

DIAGÊNESE DAS ROCHAS DO MEMBRO SERRA DA GALGA, FORMAÇÃO MARÍLIA, GRUPO BAURU (CRETÁCEO DA BACIA DO PARANÁ), NA REGIÃO DE UBERABA, MINAS GERAIS.

DANIELE TONIDANDEL PEREIRA RIBEIRO

ABSTRACT *DIAGENESIS OF SERRA DA GALGA MEMBER ROCKS, MARÍLIA FORMATION, BAURU GROUP (CRETACEOUS OF PARANÁ BASIN), NEAR UBERABA, MINAS GERAIS STATE* The study area is situated in the so called Triângulo Mineiro region, in the western portion of Minas Gerais State, Brazil. The sedimentary rocks of the Bauru Group (Cretaceous of Paraná Basin) crop out in the area, where it is divided into three formations: Adamantina, Uberaba and Marília formations. The Marília Formation is subdivided into two members: Ponte Alta Member and Serra da Galga Member. The youngest Serra da Galga Member is composed of sandstones, conglomerates and conglomeratic sandstones associated with calcretes, silcretes and palycretes. The depositional environment was braided fluvial system under semi-arid climatic conditions. The diagenetic history of Serra da Galga Member is characterized by several phases during eo, meso and telodiagenetic stages. The eodiagenetic stage is represented by the following phases: 1) clay minerals mechanically infiltrated, 2) calcretes, 3) palycretes, 4) silcretes, 5) mechanical compaction and 6) quartz and feldspars overgrowths. The mesodiagenetic stage is characterized by calcite cementation, secondary porosity and pyrites phases. The telodiagenetic stage produced four phases: 1) titanium minerals transformation (leucoxene), 2) iron oxides and hydroxides, 3) kaolinite and 4) calcite.

Keywords: Eodiagenesis, calcretes, silcretes, palycretes, Serra da Galga Member, Bauru Group, Bacia do Paraná, Cretaceous.

RESUMO A área em estudo localiza-se na região oeste do Estado de Minas Gerais (Triângulo Mineiro). Nessa região, o Grupo Bauru (Cretáceo da Bacia do Paraná) é representado pelas formações Adamantina, Uberaba e Marília. A Formação Marília subdivide-se nos membros Ponte Alta, inferior, e Serra da Galga, superior. O Membro Serra da Galga é constituído por conglomerados, arenitos conglomeráticos e arenitos associados a calcretes, silcretes e palicretes. Os sedimentos desta unidade depositaram-se sob condições climáticas de semi-aridez, em um sistema fluvial do tipo entrelaçado com ciclos de granodrecrescência ascendente. A história diagenética do Membro Serra da Galga caracteriza-se por uma grande variedade de fases que se desenvolveram nos estágios eo, meso e telodiagenéticos. No estágio eodiagenético ocorrem argilas mecanicamente infiltradas, calcretes, palicretes, silcretes, compactação mecânica e crescimento secundário de quartzo e feldspato. O estágio mesodiagenético é caracterizado pela cimentação por calcita, geração de porosidade secundária e piritas, enquanto que o estágio telodiagenético apresenta transformação de minerais de titânio (leucóxênio), bem como, óxidos e hidróxidos de ferro, caulinitas e calcita.

Palavras-chave: Eodiagênese, calcretes, silcretes, palicretes, Membro Serra da Galga, Grupo Bauru, Bacia do Paraná, Cretáceo.

INTRODUÇÃO O Grupo Bauru (Neocretáceo da Bacia do Paraná) vem sendo objeto de estudos de vários pesquisadores há décadas. Este grupo possui uma ampla distribuição, ocorrendo nos estados de São Paulo, extremo oeste de Minas Gerais, sul de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e nordeste do Paraná. Na região do Triângulo Mineiro, o Grupo Bauru é representado, segundo Barcelos (1984), pelas Formações Adamantina, Uberaba e Marília. Esta última subdivide-se nos membros Ponte Alta, inferior, e Serra da Galga, superior.

A área estudada localiza-se no oeste do Estado de Minas Gerais, na região denominada Triângulo Mineiro e abrange uma área de aproximadamente 3265 Km². Seus limites aproximados estão entre as latitudes 19° 11' 10" e 19° 49' 59" S e longitudes 47° 30' e 48° 19' 24" W. O acesso à mesma é feito pelas rodovias BR-262 (Belo Horizonte - Uberaba), BR-050 (Uberaba - Uberlândia) e utilizando-se também estradas secundárias (Fig. 1).

Os objetivos principais deste trabalho foram identificar e caracterizar as fases diagenéticas presentes nas rochas pertencentes ao Membro Serra da Galga, Formação Marília, na região do Triângulo Mineiro, observar a relação existente entre estas fases em cada estágio diagenético, bem como reconhecer se há alguma relação dessas fases diagenéticas com as condições paleoambientais e paleoclimáticas.

Para alcançar tais objetivos foram coletadas 128 amostras para posterior análise petrográfica de detalhe. As amostras foram inicialmente impregnadas com resina epoxy azul, para melhor visualizar o espaço poroso da rocha e em seguida, confeccionadas nas lâminas delgadas. Tais lâminas foram descritas através de petrografia ótica convencional e submetidas a uma análise modal dos constituintes detríticos e diagenéticos através da contagem mínima de 200 pontos por lâmina. Para a identificação dos argilominerais presentes, realizou-se a difratometria de raios-x utilizando-se um difratômetro automatizado RIGAKU GeigerFlex-DMax com radiação CuK alpha e potência de 45KV e 15mA do Laboratório de Difratometria de Raios-X do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto (DEGEO/UFOP). Foram analisadas 30 amostras na fração granulométrica menor que 2 micra com a finalidade de determinar os grupos de argilominerais e suas interrelações. Examinou-se, ainda, 10 lâminas delgadas sob a técnica de catodoluminescência. Esse método mostrou-se bastante útil para identificação das diferentes fases de carbonatos, crescimentos autigênicos e processos de alteração em feldspatos alca-

linos. Estas análises foram feitas utilizando-se um aparelho Technosyn MK-II 2200 (DEGEO/UFOP).

GEOLOGIA REGIONAL Considerações Gerais A área pesquisada encontra-se inserida na Bacia do Paraná, uma extensa bacia intracratônica desenvolvida completamente sobre a crosta continental que abrange uma área de aproximadamente 1.400.000Km² (Zalán *et al.* 1990), estendendo-se pelo Brasil (parte meridional), Paraguai, Uruguai e Argentina. No Triângulo Mineiro (porção nordeste desta bacia), as unidades estratigráficas aflorantes são representadas pelos grupos São Bento e Bauru de idade jurássica e neocretácica, respectivamente. O Grupo São Bento é constituído pelos arenitos da Formação Botucatu e basaltos da Formação Serra Geral (Etchebehere 1988), enquanto o Grupo Bauru é representado pelas formações Adamantina, Uberaba e Marília (Barcelos 1993), sendo esta última dividida nos membros Ponte Alta e Serra da Galga (Fig. 2).

Formação Uberaba Na região pesquisada, segundo Ferreira Jr. (1996), a Formação Uberaba é representada por litoarenitos a litoarenitos feldspáticos pobremente selecionados cuja granulometria varia entre areia fina e muito grossa. Em direção ao topo aparecem ciclos de granodrecrescência ascendente variando de areia grossa a média/fina com intercalação de material argiloso. Esta unidade é marcada por estruturas sedimentares tais como estratificações plano-paralela e cruzada acanalada, ondulações e estruturas de carga (Ferreira Jr. & Guerra 1994).

Apesar de vários autores terem estudado esta formação, o ambiente de sedimentação e suas condições climáticas ainda são motivos de controvérsias. Ferreira Jr. & Guerra (*op.cit.*) caracterizaram para esta unidade um sistema fluvial, provavelmente do tipo entrelaçado com ciclos de granodrecrescência ascendente. Medidas isoladas de paleocorrentes efetuadas por Barcelos (1984) em estratificações cruzadas indicaram direções para SW, enquanto que medidas obtidas por Ferreira Jr. & Guerra (*op.cit.*) em estratificações cruzadas acanaladas e seixos imbricados, na região de Uberaba, indicaram direção preferencial para W; apontando como possível área fonte para os sedimentos, os altos estruturais da Formação Serra Geral.

Formação Marília De acordo com Barcelos (1984) e Barcelos & Suguio (1987), a Formação Marília é subdividida, na região do Triân-

* Rua Martim Francisco, 522, apto. 203 - Bairro Gutierrez - CEP 30430 -220 - Belo Horizonte - MG. e-mail: dtonidandel@hotmail.com

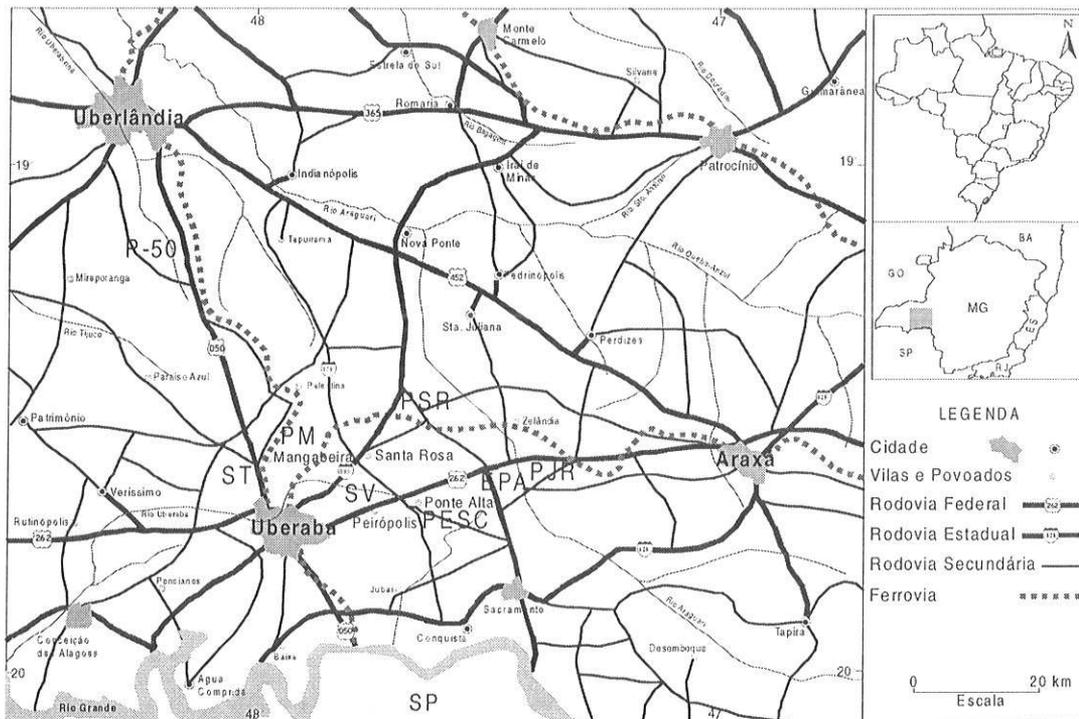


Figura 1 - Mapa de localização e vias de acesso à área estudada (modificado de Ferreira Jr. 1996).

gulo Mineiro, em dois membros: Ponte Alta e Serra da Galga.

MEMBRO PONTE ALTA O Membro Ponte Alta ocorre predominantemente na região do Triângulo Mineiro, abrangendo os municípios de Sacramento, Uberaba, Ponte Alta, Frutal e Uberlândia. Segundo Barcelos *et al.* (1981) e Barcelos (1984), o Membro Ponte Alta caracteriza a porção basal da Formação Marília assentando-se de forma gradacional sobre a Formação Uberaba, porém, o contato pode tornar-se abrupto localmente.

Em estudos recentes, Alves *et al.* (1994) classificaram o Membro Ponte Alta como “sublitarenitos, litarenitos feldspáticos e, predominantemente, litoarenitos pobremente selecionados apresentando grãos subangulosos a subarredondados”.

Segundo Alves *et al.* (*op.cit.*), esta unidade foi depositada em um sistema de leques aluviais coalescentes intensamente retrabalhados por rios do tipo entrelaçado com geração de lagos efêmeros associados a calcretes em um clima semi-árido. Santos (1994), em trabalhos na região de Uberaba (MG), pôde concluir que os sedimentos do Membro Ponte Alta foram depositados, provavelmente, na fácies intermediária de leques aluviais com predomínio de bancos cascalhosos e arenosos, depósitos de canais entrelaçados e, localmente, lagos efêmeros e/ou delgados depósitos de canais abandonados. Ainda segundo Santos (*op.cit.*), a deposição dos sedimentos do Membro Ponte Alta teria ocorrido sob clima semi-árido, caracterizado pela presença de calcretes. Mais recentemente, Alves (1995) sugeriu que os “calcários puros” descritos por diversos autores (Barcelos 1984; Fulfaro & Barcelos 1991) como de origem lacustre seriam rochas siliciclásticas intensamente cimentadas por carbonato de cálcio com uma dissolução quase que total dos grãos detríticos.

MEMBRO SERRA DA GALGA Conforme estudos de Ribeiro (1997) na região, o Membro Serra da Galga constitui-se, predominantemente, por subarcóseos líticos. Secundariamente aparecem litoarenitos, sublitoarenitos e litoarenitos feldspáticos. As rochas desta unidade apresentam-se heterogêneas, mal a pobremente selecionadas, ocorrendo localmente, moderado selecionamento. Observa-se um empacotamento frouxo, no qual os grãos apresentam contatos flutuantes ou, localmente, contatos pontuais. Esta característica deve-se à cimentação precoce por sílica e carbonato e à intensa presença de argilominerais do grupo da paligorskita-sepiolita. As estruturas sedimentares principais e predominantes que ocorrem são estratificações cruzadas, estruturas de escavação e preenchimento e pelotas de argila (Barcelos 1984).

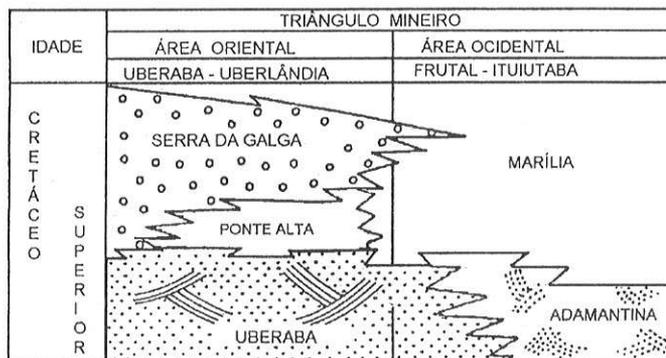


Figura 2 - Coluna estratigráfica do Grupo Bauru na região do Triângulo Mineiro (modificado de Fulfaro & Barcelos 1991).

Vários trabalhos foram realizados no sentido de se conhecer o ambiente deposicional do Membro Serra da Galga. Segundo Ribeiro (1997), a partir das características sedimentológicas desta unidade observadas em campo (Fig. 3) juntamente com dados da literatura foi possível realizar uma interpretação para o ambiente deposicional desta unidade. Desta maneira, os conglomerados, arenitos e siltitos/argilitos do Membro Serra da Galga estariam associados de forma a caracterizar uma deposição em sistema fluvial do tipo entrelaçado com ciclos granodecrescentes, como também observado por Santos (1994) e Leite *et al.* (1995) em estudos realizados na região de Uberaba (Fig. 4). Os ciclos de granodecrescência ascendente são caracterizados por conglomerados a arenitos conglomeráticos intercalados aos arenitos com estratificações cruzadas acanaladas e tabulares e arenitos maciços e são, provavelmente, função de uma sedimentação episódica, ocasionada pela sazonalidade do clima semi-árido.

DIAGÊNESE DO MEMBRO SERRA DA GALGA Considerações Gerais A história diagenética do Membro Serra da Galga caracteriza-se por uma grande variedade e complexidade de fases, o que em parte foi favorecida pelas condições climáticas vigentes à época de deposição desta unidade (Ribeiro & Gomes 1996; Ribeiro 1997).

Os processos diagenéticos atuantes desenvolveram-se nos estágios eo, meso e telodiagenéticos, no sentido de Choquette & Pray (1970) e

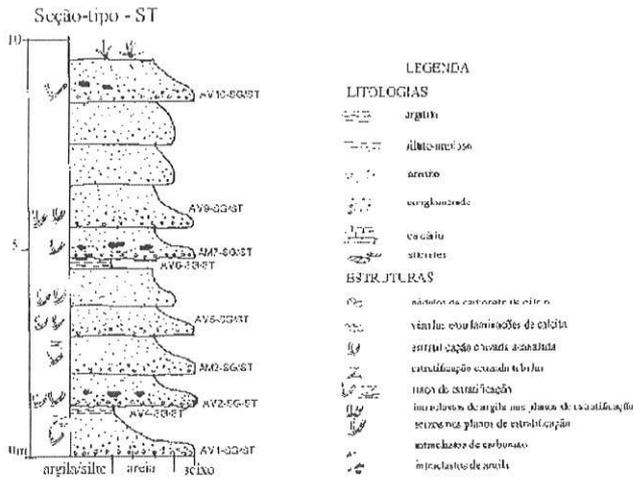


Figura 3 - Perfil estratigráfico da área estudada mostrando os ciclos de granodrecência.

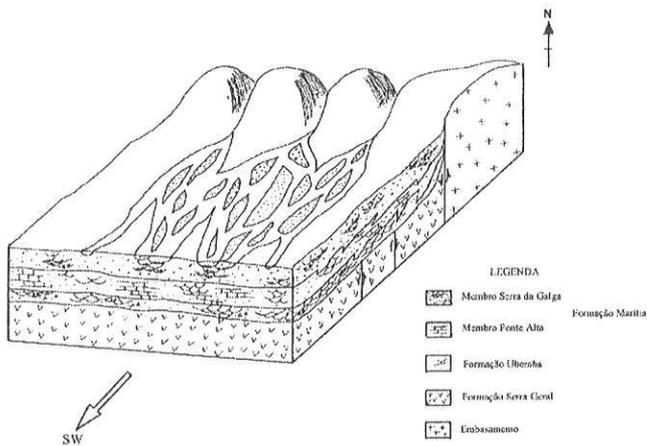


Figura 4 - Bloco diagrama representando o ambiente deposicional do Membro Serra da Galga na região de Uberaba (modificado de Santos 1994).

Tabela 1 - Fases diagenéticas identificadas nas rochas do Membro Serra da Galga, Formação Marília na região de Uberaba, Triângulo Mineiro.

FASES DIAGENÉTICAS	EODIAGÊNESE	MESODIAGÊNESE	TELODIAGÊNESE
Infiltração de argilas	xxx		
Calcretes	xxxx		
Palicretes	xxxx		
Sileretes	xxxx		
Compactação mecânica	----		
Overgrowths de quartzo e feldspato	----		
Cimentação por calcita		-----	
Porosidade secundária		-----	
Piritas		-----	
Transformação de minerais de titânio			-----
Óxidos e hidróxidos de Fe			-----
Caulinitas			-----
Calcita			-----

Importância relativa das fase diagenéticas: ----pequena — média xxx grande

no regime hidrogeológico meteórico definido por Galloway (1984), embora, determinadas fases tenham se desenvolvido e/ou se preservado com maior intensidade localmente.

A tabela 1 mostra as fases diagenéticas (principais) às quais foram submetidas as rochas do Membro Serra da Galga. Tais eventos serão descritos a seguir.

Eodiagênese INFILTRAÇÃO MECÂNICA DE ARGILA Nas amostras do Membro Serra da Galga verificou-se a presença de argilas intersticiais com distribuição e características que sugerem a ocorrência de processos de infiltração mecânica. Essas argilas ocorrem, principalmente, sob a forma de cutículas envolvendo os grãos do arcabouço e como agregados compactos (Fig. 5) que obliteram, localmente, o espaço poroso da rocha e inibem o desenvolvimento parcial das fases diagenéticas posteriores. As análises em difratogramas de raios-x indicam uma composição predominantemente esmectítica para as argilas mecanicamente infiltradas (cutículas e agregados compactos); subordinadamente ocorrem interestratificados I-S e illitas.

CALCRETES Os calcretes do Membro Serra da Galga ocorrem de forma expressiva por toda a área de estudo com exceção da parte NE (Santa Rosa-PSR, Mangabeira-PM e pedreira Buracão-PBPA), atingindo espessuras de até 8m nas pedreiras próximas ao município de Ponte Alta (MG). A mineralogia dos calcretes é constituída, basicamente, por calcita microcristalina/micrítica com teor relativamente alto em Mg e, localmente, por calcita microespática, algumas vezes na forma de mosaico (Fig. 6). Esta forma em mosaico apresentada pela calcita é, provavelmente, o resultado de rápida precipitação a partir de soluções supersaturadas.

Os calcretes apresentam, ainda, baixa catodoluminescência, indicando que sua precipitação ocorreu em zona meteórica vadosa sob condições oxidantes. Estudos isotópicos desenvolvidos nos calcretes desta região do Triângulo Mineiro por Alves *et al.* (1994) e Alves (1995) obtiveram valores que mostram grande homogeneidade, típicos de carbonatos não marinhos, caracterizados por relações isotópicas de Carbono leves.

PALICRETES As paligorskitas do Membro Serra da Galga apresentam, em lâmina delgada, morfologia fibrosa característica. Essas fibras mostram-se, localmente, entrelaçadas e/ou envolvendo grãos detríticos

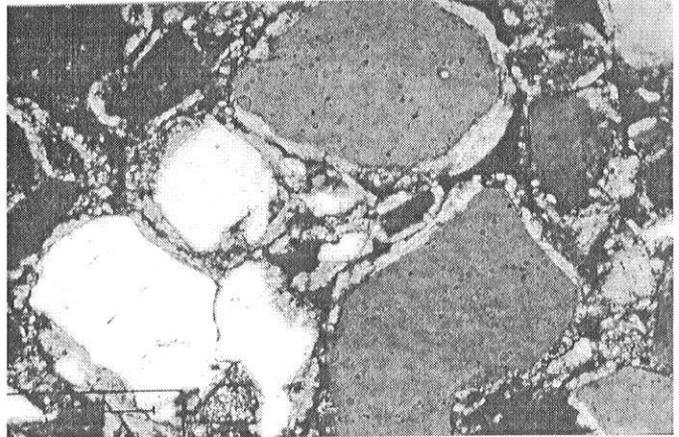


Figura 5 - Argila mecanicamente infiltrada como cutículas e agregados que obliteram, parcialmente, o espaço poroso da rocha (amostra AM1B-SG/Manga, escala 50µ, NC).

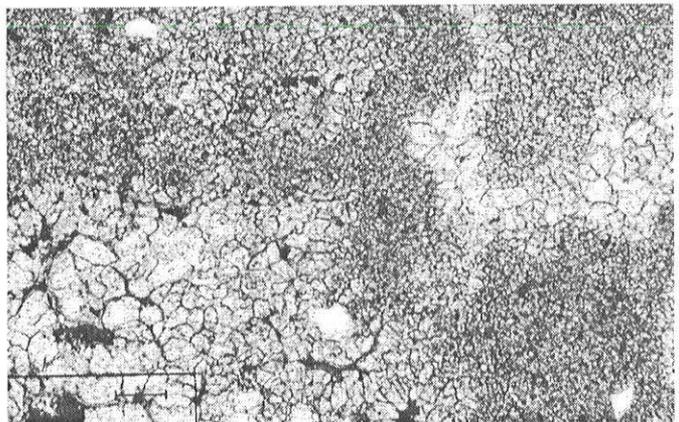


Figura 6 - Calcita micrítica (Cm) associada a calcita microespática (CM), localmente em forma de mosaico (amostra AM12-SG/EPA, escala 100µ, LP).

como *coatings* (Fig. 7). Predominam nas amostras de Santa Rosa (PSR) e Mangabeiras (PM) e ocorrem, geralmente, associadas aos silcretes e calcretes. Quando observadas em escala de afloramento, mostram coloração branca a cinza-esverdeada. O argilomineral sepiolita ocorre associado à paligorskita, sendo sua presença observada apenas em análises de difratogramas de Raios-x (Fig. 8).

SILCRETES No Membro Serra da Galga, os silcretos apresentam cores branca e azulada e estreita associação com os calcretes. São feições diagenéticas importantes e de grande extensão areal, que ocupam, principalmente, a porção NE da área estudada. Em campo mostram-se na forma de nêveis e camadas horizontais, contínuas e descontínuas, com espessuras milimétricas a métricas, posicionando-se geralmente, na parte superior dos afloramentos. Algumas vezes ocorrem, sob a forma de bolsões (de até 5m na pedreira Cinquentão-P50). Os silcretos são melhor desenvolvidos na estrada de ferro próxima à pedreira Mangabeira (PM), na pedreira Cinquentão (P50) e próximo à seção-tipo (ST).

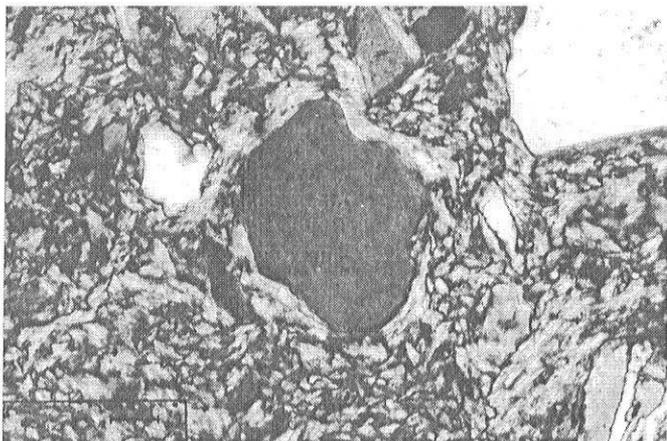


Figura 7 - Morfologia fibrosa característica das paligorskitas (amostra AM7-SG/Manga, escala 50µ, NC).

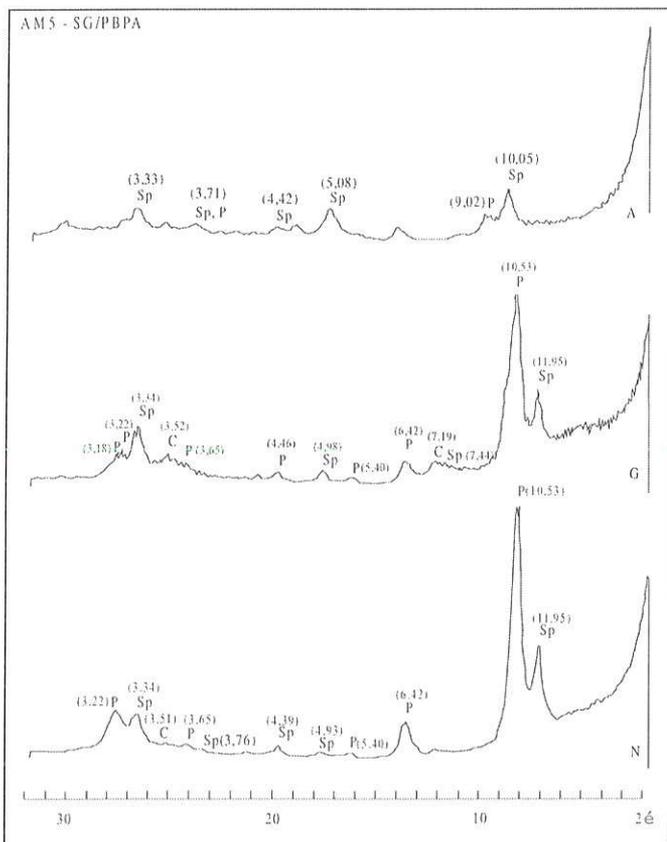


Figura 8 - Difratograma de raios-x, fração < 2µ, mostrando a presença de sepiolita associada à paligorskita.

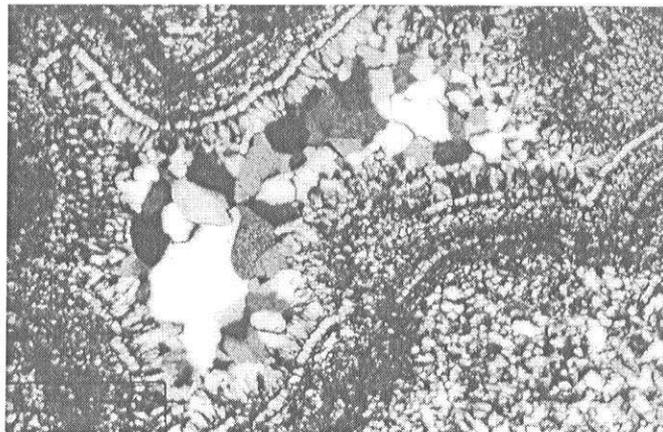


Figura 9 - Fases de sílica segundo a seqüência de cristalinidade (amostra AM7-SG/PBPA, escala 100µ, NC).

A mineralogia dos silcretos do Membro Serra da Galga constitui-se por fases de sílica, nas quais predominam o chert/sílex, seguido pela calcedônia (fibrosa e radial), opala-CT e quartzo. As fases de sílica, quando associadas, ocorrem segundo uma seqüência de cristalinidade, das bordas para o centro dos poros, que se constitui por opala-CT → calcedônia (fibrosa e/ou radial) → chert/sílex → quartzo (figura 09). Esta seqüência mineral pode ocorrer completa ou não, predominando apenas duas fases (chert e calcedônia).

COMPACTAÇÃO MECÂNICA Nos arenitos do Membro Serra da Galga, a compactação mecânica ocorre de forma pouco atuante e localizada, devido ao desenvolvimento de intensa cimentação precoce de fases autigênicas que sustentam o arcabouço da rocha e ao soterramento que não atingiu grandes profundidades. Os efeitos da compactação mecânica nesta unidade são melhor observados na deformação de grãos dúcteis, principalmente, intraclastos argilosos. Esses grãos respondem ao aumento da pressão de uma maneira incompetente, sofrendo mudanças tanto no volume quanto na forma. Quando em contato com grãos mais rígidos, esses grãos tendem a perder a sua forma original e deslocar-se para os espaços porosos adjacentes, onde constituem a pseudomatriz. Uma outra evidência da compactação mecânica nesta unidade é a presença, localmente, de ripas de micas dobradas e/ou quebradas em função dos esforços sofridos.

CRESCIMENTO SECUNDÁRIO DE QUARTZO E FELDSPATOS A formação de crescimentos secundários de quartzo e feldspatos, no Membro Serra da Galga, ocorre localmente e representa uma fase diagenética relativamente de pouca importância. Nos grãos de quartzo, o crescimento secundário desenvolve-se em continuidade ótica com o núcleo. Assim, os *overgrowths* de quartzo são melhor observados quando da presença de películas de impurezas (óxidos e/ou argilas) que delimitam o grão original. O crescimento secundário de feldspatos ocorre em teores relativamente menores que os *overgrowths* de quartzo e desenvolve-se em descontinuidade ótica, sendo assim, mais facilmente reconhecido. Ambos crescimentos secundários exibem, na maioria das vezes, bordas corroídas por substituição de carbonato de cálcio.

Mesodiagenese CIMENTAÇÃO POR CALCITA Esta fase é pouco intensa e restrita. Ocorre, basicamente, substituindo parcial ou totalmente grãos de feldspatos, geralmente, através de superfícies de clivagens, maclas e fraturas. Essa fase se destaca quando observada sob catodoluminescência, pois a calcita que substitui os grãos de feldspatos apresenta uma cor amarela brilhante (Ribeiro 1997, Gomes *et al.* 1996). Essa alta luminescência típica de carbonatos mesodiagenéticos, está relacionada à presença do íon Mn, que atua como principal ativador da luminescência em carbonatos (Savard *et al.* 1995).

GERAÇÃO DE POROSIDADE SECUNDÁRIA A porosidade do Membro Serra da Galga perfaz apenas 7% da rocha e é basicamente de origem secundária resultante da dissolução do cimento precoce e, em menor escala, da lixiviação parcial a total de alguns grãos do

arcabouço e argilominerais. Nesta unidade a porosidade secundária predomina nos perfis realizados em pedreiras próximas ao município de Ponte Alta e da seção-tipo (ST). Em termos descritivos são observadas porosidades intergranular, intragranular e móldica. A porosidade intergranular (figura 10) é a mais representativa e predomina na forma alongada (microfraturas) e, localmente, agigantada, enquanto que a porosidade intragranular (grãos alveolados) é tipicamente secundária; ocorre principalmente em grãos de feldspatos e desenvolve-se a partir da dissolução direta destes ou de uma fase de substituição. A porosidade móldica é rara e pode ser considerada como uma fase final da porosidade intragranular, quando da dissolução total do grão.

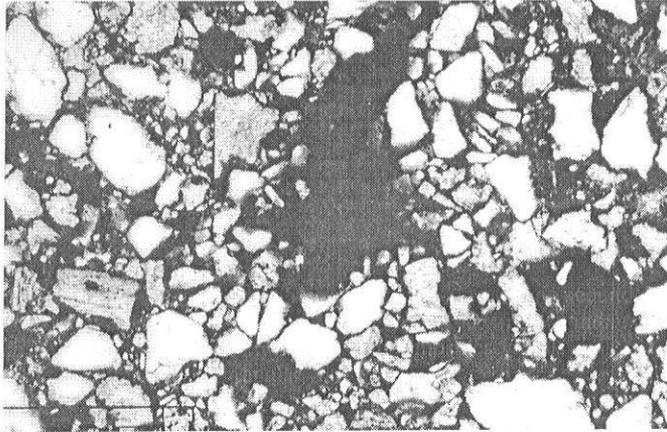


Figura 10 - Aspecto geral da porosidade intergranular (alongada e agigantada). A amostra está impregnada com resina epoxy azul (amostra AM3-SG/ST1, escala 100µ, LP).

PIRITA MESODIAGENÉTICA A pirita representa uma fase diagenética bastante restrita, sendo identificada, basicamente, em algumas amostras da Pedreira João Resende (PJR), em Ponte Alta. Normalmente, ocorre preenchendo parcialmente o espaço poroso, por vezes, englobando grãos detríticos do arcabouço, gerando uma textura poiquilótica.

Telodiagenese **TRANSFORMAÇÃO DE MINERAIS DE TITÂNIO (LEUCOXÊNIO)** O leucoxênio ocorre localmente e representa uma fase diagenética relativamente de pouca importância, sendo mais frequente nos perfis da seção-tipo (ST) e Santa Rosa (PSR), onde se mostram amorfos e/ou envolvendo alguns grãos detríticos. Encontra-se, muitas vezes, associado a fases ferrosas e sua origem deve-se, provavelmente, à liberação de titânio dos minerais detríticos. Sua presença associada a silcretes na área estudada mostra-se de maneira localizada.

ÓXIDOS E HIDRÓXIDOS DE FERRO Os minerais autigênicos de ferro no Membro Serra da Galga constituem-se, principalmente, de goethitas e raras hematitas. É uma fase diagenética bastante localizada (pedreira escondida - PESC) e relativamente de pouca importância como a transformação de minerais de titânio (leucoxênio). Ocorre, normalmente, associada aos minerais autigênicos de titânio e apresenta-se na cor marrom-avermelhada escura, preenchendo, parcialmente, os poros secundários, geralmente, numa forma poiquilótica semelhante a um cimento de pirita. Tal semelhança sugere uma origem advinda da alteração diagenética deste último quando na presença de água doce em circulação.

CAULINITA Nas rochas pesquisadas, a caulinita é autigênica e constitui uma fase diagenética local predominando, de um modo geral, onde palicretes, calcretes e silcretes estão ausentes. Ocorre preenchendo os poros secundários e substituindo grãos detríticos de feldspatos e ripas de moscovita. A caulinitização desta última é reconhecida pela morfologia das terminações em leques abertos e lamelas separadas com birrefringência diminuindo em direção às bordas destas.

CALCITA TELODIAGENÉTICA O cimento de calcita representa a principal fase telodiagenética. Ocorre, principalmente, nos perfis rea-

lizados na seção-tipo (ST) e Serra do Veadinho (SV), como cristais bem formados, tipo mosaico, preenchendo, basicamente, microfraturas. Quando observados sob catodoluminescência exibem nenhuma e/ou muito baixa luminescência e um zonamento típico de formação sob influência de águas meteóricas (Ribeiro 1997) (figura 11). Em análise de microsonda pode-se observar os baixos teores ou até mesmo a ausência do Mn nessas calcitas. Esses dados associados à baixa luminescência apresentada pela calcita sugerem uma precipitação em zona meteórica vadosa sob condições oxidantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS Nas rochas do Membro Serra da Galga predominam os eventos associados à eodiagenese e, assim como o ambiente deposicional, mostram íntima relação com as condições climáticas de semi-aridez. Os eventos meso e telodiagenéticos mostram abrangência localizada na região estudada.

Após a deposição das rochas do Membro Serra da Galga, as condições climáticas de semi-aridez permaneceram, o que propiciou a formação de crostas endurecidas (calcretes e palicretes). Posteriormente, ao ocorrer flutuações no nível do lençol freático, mudanças de pH e temperatura, formam-se os silcretes.

O processo de formação de calcretes no Membro Serra da Galga propiciou a dissolução, parcial a total, de grãos siliciclásticos do arcabouço, promovendo um posterior enriquecimento em SiO₂ nos fluidos percolantes. Assim, como verificado durante observações de campo e laboratório das rochas do Membro Serra da Galga (Ribeiro 1997, Ribeiro & Praça Leite 1998), sugere-se aqui, que as soluções ricas em SiO₂ foram transportadas em células de convecção (figura 12). Desta maneira, a dissolução de grãos siliciclásticos instáveis na parte inferior do pacote rochoso durante a formação de calcretes, aumenta a concentração de SiO₂ na solução, que por sua vez, ao encontrar condições adequadas, precipitaria na forma de silcretes na parte superior do pacote.

A presença de argilominerais do grupo da paligorskita-sepiolita na forma de palicretes no Membro Serra da Galga representa uma das principais fases eodiagenéticas, sendo um importante indicador paleoclimático. Geralmente, os palicretes ocorrem associados aos calcretes.

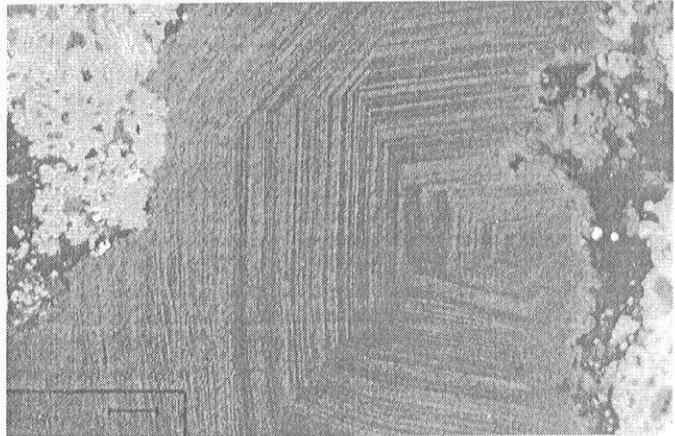


Figura 11 - Cimento de calcita preenchendo microfratura, observado sob catodoluminescência, mostra zonamento típico de calcita formada sob influência de águas meteóricas (amostra AM7-SG/SV, escala 200µ).

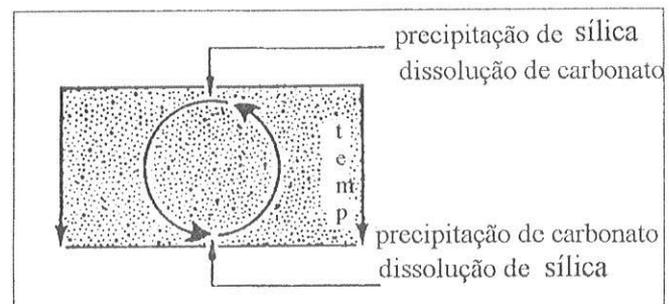


Figura 12 - Representação esquemática de uma célula de convecção mostrando transporte, dissolução e precipitação de cimentos de CaCO₃ e SiO₂ (modificado de Bjorlykke 1984).

As fases mesodiagenéticas atuantes nas rochas do Membro Serra da Galga são de abrangência bastante localizada (cimentação por calcita, geração de porosidade secundária e pirritas que preenchem parcialmente o espaço poroso), enquanto que durante o estágio da telodiagenese foram observadas quatro fases, de abrangência restrita. A presença das três primeiras fases telodiagenéticas (caulinitas preenchendo parcialmente os poros secundários e substituindo moscovitas, seguida por leucóxênio, óxidos e hidróxidos de ferro) caracteriza a presença de condições climáticas ainda quentes, mas com taxa de umidade mais elevada. A quarta fase telodiagenética é representada por calcitas preenchendo microfaturas que foram melhor caracterizadas pelo uso da técnica de catodoluminescência.

Assim, na fase inicial da diagenese predominaram condições climáticas quentes e secas bem caracterizadas pela formação de calcretes, palicretes e silcretes, enquanto que ao final, a presença de caulinitas e óxidos e hidróxidos de ferro mostra a atuação de clima ainda quente, mas com alguma umidade.

Agradecimentos Ao Prof. Newton Souza Gomes do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) pelo incentivo e sugestões, à Beatriz Moli pela ajuda na montagem das figuras e aos revisores anônimos da RBG pelas sugestões ao texto original.

Referências

- Alves J.M.P. 1995. *Petrologia e diagenese do Membro Ponte Alta, Formação Marília, Cretáceo da Bacia do Paraná, na região do Triângulo Mineiro*. Departamento de Geologia, Ouro Preto, Dissertação de Mestrado, 102p.
- Alves J.M.P., Gomes N.S., Hoernes S. 1994. Calcretes do Membro Ponte Alta, Formação Marília, na região do Triângulo Mineiro - evidências de isótopos estáveis e catodoluminescência. In: SBG/Núcleo Minas Gerais, Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 7, Belo Horizonte. Anais, 12: 12-15
- Barcelos J.H. 1984. *Reconstrução paleogeográfica da sedimentação do Grupo Bauru baseada na sua redefinição estratigráfica parcial em território paulista e no estudo preliminar fora do Estado de São Paulo*. Instituto de Geociências, UNESP, Rio Claro, Tese de Livre Docência, 190p.
- Barcelos J.H. 1993. Geologia regional e estratigrafia cretácica do Triângulo Mineiro. *Sociedade & Natureza*, 5: 9-24
- Barcelos J.H. & Suguio K. 1987. Correlação e extensão das unidades litoestratigráficas do Grupo Bauru definidas em território paulista nos Estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná. In: SBG, Simpósio Regional de Geologia, 6, Rio Claro, São Paulo, Atas, 1: 313-321
- Barcelos J.H., Landim P.M.B., Suguio K. 1981. Análise estratigráfica das seqüências cretácicas do Triângulo Mineiro (MG) e suas correlações com as do Estado de São Paulo. In: SBG/ Núcleo São Paulo, Simpósio Regional de Geologia, 3, Curitiba, Atas, 2: 77-89
- Bjorlykke K. 1984. Formation of secondary porosity: how important is it? In: McDonald D.A. & Surdam R.C. (eds.) *Clastic Diagenesis*. The American Association of Petroleum Geologists (AAPG), Tulsa, Oklahoma, Memoir 37, 277-286
- Choquette P.W. & Pray L.C. 1970. Geologic nomenclature and classification porosity in sedimentary carbonates. The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, 54: 207-250
- Etchbeher M. L.C. 1988. *Estratigrafia do Grupo Bauru no Triângulo Mineiro*. Instituto de Geociências, UNESP, Rio Claro, Exame de Qualificação Nível Mestrado, 46 p.
- Ferreira Jr P.D. 1996. *Modelo deposicional e evolução diagenética da Formação Uberaba, Cretáceo da Bacia do Paraná, na região do Triângulo Mineiro*. Departamento de Geologia, Ouro Preto, Dissertação de Mestrado, 175p.
- Ferreira Jr P.D. & Guerra W.J. 1994. Estudo preliminar sobre o ambiente deposicional da Formação Uberaba. In: SBG/Núcleo Minas Gerais, Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 7, Belo Horizonte. Anais, 12: 17-21
- Fulfaro V.J. & Barcelos J.H. 1991. Grupo Bauru no Triângulo Mineiro: uma nova visão litoestratigráfica. In: SBG/SP-RJ, Simpósio de Geologia do Sudeste, 2, São Paulo. Atas, 59-66
- Galloway W.E. 1984. Hydrogeologic regimes of sandstone diagenesis. In: McDonald D.A. & Surdam R.C. (eds.) *Clastic diagenesis*. The American Association of Petroleum Geologists (AAPG), Tulsa, Oklahoma, Memoir 37, 3-13
- Gomes N.S., Carvalho M.V.F., Ribeiro D.T.P. 1996. Comparisons between cathodoluminescence behavior of meso and telodiagenetic carbonate cement in Cretaceous basins, Brazil. In: International Conference on Cathodoluminescence and Related Techniques in Geoscience and Geomaterials. p.
- Leite M.G.P., Gomes N.S., Santos M.C., Oliveira A.D. 1995. Considerações sobre o ambiente deposicional do Membro Serra da Galga, Cretáceo da Bacia do Paraná. In: SBG/Núcleo Minas Gerais, Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 8, Diamantina, Minas Gerais. Anais, 13: 113-114
- Ribeiro D.T.P. & Gomes N.S. 1996. Aspectos diagenéticos das rochas do Membro Serra da Galga, Formação Marília (Cretáceo da Bacia do Paraná) no Triângulo Mineiro, MG. In: SBG/Núcleo BA-SE, Congresso Brasileiro de Geologia, 39, Salvador. Anais, 1: 184-186
- Ribeiro D.T.P. 1997. *Diagenese e petrologia das rochas do membro Serra da Galga, Formação Marília, Grupo Bauru (Cretáceo da Bacia do Paraná), na região de Uberaba, Minas Gerais*. Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Dissertação de Mestrado, 108p.
- Ribeiro D.T.P. & Praça Leite M.G. 1998. Paleofluid flow controlled by early diagenesis events. In: Internacional Sedimentological Congress, 15, Alicante, Espanha. Abstracts, 659-660
- Santos M. C. 1994. *Facilogia e considerações diagenéticas de rochas do Grupo Bauru aflorantes próximo ao Km 15 da BR-050, Triângulo Mineiro-MG*. Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Trabalho de Graduação, 74p.
- Savard M.M., Veizer J., Hinton R. 1995. Cathodoluminescence at low Fe and Mn concentrations: a SIMS study of zones in natural calcites. *Journal of Sedimentary Research*, A65: 208-213
- Zalán P.V., Wolff S., Conceição J.V.de J., Marques A., Astolfi M.A.M., Vieira I.S., Appi V.T., Zanotto O.A. 1990. Sinéclises intracratônicas: Bacia do Paraná. In: G.P. Rajagabaglia e E.V. Milani (coords.) *Origem e evolução de bacias sedimentares*. Rio de Janeiro, PETROBRAS/ SEDE /DEREX/ CENPES, 135-168

Manuscrito A-1113

Recebido em 05 de agosto de 1999

Revisão dos autores em 20 de setembro de 2000

Revisão aceita em 25 de setembro de 2000