogênica do grupo dos acaustobiólitos (rochas de origem biológica não combustíveis), formada de carapaças silicosas de organismos marinhos ou então formada por lixiviação e concentração da sílica de outras rochas em condições especiais. Muito usada para confecção de armas pelo homem neolítico devido a sua grande dureza e a seu corte incisivo. Na localidade da Vendinha ocorre nos barrancos das estradas vicinais filões de sílex cujos fragmentos alcançam mais de 4cm e estão intensamente fraturados. Provavelmente há locais com fragmentos bem maiores, conforme já foi constatado algumas vezes. Eram muito usados para se produzir faíscas (pederneiras) em bingas e armas de fogo antigas. Seu corte é

extremamente incisivo e dependendo do caso, mais agudo que o de bisturis. É interessante notar que a ocorrência de sílex normalmente está associada à ocorrência de calcários, e o que se observou ali foi que o sílex se preservou por ser muito resistente ao intemperismo, ao passo que o calcário que o continha transformou-se em solo, já bem lateritizado. O sílex parece formar uma linha de pedra ou paleopavimento em grande área. Possivelmente há sílex em toda a região relacionada aos calcários, conforme já mencionado em trabalhos científicos, mas por enquanto aquele local é a ocorrência mais importante. Artefatos arqueológicos confeccionados em sílex são muito comuns no município.



Fig. 19 -Sílex acumulado por processos erosivos com a formação de voçorocas. Vendinha, Formiga-MG



Fig. 20- Sílex revestido por mineralizações botrioidais manganésíferas. Vendinha, Formiga – MG



Fig. 21- Superfície fraturada de sílex- as manchas vermelhas são óxidos de ferro. Vendinha, Formiga-MG

5) Brecha – rocha sedimentar composta de fragmentos de outras rochas unidos por um agente cimentante natural que pode ser de natureza silicosa, calcítica, limonítica ou outro. Uma delas em particular descoberta por nós tem como agente cimentante o óxido de manganês, o que a torna um minério em potencial. Seus clastos¹⁵ são de siltito, argilito e arenito fino. Há exemplares apenas com quartzo, sendo que muitos dos cristais ali presentes são transparentes e euédricos, sem evidências significativas de transporte hídrico ou de outra espécie que os danificasse por abrasão ou polimento, o que as caracteriza como intraformacionais. Em muitos lugares as brechas e os conglomerados são portadores de ouro e diamantes, o que infelizmente não acontece regionalmente.

¹⁵ Fragmentos diversos de origem clástica, não química, os quais formam o arcabouço da rocha.



Fig. 22- Brecha com arcabouço de clastos de siltito e lamitos cimentados com óxidos de manganês (manganocrete) - Luanda, Formiga -MG.

- 6) **Conglomerado** - como o anterior, só que os fragmentos são de quartzo e estão arredondados, revelando transporte fluvial. Ocorre, por exemplo, na região de Cunhas. Os fragmentos podem ser de outra natureza também, embora o quartzo seja o mais resistente e o mais freqüente nesse tipo de rocha. Sua compactidade, como no caso anterior, é variável de acordo com o agente cimentante e com a natureza dos clastos.
- 7) **Calcário calcítico** – com óxido de magnésio (MgO) menor que 5% – é o calcário mais comum na nossa região e o mais utilizado na agricultura e em atividades industriais, tais como a fabricação de cimento e de cal. O teor de magnésio no calcário o inviabiliza para alguns usos industriais, acontecendo o mesmo com a sílica.
- 8) **Calcário magnesiano** – maior % magnésio (MgO) de 5 a 12%: tem boa aplicação como corretivo de solo e como fonte de magnésio para as plantas.
- 9) **Calcário dolomítico** – é um calcário com maior % de magnésio, entre 12 a 21%. Esse percentual varia com a profundidade ou nível onde foi coletada a amostra para quantificação, já que fenômenos de maior ou menor solubilidade de sais os

concentram em regiões definidas. O mesmo acontece com o teor de sílica. Acima de 21% o material é chamado de dolomito (não confundir com o mineral dolomita e com a rocha denominada também como dolomita, a qual é constituída praticamente só de dolomita). O dolomito é oriundo de um processo marinho chamado dolomitização, onde o magnésio da água do mar substitui em grande parte o cálcio da rocha. é interessante dizer que nesse processo de natureza química qualquer fóssil existente na rocha será destruído.



Fig.23- O calcário dolomítico concentra-se no alto dos maciços Por ser menos solúvel que o calcário calcítico- Pains- MG



Fig. 24- Espeleotemas medindo cerca de 10-13mm de goethita e hematita na crosta ferruginosa- Morro das Balas, Formiga- MG



Fig. 25- Espeleotemas de goethita e hematita medindo 20mm recobertos por cristais de quartzo- Morro das Balas, Formiga- MG

10) Esferólitos de óxi- hidróxidos de ferro, alumínio, manganês e outros - oriundos de precipitação química e ou biológica em meio aquoso ou saturado em água e posteriormente englobadas pelos sedimentos, formando em certos casos um paraconglomerado rico em óxidos metálicos semelhantes àqueles que ocorrem no assoalho marinho, embora geneticamente muito diferentes. Na região cárstica é notória a quantidade de glóbulos de óxidos de manganês e ferro no solo. São de origem laterítica e abundam em regiões de grandes corpos de minério, como no Pará. Compõe parte de um perfil laterítico bem estudado por COSTA et al.

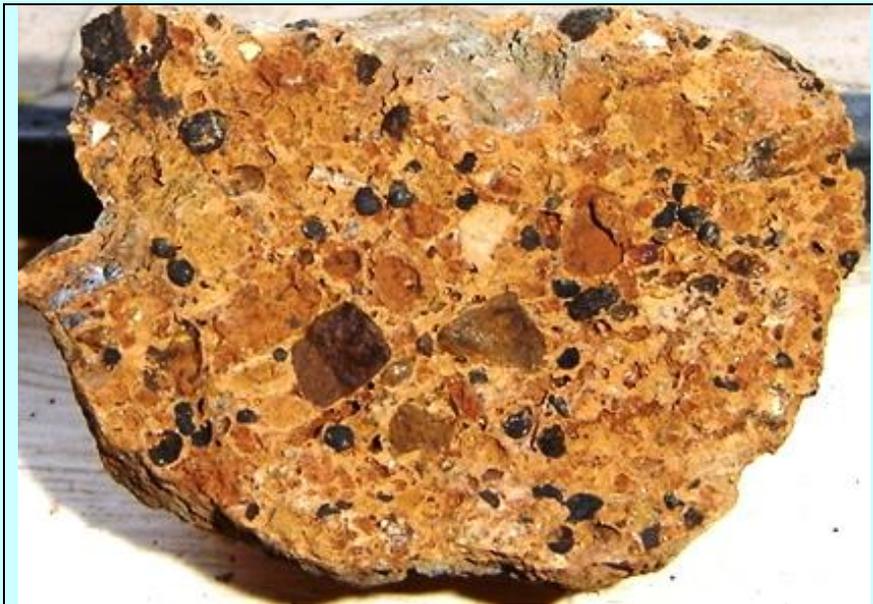


Fig. 26- Esferólitos manganésíferos (negros) e ferruginosos (marrons) em paleossolo - Pains- MG

11) Concreções argilo- limoníticas (lateritos concrecionários): Tais formações rochosas são abundantes em toda a nossa região e variam sensivelmente de composição de um local para outro. Algumas apresentam uma pós- mineralização de quartzo em suas fraturas, formando um interessante mosaico de quartzo engrenado. Associações com óxidos de manganês são comuns e mesmo pequenos geodos¹⁶ de óxidos de manganês são encontrados em cavidades dos filões de quartzo. Seu aspecto é aveludado porque os cristais são minúsculos. Processos de

¹⁶ Cavidades presentes principalmente em rochas ígneas, as quais normalmente estão atapetadas por cristais de quartzo, calcita, zeólitas etc...

ordem hidrotermal estão associados a processos puramente supérgenos¹⁷, onde minerais se formam à temperatura ordinária, sob condições físico-químicas especiais. Recentemente foram descobertos pelo autor mais pequenos geodos em lateritos limoníticos bem próximo ao local dos geodos de manganês. Tais cavidades estão atapetadas de minúsculos e reluzentes cristais de quartzo; outras formam geodos bem maiores. Estas formações foram descobertas no Morro das Balas em 10/06/2004. Não se pode esquecer de que os processos de lateritização atingem qualquer solo em toda a região, logo, solos de origem calcária podem conter lateritos de idade bem mais recente. Há que se mencionar os chamados lateritos placóides. Este termo refere-se ao material pelítico com elevada % de óxidos e hidróxidos de ferro que ocorre na região. Apresenta-se a uma profundidade média de 40cm no local observado e forma um perfil característico de placas, paralelo ao horizonte de solo. Muito freqüente na região de Cunhas e estas placas apresentam cores distintas, de acordo com o grau de hidratação em que se encontram, ou seja, relação goethita/hematita. Trata-se de um enriquecimento secundário do horizonte específico do solo devido à lixiviação e lavagem de sais e óxidos das camadas superiores por flutuação do lençol freático e processos de dissecação posteriores. Processo parecido se dá na formação dos bauxitos (rocha-minério de alumínio).



Fig. 27- Crosta ferruginosa com drusa de quartzo: Morro das Balas, Formiga-MG



Fig. 28- Fragmentos de crostas ferruginosas sobre o solo- Cunhas, Formiga- MG

¹⁷ Que ocorrem à temperatura ordinária



Fig. 29- Camada de crosta ferruginosa de origem laterítica. Abaixo do martelo são fragmentos que caíram : Luanda, Formiga - MG.



Fig. 30-Espeleotemas de hematita globular em crosta laterítica - Morro das Balas, Formiga- MG



Fig. 31- Espeleotemas de goethita com cristais de goethita prismática- Morro das Balas, Formiga-MG.

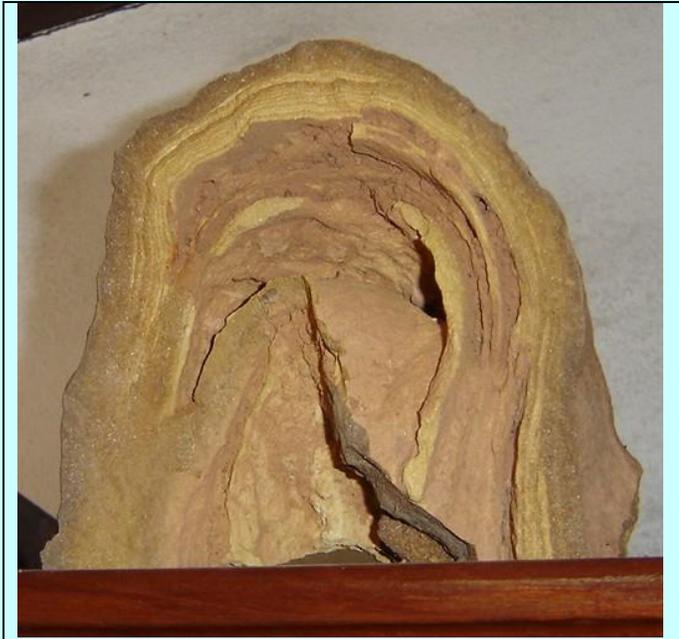


Fig. 32- Concreção limonítica (laterítica) (25 cm); os dobramentos não são de origem tectônica e sim de flutuação do lençol freático. Cunhas, Formiga –MG

12) Impregnações de diversos óxidos em rochas diversas- óxidos e hidróxidos trazidos em soluções aquosas formam formas dendríticas e outras em rochas diversas. Embora não sejam rochas, os óxidos são citados aqui como uma curiosidade, já que sua deposição nas fraturas e diáclases das rochas é por um processo sedimentar. A água, ao evaporar, deposita os óxidos de forma dendríticas, mas sempre obedecendo às normas de disposição química dos cristais, o que se revela sem muito trabalho utilizando-se a lupa binocular em laboratório.



Fig. 33- Dendritos (formas arborescentes) de óxidos hidratados de ferro em crosta ferruginosa. Morro das Balas, Formiga -MG



Fig. 34- Mineralizações ferro-manganesíferas exibindo intensa irização¹⁸ em sílex. Morro das Balas, Formiga- MG

13) Sílica amorfa- Provavelmente opalina, presente na localidade Vendinha. Costuma estar capeada por óxidos botrioidais de manganês. É encontrado na região cárstica também alguns fragmentos que parecem ser sílex alterado, muito branco.

14) Crostas ferruginosas placóides- Este termo refere-se às rochas formadas por lateritização, com elevada porcentagem de óxi- hidróxidos de ferro e alumínio que ocorre na região de Cunhas. Contém argila e areia. Apresenta-se a uma profundidade média de quarenta centímetros no local observado e forma um perfil característico de placas, paralelo ao horizonte de solo. Muito freqüente na região de Cunhas e estas placas apresentam cores distintas, de acordo com o grau de hidratação em que se encontram, ou seja, relação goethita/hematita/gibbsite. Trata-se de um enriquecimento secundário do horizonte específico do solo devido à lixiviação de bases¹⁹ e sílica das camadas superiores. Processo parecido se dá na formação dos bauxitos (rocha-minério de alumínio).

¹⁸ Irização é um fenômeno que ocorre em certos minerais e consiste na decomposição da luz branca em seus espectros fundamentais devido à lamelas, fraturas, inclusões ou geminação polissintética em certos minerais

¹⁹ Metais alcalinos como o sódio, potássio e cálcio



Fig. 35- Lateritos placóides- Cunhas, Formiga-MG



Fig. 36- Laterito placóide exibindo estrato amarelo, hidratado e rico em gipsita e goethita. Cunhas, Formiga- MG

15) Crostas conglomeráticas ferruginosas lateríticas (Tapiocangas)–

Genericamente são conglomerados de esferólitos polimetálicos, ou seja, concreções globulares unidas por um cimento também limonítico. Nota-se aí dois processos: o da formação das concreções e o de sua posterior cimentação e ocorrem em regiões de estação seca bem marcada. São comuns também nas savanas africanas. O aspecto deste material é vesicular, coriáceo e bem estável. Estão destacadas aqui porque diferem um pouco dos lateritos já citados anteriormente. Ocorrem na região da Vendinha, Córrego Fundo e adjacências. São formadas por processos de lateritização, o qual concentra óxi- hidróxidos de ferro, alumínio e outros metais na forma de esferólitos e, posteriormente, estes esferólitos são unidos por um agente cimentante.



Fig.37- Canga de esferólitos de óxi-hidróxidos de ferro e alumínio em matriz goethítica- gibsítica- caulínica. Vendinha, Formiga- MG

16) Marga-Um calcário com alta porcentagem de material argiloso e que faz transição para uma argila calcária. Pode-se considerar a definição de que é uma argila enriquecida em calcário. Existem todas as transições possíveis e nem sempre é possível situar a rocha com precisão. Em perfis de paredes calcários é possível notar várias gradações. Há vários afloramentos deste material na região da Taboca, próximo ao trevo de acesso para Pains e também às margens da MG 050, sentido Formiga- Córrego Fundo. São bem estratificadas e sua coloração é variável de acordo com as impurezas, mas predominam o verde claro e o violeta-amarronzado. Provavelmente tais cores são devido à pirita autigênica finamente disseminada, matéria orgânica e óxidos de ferro.



Fig. 38- Bloco de marga próximo ao trevo de acesso da MG 050 com o município de Córrego Fundo- MG

17) Arcósio- Pode ser classificado como um arenito com elevada % de feldspatos, fato que lhe empresta a aparência grosso modo de um granito. É formado através da desagregação física de rochas de composição semelhante aos granitos e posterior cimentação, sem que haja um processo intempérico severo que descaracterize os fragmentos da rocha.



Fig. Arcósio

18) Arenito- Composto predominantemente de grânulos de quartzo na fração areia unidos por um agente cimentante. Em Cunhas são encontrados arenitos altamente ricos em óxidos de ferro associados aos conglomerados com igual agente cimentante. Sua consistência é frágil e praticamente pode-se destruí-los com as próprias mãos. Em íntima associação com esse material são encontrados abundantes lateritos placóides com formações mamelonares-globulares.



Fig.39- Arenito com agente cimentante ferruginoso- argiloso. Cunhas, Formiga- MG



Fig. 40- Arenito fino da Formação Serra de Santa Helena. Luanda, Formiga- MG



19) Areia – É classificado como areia qualquer material com diâmetro situado entre 0,02 a 2mm, segundo a escala Atteberg. A areia não é um material em particular, mas uma unidade de medida. Pertence ao grupo de rochas sedimentares não consolidadas ou clásticas, ela é oriunda da decomposição de rochas granito-gnáissicas da região e, através da ação seletiva das águas e erosão pela gravidade, tendem a se concentrar em perfis definidos. Sua exploração predatória

tem sido muito prejudicial, causando assoreamento dos rios e conseqüentemente seu comprometimento para com as árvores que o margeiam, bem como todo o resto. Este nobre material não deveria ser vendido fora do município; deveria ser usado apenas para consumo interno, sem maquinário (dragas). As areias do município são predominantemente quartzosas, com menor porcentagem de feldspatos caulinizados e diversos óxidos metálicos, com predominância da magnetita e ilmenita.



Fig. 41- Areia quartzosa oriunda do intemperismo de rochas ácidas do embasamento cristalino, ricas em quartzo. Cachoeira do Areão, Formiga- MG

20) Saibro – Termo utilizado para designar a rocha granítica decomposta. Contém areia e caulim. Ocorre em toda a região do embasamento cristalino, de composição granítica e é amplamente usado na construção civil. As áreas de neossolos e cambissolos contém muito saibro. Ex: Morro do Cristo, Formiga -MG.

21) Argila – Ocorre concentrada principalmente nas várzeas e no leito dos rios. É concentrada mecanicamente pela movimentação das águas. Os minerais que a compõem possuem um diâmetro inferior a 0,002 mm. É amplamente utilizada para

a confecção de telhas e tijolos. Normalmente é cinza devido à presença de ferro bivalente (Fe^{++}), mas ocorrem outras cores, inclusive branca, o que atesta um grau maior de pureza. No município de Formiga a argila é muito explorada para fabricação de tijolos e de telhas.



Fig. 42- Aspecto de perfil argiloso plíntico-Morro das Balas, Formiga- MG

22)Turfa – É encontrada em terrenos alagados ou onde o lençol freático está próximo à superfície. Ocorre, por exemplo, na região da cachoeira do areão e trata-se do primeiro estágio da hulheização da matéria orgânica (LEINZ, 1988). Como é característico neste tipo de “rocha”, encontram-se abundantes raízes e folhas que ainda não se decompuseram totalmente. Para sua ocorrência é necessário que o material orgânico não se oxide, mas seja recoberto por água e sedimentos, possibilitando o processo de hulheização constante.

23)Caulim – O termo refere-se aqui a caulinita $[Al_2Si_2O_5(OH)_4]$ impura. É de coloração rósea a branca. É usado como material inerte em rações, medicamentos, etc. e também na fabricação da porcelana. Há várias ocorrências deste material onde diques de pegmatito alterado cortam granitos, gnaisses e migmatitos da região. É um dos constituintes do saibro.



Fig. 43- Caulim- Fazenda Cachoeira, Cachoeira do Areão, Formiga- MG

Basicamente os litotipos que ocorrem são estes, com suas variedades locais, com suas associações características. Deve-se notar que em diversas partes das jazidas calcárias do nosso município e dos municípios vizinhos ocorrem impregnações de diversos minerais que preenchem fraturas e diáclases no maciço calcário e que podem formar reservas em potencial de minérios estratégicos para o mundo moderno. Como exemplo, podemos citar as mineralizações hidrotermais/ metassomáticas de galena (minério de chumbo de fórmula PbS), calcopirita (minério de cobre de fórmula $CuFeS_2$) e esfalerita (minério de zinco de fórmula ZnS) que, levando-se em conta o volume de rocha que os contém, podem se tornar muito importantes no futuro. Em muitas ocorrências a galena costuma ser argentífera e com isso um subproduto importante pode ser retirado- a prata. Esta galena ocorre em concentração em uma localidade da cidade de Pains, situada a 30km de Formiga chamada Mina. Sua siderurgia é simplória e muita gente coleta para fazer chumbadas de pesca. Esse é um hábito perigoso, porque os vapores de chumbo derretido são muito tóxicos, para não falar dos vapores de enxofre e arsênico. Estas mineralizações ocorrem devido às soluções aquosas ricas em íons não metálicos e metálicos que percolam as fraturas e poros das rochas durante o processo metassomático, pneumatolítico e hidrotermal, envolvendo temperaturas mais elevadas. Estas soluções ascensionais provêm de magmas ricos em água, íons metálicos e enxofre e, percolando entre as diáclases e fraturas das rochas as alteram e cristalizam seus minerais nestes locais. A natureza dos maciços calcários também é muito propícia à formação de minerais autigênicos.

O relevo da região calcária é um espetáculo a parte devido à imponência de suas formas. A erosão diferencial se faz sentir nas diversas camadas do calcário, dependendo de sua composição mineralógica e de sua resistência física. Chama-se karst o resultado erosivo sobre ele, revelando formas como grutas, lapas, dolinas, funis, etc. Existe uma exumação progressiva deste karst que progride em direção a Pains, onde atinge seu ápice com pedreiras fabulosas (GEOMINAS, 1972). A espeleologia da região é muito interessante, apesar de ainda ser pouco estudada. Grupos espeleológicos locais e de fora tem feito um bom trabalho nesta questão. Infelizmente as minerações destruíram muito destas belezas naturais e acervos científicos, mas certas coisas são difíceis de evitar.

Na bacia sedimentar em questão são encontrados muitos indícios de antigas aldeias indígenas. São encontrados uma grande profusão de artefatos indígenas tais como machadinhas, almofarizes (pistilo), pontas de flecha confeccionadas em quartzo e sílex, raspadeiras, meia-lua, urnas mortuárias, panelas e vasilhames diversos feitos de barro. Os artefatos que são esculpidos em rocha são normalmente de diabásio, rocha escura e resistente que tem que ser coletada em locais específicos.

Existem estes indícios em outras áreas também, mas ocorrem principalmente na área calcária devido à abundante fauna e flora do local, básicos para sobrevivência, além da presença de grutas e locas que serviam como moradias. Associados a esta fantástica profusão de objetos antigos, são encontrados registros fósseis, onde o mais famoso foi o Mastodonte descoberto por pescadores na divisa de Pains c/ Córrego Fundo em meados de 2.001 e que causou frisson na mídia. Ossos diversos e dentes têm sido achados dentro de cavernas e áreas afins por várias pessoas e, no caso do mastodonte, sua idade oscila entre 12.000 e 15.000 anos. Geologicamente isso não representa muito em termos cronológicos, mas é de extrema importância para o estudo da extinta fauna local (Megafauna). Não raro são encontradas conchas fossilizadas em paleossolos (seriam mais sedimentos terrígenos consolidados), além de fragmentos de ossos também parcial ou totalmente mineralizados.

Há que se observar que a composição químico-mineralógica de um maciço calcário não é constante e varia com a profundidade devido a fatores como solubilidade de seus componentes, fatores geológicos e também o teor de sílica. Quem explora pedreiras calcárias sabe muito bem que teores variáveis de sílica ou magnésio comprometem a utilização do calcário para esta ou aquela finalidade. Calcários com elevados teores de

Anísio Cláudio Rios Fonseca

CaO e com menos de 1% de MgO, sílica e outros são muito procurados para indústrias de carbonato de cálcio de alta pureza.

Geologia geral da região do município de Formiga-MG

Por Anísio Cláudio Rios Fonseca

Professor do UNIFOR/MG

Especialista em Solos e Meio-Ambiente

Coordenador do acervo do Laboratório de Mineralogia “ Professor Anísio Cláudio Rios Fonseca” do UNIFOR-MG



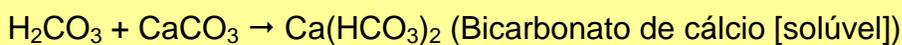
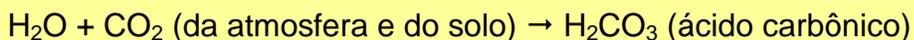
Espeleotemas e feições cársticas do município de Pains, Córrego Fundo e Formiga

Discorrer sobre a geologia da região do município de Formiga sem fazer uma referência especial às excepcionais ocorrências de minerais e rochas do município de Pains seria por demais injusto, para não dizer incompleto. Isto não foge ao objetivo deste trabalho porque o município de Formiga possui em seu território parte do karst¹, composto pelas rochas já descritas em outra parte deste trabalho. As excepcionais fotografias que ilustram este artigo foram gentilmente cedidas por Dirceu de Oliveira Costa, presidente do CODEMA, funcionário da prefeitura municipal de Pains e graduando no curso de Engenharia Ambiental, no UNIFOR- MG (ano de 2008). Espeleotemas (estalactites, estalagmites, helictites, colunas, cascatas, cortinas e muitos outros) são estruturas

¹ Feição característica produzida pelo intemperismo químico em rochas solúveis como os calcários. deriva do alemão Karst, nome de uma região que se estende do norte da Itália até o sudoeste da Eslovênia e o noroeste da Croácia. O nome local em língua eslovena “Kras”, significa aproximadamente "campo de pedras calcárias". A região também é chamada Carso em italiano. Esta região possui um sistema geológico cárstico e foi a primeira região onde esse fenômeno foi estudado.

formadas em grutas e locas devido à dissolução do calcário pela água carregada em ácido carbônico e posterior deposição/recristalização dos sais dissolvidos em ambiente propício e pobre em CO₂, num lento gotejar. Esta precipitação de carbonato é concêntrica e isto é facilmente notado quando se manuseia um exemplar de estalactite. Sua consistência é variável e depende de sua idade e do rigor do processo de formação. É um processo bem variável e depende da permeabilidade do solo, presença de fendas e diáclases no maciço calcário, teor de matéria orgânica no solo, porosidade, entre diversos outros. O clima é fator chave nesse processo. Em alguns casos, as capas concêntricas podem se destacar e formar estruturas ocas, o que revela além do próprio processo concêntrico de formação uma não homogeneidade em sua composição geral e na velocidade e constância do processo de deposição (período de seca/chuvas). A forma com que se apresentam empresta nomes característicos. Estalactites apontam para baixo, estalagmites apontam para cima, colunas são oriundas da união de estalactites e estalagmites. Helictites ou excêntricas são estalactites que crescem para os lados e até para cima, contrariando as leis da gravidade. Isso se dá devido às forças de cristalização e crescimento dos cristais formados. Em alguns casos podem se formar eflorescências de calcita e, mais raramente, de aragonita.

Estas são algumas das reações envolvidas



O bicarbonato solúvel, ao ficar exposto à atmosfera mais rica em CO₂ do interior do maciço calcário, perde água e se transforma em carbonato novamente, o qual precipita em formas anelares em torno da gota d'água no teto da caverna, segundo a reação.

$\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CO}_2 + \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ Em nosso município ocorrem espeleotemas muito curiosos formados em cavidades de dissolução em rochas lateríticas. Muitos estão recobertos por mineralizações de quartzo de origem hidrotermal.

Entende-se por rocha solúvel “aquela que, após sofrer intemperismo químico produz pouco resíduo insolúvel” (Karmann (2000), pg 130). As principais rochas carstificáveis são as rochas carbonáticas, constituídas principalmente de calcita ou dolomita. Essas rochas ao sofrerem corrosão química se dissociam em íons Ca⁺⁺ ou Mg⁺⁺ e CO₃⁻, que podem se combinar em bicarbonatos ou permanecer dissolvidos na água em forma iônica.

Algumas rochas compostas de halita ou gipsita podem formar carstes apenas em terrenos semi-áridos, pois sua solubilidade em águas naturais é tão elevada que, em ambientes muito úmidos, elas são totalmente dissolvidas antes de conseguirem gerar relevos cársticos. Rochas insolúveis como granitos não geram relevos cársticos em condições normais, pois ao sofrerem intemperismo químico geram resíduos insolúveis ou impermeáveis, como a argila. Embora o quartzo tenha baixa solubilidade, alguns quartzitos e arenitos conseguem desenvolver relevo cárstico se forem expostos à água por tempo suficiente.

Permeabilidade por fraturas

Além da composição, é fundamental que a rocha seja altamente permeável para que a solução rochosa possa alcançar estratos inferiores. Define-se permeabilidade como a capacidade da rocha de permitir que a água passe livremente. A permeabilidade pode ser resultado de grande porosidade e também da presença de fendas, fissuras ou rachaduras na rocha. Embora a porosidade seja importante, nem sempre isso é condição suficiente para uma boa permeabilidade. Alguns minerais como argilas são muito porosos, mas esses poros são tão pequenos que a água fica presa por adsorção. Rochas com fraturas, por outro lado, podem ter uma grande permeabilidade, ainda que a rocha em si não seja porosa. A permeabilidade por fratura também é chamada de porosidade secundária.

Para a carstificação a permeabilidade por fraturas, como na imagem ao lado, é mais importante que a porosidade primária, uma vez que a ação da água ácida é muito mais intensa em locais onde ela possa se concentrar e agir sobre porções maiores de rocha. As superfícies de estratificação, fendas e fraturas permitem a criação de rotas preferenciais que direcionam a expansão de fendas, que aos poucos tornam-se galerias ou grandes salões. Rochas que possuam apenas porosidade primária, a dissolução ocorre, porém de maneira difusa, sem que sejam criadas rotas de fluxo e os canais jamais chegam a se abrir significativamente.

Relevo acidentado

Em relevos com inclinações moderadas, o fluxo da água através das fendas é acelerado e isso torna mais eficiente a remoção de resíduos insolúveis, bem como

aumenta a eficiência da dissolução por permitir que a água ácida tenha contato com porções maiores de rocha durante seu percurso. Relevos muito planos são menos favoráveis à formação de carstes porque a água não atinge um gradiente de velocidade muito alto. A percolação lenta através do solo é pouco eficiente porque a água logo fica saturada e perde sua capacidade de corrosão antes de atingir as fendas.

Clima chuvoso

É fundamental um suprimento de água de grande volume e freqüente. Embora haja carstes em regiões semi-áridas, isso é muito mais raro que nas regiões com grande pluviosidade.

Formações cársticas

A dissolução química da rocha cria diversos tipos de formações, testemunhos da ação da água. Algumas dessas formações são visíveis no exterior, chamadas de exocarste. Outras são subterrâneas, representadas principalmente pelas cavernas e são chamadas de endocarste.

Formações externas

Algares são condutas verticais que se formam devido a diversos fatores como o abatimento de abóbadas, derretimento das neves, dissolução exagerada no fundo das dolinas, corrosão/erosão em sumidouros ativos.



Dolinas são depressões fechadas de formato aproximadamente circular, formadas pela dissolução da rocha no terreno abaixo dela ou também por desmoronamento do teto de cavernas. No caso das dolinas por desmoronamento, se ocorrer o evento no teto da caverna pode-se criar uma abertura de acesso às cavernas.

As dolinas variam muito de tamanho, de pouco mais de um metro de diâmetro e pequena profundidade a grandes crateras com centenas de metros de diâmetro, podendo atingir grandes profundidades. Uma vez que as dolinas são formadas pela ação da água em estratos de sustentação, é comum que elas sejam recobertas por solo e vegetação. Em

alguns casos, se o solo for suficientemente impermeável, elas podem se manter parcialmente inundadas, originando pequenos lagos. Em alguns casos essas aberturas dão acesso a galerias inundadas que aparentam ser lagos, embora sejam apenas uma parte de uma galeria freática ou de uma caverna

Lapiás

Testemunhos superficiais da dissolução da rocha. De forma geral são grandes blocos de tamanhos variados que se estendem lado a lado e cobrem grandes áreas. Os lapiás normalmente são formados pela dissolução da rocha em seus pontos de entrada, ou seja, a rocha que inicialmente possuía rachaduras, se abre cada vez mais e acaba por se separar em blocos. Os lapiás apresentam ranhuras ou caneluras que evidenciam o caminho da água.

Cânions

Um cânion ou canhão cárstico é um vale com paredes muito íngremes que pode ou não ter um rio correndo em seu fundo. Muitos cânions são formados por erosão, mas os cânions cársticos são resultado principalmente da dissolução química. Em alguns casos podem ser antigas cavernas em que todo o teto sofreu desmoronamentos até que só restem as paredes.

Entradas e saídas de água

Em geral, devido à alta pluviosidade as regiões cársticas possuem rios perenes, mas eles podem dar a impressão de terem secado, pois podem se tornar subterrâneos. A água penetra a terra através de sumidouros. O rio pode entrar inteiramente em um único sumidouro, mas também pode haver sumidouros ao longo do leito do rio, que o tornam cada vez menos caudaloso. Os vales onde o rio corria anteriormente se tornam secos.

Em cotas inferiores, os rios subterrâneos podem voltar a correr pela superfície, aparecendo através de ressurgências.

Poljes

Poljes são depressões de grande extensão, caracterizadas por terem o fundo plano. Desenvolvem-se sempre nas proximidades do nível freático, evoluindo principalmente no plano horizontal, por dissolução das faces laterais da depressão. O fundo dos poljes são

por vezes utilizados para cultivo, e às vezes apresentam caudais fluviais. Quando estes são incapazes de absorver a água da chuva, convertem-se em lagos temporários.

Úvalas

Úvalas são depressões de contornos irregulares. A sua formação é objeto de controvérsia, se bem que parecem criar-se pela união de dolinas que crescem muito próximas e se desenvolvem mais rapidamente em largura do que em profundidade.

Vales Cegos

Vale ou cânion que termina abruptamente em um paredão. Normalmente é o ponto onde um rio entra ou sai de uma caverna. Também podem estar secos, caso o rio tenha encontrado outro curso subterrâneo.

Cavernas

O principal testemunho geológico subterrâneo do carste são as cavernas. Formadas pela água ácida que atinge a zona freática e dissolve a rocha ao longo das rachaduras originais. Após milhares de anos essas cavidades se tornam grandes galerias. Quando o nível freático se rebaixa naturalmente devido à dissolução e aumento de permeabilidade de camadas inferiores, essas galerias se esvaziam. Em muitos casos, tetos que eram sustentados pela pressão da água podem desmoronar, formando grandes salões de abatimento. O desmoronamento de tetos de caverna pode levar ao rebaixamento do solo acima dos salões, formando dolinas de colapso, que podem se tornar entradas para a caverna. Outras entradas podem ser formadas em sumidouros ou ressurgências e se mantêm mesmo depois que a água abandona a caverna.

A ação da água não se encerra após o esvaziamento das galerias e salões. A carstificação neste caso passa a ser construtiva. Os minerais removidos da rocha sobre a caverna, ao precipitarem e cristalizarem criam espeleotemas, as formações rochosas típicas das cavernas, entre as quais as mais conhecidas são os estalactites e estalagmites.



Fig. 01- Grupo de estalagmites- Pains- MG



Fig. 02- Fig. Grupo de estalagmites- Pains- MG



Fig. 03 -“Lustre” estalactítico- Pains- MG



Fig. 04-Estalagmite- Pains- MG



Fig. 05-Estalactites- Pains- MG



Fig.06- Estalagmite e coluna- Pains- MG



Fig. 07-Cortina (espeleotemas)- Pains- MG



Fig.08- Flores de aragonita e espeleotema estalactítico- Pains- MG



Fig. 09-Helictites e flores de aragonita- Pains- MG



Fig. 10-Espeleotemas- Pains- MG

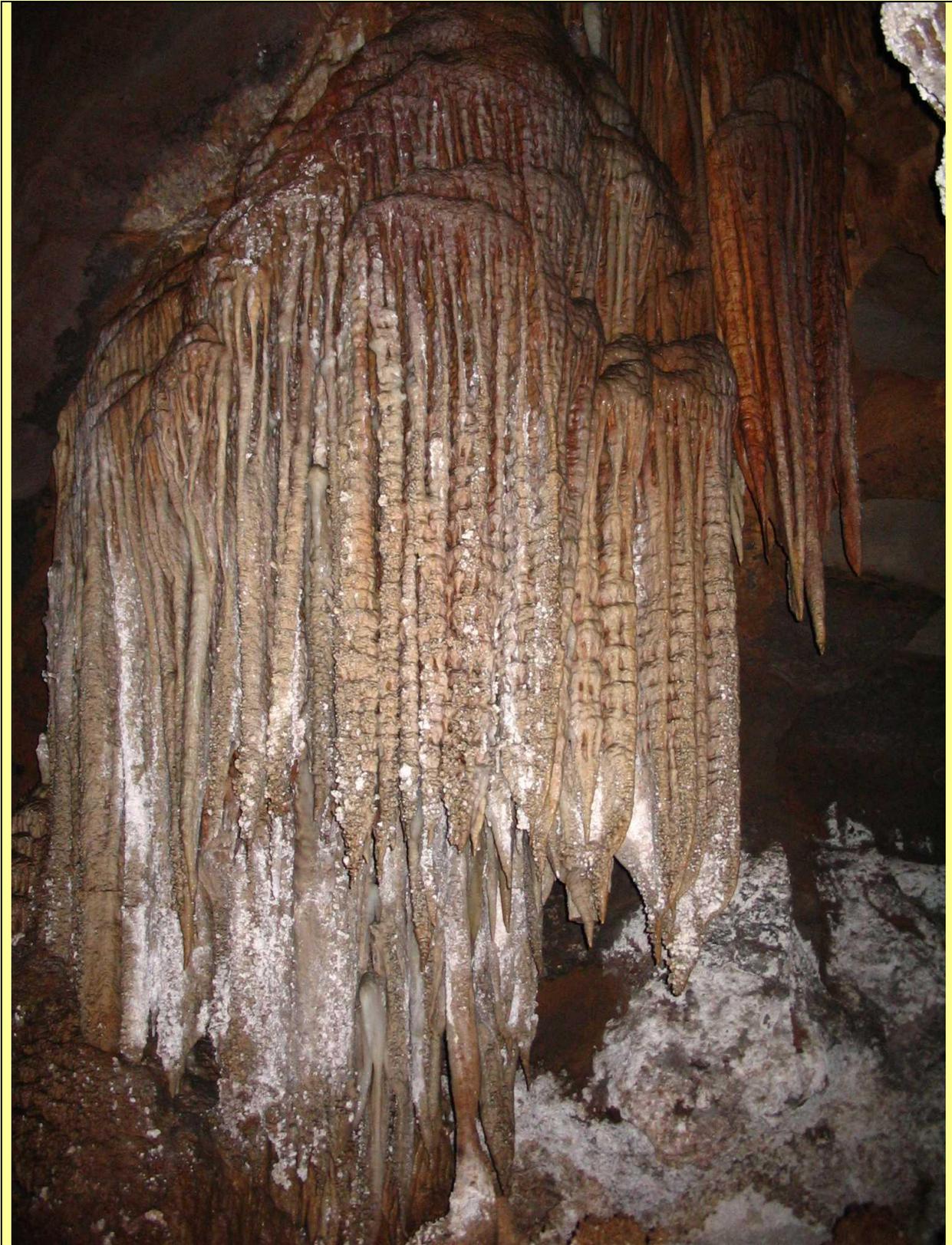


Fig. 11-Espeleotemas de aspecto gótico- Pains- MG



Fig. 12-Espeleotemas- Pains- MG



Fig. 13-Espeleotemas flores de aragonita- Pains- MG



Fig. 14- Cavidade (túnel) de pressão- Pains- MG



Fig. 15-Salão ricamente ornamentado com estalagmites e colunas- Pains- MG



Fig. 16-Osso parcialmente envolvido por sedimentos na caverna- Pains- MG



Fig. 17-Espeleotemas aciculares de aragonita- Pains- MG

Anísio Cláudio Rios Fonseca

Ocorrências minerais do município de Formiga e adjacências:

Por Anísio Cláudio Rios Fonseca

Professor do UNIFOR- MG

Especialista em Solos e Meio-Ambiente

Coordenador do acervo do Laboratório de Mineralogia “ Professor Anísio Cláudio Rios Fonseca” do UNIFOR-MG



INTRODUÇÃO

Existem várias ocorrências minerais na região do município de Formiga e região, sendo que até o ano de 2020 o autor descreveu 34 espécies minerais em Formiga- MG. Serão tratadas aqui algumas das mais conhecidas e pesquisadas. Como o município engloba dois grandes grupos petrológicos, a variedade de minerais é bem razoável. As micro-ocorrências de minerais são muito interessantes e devem ser mais bem estudadas. Há muito que pesquisar na região ainda em termos de micro-ocorrências. A seguir, serão listados alguns dos minerais mais encontrados na região.

- 1) **Quartzo**- O quartzo ocorre em todas as paragêneses do município, seja em formas cristalinas ou em formas anedrais, bem como associado às rochas ígenas e metamórficas na forma de veios. As variedades estão descritas a seguir.

a) Quartzo hialino (cristal de rocha) e quartzo enfumaçado (SiO_2) - Sua ocorrência na região é endêmica. Praticamente não há local em que não se encontre o quartzo hialino bem cristalizado. Entre diversos locais de ocorrência, citam-se as localidades de Morro das Balas, Luanda, Cunhas, Saco dos Couto, Nova Zelândia e muitos outros. Em Sobradinho, entre Córrego Fundo e Pains o quartzo foi muito explotado no passado, mas o primeiro deles é muito comum em todo o município. Em alguns locais, belas drusas atapetam cavidades de rochas lateríticas. O quartzo também ocorre rolado por ação das águas em nossos rios e em meandros, formando depósitos nos barrancos próximos aos rios.



Fig. 01- Quartzo hialino com crosta manganésifera. Amostra com cerca de 14 cm. São Pedro, Formiga –MG



Fig. 02- Geodo de quartzo submilimétrico na crosta ferruginosa. Morro das Balas, Formiga- MG



Fig. 03- Agregado de quartzo com figura "humanóide). Morro das Balas, Formiga- MG



Fig. 04- Quartzo com inclusões orientadas de clorita. São Pedro Formiga- MG

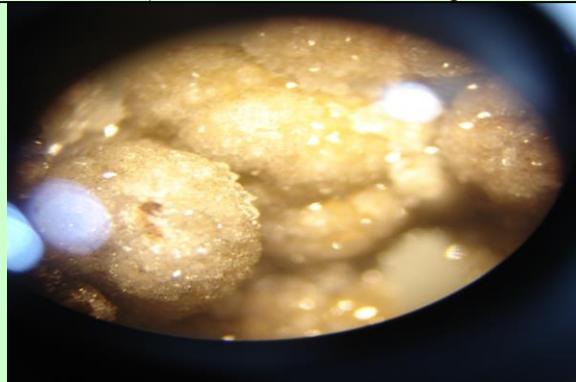


Fig. 5- Drusas de quartzo incolor vistas a 20 aumentos em microscópio estereoscópio. Morro das Balas, Formiga- MG

Fig. 6- Placa de quartzo exibindo cristais hexagonais com diâmetro médio de 5mm (seta) . Morro das Balas, Formiga- MG



Fig.07- Cristal de quartzo com restrições de crescimento. Morro das Balas, Formiga- MG



Fig. 08- Cristais de quartzo enfumaçado- Sobradinho, Formiga- MG

- 2) Quartzo com inclusões diversas (SiO₂)-** É muito comum a presença de inclusões de outros minerais no quartzo, visto que geralmente é ele o último a cristalizar em soluções hidrotermais ou no próprio magma. Ocorre em toda a região contendo inclusões de clorita, rutilo, material argiloso, etc. Alguns deles servem ser lapidados para confecção de gemas, em função de seu tamanho e pureza.



Fig. 09- Quartzo com inclusões cloríticas (verde escuro). Cunhas, Formiga- MG



Fig. 10- Quartzo com inclusões cloríticas (verde escuro). São Pedro, Formiga- MG



Fig. 11- Quartzo com inclusões cloríticas (verde escuro). São Pedro, Formiga- MG



Fig. 12- Quartzo com inclusões cloríticas (verde escuro). São Pedro, Formiga- MG

- 3) Quartzo com caneluras (SiO_2)**– Este interessante tipo de quartzo leitoso ocorre na localidade de Cunhas e apresenta características interessantes. Ele possui várias caneluras oriundas da alteração química e física resultante do intemperismo da rocha que o abrigava. Como o quartzo é indecomponível quimicamente em fragmentos grandes (na natureza), ele se mantém com um aspecto bem bizarro e muito ornamental, sendo facilmente encontrado na superfície, removidos pela erosão, bem como em seus locais de origem. Podem estar impregnados de mineralizações de óxi- hidróxidos de ferro e manganês, os quais podem ser removidos com soluções de citrato de sódio e bissulfito.



Fig. 13- Quartzo com caneluras. Cunhas, Formiga-MG



Fig. 14- Quartzo com caneluras. Cunhas, Formiga-MG

- 4) Quartzo cinza e quartzo leitoso (SiO₂)-** Muito comuns no município, mas certos espécimes de quartzo leitoso apresentam um interessante mosaico entrelaçado em suas inclusões gasosas. A variedade cinza é (e outras tonalidades) filonar, associada aos granitos e rochas similares. É comumente utilizado como cascalho.



Fig. 15- Cascalheira de quartzo filonar cinza- Luanda, Formiga- MG

- 5) **Barita (BaSO_4)**- Ocorre no médio curso do ribeirão Barra Mansa- divisa com Pedra do Indaiá. Este mineral forma filões hidrotermais em terreno de origem granítica e seu aspecto é maciço ou tabular, ocorrendo em grandes massas. Sua coloração é rosada e foi explorada no passado. No local em questão ocorrem grandes matacões deste mineral, mas até então não foram identificados cristais individuais bem formados (euédricos).

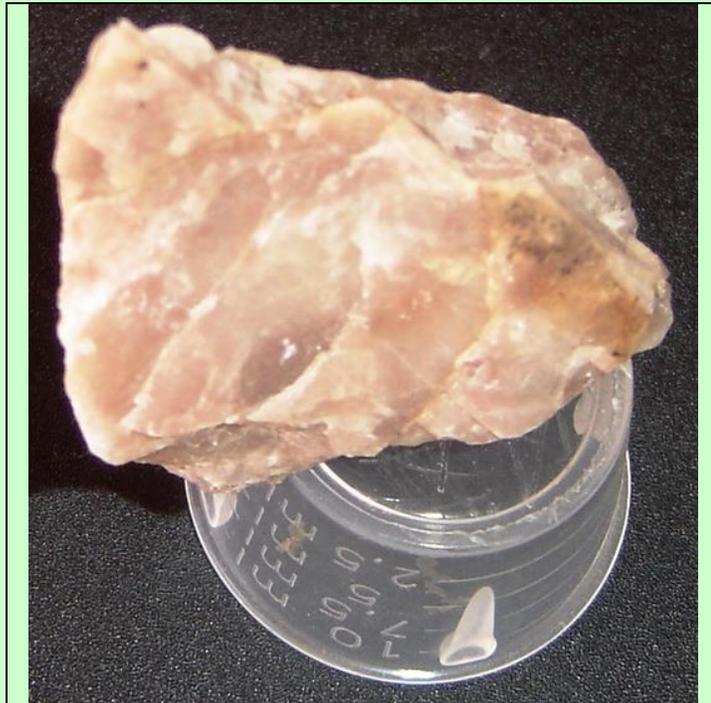


Fig. 16- Barita rósea – Córrego do Barro, Formiga- MG

- 6) **Grafita (C)**- Ocorre no trecho entre Formiga-Arcos, no Córrego da Areia. Na verdade é um xisto grafitoso e que já foi explorado. Existem mais ocorrências de grafita no município, mas o grau metamórfico das mesmas não as qualifica como de qualidade.
- 7) **Magnetita (Fe_3O_4)** – Ocorre abundantemente em nossas areias, em depósitos tipo placer de ampla distribuição no leito dos rios. É a maior parte daquele pó preto presente nas areias. Em massas maiores de rochas graníticas é possível detectar cristais com mais de 2cm, fato este observado na Cachoeira do Areão, onde a água poliu a rocha. A magnetita oriunda da decomposição das rochas máficas do município é bem mais homogênea que a magnetita oriunda de rochas graníticas.

Digno de nota é a grande concentração de magnetita nas formações ferríferas bandadas da região da Serrinha.



Fig. 17- Níveis negros de magnetita na formação ferrífera bandada. Serrinha, Formiga –MG



Fig.18- Cristais negros de magnetita em rocha granito gnáissica. Cachoeira da Ponte de Ferro, Formiga-MG



Fig.15 Magnetita aluvial- Cachoeira do Areão, Formiga-MG

8) Pirita limonitizada ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)– São mineralizações importantes por sua curiosidade e ampla distribuição em nossa região. O termo “limonitizada” se refere ao fato de que é uma pseudomorfose, onde o sulfeto de ferro sofreu oxidação e se transformou em óxi- hidróxidos de ferro. Associa-se a veios de quartzo expostos pela erosão e em linhas de pedra nos solos. Até o momento só foram encontrados

espécimes totalmente limonitizados, ou seja, pseudomórficos, não apresentando mais sua cor dourada original. Não foi localizado ainda algum local de erosão mais recente que exponha espécimes menos alterados ou então que a mineralização esteja mergulhando na rocha fresca. Relatos de operadores de máquinas pesadas que trabalham no meio rural indicam que há presença da pirita só parcialmente limonitizada. Elas formam cubos perfeitos e geminados de penetração. Em Cunhas ela se apresenta menos alterada e com morfologia algo diferentes das outras ocorrências, formando agregados de cubos em ordem crescente. Há uma variedade desse mineral que apresenta um tipo de face vicinal que lembra uma clivagem escalonada no cristal, formando escadas. Outros formam sólidos com figuras de deslocamento e um último tipo forma um sólido semi-esférico, clivado e que apresenta figura sólida cruciforme sob alguns ângulos de visada (macla em cruz). Isto é bem interessante e só foi visto na Luanda e recentemente em Cunhas. Parece ser a macla cruz de ferro. O restante ocorre no Morro das Balas, Luanda, etc...Na Luanda os cristais de pirita pseudomórfica formam cubos muito perfeitos e atraentes, ainda que de pequeno tamanho. Outra hipótese a considerar e que explicaria sua presença em áreas sedimentares seria sua gênese sedimentar, incorporada aos sedimentos, a exemplo do que ocorre nas ardósias de Pompéu, mas por sua associação com o quartzo endêmico na região parece ser de origem hidrotermal também. A presença de pirita nas áreas cobertas por rochas sedimentares do grupo Bambuí é endêmica.

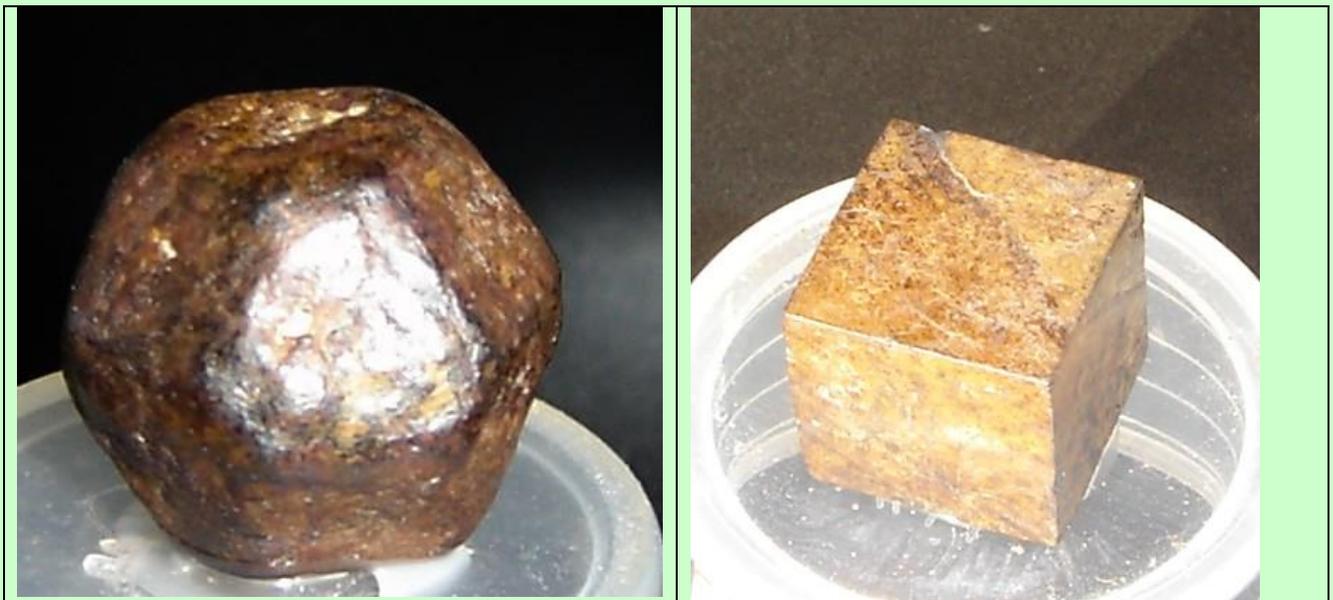


Fig. 16- Dodecaedro de pirita limonitizada. Morro das Balas, Formiga –MG



Fig. 18– Drusa de pirita limonitizada. Morro das Balas, Formiga- MG

Fig. 17- Cubo de pirita limonitizada. Luanda, Formiga –MG



Fig. 19- Nódulos geminados de pirita limonitizada. Luanda, Formiga- MG

9) Pirita octaédrica limonitizada ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$): Até o momento esse material só foi localizado em maior quantidade na região da Luanda e em quantidades menores em Cunhas. Sua ocorrência se dá juntamente com a pirita cúbica e os agregados globulares que são endêmicos na região, mas não é são abundantes como eles. A exemplo da marcassita que forma agregados conhecidos como crista de galo ou ponta de flecha, de aspecto bem curioso e atraente, estas piritas limonitizadas apresentam interessantes grupamentos de cristais que formam maclas complexas em agregados bipiramidais quadrangulares com faces curvas e diversas figuras geométricas. Alguns formam agregados estrelados, como uma estrela tridimensional com várias pontas. É um material muito bonito e interessante e que felizmente já conseguimos intercambiar para várias coleções mineralógicas mundo a fora. O processo de substituição que ocorre nestas formas é o mesmo, sendo que o mineral que substitui o sulfeto de ferro é predominantemente de natureza limonítica. Em Cunhas e próximo ao trevo de acesso para Pains foram coletados alguns agregados cristalinos de pirita octaédrica limonitizada.



Fig. 20 – Pirita octaédrica limonitizada- Luanda, Formiga -MG (Foto de Rômulo Lubachesky)



Fig. 21 – Drusa de pirita octaédrica limonitizada – Luanda, Formiga – MG (Foto de Rômulo Lubachesky)

10) Pirita globular limonitizada (martita) ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)—Sob essa nomenclatura são designados os agregados esféricos de pirita. Seu aspecto lembra um araticum e seu tamanho varia de alguns milímetros até cerca de 5 cm. É formada em camadas radiadas que irradiam de um núcleo ou centro de crescimento, sendo que os cristais bem conformados se destacam na última delas. Alguns espécimes são elipsoidais e mostram nitidamente um capeamento de cristais bem formados sobre um substrato do mesmo mineral, estruturado radialmente. Sua coesão não é a mesma entre as camadas. Muitas estão bem hidratadas e alteradas, mas outras conservam um brilho submetálico. Há espécimes interessantíssimos que formam pseudo-geminados de duas, três ou mais “esferas”. Seus núcleos são amarelados e em espécimes recebidos de outras regiões os núcleos são vermelhos. Há aqui espécimes com núcleo vermelho. Esse núcleo é condutor de eletricidade, mas seu invólucro não é. Esse material foi muito bem recebido no meio especializado e levou o nome de Formiga para coleções mineralógicas e museus. Interessante acrescentar que algumas podem conter geodos de quartzo pós-formados.



Fig. 22- Agregado globular de pirita (limonitizada). Morro das Balas- Formiga-MG



Fig. 23- Pirita globular limonitizada - Morro das Balas, Formiga- MG



11) Calcita e dolomita - CaCO_3 e $[\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2]$ - Ocorrem na região da província cárstica do Grupo Bambuí. Pode formar belos veios com cristais romboédricos brancos ou cinzas em calcários diaclasados e fraturados. A calcita cristalizada ainda pode ser autigênica e formar belas massas cristalinas em espeleotemas e outros.



Fig.24- Veios de cristais de calcita em calcário calcítico. Pains- MG



Fig. 25- Drusas de calcita-dente-de-cão- Córrego Fundo- MG



Fig. 26- Drusas submilimétricas de calcita dente-de-cão em forma de estrela. Os cristais atapetam um pequeno geodo em paleossolo. Pains- MG

12) Fluorita (CaF_2)– Ocorre associada à calcita em veios nos calcários alterados por processos metassomáticos de enriquecimento e alteração mineral. Cabe citar que a

galena, a esfalerita e a calcopirita ocorrem assim também por aqui, na forma de impregnações hidrotermais.



Fig.27- Fluorita (roxa) e calcita (branca) no calcário- CSN, Arcos- MG

13) Manganocrete (Óxi- hidróxidos de Mn, Fe, Ba, K, Co, etc.) – Sob esta nomenclatura entende-se as mineralizações formadas por processos de lateritização e epigenéticos. Ocorrem no domínio sedimentar do município e são normalmente botrioidal (glóbulos de tamanhos variados). Há interessantes associações desse material com material de natureza limonítica, formando estruturas concêntricas ou então na forma de veios dentro de um invólucro limonítico. Ocorre também colorindo rochas diversas, em cavidades de filões de quartzo que cortam formações limoníticas e outros. Sua origem é de precipitação química e ou biológica, por processos já conhecidos de enriquecimento secundário por lateritização. Ocorre como agente cimentante em uma área consideravelmente grande, constituindo rochas muito interessantes sob aspectos morfológicos e genéticos.



Fig. 28- Manganocrete botrioidal em quartzo- Morro das Balas, Formiga- MG



Fig. 29- Óxi- hidróxidos de manganês em argilitos. Luanda, Formiga- MG



Fig.30- Drusa de óxi- hidróxidos de manganês (pirolusita?) atapetando geodo (seta) de aspecto Aveludado em brecha manganésifera de clastos de quartzo- Morro das Balas, Formiga- MG

14) Ilmenita (FeTiO₃)- Ocorre junto com a magnetita nas areias do município e é mineral acessório em diversos tipos de rochas, particularmente as máficas como os gabros, basaltos e diabásios. Em termos práticos, a ilmenita reage ao campo magnético de um ímã comum, mas não é atraída por ele e essa é uma técnica muito rústica para detectá-la em uma mistura de minerais pesados (densos) no solo.

15) Pirofilita maciça – ocorre na região da Luanda, próximo a divisa com a cidade de Arcos-MG. É bem semelhante à conhecida pedra-sabão (esteatito), sendo que a diferença está no metal da molécula. No caso da pirofilita é o alumínio e não o magnésio. Ela pode ser usada na confecção de tijolos refratários para fornos de cal e similares. É bem mole e pode ser facilmente trabalhada com qualquer instrumento perfuro –cortante. Quando na forma bem cristalizada, forma interessantes agregados radiais.



Fig. 31- Pirofilita maciça (4cm)- Luanda, Formiga-MG



Fig. 32- Pirofilita maciça. Padre Doutor, Formiga-MG

16) Muscovita – é a popular mica chamada popularmente de malacacheta e ocorre, por exemplo, no Morro das Balas, bem próximo a granja do grupo Arlindo de Melo.

Sem aplicação comercial por aqui já que suas dimensões e freqüência não tornam possível sua comercialização.

--	--

17)Biotita – é uma mica negra, comum e que entra na composição de diversas rochas ígneas e metamórficas. Esta mica ocorre em toda a região do complexo cristalino e é bem freqüente em micaxistos de nosso município. Sua alteração química origina vermiculitas, que tem uma coloração bronzeada.

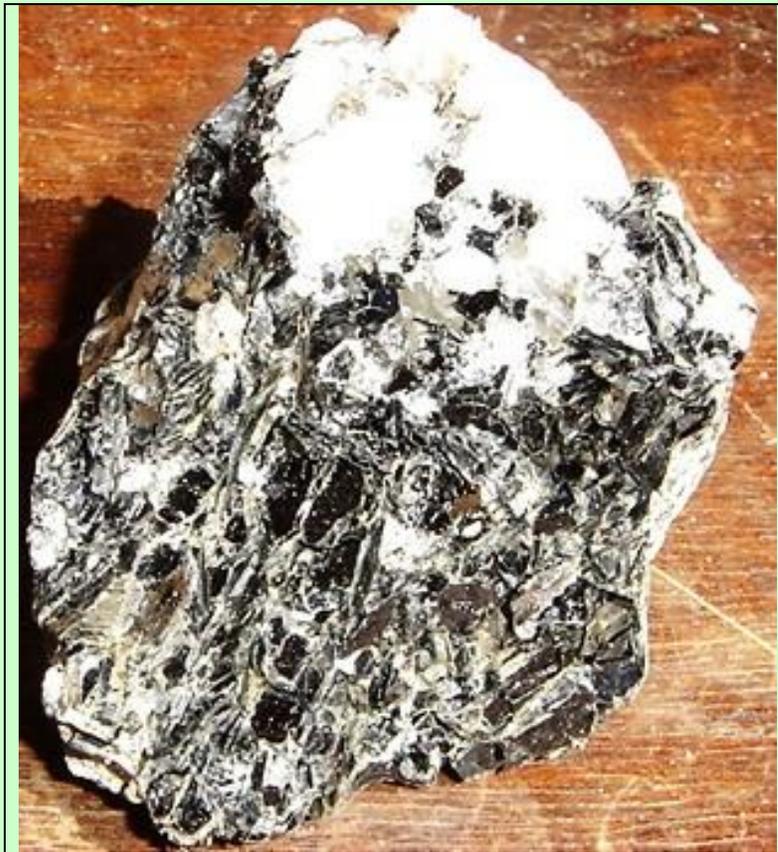


Fig. 32- Cristais negros de biotita e feldspato branco. Cachoeira do Areão, Formiga- MG

18)Caulim- originário da decomposição química dos feldspatos das rochas graníticas, ocorre amplamente por exemplo no morro do Cristo e em todas as localidades graníticas. Sua associação com os outros produtos da meteorização dos granitos recebe o nome de saibro.

--

19) Limonita- na verdade não é um mineral simples, mas uma mistura de óxidos hidratados de ferro, sendo o mais freqüente a Göethita. Usa-se este termo para designar o material que fica entre o laterito e a goethita propriamente dita. A limonita é muito encontrada na região da Luanda e vários outros locais no nosso município. Muitas delas são bem compactas e apresentam bordos cortantes. Antigamente era usada para obter o pigmento para a tinta xadrez, assim como o ocre. Seu pó é amarelo, mas se aquecido perde água e fica vermelho escuro. Pode ser usado como pigmento para pinturas em tela também. Quase sinônimo de laterito.



20) Feldspato potássico- Nas fraturas graníticas é onde eles (os tipos de feldspatos) se destacam em cristais maiores, em diques pegmatíticos preenchendo fraturas. São bem comuns e alguns são bem bonitos. Representam os principais minerais

das rochas ígneas e são eles que determinam a coloração das mesmas. Podem ser potássicos (ortoclásio e microclina) ou calcossódicos (albita -anortita). Quanto mais próximos da anortita, normalmente mais máficas são as rochas que os contém.



Fig. 35-Feldspato róseo potássico- sódico (ortoclásio- microclina) em rocha granito- gnáissica. Cachoeira da Ponte de Ferro, Formiga- MG



Fig. 36- Veio quartzo- feldspático preenchendo fratura em rocha granito- gnáissica- Cachoeira da Ponte de Ferro, Formiga- MG

- 21)** Feldspato cálcico- Ocorre como fenocristais em rochas gabróticas do município. Estão saussuritizados.



Fig. 37- Fenocristal tabular "dente de cavalo" de plagioclásio cálcico (bitownita- anortita) com 3,5 cm em metadiabásio blasto- porfirítico- Cachoeira da Cerâmica, Formiga- MG

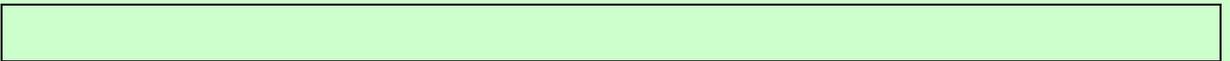
- 22)** Feldspato sódico- Ocorre associado ao feldspato potássico em rochas graníticas do município.

- 23)** Microclina-



Fig. Placa com cristais triclinicos de microclina. Ocorre entre camadas de sedimentos pelíticos da Formação Serra de Santa Helena. Morro das Balas, Formiga- MG

24) Vermiculita- Produto da alteração de micas escuras. Não tem importância econômica aqui, mas vale a pena citar como curiosidade. Ocorre em perfis de solos bem jovens como produto de intemperismo. É comum no Morro da Melancia.



25) Goethita- Mineral presente em diversos tipos de solo, ela se apresenta de formas muito atraentes, seja fibrorradiada ou em minúsculos cristais isolados. Em crostas ferruginosas de Morro das Balas sua presença é constante.



Fig. 38- Espeleotemas goethíticos atapetados por drusas de goethita. Morro das Balas, Formiga -MG

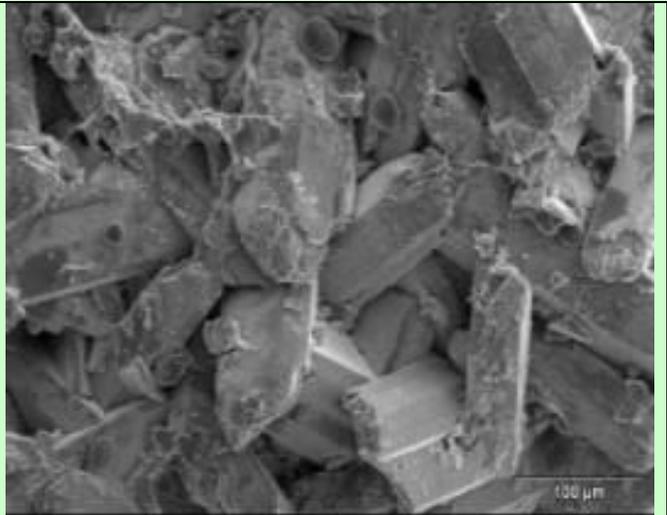


Fig. 39- Fotomicrografia de varredura evidenciando cristais de cristais prismáticos de goethita. Morro das Balas, Formiga –MG



Fig. 40- Cortes transversais em espeleotemas fibrorradiados de goethita associada ao quartzo (branco). Morro das Balas , Formiga- MG



Fig. 41- Crosta ferruginosa contendo goethita e hematita. Morro das Balas , Formiga- MG



Fig. 42- Espeleotemas cujo núcleo é goethita globular e o invólucro é quartzo. Morro das Balas, Formiga-MG

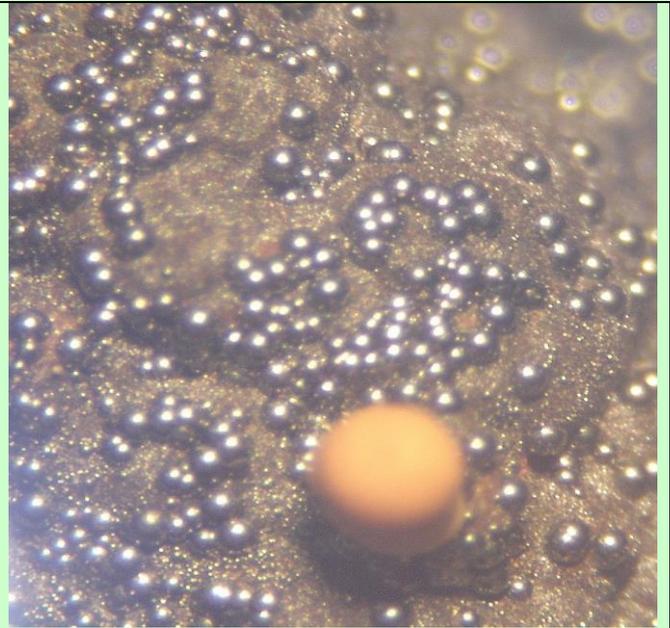


Fig. 43- Esferas submilimétricas de goethita/ hematita e estrutura semelhante a fungo- Morro das Balas, Formiga- MG



Fig. 44- Cavidade atapetada de esferas submilimétricas de goethita e hematita em laterito- Morro das Balas, Formiga- MG



Fig. 45- Cavidade atapetada de esferas submilimétricas irizadas em vermelho de goethita/ hematita em laterito- Morro das Balas, Formiga- MG

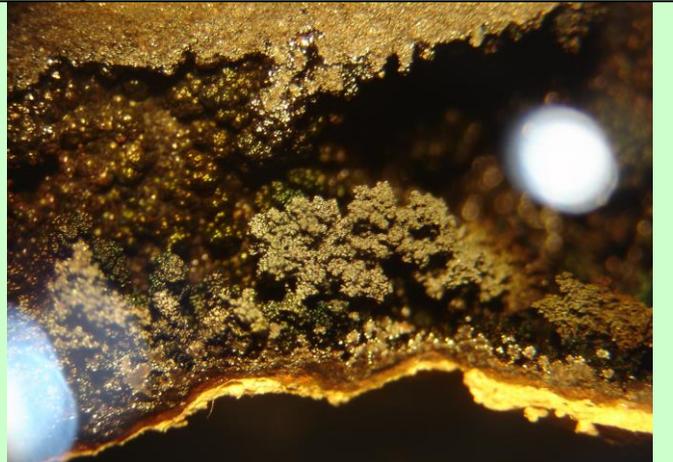


Fig. 46- Cavidade atapetada de esferas de goethita/ hematita em laterito- Morro das Balas, Formiga- MG

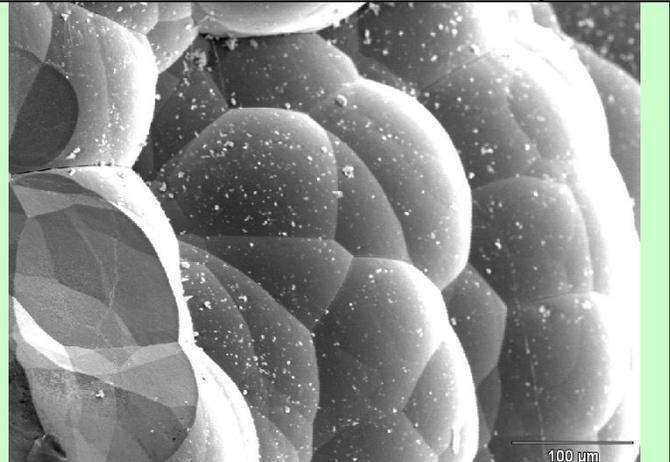


Fig. 47- Fotomicrografia por microscopia de varredura de esferas submilimétricas de goethita- Morro das Balas, Formiga- MG

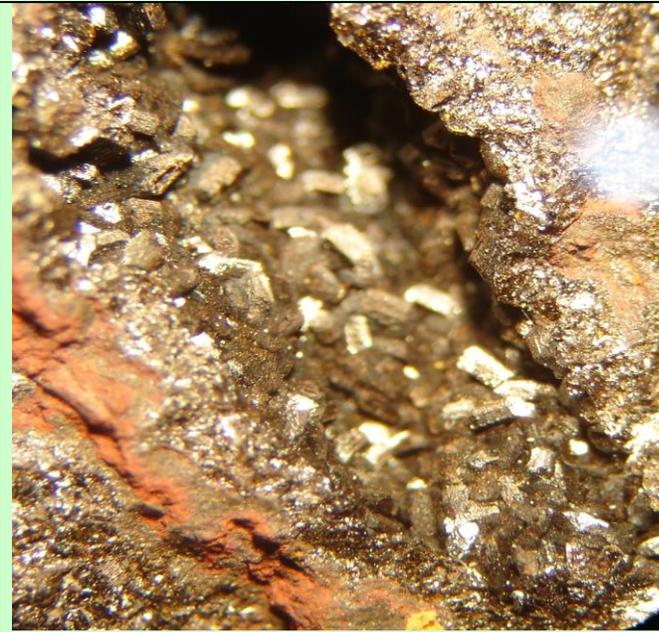


Fig. 48- Cavidade atapetada por cristais submilimétricos de goethita/ hematita- Morro das Balas, Formiga- MG



Fig. 49- Estalactite de cristais de goethita/ hematita submilimétricos- Morro das Balas, Formiga- MG

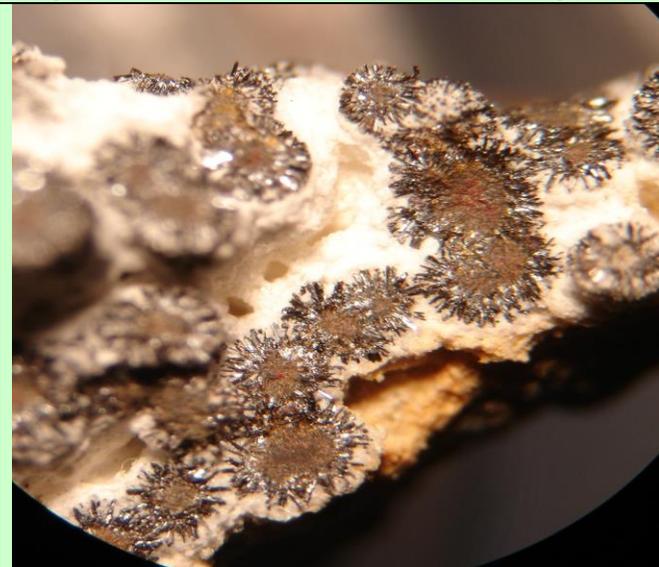


Fig. 50- Estalactites exibindo sóis de cristais aciculares de goethita submilimétricos revestidos por quartzo branco- Morro das Balas, Formiga-MG

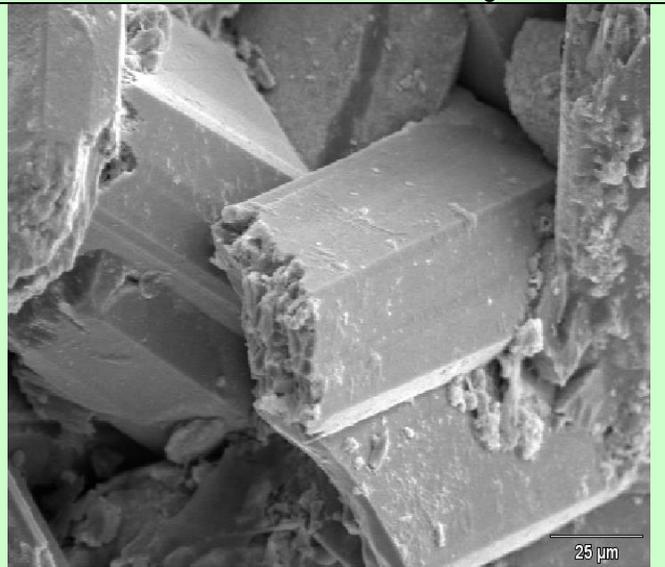


Fig. 51- Fotomicrografia de cristais de goethita/ hematita submilimétricos com hábito ortorrômbo. Morro das Balas, Formiga- MG

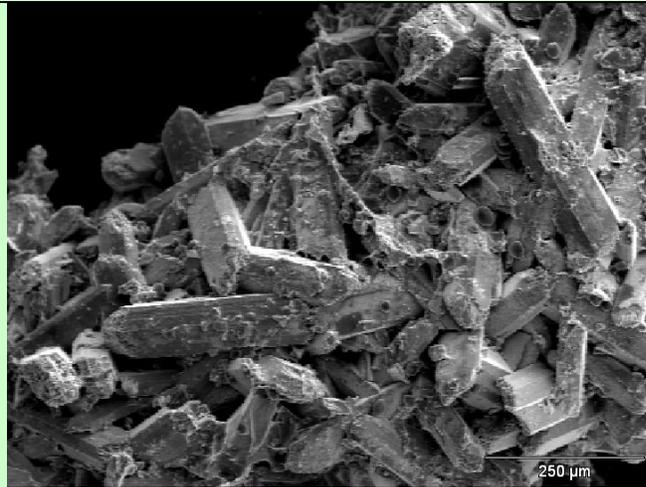


Fig. 52- Fotomicrografia dos cristais de gôethita/hematita submilimétricos em estalactite na crosta ferruginosa. Morro Das Balas, Formiga- MG

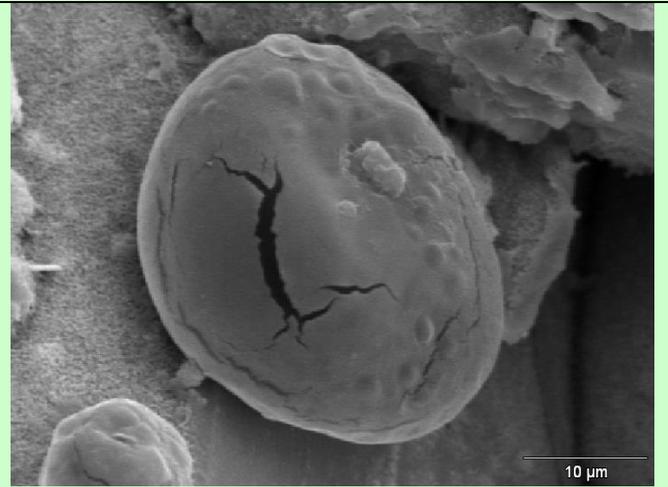


Fig.53- Fotomicrografia de estrutura encontrada sobre goethita. Sob o feixe de elétrons, explodiram. Talvez sejam fungos- Morro das Balas, Formiga- MG

26) Hematita – A hematita ocorre intimamente associada à goethita e é ela , juntamente com a maghemita que dá a coloração vermelha aos solos. Em crostas ferruginosas, o grau de hidratação é diferenciado e, quando quase ausente, forma-se a hematita supérgena (ferricrete).



Fig. 54- Hematita (11cm). Morro das Balas, Formiga- MG

27) Granada- Durante algum tempo a presença deste mineral comum não havia sido detectada macroscopicamente em rochas, mas em recente campo geológico (17/05/2009) foram encontrados diversos porfiroblastos de granada avermelhada em alguns litotipos metamórficos da localidade da Serrinha. Em várias rochas a erosão destacou diversos destes cristais subeuédricos, os quais ficam em alto-relevo na rocha. A maioria está muito intemperizada e pseudomorfisada em limonita, o que leva a crer que sejam granadas do grupo da almandina, ricas em ferro. Ao se partir rochas frescas, os mesmos cristais se destacam em seu interior, exibindo cor vermelha-violácea, com diâmetros variando de 1mm a 25mm. Embora até o presente momento não tenha sido feita análise pormenorizada da rocha, em breve será feita.

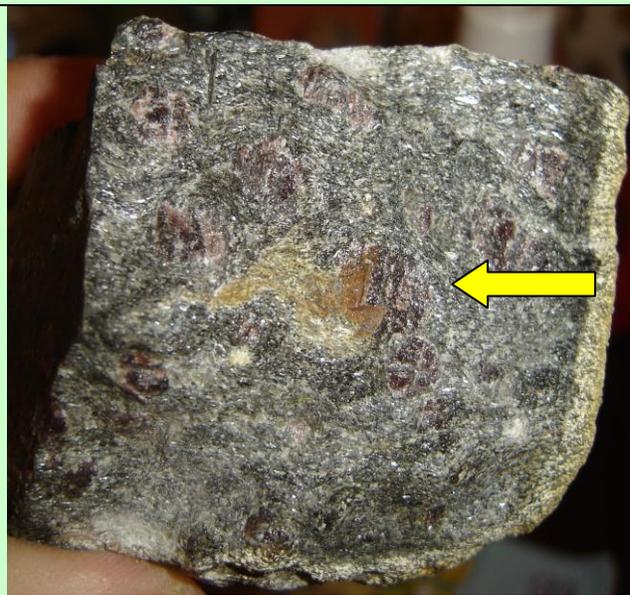


Fig. 55- Rocha metamórfica exibindo dobramentos e porfiroblastos centimétricos de granada vermelha violácea, não pseudomorfisados. Cachoeira da Serrinha, Formiga- MG



Fig. 56- Porfiroblastos (1cm) de granada pseudomorfisada em goethita em rocha metamórfica magnética (BIF silicática?). Cachoeira da Serrinha, Formiga- MG



Fig. 57- Agrupamentos de granadas (2-3 mm) pseudomorfisadas em goethita em rocha metamórfica. Serrinha, Formiga- MG

24) Siderita- Este mineral é um carbonato de ferro de fórmula FeCO_3 e, até o momento, só foi detectado em cavidades no interior de crostas ferruginosas de Morro das Balas e está intimamente relacionada com as mineralizações de goethita e quartzo presentes nas mesmas. Seus cristais são submilimétricos como os demais e formam drusas complexas, exibindo planos de clivagem. Sua composição química foi determinada através de EDS acoplado a microscópio de varredura. Ela se apresenta em romboedros curvos.



Fig. 58- Espeleotema atapetado de cristais marrons de siderita- Morro das Balas, Formiga- MG

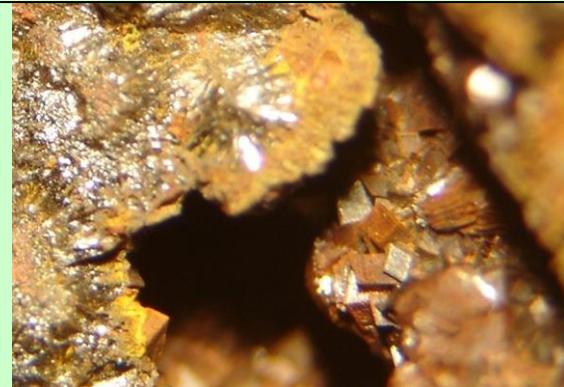


Fig. 59- Romboedros de siderita em geodo na crosta ferruginosa- Morro das Balas, Formiga- MG

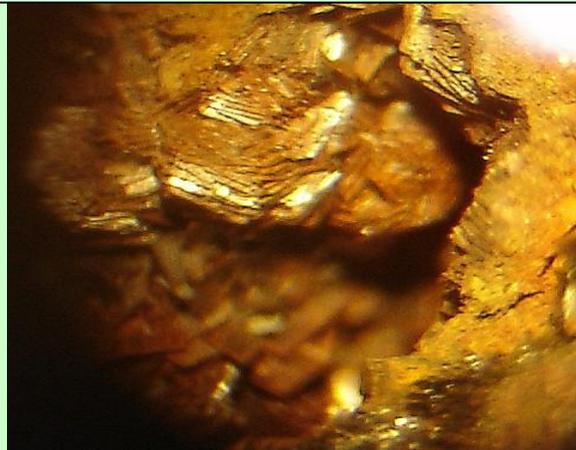


Fig. 60- Cristais romboédricos de siderita em crosta ferruginosa. Estes cristais atapetam geodos e espeleotemas. Morro das Balas, Formiga- MG

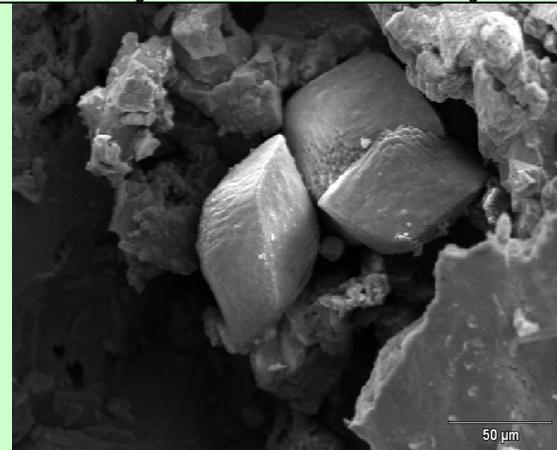


Fig. 61- Fotomicrografia por MEV evidenciando romboedros curvos com planos de clivagem de siderita- Morro das Balas, Formiga- MG

28)Epídoto- O metamorfismo causou transformações nos protólitos do sul do município, sendo mineralizados por metassomatização em diversos locais, formando minerais característicos em rochas básicas e ultrabásicas (saussuritização e uralitização). Dentre eles, o epídoto já foi descrito neste trabalho associado a outros minerais na rocha epidosito. No ano de 2018 o epídoto foi descrito por este autor em uma ocorrência em Morro das Pedras, onde se apresenta em cristais euhedrais verde oliva, bem próximo à divisa com o município de Itapeçerica.



Fig. 62- Drusa de cristais de epídoto sobre epidoto. Amostra com 11 cm.



Fig. 63- Drusa de cristais de epídoto. Amostra com 7 cm.



Fig. 61- Drusa de cristais de epídoto em forma de leque. Amostra com 2,5 cm.



Fig. 61- Drusa de cristais de epídoto sobre quartzo, com alguns inclusos. Amostra com 3 cm.



Fig. 61- Epídoto incluído em quartzo. Amostra lapidada com 1,3 cm.



Fig. 61- Epídoto incluído em quartzo. Amostra com 2 cm.

- 29)** Clorita- A clorita é encontrada em associação com o epídoto em epidiositos e também como inclusão em quartzos do município. Na comunidade de São Pedro é comum se encontrar a clorita como inclusão em cristais de quartzo. Pode estar oxidada, adquirindo cor vermelha- purpúrea característica.



- 30)** Schorl- Até o momento encontrado apenas em micaxistos da região de Luanda, em pequenos cristais.
- 31)** Anfibólio- Encontrado em grandes agregados de cristais em rochas do complexo metamórfico da Serrinha.



- 32)** Piroxênio
- 33)** Asbesto
- 34)** Gibbsita- É encontrada como concreções de dimensões variadas na região de Morro das Pedras, cerca de 9 km da zona urbana de Formiga. A mineralização está

sotoposta a rochas gnássicas. Para a concentração do hidróxido de alumínio é necessária uma boa drenagem para que a lixiviação seja tão intensa que permita a concentração de compostos insolúveis por lateritização, a exemplo do que ocorre na formação de crostas ferruginosas no município. O termo bauxita é utilizado para a mistura de óxi-hidróxidos de alumínio e ferro formada também a partir do intemperismo sobre rochas aluminosas, como ocorre na região cde Poços de Caldas. A gibbsita é o mineral predominante.



O quartzo, a barita e a grafita já foram muito explorados no passado e alguns antigos garimpeiros ainda possuem em suas casas caixas cheias de cristais de quartzo, conforme já foi constatado. O quartzo era muito utilizado em osciladores na indústria eletrônica, devido a sua piezoelectricidade e outras propriedades elétricas que eram utilizadas em equipamentos eletrônicos, principalmente rádios.

Existem outras ocorrências minerais que foram relatadas por pessoas mais vividas e também por ex-garimpeiros, mas que ainda não confirmadas pelo autor, motivo pelo

qual não serão citadas aqui até sua confirmação *in loco*. Existem várias possibilidades de novas ocorrências ainda não conhecidas e que podem trazer surpresas agradáveis, embora mirar as grandiosas paisagens deste município e adjacências já seja por si só mais que surpreendente, uma dádiva dos céus.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALKMIM, F.F., MARSHAK, S. **Transamazonian orogeny in the southern São Francisco Cráton Region, Minas Gerais, Brazil**: evidence for paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. *Precambrian Research*, v.90, p.29-58, 1998.

AMBROSI, A. ; NAHON, D. **Petrological and geochemical differentiation of lateritic iron crust profiles**. *Chemical Geology*, v.57, p. 371-393, 1986.

BRANCO, P.M. **Dicionário de mineralogia**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1982. 264p.

COMIG, Companhia Mineradora do Estado de Minas Gerais. **Mapa Geológico do estado de Minas Gerais**. Edição especial, 2003, BRASIL.

COSTA, M. L. **Aspectos Geológicos dos lateritos da Amazônia**. *Revista Brasileira de Geociências* vol. 21, p.146-160, 1991.

DANA, J.D. **Manual de mineralogia**. Rio de Janeiro: Livros técnicos e Científicos, 1978. 42p.

DEER, W.A. **Minerais constituintes das rochas**. 1. ed. Lisboa Fundação Calouste Gulbenkian, 1981. 558 p.

FONSECA, Anísio Cláudio Rios. **Morfologia de rochas lateríticas de Morro das Balas, município de Formiga-MG**. 2005. 30p. (Monografia- Curso de especialização em solos e meio-ambiente). Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.

FONSECA, Anísio Cláudio Rios. **Tópicos sobre a ocorrência de um metadiabásio (porfiróide) no município de Formiga, estado de Minas Gerais**. 2004. *Revista Conexão Ciência*.

LEINZ Victor & AMARAL, Sérgio E. **Geologia geral**. 11. ed. São Paulo: Nacional, 1989. 397 p.

LEINZ, Victor & CAMPOS, J.E. **Guia para determinação de minerais**. São Paulo: Nacional, 1976.

MACHADO F. L. et al. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SF 23/24. Rio de Janeiro/Vitória, 1983. vol. 32, p. 27- 324

MISI, A.; IYER, S.; TASSINARI, C. **Dados isotópicos de chumbo em sulfetos e a evolução metalogenética dos depósitos de zinco e chumbo das coberturas neoproterozóicas do cráton do São Francisco**. Revista Brasileira de Geociências, 2004. vol. 34 p. 263-274.

GEOMINAS, Engenharia e consultoria Ltda; MINISTÉRIO DO INTERIOR; PREFEITURA MUNICIPAL DE FORMIGA. **Plano de Ação Imediata**. Belo Horizonte, 1972. 2 vol.

SUGUIO, K.; BARBOUR, A . P. **Morfologia e gênese das estruturas limoníticas dos sedimentos da Bacia de São Paulo**. Anais... Academia Brasileira de Ciências, v. 41, n. 2, p. 161-180.

WINGE, Manfredo. **Glossário Geológico Ilustrado**. Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.unb.br/ig/glossario/>. Acesso em 12 dezembro 2007.

Pedologia do município de Formiga; aspectos físicos e ambientais.

Por Anísio Cláudio Rios Fonseca

Professor do UNIFOR- MG

Especialista em Solos e Meio-Ambiente pela Universidade Federal de Lavras

Coordenador do acervo do Laboratório de Mineralogia “ Professor Anísio Cláudio Rios Fonseca” do UNIFOR- MG

Introdução:

A importância do estudo sistemático dos solos a nível regional tem aumentado a cada ano devido ao fato de que, devido às práticas culturais inadequadas e manejo muito aquém do ideal, tanto a zona rural como a zona urbana tem perdido parcelas consideráveis de solo devido aos diferentes processos erosivos que se instalam. Voçorocas de tamanho impressionante dominam muitos pontos da paisagem, inclusive na zona urbana. As conseqüências disto a médio e longo prazo são as mais variadas possíveis, tanto em nível financeiro como ambiental. A petrologia e a pedologia são as ferramentas de conhecimento para que se possa avaliar determinado solo em termos científicos e, a partir daí, conjugar com os conhecimentos práticos para que se dê a melhor destinação possível ao solo em questão.

Geneticamente os solos do município de Formiga estão divididos em classes consoantes a geomorfologia dominante. No domínio do embasamento cristalino, predominam argissolos, cambissolos e neossolos litólicos, além de latossolos, subordinadamente. O relevo movimentado do sul do município faz com que neossolos litólicos e cambissolos dominem parte da paisagem, além dos argissolos e neossolos flúvicos nas coberturas do quaternário. Os neossolos flúvicos e gleissolos ocorrem nas zonas de coberturas flúvio-lacustres quaternárias e os latossolos dominam boa parte das coberturas sedimentares, mas ocorrem em todas as outras áreas onde o relevo o permite.

1) Discriminação das unidades:

1.1) O Complexo Cristalino Arqueano indiviso e seus solos

Conforme preconizado nos textos referentes à geologia geral do município, os solos serão agrupados conforme estes domínios. É muito importante frisar que, dependendo da estrutura da rocha que origina o solo, ela muitas vezes empresta ao mesmo uma estrutura¹ remanescente que será importante no planejamento do manejo deste solo. Rochas diaclasadas², com fortes mergulhos tendem a emprestar uma estrutura algo colunar a estes solos, não excluindo aqui o fato de que eles podem desenvolver estruturas por diagênese³. O ângulo de mergulho da rocha, bem como a presença de foliação pode alterar a velocidade do intemperismo sobre ela, sendo que solos de mesma idade situados sobre porções da rocha em diferentes situações de mergulho podem sim, apresentar profundidades e graus evolutivos diferentes. Considerando um mesmo relevo, a rocha que expõe sua foliação e orientação preferencial aos agentes intempéricos tende a se decompor mais rapidamente. Micaxistos e filitos são os exemplos mais claros disto, incluindo também rochas gnáissicas.

¹ Em petrografia e pedologia, estrutura é entendida como a forma com que os constituintes se arranjam, ou seja, é o arranjo da textura

² Fraturas extensas que formam planos onde a rocha se partirá preferencialmente. Normalmente as diáclases são orientadas consoante o esforço tectônico que as produziu.

³ Processo químico e estrutural que ocorre à temperatura ambiente, por gênese sedimentar.



Fig. - Aspecto de um dos afloramentos de BIF- notar o solo mais abaixo, avermelhado, originado de um metadiorito (PLANO PAI, 1972) que acompanha o corpo da BIF mais acima.-Serrinha, Formiga- MG

A fotografia acima ilustra um caso interessantíssimo onde duas rochas bem diferentes em termos mineralógicos originaram solos macroscopicamente parecidos. O solo da parte superior da fotografia é derivado de gnaisses biotíticos, biotita-xistos e formações ferríferas bandadas, onde a idade das últimas está estimada entre 1,8 a 3,5 bilhões de anos e ricas em quartzo e óxidos de ferro, principalmente magnetita. Foi outrora uma área de empréstimo⁴, o que agravou o problema erosivo no local. Atualmente se encontra coberto por uma plantação de eucaliptos. O solo situado na parte inferior da fotografia é derivado de rocha de composição aparentemente anfibolítica, sem excluir a possibilidade de outros minerais máficos estarem associados, metamorfisada, bem foliada, mais pobre em quartzo, com uma granulometria milimétrica a submilimétrica. Não apresenta nenhuma atração quando submetida ao campo magnético de um magneto comum. A descrição geológica contida no PLANO PAI, de 1972, cita uma intrusão diorítica associada a uma “ocorrência de ferro magnética”, a qual é descrita aqui como BIF (Banded iron formation). Dada a extensão da

⁴ Local onde se retira terra e rochas para utilização em obras diversas

mesma e da falta de análises petrográficas até o momento, é difícil afirmar com certeza que a rocha descrita anteriormente se trate da mesma ocorrência diorítica citada. Diques básicos anfibolitizados constantes no Plano de Ação Imediata podem ser constatados sem dificuldade próximo à ponte da usina velha.

Na região de Cachoeira do Areão, onde está instalada atualmente a fábrica de carbonato de Cálcio Santa Rita, existe uma bacia que acumula sedimentos fluviais e aluviais quaternários e, na fotografia abaixo, o perfil de solo é composto de duas frações distintas; um neossolo desenvolvido a partir de material coluvial⁵ e aluvial. Logo abaixo existem níveis de argila, areia e seixos quartzosos depositados em perfis meandrantés⁶ de um afluente do rio Formiga.



Fig. - Perfil de neossolo flúvio -coluvial onde o nível de seixos e areia se eleva até 2,20m do plano. Área da fábrica de carbonato de cálcio, Cachoeira do Areão, Formiga -MG

⁵ Sedimentos removidos das áreas de maior cota topográfica e depositados em áreas de menor cota.

⁶ Antigos leitos abandonados do rio



Fig. - Perfil de cascalho quartzoso parcialmente polido pelas águas situado no neossolo da figura anterior.



Fig. - Outro aspecto do mesmo local- notar a horizontalidade dos sedimentos clásticos. Solos assim ostentam uma vegetação mais pobre, se não estão cobertos por sedimentos coluviais.

No aspecto de caracterização dos diversos solos do município, os argissolos⁷ são comuns em localidades onde o relevo é um pouco mais movimentado, onde a relação erosão/pedogênese⁸ é mais afetada por processos erosivos. Já os cambissolos são comuns nas regiões da Serrinha e adjacências. Neossolos litólicos e cambissolos ocorrem nestas áreas de relevo movimentado, com altas taxas de erosão. Já os latossolos abundam onde o relevo é mais suave e, conseqüentemente, menos susceptível aos processos erosivos, o que permite uma evolução estrutural nestes solos, o que culmina com um perfil bem profundo e lixiviação em estado adiantado. Ainda assim, muitos conservam uma boa fertilidade natural devido à mineralogia do protólito. As regiões de Pontevila, Vendinha, Boa Esperança, entre outras, possuem abundantes latossolos vermelhos. Já

⁷ Argissolo é o termo técnico moderno introduzido pela EMBRAPA e significa o mesmo que podzólico.

⁸ Processo de formação de solos

nas regiões de Barra Mansa, Luanda, Cachoeira do Areão e proximidades da cidade predominam latossolos amarelos e vermelho –amarelos, além de argissolos.

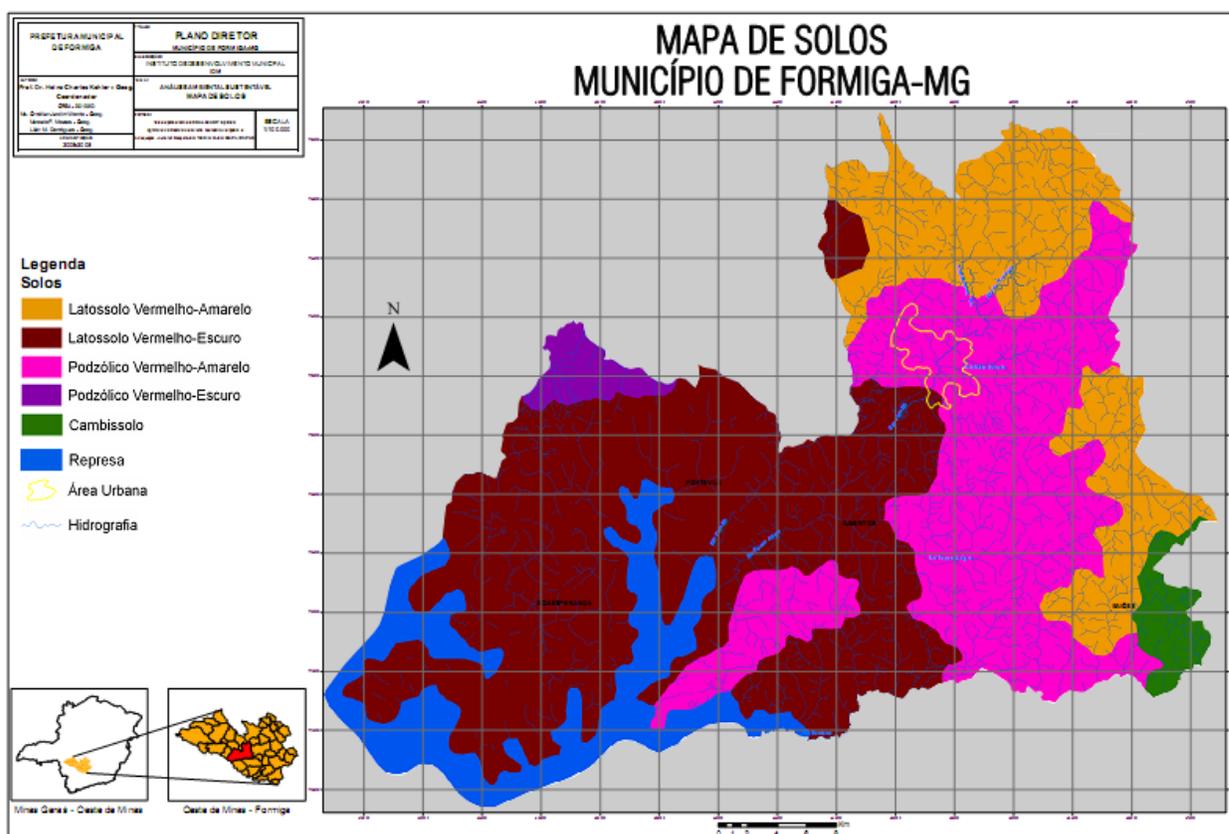


Fig. Mapa de solos (geral) do município de Formiga. O termo podzólico está em desuso, sendo substituído por argissolo. Fonte: Plano diretor do Município de Formiga, 2006. disponível em www.formiga.mg.gov.br

De modo geral, os feldspatos, micas, piroxênios e anfibólios presentes nas rochas do embasamento cristalino vão originar pelo intemperismo basicamente minerais de argila, ou seja, as argilas propriamente ditas. Já o quartzo não se altera em condições ordinárias, sendo modificado apenas por processos de polimento e transporte, vindo a ser o principal constituinte das areias. O equilíbrio entre as frações argilosas, siltosas e arenosas de qualquer solo é que vão situa-lo em termos de classificação textural. Em termos de porosidade, solos mais arenosos terão predominância de macroporos, enquanto que solos mais argilosos tenderão a ter mais microporos. Quando a argila forma agregados, pode se comportar como fração areia e enganar o observador em um primeiro momento. Abaixo estão algumas tabelas utilizadas para padronização de diâmetro das partículas do solo. Estas tabelas foram adaptadas do site da MINEROPAR -Minerais do Paraná.

Tabela I- Escala de Atterberg

Denominação	Diâmetro
Areia grossa	2,0 – 0,2 mm
Areia fina	0,2 – 0,02 mm
Silte	0,02 – 0,002 mm
Argila	< 0,002 mm

A escala acima é muito utilizada em geociências, mas para pedologia as duas escalas abaixo são mais utilizadas atualmente.

Tabela II- Escala de Wentworth

Denominação	Diâmetro
Matacão	> 256mm
Bloco ou calhau	64mm – 256mm
Seixo	4mm – 64 mm
Grânulo	2mm – 4 mm
Areia	0,064 mm – 2mm
Silte	0,004 – 0,064 mm
Argila	< 0,004 mm

Tabela III- Departamento de solos da UFLA

Denominação	Diâmetro
Areia	2mm – 0,053 mm
Silte	0,053 – 0,002 mm
Argila	< 0,002 mm

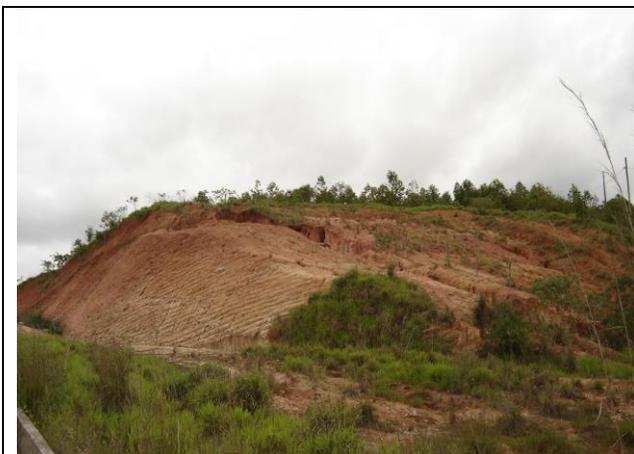


Fig. - Voçorocamento em fase inicial instalado em latossolo vermelho-amarelo, cambissolo e neossolo litólico. A parte mais clara da fotografia evidencia rocha de composição granítico-gnáissica intemperizada, próximo ao Pesque-pague Silveira.



Fig. - Processo erosivo instalado em latossolo às margens da MG 050, Cachoeira do Areão, Formiga- MG.



Fig. - Aspecto da área de transição da rocha-matriz e solo propriamente dito. Os líquens estão sobre a rocha intemperizada. Foto tirada às margens da MG 050, Cachoeira do Areão, Formiga-MG.



Fig. - Aspecto estrutural ressaltado pela erosão diferencial em latossolo amarelo, onde a estrutura do solo pode ser herdada em parte da rocha-matriz. Foto tirada às margens da MG 050, Cachoeira do Areão, Formiga -MG



Fig. - Afloramento de rocha ultrabásica. O solo ainda não evidencia macroscopicamente o caráter da rocha que o originou



Fig. – Solo cambissolo oriundo de metadiabásio blastoporfirítico situado à BR 354, próximo ao trevo de

<p>porque ainda é muito jovem e pouco evoluído. Bairro Maringá, Formiga -MG</p>	<p>acesso para Campo Belo. No alto, neossolo litólico. Formiga-MG</p>
 <p>Fig. Aspecto erosivo em solos próximos à saída para Campo Belo, possivelmente causado pelo pisoteio excessivo de animais. Formiga-MG</p>	

1.2) A Bacia Sedimentar e seus solos:

Para compreensão do relevo e dos tipos de solos que ocorrem na bacia sedimentar em território formiguense, um estudo petrológico se faz necessário, sem que para isso seja preciso recorrer a descrições muito aprofundadas e que fogem ao objetivo deste capítulo. Municípios fronteiriços dividem também diversos aspectos da geologia Formiguense. As rochas da bacia sedimentar estão inseridas na seguinte classificação:

Supergrupo São Francisco

Grupo Bambuí

Subgrupo Paraopeba

Formação Serra de Santa Helena

Formação Sete Lagoas

A Formação Sete Lagoas é caracterizada por calcários, dolomitos⁹ e pelitos do Proterozóico Superior e formação Serra de Santa Helena, caracterizada por rochas pelíticas bem estratificadas (Siltito cinza maciço, Folhelho cinza a verde escuro, piritoso, muito duro Marga cinza escura gradando a calcilutito, segundo a Carta Estratigráfica da Bacia do São Francisco modificada de Braun et al., 1990). Köhler (2006), durante levantamento de campo feito para o Plano Diretor do município de Formiga, classificou os sedimentos argilosos da região de Boa Esperança, Ponte Vila, Frazões, entre outras, como Formação Vespasiano, embora conste nos mapas como Paraopeba indiviso, dada uma certa heterogeneidade.

A feição petrográfica da bacia sedimentar conhecida como Grupo Bambuí da região do município é muito importante devido à suas abundantes reservas de calcário. Esse calcário (em parte meta-calcário (devido a processos de metamorfismo de baixo grau) representava uma riqueza e fonte de divisas muito importantes para o município de Formiga, dada a sua qualidade e facilidade de exploração, pois as pedreiras estão acima do nível do solo. Com o desmembramento do município de Córrego Fundo, as jazidas mais importantes de calcário do município de Formiga passaram a pertencer àquele, diminuindo muito, bem como a arrecadação de ICMS sobre o produto bruto e industrializado.

O calcário é assim definido de maneira simplificada para facilitar a compreensão, mas o que acontece é que a sua composição mineralógica vai variando com a profundidade, pelo fato de certos carbonatos (o de cálcio, por exemplo) serem mais solúveis do que outros, além do fato de que extratos da rocha foram depositados em intervalos distintos do tempo geológico, variando assim sua composição mineralógica. São suprimidos aqui vários termos, tais como meta-calcário, pois os mesmos apresentam-se com grau incipiente de metamorfização. Assim, um corte em uma pedreira vai exibir em seus extratos calcários com diferentes teores de cálcio, magnésio, sílica e outros. Níveis de calcário estromatolítico¹⁰ dolomitizado¹¹ são observados nas pedreiras também.

⁹ Rocha carbonática que sofreu processo de dolomitização, onde o magnésio da água do mar substitui os íons cálcio presentes na calcita

¹⁰ Que contém estruturas fósseis oriundas da atividade de cyanobactérias. São os mais antigos vestígios de vida no planeta.

¹¹ Enriquecido secundariamente por carbonato de cálcio e magnésio da água dos mares primitivos



Fig. - Estromatólitos (possivelmente *Conophyton*)- amostra coletada pelo autor no município de Córrego Fundo-MG

Os solos oriundos do intemperismo de calcários e margas (argilas calcárias) são normalmente muito férteis e procurados para exploração agrícola. Muitos deles são eutróficos¹² e ricos em vários sais minerais essenciais às diversas lavouras, além de possuírem um bom percentual de matéria orgânica e boa retenção de água em seus macroporos e microporos. Obviamente há exceções, mas geralmente são muito férteis e seu uso muitas vezes é limitado por fatores geomorfológicos. O relevo irregular e os afloramentos de rocha dificultam a mecanização em diversas áreas. São comuns os argissolos de cor vermelha e também neossolos litólicos nos locais onde ocorrem afloramentos da rocha matriz. Diversas árvores de madeira de lei como a sucupira e a aroeira ocorrem nestes solos, as quais são facilmente observadas na região de Ponte Vila, Boa Esperança, Vendinha e de Cunhas. É interessante frisar que para cada centímetro de solo formado uma grande espessura do pacote calcário tem que ser intemperizada, visto que a maioria dos carbonatos acabam sendo removidos por lixiviação.

¹² Com alta saturação de bases, ricos em nutrientes.



Fig - Aspecto de latossolo laterizado derivado de calcários e pelitos na região da Vendinha, município de Formiga- MG

O relevo cárstico é comum em áreas onde se situa a Formação Sete Lagoas, devido à incrível dinâmica química e estrutural dos calcários que a compõe. Sua solubilidade em ácidos presentes na água que percola o solo e os próprios maciços faz com que um relevo característico seja desenhado nessa área, sendo que as partes menos solúveis formem testemunhos temporários da ação erosiva das águas. A estrutura dos maciços rochosos é bem imponente e revela a erosão diferencial na rocha, devido a diferenças químico-físicas em sua estrutura. Locas e grutas são formadas devido à dissolução da rocha calcária pelas águas carregadas de ácido carbônico e mesmo ácidos húmicos provenientes da matéria orgânica do solo. O abatimento de tetos de cavernas origina dolinas que, em certos casos, contém água formando lagoas. Há também o relevo cárstico esculpido sob pressão, ou seja, puramente por forças gravitativas nas águas, pelo seu impacto sobre as estruturas calcárias. É fácil notar-se o diaclasamento vertical dos calcários associado aos seus planos de acamamento, o que permite que lajotas sejam retiradas para fins diversos, principalmente calçamento em áreas onde eles abundam.

A erosão diferencial é um fato digno de nota quando se observa essas rochas, particularmente as que sofrem ação de polimento das águas de rios. A água desgasta mais profundamente aqueles extratos mais brandos e incoesos, ressaltando estruturas formadas por acúmulo de sílica e outros materiais. A estrutura destes solos muitas vezes é herdada da rocha-matriz, onde a posição de sua estratificação faz com que o processo intempérico seja mais ou menos atuante.

As formações Sete Lagoas e Serra de Santa Helena são de origem marinha, resultantes de uma transgressão¹³ que cobriu extensas áreas do cráton¹⁴ do São Francisco, durante o proterozóico superior. Essa sedimentação realizou-se em superfície peneplanizada, de águas rasas e ambiente de baixa energia, caracterizando uma bacia intracratônica (RADAMBRASIL, 1983). Os calcários (formação Sete Lagoas) correspondem à fácies química desta sedimentação e o restante dos materiais depositados é de origem clástica, pertencentes à formação Serra de Santa Helena e também à formação Vespasiano (Köhler *et al*- PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE FORMIGA, 2006). Muitos dos sedimentos desta formação apresentam nítida ritmicidade, alternando níveis de colorações diferentes, consoante às condições de movimentação das águas e partículas em suspensão. A existência de superfícies de erosão nas camadas de *brechas* intraformacionais¹⁵ e indícios de estruturas estromatolíticas indicam que o ambiente apresentava-se ainda relativamente enérgico durante a deposição química dos calcários (RADAMBRASIL, 1.983). A presença de conglomerados também é comum, embora os agentes de arredondamento de material clástico em nossa região não sejam tão severos quanto em outras.

É interessante notar a variedade de material clástico nos locais citados. A presença de limonita¹⁶ nos sedimentos é marcante e também a presença de óxidos de manganês, muito abundantes na nossa região. A sua solubilidade faz com que se acumulem em quaisquer fissuras nas rochas, formando formas dendríticas de aspecto variado. Há brechas, conforme será citado, cujo agente cimentante é o óxido de manganês e em alguns locais encontramos pequenas cavidades ou geodos com formas renimorfo -estalactíticas de aspecto aveludado constituídas de óxidos de manganês cristalizado macroscopicamente. A concentração de minerais de manganês nestas áreas é grande e talvez empreste alguma toxidez ao solo. É importante ressaltar que a

¹³ Avanço do mar no continente devido à isostasia – levantamento ou abaixamento continental

¹⁴ Estrutura cristalina e estável do complexo arqueano.

¹⁵ Rochas sedimentares clásticas formadas com material in loco

¹⁶ Termo que designa mistura de óxidos hidratados de ferro. Não é um mineral na acepção do termo

grande maioria de minerais de manganês encontrados no município de Formiga estão situados nas áreas atingidas pelas transgressões e regressões marinhas.

Do ponto de vista tectônico, o grupo Bambuí foi afetado de modo irregular, ocorrendo regiões onde as rochas quase não sofreram deformações e outras onde as rochas foram deformadas por dobramentos. Essas deformações, datadas do brasiliano, são relativamente suaves e aumentam de intensidade em direção à borda sul do cráton do São Francisco. São dobramentos concêntricos, que formam sinclinais e anticlinais com eixos de direção NNW a NW (Segundo dados do projeto RADAMBRASIL- 1983 e Plano PAI-1972).

Os solos originados da decomposição dos calcários são predominantemente argilosos e em alguns pontos apresentam-se intensamente laterizados, com concentrações significativas de óxidos de ferro em determinado perfil. Argissolos são comuns sobre a formação Sete Lagoas. Nota-se também concreções¹⁷ e pisólitos¹⁸ de composição ferro- manganésifera no solo, provavelmente oriundos da fragmentação de paleossolos, o que evidencia uma grande saturação em água quando foram formados. Na localidade Vendinha e outras adjacentes, a água freática e mesmo de superfície apresenta uma alta concentração de sais devido à solubilidade dos carbonatos. Voçorocas existentes nestes locais destacam perfis de colorações diversas e também caracterizam a fragilidade do solo quanto ao binômio relevo-manejo.

Os Argilitos amarelos são muito suaves ao tato e pertencem à formação Serra de Santa Helena. São chamados de giz no meio rural e não tem nada a ver com o chamado giz da petrologia tradicional. São assim chamados provavelmente porque servem para escrever muito bem em uma lousa. Muitas vezes estão alternados com siltitos, formando belos contrastes de cor. Na verdade, há diversas gradações granulométricas neste pacote rochoso, consoante as condições de formação. Estas rochas ocorrem abundantemente nas regiões de Morro das Balas, Luanda, Vendinha, etc...Na verdade ocorre uma enorme gradação de cores que varia do vermelho até o amarelo claro, dependendo do teor de ferro e possivelmente de matéria orgânica. A presença de impregnações e dendritos de óxidos de manganês são bem comuns nestas rochas. Próximo a Carbofer, na Br 354, sentido Formiga-Arcos percebe-se no corte do barranco da estrada a presença destas rochas formando camadas onduladas (pequenas sinclinais e anticlinais provavelmente atectônicas). Podemos ver também a área de contato entre estas rochas e as rochas

¹⁷ Estrutura concêntrica originada pela deposição de minerais em torno de um núcleo

¹⁸ Mineralizações concêntricas centimétricas de forma esférica ou elipsoidal originadas pela cristalização de óxi-hidróxidos de ferro, alumínio, manganês, entre outros.

do embasamento cristalino, podendo também ser observados alguns veios de quartzo que os cortam em muitos pontos. Este quartzo está associado à pirita (já alterada por pseudomorfose¹⁹ em goëthita) e a minerais de ferro e manganês.

Os solos formados a partir desta rocha são predominantemente argilosos e na maioria dos locais pesquisados apresentam um perfil alóctone superior com a presença das chamadas linhas de pedra, constituídas de fragmentos de quartzo e crostas ferruginosas, testemunhos de estruturas maiores que foram destruídas pela erosão e depositadas ao longo do terreno.



Fig - Linhas de pedra em solo fluvial (neossolo flúvico)- Cachoeira do Areão, Formiga –MG

O manejo de solos derivados destes argilitos deve ser cuidadoso, pois a estratificação do substrato e mesmo seu ângulo de mergulho podem favorecer e muito o processo erosivo, já endêmico na região. Os argilitos possuem uma grande capacidade de retenção de água em seus poros, mas não a disponibilizam facilmente devido à atração eletrostática entre as moléculas de água e os cristais dos minerais de argila, além do fenômeno da retenção capilar devido ao pequeno diâmetro dos poros.

A fragmentação de rocha-matriz e solo pode originar por processo tipicamente sedimentar rochas conhecidas como brechas, que no caso da região de Morro das Balas e Luanda são sustentadas por um cimento manganêsífero. Estes óxidos de manganês são bem abundantes

¹⁹ Quando um mineral é substituído quimicamente por outro, mas mantendo sua forma original.

em toda a cobertura sedimentar do grupo Bambuí e, possivelmente, agentes de alta toxicidade para plantas nas áreas onde elas abundam.

Estas brechas formam um perfil estreito e afloram em alguns pontos da Luanda e do Morro das Balas. Os solos onde ocorrem são pobres e neles se desenvolve uma vegetação constituída por árvores de cerrado de pequeno porte e gramíneas.

No município ocorrem espeleotemas muito curiosos formados em cavidades de dissolução em rochas lateríticas. Muitos estão recobertos por mineralizações de quartzo possivelmente de origem hidrotermal, formando um interessante conjunto, os quais estão descritos no texto sobre a mineralogia.

Estruturas secundárias do processo de lateritização dos solos do município de Formiga- As concreções argilo -limoníticas (lateritos concrecionários):

Estas formações rochosas são abundantes em toda a nossa região e variam sensivelmente de composição de um local para outro, mas predominam em regiões transgressivas. Algumas apresentam uma pós-mineralização de quartzo em suas fraturas, formando um interessante mosaico de quartzo engrenado. Associações com óxidos de manganês são comuns e mesmo pequenos geodos²⁰ de óxidos de manganês são encontrados em cavidades dos filões de quartzo. Seu aspecto é aveludado porque os cristais são minúsculos. Recentemente foi descoberto por nós mais pequenos geodos em lateritos limoníticos bem próximo ao local dos geodos de manganês. Tais cavidades estão atapetadas de minúsculos e reluzentes cristais de quartzo; outras formam geodos bem maiores.

Não se deve esquecer de que os processos de lateritização atingem qualquer solo nesta região, logo, solos de origem calcária podem conter lateritos de idade bem mais recente. Há que se mencionar os lateritos ferrosos placóides. Este termo refere-se ao material pelítico com elevada % de óxidos e hidróxidos de ferro que ocorre na região. Apresenta-se a uma profundidade média de 40cm no local observado, embora esta profundidade varie conforme o local devido à remoção e deposição de solos das partes mais altas. Ele forma um perfil

²⁰ Cavidades presentes principalmente em rochas ígneas, as quais normalmente estão atapetadas por cristais de quartzo, calcita, zeólitas etc...

característico de placas, subparalelo ao horizonte superficial de solo e segundo SIGOLO (2001), muito das dobras encontradas nestas crostas ferruginosas se devem à flutuação do nível freático. Ocorrem com muita frequência na comunidade rural de Cunhas e estas placas apresentam cores distintas, de acordo com o grau de hidratação em que se encontram, ou seja, relação goethita/hematita e óxidos afins. Trata-se de um enriquecimento secundário do horizonte específico do solo devido à lixiviação e lavagem de sais e óxidos das camadas superiores. Processo parecido se dá na formação dos *bauxitos* (rocha-minério de alumínio).



Fig. - Fragmentos de lateritos (crostas ferruginosas) sobre o solo- Cunhas, Formiga- MG



Fig - Camada superficial de crosta laterítica em latossolo. A concentração abaixo do martelo não é uma camada, mas apenas material removido de cima - Luanda, Formiga-MG.

As coberturas flúvio- lacustres quaternárias (PLANO DIRETOR, 2006 e CODEMIG 2003) existentes na região representam uma boa gama de solos de caráter aluvial/coluvial, intensamente utilizada em diversas práticas agrícolas. Estas coberturas estão localizadas nas famosas baixadas e várzeas, correspondendo às áreas afetadas pelos rios. Devido à decomposição incompleta da matéria orgânica em ambiente anaeróbico, há a formação de turfa em muitos destes locais. Na região de Cachoeira do Areão fragmentos de turfa podem ser encontrados no leito do rio, principalmente depois de uma cheia.



Fig. Aspecto de solo oriundo de coberturas flúvio- coluvionares, tendo ao fundo o lago de Furnas- Cunhas, Formiga- MG



Fig. Formigueiro de saúvas em neossolo flúvico; o solo de cor clara foi trazido de áreas mais profundas pelas saúvas e geralmente é rico em silte- Cunhas, Formiga- MG

Processos erosivos causados por compactação, manejo inadequado, declividade e outros fatores intrínsecos dos solos da região são comuns e altamente danosos em todos os seus aspectos. Plantios efetuados em terrenos com declividade proibitiva causam problemas ainda maiores com a associação de práticas como arar morro abaixo, práticas incorretas que infelizmente ainda fazem parte do “ folclore local”. O empobrecimento destes solos aliado ao assoreamento de vários cursos d’água estão compondo um quadro muito preocupante dentro do município de Formiga. A diminuição do volume das águas dos rios que cortam a cidade está em grande parte aliado ao manejo dos solos na região como um todo. A destruição e impermeabilização dos solos devido à erosão laminar e compactação por implementos agrícolas e pisoteio estão fazendo com que a água pluvial não percole o solo como deveria e, com isto, escoando superficialmente. A não retenção adequada de água pelos solos reduz drasticamente o nível de água freática e a manutenção do volume dos cursos de água, o que está fazendo com que os rios fiquem cada vez mais estreitos. A redução da cobertura natural do solo para dar lugar a plantações de eucaliptos e pastagens tem agravado o quadro hídrico do município. A precipitação anual é praticamente a mesma, mas o ciclo da água está muito alterado devido ao que já foi comentado e muito mais. A absurda retirada de areia no curso dos principais rios está rebaixando seu talvegue e criando barrancos onde antes era plano. Não basta a conscientização dos produtores rurais e outros no tocante ao manejo e uso de solos. É preciso políticas eficientes de gestão e também de subsídios que venham a tornar possíveis a aplicação de práticas como terraceamento, plantio em nível, curvas de nível (ou em desnível, conforme o caso), adubação verde, cobertura morta e aplicação de tecnologias modernas em todas as etapas das atividades agro-pastoris. Aliado a isto, coibir o comércio desordenado de areia porque, no final de tudo, a gravidade sempre sobrepujará qualquer tentativa de deter seus efeitos, mas o importante é manter estes efeitos dentro de um parâmetro natural onde as taxas de erosão e pedogênese²¹ se equiparem. As atividades agropecuárias no entorno do lago de Furnas têm lançado uma considerável quantidade de produtos químicos e matéria orgânica no lago, além, claro, do próprio rio Formiga. Isto tem causado a eutrofização²² do lago, onde a proliferação de algas pode afetar negativamente ecossistemas existentes por ali. Não apenas práticas adequadas de manejo de solo são capazes de resolver todos os problemas ambientais que a agricultura e a pecuária causam em

²¹ Processo de formação de solos.

²² Aumento de nutrientes como N e P oriundos de esgotos e adubos, o que causa crescimento exagerado de certos organismos como as algas, comprometendo outras formas de vida aquática

qualquer região. É inconcebível, para os dias atuais, uma produção agrícola sem o uso de insumos. A crescente demanda é bem maior que o aumento de produtividade originado pelas técnicas adequadas, variedades genéticas de plantas e animais. A abertura de novas áreas para agropecuária é inevitável, mas o que é inconcebível é a ignorância e o descaso para com o patrimônio solo e água. Milhares de toneladas de solo são perdidas todos os anos devido ao uso incorreto. São recursos não renováveis, riquezas que se esvaem pelo ralo porque a maioria dos produtores rurais ainda não têm o necessário conhecimento de práticas de conservação do solo e água e tampouco recursos financeiros para arcar com tecnologia. Realmente não há como exigir muito pelas próprias limitações de recursos, mas uma educação maciça no que diz respeito à utilização dos recursos disponíveis pode ajudar a reverter o quadro caótico dos recursos de solos e água de Formiga. A correta utilização de insumos agrícolas dentro de parâmetros técnicos, práticas de controle de erosão e a presença de uma massiva assistência técnica ao pequeno e médio produtor ajudará a reduzir, com certeza, a destruição quase criminosa do meio físico formiguense.

Dentro desta triste descrição de agressão ao meio físico, ainda existe aquela prática perniciosa de se abrir loteamentos na época das chuvas sem o menor cuidado para contenção de erosão das áreas terraplenadas. O bairro que hoje existe ao lado do Country Clube foi um exemplo disso. As enxurradas carregaram toneladas de terra para a lagoa do Josino, aumentando ainda mais seu processo de assoreamento. Já no morro da pedreira desativada da RFFSA foi iniciado um loteamento, o qual está sofrendo intenso processo erosivo, bem onde é área de recarga. É preciso acabar com esta irresponsabilidade e passar a planejar melhor os empreendimentos relacionados aos solos e água, para que a cidade não amargue um alto preço depois.

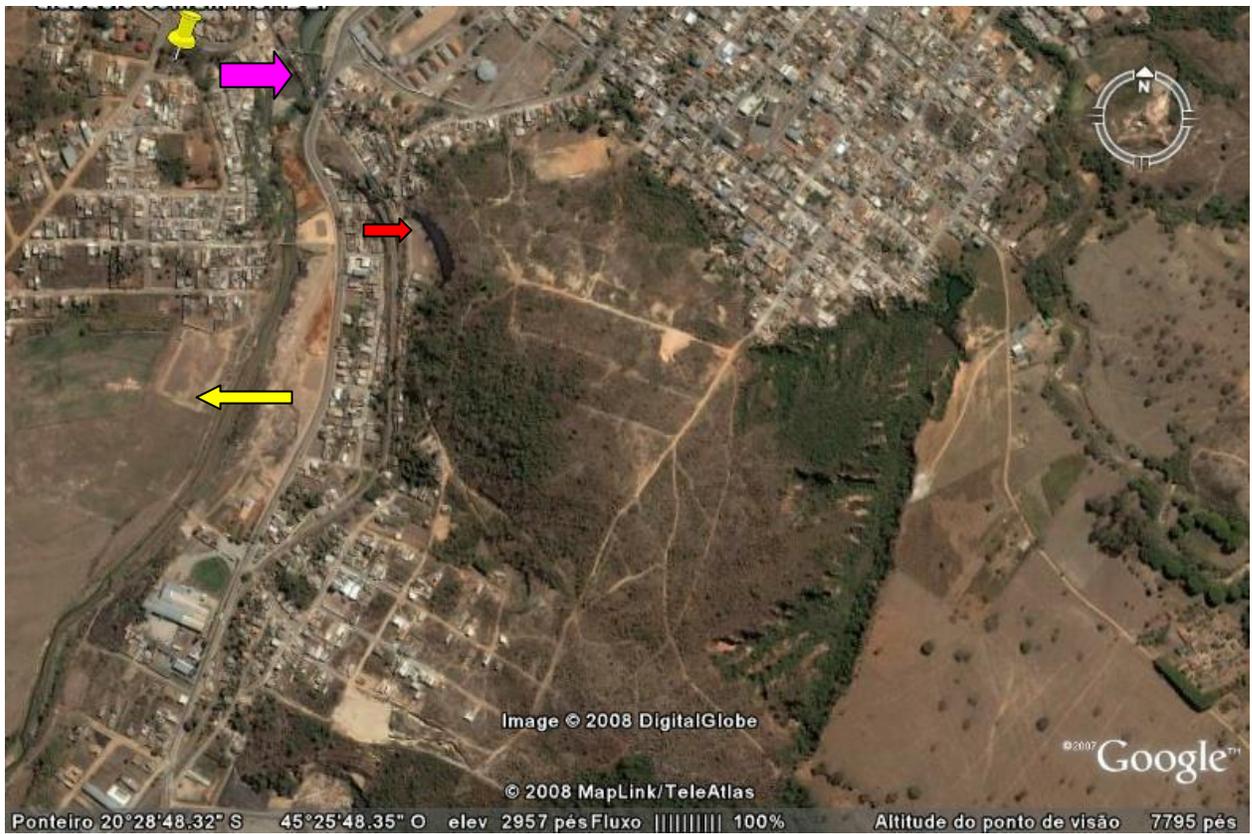


Fig. Visão geral do morro da pedra da FCA- a seta rósea indica o pontilhão de ferro, a seta amarela indica os neossolos flúvicos (várzeas) e a seta vermelha indica o perfil côncavo da pedra da FCA. Fonte GOOGLE EARTH

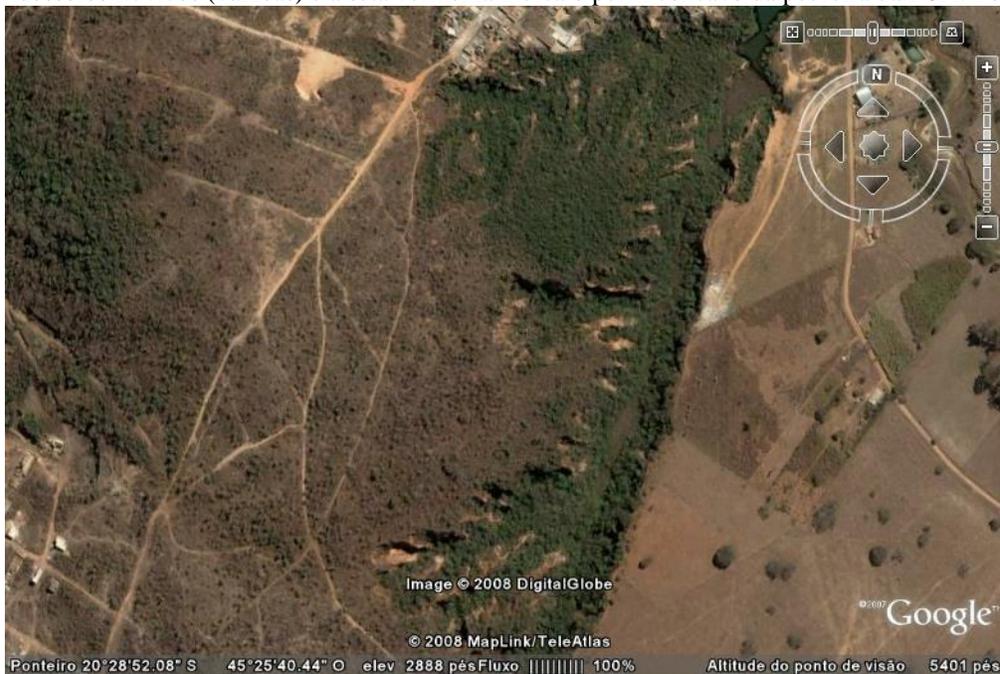
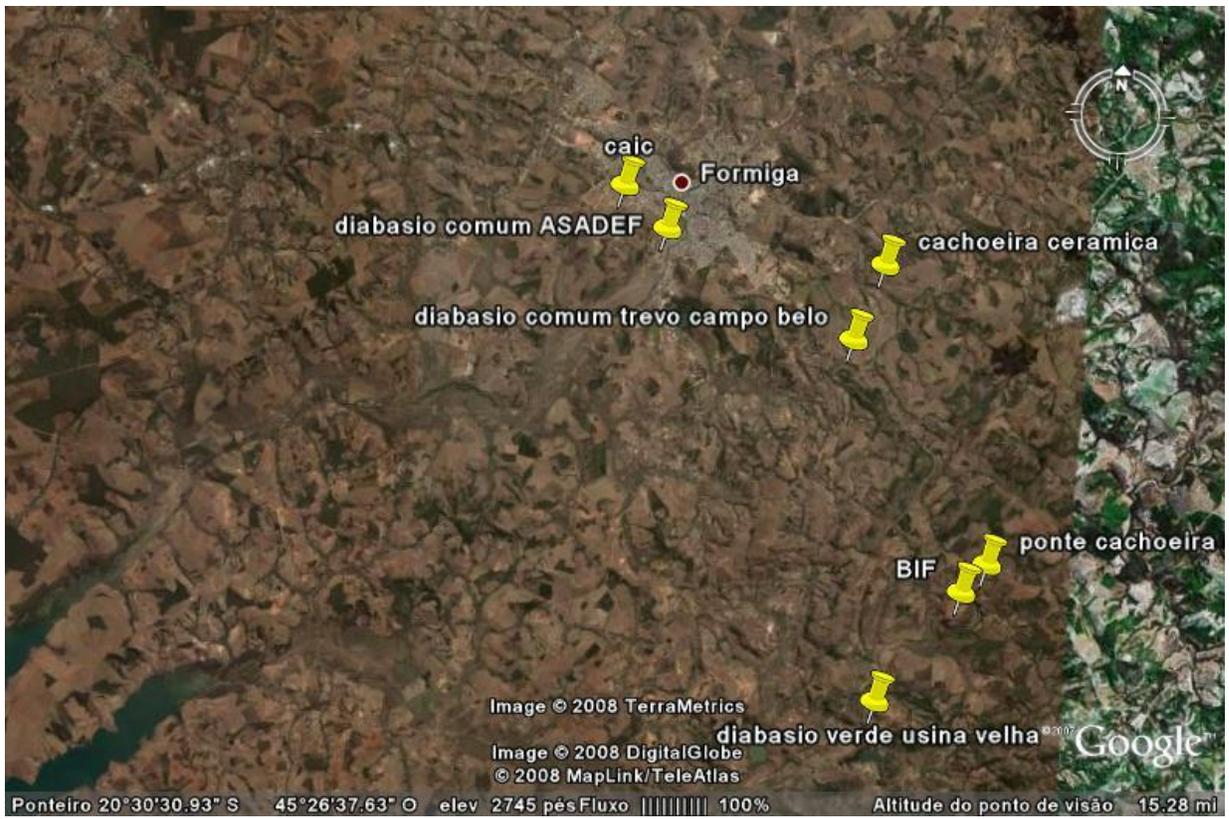


Imagem do google evidenciando intenso voçorocamento na face oposta do morro da antiga pedra da FCA, na zona urbana.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALKMIM,F.F., MARSHAK,S. **Transamazonian orogeny in the southern São Francisco Cráton Region, Minas Gerais, Brazil:** evidence for paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. *Precambrian Research*, v.90, p.29-58, 1998.

AMBROSI, A. ; NAHON,D. **Petrological and geochemical differentiation of lateritic iron crust profiles.** *Chemical Geology*, v.57, p. 371-393, 1986.

BRANCO, P.M. **Dicionário de mineralogia.** 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1982. 264p.

COMIG, Companhia Mineradora do Estado de Minas Gerais. **Mapa Geológico do estado de Minas Gerais.** Edição especial, 2003, BRASIL.

COSTA, M. L. **Aspectos Geológicos dos lateritos da Amazônia.** *Revista Brasileira de Geociências* vol. 21, p.146-160, 1991.

DANA, J.D. **Manual de mineralogia.** Rio de Janeiro: Livros técnicos e Científicos, 1978. 42p.

DEER, W.A. **Minerais constituintes das rochas.** 1ª. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1981. 558 p.

FONSECA, Anísio Cláudio Rios. **Morfologia de rochas lateríticas de Morro das Balas, município de Formiga-MG.** 2005. 30p. (Monografia- Curso de especialização em solos e meio-ambiente). Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.

FONSECA, Anísio Cláudio Rios. **Tópicos sobre a ocorrência de um metadiabásio (porfiróide) no município de Formiga, estado de Minas Gerais.** 2004. *Revista Conexão Ciência.* Centro Universitário de Formiga- UNIFOR-MG, Formiga, Minas Gerais

LEINZ Victor & AMARAL, Sérgio E. **Geologia geral.** 11. ed. São Paulo: Nacional, 1989. 397 p.

LEINZ, Victor & CAMPOS, J.E. **Guia para determinação de minerais.** São Paulo: Nacional, 1976.

MACHADO F. L. et al. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SF 23/24. Rio de Janeiro/Vitória, 1983. vol. 32, p. 27- 324

MISI, A.; IYER, S.; TASSINARI, C. **Dados isotópicos de chumbo em sulfetos e a evolução metalogenética dos depósitos de zinco e chumbo das coberturas neoproterozóicas do cráton do São Francisco**. Revista Brasileira de Geociências, 2004. vol. 34 p. 263-274.

GEOMINAS, Engenharia e consultoria Ltda; MINISTÉRIO DO INTERIOR; PREFEITURA MUNICIPAL DE FORMIGA. **Plano de Ação Imediata**. Belo Horizonte, 1972. 2 vol.

SIGOLO, J.; ALTAFINI, M. **Dobras atectônicas em Crostas Ferruginosas de Pirapora do Bom Jesus-SP e Bacia Terciária de São Paulo**. Revista do Instituto de Geociências – USP, São Paulo, série científica, 2001. vol 1 p. 45-58.

SUGUIO, K.; BARBOUR, A . P. **Morfologia e gênese das estruturas limoníticas dos sedimentos da Bacia de São Paulo**. Anais... Academia Brasileira de Ciências, v. 41, n. 2, p. 161-180.

WINGE, Manfredo. **Glossário Geológico Ilustrado**. Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.unb.br/ig/glossario/>. Acesso em 12 de agosto de 2006.