

LUCIANO LOURENÇO  
(COORDS.)

IMPRESA DA  
UNIVERSIDADE  
DE COIMBRA  
COIMBRA  
UNIVERSITY  
PRESS

# GEOGRAFIA, PAISAGEM E RISCOS

LIVRO DE HOMENAGEM AO  
PROF. DOUTOR ANTÓNIO PEDROSA



**O MAPA GEOMORFOLÓGICO DO CONTATO DA  
CHAPADA COM O RELEVO DISSECADO NA BACIA  
DO RIO TIJUCO (MG)**

**THE GEOMORPHOLOGICAL MAP OF THE  
CONTACT OF THE PLATEAU WITH THE RELIEF  
DISSECTED IN THE RIVER TIJUCO BASIN (MG)**

**Kátia Gisele de Oliveira Pereira**

Curso de Geografia, FACIP, Universidade Federal de Uberlândia (UFU)  
katia\_gisele@pontal.ufu.br

**† Antônio de Sousa Pedrosa**

Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

**Sumário:** As áreas de chapadas localizadas no Oeste do Triângulo Mineiro foram identificadas como áreas aplainadas, formadas por ação contínua de processos deposicionais em tempos de baixa atividade tectônica. As superfícies geomorfológicas com essas características foram chamadas de *Superfícies Sul-americana* formadas período Cretáceo. Esse trabalho teve como propósito elaborar um mapeamento que identificasse as principais formas do relevo. O desenvolvimento de um modelo de evolução paleogeográfico de ambientes deposicionais constitui a base para uma análise geomorfológica da área para explicar a gênese e evolução das formas de relevo, presentes no contato entre as chapadas e o relevo dissecado da bacia do rio Tijuco (MG). O alinhamento estrutural tem orientação NW-SE e E-W, por meio desse controle são observadas as adaptações das

drenagens seguidas da dissecação que confere assimetria dos vales. Nesses locais a ação da dinâmica da água subsuperficial geralmente encontra-se associada aos solos hidromórficos.

**Palavras-chave:** Mapa geomorfológico, tectônica bacia Bauru, Triângulo Mineiro.

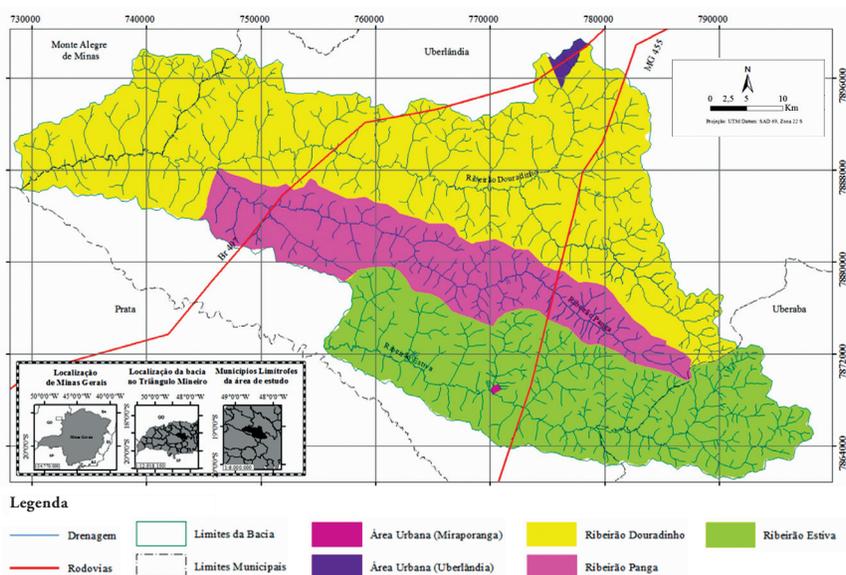
**Abstract:** The plateau areas located in the west of Triângulo Mineiro were identified as flatter areas, formed by continuous action of depositional processes in low tectonic activity times. Geomorphological surfaces with these characteristics were called South American Surfaces formed during the Cretaceous period. This work aimed to develop a mapping to identify the main forms of relief. The development of a paleogeography evolution model of depositional environments is the basis for a geomorphological analysis of the area to explain the genesis and evolution of landforms present in the contact between the plateaus and the relief dissected of the Tijuco River basin (MG). The structural alignment has NW-SE and EW orientation; through this control, it are observed the adaptations of the drainages followed by dissection which gives asymmetry to the valleys. In these locations, the action of subsurface water dynamics is usually associated to hydromorphic soils.

**Keywords:** Geomorphological map, tectonic basin Bauru, Triângulo Mineiro.

## Introdução

A área selecionada para esta pesquisa localizada no Triângulo Mineiro, ao Sul do município de Uberlândia, compreende as bacias dos Ribeirões Douradinho, Panga e Estiva, afluentes do Rio Tijuco (fig. 1). Esta região corresponde à mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, (MG), localmente denominada como Triângulo Mineiro.

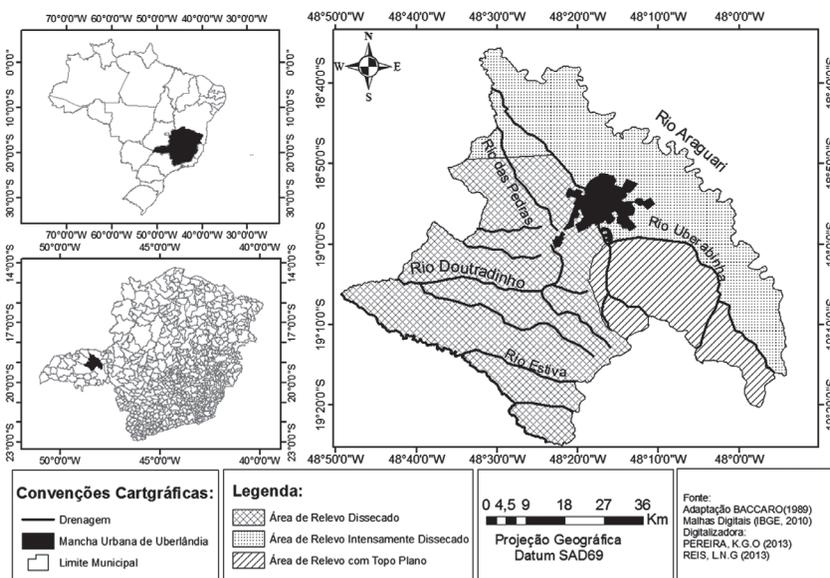
A área foi escolhida por características apontadas por Baccaro (1990) como uma região onde ocorre um maior número de voçorocas, presente no contato, bem marcado, das áreas planas e altas da chapada – superfícies que variam de 850 a 980 metros – com o relevo dissecado da bacia do Rio Tijucu e topografias que variam de 700 até 850 metros.



**Fig. 1** - Localização da área de estudo (Fonte: cartas topográficas da DSG (1983), escala 1:25.000).

*Fig. 1* - Location of the study area (Source: Army topographical Letters of DSG (1983), scale 1:25.000).

No sentido de compreender a gênese desses processos de voçorocamento foi feita uma análise do contexto regional relacionando o conjunto de formas e processos resultado da morfogênese, considerando que tais processos foram observados, de forma mais intensa, no limite que marca dois importantes compartimentos do relevo. Na área de estudo podemos distinguir dois segmentos: o compartimento da chapada corresponde à cabeceira do rio Uberabinha em área de relevo com topos planos; e o compartimento da área dissecada aos Ribeirões Estiva, Panga e Douradinho, que corresponde à área de relevo intensamente dissecado (fig. 2).



**Fig. 2** - Localização da área de pesquisa e dos compartimentos geomorfológicos. Município Uberlândia, Minas Gerais, Brasil (Fonte: Baccaro, 1989).

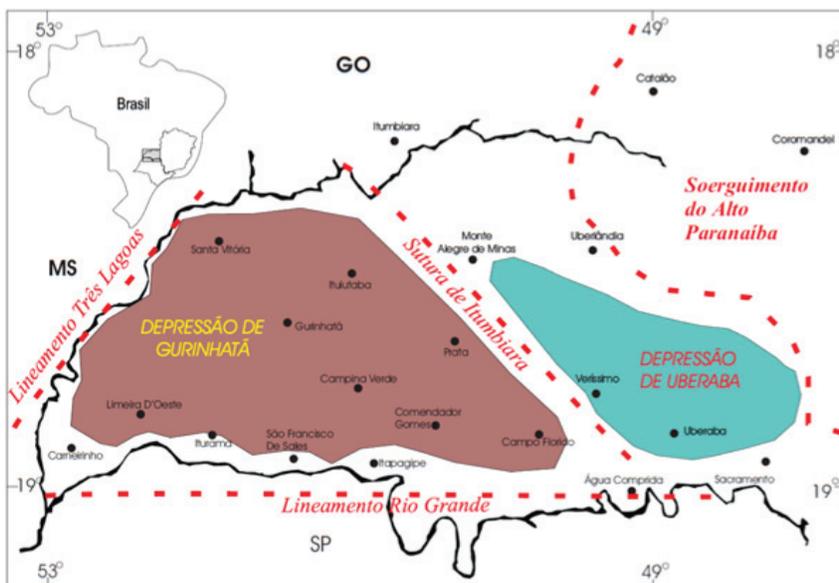
**Fig. 2** - Location of the search area and geomorphological compartments. Uberlândia municipality, Minas Gerais, Brazil (Source: Baccaro, 1989).

A análise geomorfológica foi obtida por meio da pesquisa geológica-geomorfológica a respeito da evolução estrutural das formas do relevo, da região do Triângulo Mineiro que levou à elaboração de um mapeamento que identificasse as principais formas do relevo e sua gênese, numa escala que permitisse sua compreensão. O interesse relevante no estudo de análise da gênese e evolução das formas do relevo tem a necessidade de elaborar estratégia de precaução e medidas de prevenção capazes de reduzir as perdas e danos (econômicos e sociais) causados por processos de voçorocamento. Assim, o mapeamento geomorfológico foi elaborado com enfoque nas formas e espacialização dos processos morfológicos. Em sua elaboração foram empregados levantamento de dados em campo e as ferramentas do Sistema de Informação Geográfica - SIG, no sentido de reunir o maior número de variáveis relativas à variedade de formas encontradas a serem analisadas para melhorar a apropriação do conhecimento sobre os processos geomorfológicos passados e atuais e sua espacialização.

Por muito tempo, houve para explicação de evolução das chapadas, a influência das análises de King (1956) sobre a sua morfogênese. Para ele, as áreas de chapadas do Brasil Central foram consideradas como áreas residuais de um processo erosivo generalizado ocorrido no Terciário, denominado por esse autor como "Superfície Sul-Americana", que associada às oscilações climáticas que interferiram na evolução do modelado. Para King (1956), a evolução morfogenética Cenozóica do Brasil tinha como elemento fundamental a vasta planície produzida por denudação entre o Cretáceo Inferior e o Terciário Médio, quando estas foram soerguidas e dissecadas por erosão policíclica. Segundo Ross (1991), nessa explicação ocorre uma associação entre os conceitos de Davis e Penck. Possivelmente foram identificadas influências: i) de Davis, uma vez que embutida a visão finalista no arrasamento das formas; ii) as ideias de Penck, segundo a qual o relevo evolui em fases ou ciclos de erosão alternados com soerguimento de blocos subcontinentais, que por efeito da compensação isostásica, explicaria os diferentes níveis topográficos; e, iii) o conceito de pediplanação que seria empregado para explicar a evolução da regressão das escarpas, como forma de evolução das vertentes de Penck por recuo paralelo. O que se mostra complicado, conforme Ross (1991), uma vez que emprega exemplos da Serra do Espinhaço e o entorno que não podem ser extrapolados para outros lugares, e por não considerar a existência articulada das faixas móveis, corredores circundantes (depressões) que bordejam as bacias sedimentares.

Uma visão contrária à proposta por King (1956) pode ser encontrada no trabalho apresentado por Batezelli (2003), em que aponta evidências, tanto de soerguimentos, como de movimentação de subsidência de blocos por meio de análise de sedimentos em colunas estratigráficas e medidas de poços tubulares. Tais análises foram apresentadas no mapa morfoestrutural para o Triângulo Mineiro (MG), fig.3. Para o autor, tais processos são consequências dos esforços impostos às placas sul-americanas durante a separação Brasil-África. Nesse trabalho, o autor salienta que a origem das subsidências descritas ocorreu em função da instalação de intrusões alcalinas que deram origem aos plugs vulcânicos de Tapira, em Araxá-MG, Salitre, Serra Negra e Catalão, o chamado Soerguimento Alto Paranaíba (SAP). Ao mesmo tempo, tais subsidências deram origem a uma nova depressão, alongada segundo a direção aproximada de Nordeste-Sudoeste, que se estendia do Sul de Goiás até o

Sudoeste do Estado de São Paulo, denominando esse embaciamento como Bacia Bauru (Batezelli, 2003). Essa abordagem tectono-sedimentar para evolução da Bacia Bauru já se encontra bastante difundida na literatura geológica presente nos trabalhos de Hasui *et al.* (1975), Riccomini (1997), Milani *et al.* (2007), Pereira *et al.* (2012). Nesses estudos, considerou-se a atuação da tectônica não apenas no sistema de drenagem, mas também nas oscilações epirogênicas que soergueram essas chapadas, transformando-as em horst e as demais áreas em semi-graben, rebaixados por sistemas de falhas, como o caso da depressão Uberaba (fig. 3).



**Fig. 3** - Mapa Estrutural do Triângulo Mineiro (Fonte: Batezelli, 2003).

**Fig. 3** - Structural map of the Triângulo Mineiro (Source: Batezelli, 2003).

Desta forma a tectônica teria rebaixado os níveis de base local. A partir desse processo ocorreu o entalhamento da drenagem, a erosão das vertentes, a erosão remontante que avança sobre os pacotes sedimentares nas bordas da chapada. As capturas de drenagem seriam, então, as responsáveis pela morfodinâmica atual no contato entre a chapada e o relevo dissecado da bacia do Rio Tijuco. Esse artigo se justifica pela necessidade de apresentar o mapa geomorfológico que considere a gênese evolutiva como responsável pela evolução das formas.

## Procedimentos Metodológicos

A ênfase na elaboração do mapeamento foi a identificação dos processos pretéritos e atuais agindo nas formas do relevo. Para tal foi empregada uma avaliação da sua morfogênese, capaz de ser observada nos diversos mapeamentos temáticos elaborados para compor um quadro mais completo das variáveis estruturais e morfométricas da área. A aquisição dos dados foi obtida por meio da fotointerpretação de imagens de satélites, as quais tiveram as informações vetorizadas para alimentar o banco de dados por meio do Sistema de Informação Geográfica - SIG. As técnicas de campo e laboratório usualmente empregadas nos levantamentos geomorfológicos foram fundamentais para identificação e interpretação das estruturas, formas e processos compatíveis com a escala de trabalho. Os mapeamentos de suporte foram gerados em camadas distintas como: hipsometria, declividade, geologia, hidrografia, ordem dos canais, sistemas de falhas, áreas côncavas e convexas, suscetibilidade à erosão laminar. Estas foram superpostas e analisadas de forma a contribuir para a elaboração do mapa geomorfológico na escala de 1:25.000 (fig. 4).



**Fig. 4** - Organograma das atividades presentes no desenvolvimento do mapeamento geomorfológico.

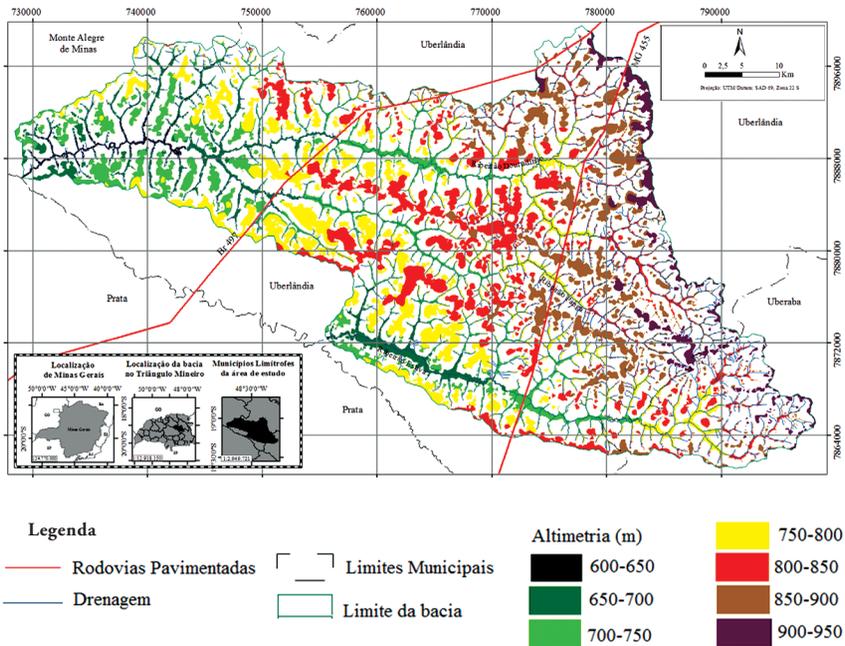
*Fig. 4* - Organization chart of these activities in the development of geomorphological mapping.

Embora seja considerado de grande importância, o mapeamento geomorfológico apresenta, como discute Cunha (2012) e Ross (1992), dificuldades como a representação das formas tridimensionais; complexidade das informações; adequação das informações aos objetivos, tanto no que se refere ao conteúdo como à escala adequada e emprego de informações subjetivas, o que acaba requerendo interpretação de especialistas, dificultando o seu uso por outros profissionais.

No sentido de contornar tais dificuldades, o mapa geomorfológico foi dividido em dois, o mapa geomorfológico I e o II. No primeiro mapa (fig. 5) foi inserida uma análise dos compartimentos do relevo contendo as superfícies planas. Estas áreas foram classificadas por declividades de 0° a 2° (todas as áreas são de baixa declividade) e subdivididas em topos (chapadas degradadas e chapada), nos divisores de água e planícies aluvionares, correspondendo às áreas de acumulação. Todas essas áreas planas foram então reclassificadas pela topografia. Esses dados tiveram a finalidade de demonstrar como as formas de topos e fundos de vales estão dispostas na bacia. Foram analisadas a distribuição desses topos (divisores de água) e sua relação com o padrão de drenagem, e; a disposição das vertentes em relação ao grau de dissecação e, principalmente, a assimetria presente nos vales, identificando a leve tectônica atuante na área. Desta forma, foi possível buscar relações dos fatores do relevo em relação aos processos morfogenéticos, como forma de explicar sua forma e dinâmica.

O mapa geomorfológico II (fig. 9) foi elaborado por meio de fotointerpretação das fotografias aéreas do IBC/GERCA (1979), na escala de 1:25.000, imagens de satélite RapidEyes (2010) que recobre toda a área e por meio dos dados altimétricos presentes nas cartas do Exército (DSG - Departamento de Serviços Geográficos do Exército) na mesma escala. Foram digitalizados e integrados os planos de informações contendo no setor deposicional áreas de acumulação como as áreas de planícies aluvionares. É importante salientar que a escala disponível para o desenvolvimento desse trabalho, não permitiu maiores detalhamentos dos processos deposicionais. No que se refere às formas erosivas, foram mapeadas as voçorocas e ravinas, os rebordos erosivos, as rupturas litológicas, as chapadas degradadas e o topo da chapada. Os rebordos erosivos foram encontrados no contato da chapada com o relevo dissecado, sustentado

por arenitos de forte cimentação carbonática, capaz de reduzir a ação erosiva remonte e promover maior dissecação. As rupturas de declive foram identificadas como lajes expostas, de camadas de diferenças litológicas com presença de material cimentante diverso: como o carbonato de cálcio e o ferro. Essas lajes assinalam trechos em que há variação brusca da topografia, o que eleva a declividade nesses trechos.



**Fig. 5 -** Mapa Geomorfológico I (Fonte: cartas topográficas da DSG (1983)).  
**Fig. 5 -** Geomorphological map I (Source: Army topographical Letters of DSG (1983)).

Quando ocorrem as rupturas de declive é possível observar a presença do lençol freático aflorando na média vertente, paralelo ao canal de drenagem no fundo do vale, marcando a presença de material resistente que favoreceu a acumulação de água nesses segmentos. Elas foram exumadas por processos erosivos, evidenciando diferenças de composição do material que as sustentam. As chapadas degradadas foram obtidas por meio de isolamento das áreas com

declividade de 0° a 2°, correspondendo aos topos planos dos divisores de água das bacias, correspondendo às chapadas originais.

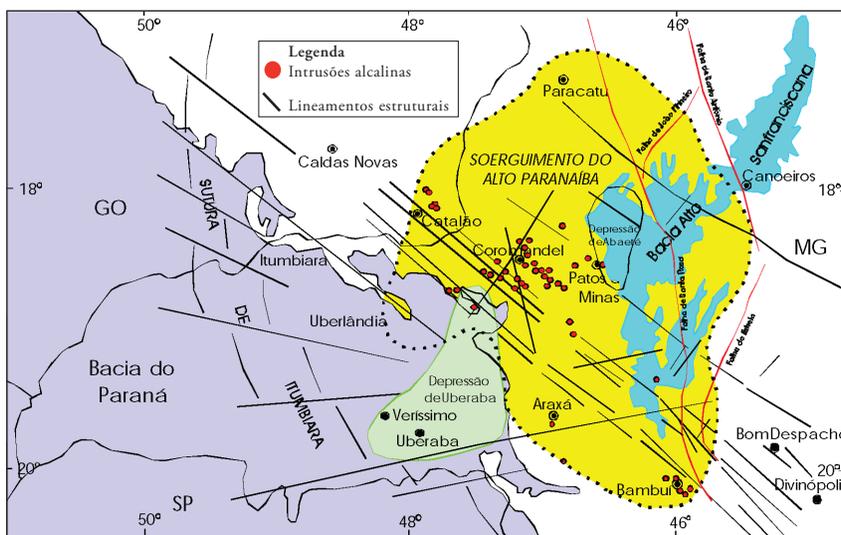
As voçorocas foram identificadas pela fotointerpretação por possuírem formas erosivas sulcadas, com paredes abruptas, com até centenas de metros de comprimento e profundidade que podem chegar a mais de 30 metros, sua forma alongada abre em canal sulcado em forma de dígitos nas cabeceiras.

As ravinas foram identificadas por sulcos rasos deixados como marca de escoamento superficial da água, o que em muitos casos, na área de pesquisa, ocorre formado pelo pisoteio do gado, que criam caminhos. As ravinas foram mapeadas preferencialmente, em áreas em que predomina a atividade de pastagens extensivas, próximas as lagoas de água para o gado, transposição de corpos d'água pelos animais e próximos às sedes de fazendas. Local de fácil concentração da água da chuva.

## **Evolução Geológico-Geomorfológica**

A área de estudo é fruto da reestruturação Meso-Cenozóica que promoveu a deposição das unidades supra-basálticas (Grupo São Bento da Formação Serra Geral) e o Grupo Bauru, que foram preservadas em depressões com diferentes espessuras e diferentes graus de cimentação. A Formação Serra Geral consiste em derrames basálticos continentais, eventos que ocorreram no Cretáceo Inferior. Os basaltos dessa Formação, segundo Corsi (2003), Baccaro (1990), Nishiyama (1989) afloram nos vales dos principais rios do Triângulo Mineiro (MG), como os rios da Prata, Tijuco, Piedade, Araguari, Douradinho entre outros, constituindo vales retilíneos e encaixados. Os basaltos tem idade entre 133 e 131 Ma (Milani *et al.*, 2007) e podem atingir espessuras de 300 a 700m no Triângulo Mineiro (MG), segundo dados de isópacas das rochas efusivas da Formação Serra Geral. A estrutura da rocha é maciça e vesicular com intenso fraturamento, esfoliações esferoidais e disjunção colunares. Essa rocha é disposta em camadas horizontais de composição variada e sua exposição se encontra alterada e intensamente fraturada.

No Cretáceo Inferior os sedimentos do Grupo Bauru fecham o ciclo de deposição na referida bacia. Os ciclos de sedimentação do Grupo Bauru estiveram condicionados por eventos tectônicos como o Soerguimento do Alto Paranaíba - SAP, reativando os planos de falhas na borda Nordeste e Norte e a reativação da Sutura Itumbiara (fig. 6). O SAP gerou um gradiente topográfico que promoveu a instalação de uma área fonte de sedimentos. Os sedimentos oriundos desses altos conformados por uma deposição Nordeste e Sudoeste, que se estendeu do Alto Paranaíba até Uberaba. As sucessivas reativações dos planos de falhas na borda da Nordeste da bacia permitiram a instalação de sucessivos ciclos erosivos-deposicionais que contribuíram com a sedimentação do Grupo Bauru. Na área de pesquisa, o Grupo Bauru é representado pela Formação Marília, Uberaba e Adamantina (fig. 7 e 8).

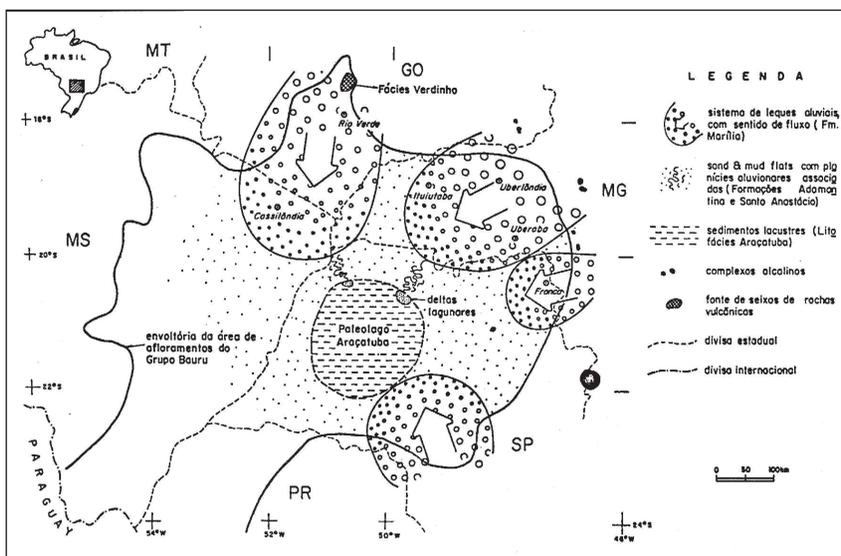


**Fig. 6** - Mapa estrutural do Oeste de Minas Gerais (Fonte: Batezelli, 2003).

**Fig. 6** - Structural map of the West of Minas Gerais (Source: Batezelli, 2003).

A designação Formação Marília empregada por Almeida e Barbosa (1953), Fernandes (2004) correspondem aos sedimentos grossos da parte superior do Grupo Bauru, caracterizados por presença de nódulos e de cimentação carboná-

tica. A origem dos sedimentos segundo Fernandes (2004), deriva da reativação de estruturas tectônicas nas margens norte e nordeste e leste, o que pode ter provocado alteração no quadro paleogeográfico da bacia. Tais eventos podem ter sido os agentes do avanço dos leques aluviais em direção ao interior da bacia Bauru. As mudanças climáticas graduais trouxeram mais umidade para a região. Após o fim do Cretáceo houve, segundo Fernandes (2004), a inversão do movimento do substrato da Bacia Bauru, expondo camadas neocretáceas.

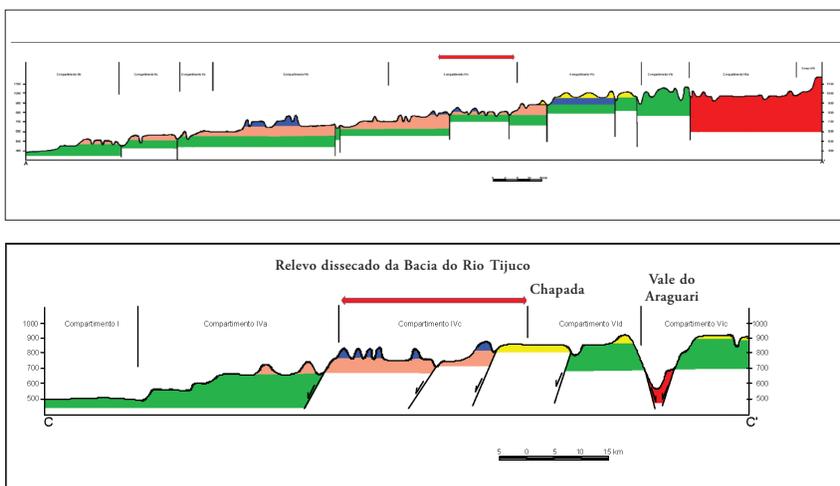


**Fig. 7** - Esquema Paleogeográfico do Grupo Bauru (Fonte: Etchebehere *et al.*, 1993).

*Fig. 7 - Paleogeography scheme Bauru Group (Source: Etchebehere *et al.*, 1993).*

Essa unidade é composta por arenitos grossos conglomeráticos e conglomerados com grãos angulosos e teor de matriz variada. Uma das características da Formação é a intensa cimentação carbonática ( $\text{CaCO}_3$ ), (Batezelli, 2003). Para melhor compreender a Formação Marília, nessa área, ela é apresentada por sua subdivisão em Serra da Galga e Ponte Alta.

A gênese do Membro Ponte Alta para Maoski (2012), corresponde aos depósitos em ambiente de alta energia, em que são encontrados clastos silicosos acumulados na forma de leques aluviais com passagem gradual para planície areno-lamítica, cimentado pelo carbonato de cálcio.



**Fig. 8** - Perfil dos compartimentos morfoestruturais do Triângulo Mineiro  
(Fonte: Corsi, 2003).

*Fig. 8 - Profile of morphostructural compartments of Triângulo Mineiro  
(Source: Corsi, 2003).*

Assim, durante os períodos de seca ocorreria a formação dos solos calcários nas planícies e nas margens dos lagos efêmeros, seguidos de períodos de chuva que aumentavam a vazão dos rios aumentando a carga detrítica transportada. Ao mesmo tempo a origem dos calcretes se deu a partir de águas subterrâneas (Fernandes, 1998 e Maoski 2012). Neste caso, o agente responsável pela formação dos calcretes é a ação do lençol freático, com suas variações sazonais. Para Ribeiro (2001), as rochas teriam sido diferenciadas pela formação de corpos de calcretes bem desenvolvidos por ação das águas subterrâneas.

Nas rochas do Membro Serra da Galga predominam os eventos associados à eodiagênese e, assim como o ambiente deposicional, mostram íntima relação com as condições climáticas de semi aridez. 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 ocorrerem flutuações no nível do lençol freático, mudanças de pH e temperatura, formaram os silcretes (Ribeiro, 2001). As rochas desta unidade são mal a pobremente selecionadas, ocorrendo localmente moderado

selecionamento. Esta característica deve-se à cimentação precoce por sílica confirmada pela presença intensa de argilominerais do grupo da paligorskita-sepiolita. As principais estruturas sedimentares são estratificações cruzadas, estruturas de escavação e preenchimento e pelotas de argila (Barcelos, 1984).

No Triângulo Mineiro essa Formação aflorada na região centro e leste, é constituída por arenitos finos, bem selecionados, de coloração avermelhada e com estratificação cruzada de grande porte (até 3 metros) e com alto ângulo de inclinação; estratificação plano-paralela e com marcas onduladas. Na área de pesquisa ela se encontra em contato com a chapada por volta de 850m de altitude. Em campo foi observada próximo aos afloramentos de água em siltitos duros e em canais moldados pela água. Mesmo em decomposição apresenta-se com estrutura preservada. Os lamitos e siltitos acanalados, segundo Batezelli (2003), ocorrem com laminação plana paralela, com marcas de ondulações intercaladas com níveis centimétricos e decimétricos de arenito muito fino, cimentado ou não por carbonato de cálcio. Esses arenitos são encontrados sobre os basaltos da Formação Serra Geral, em contatos abruptos e erosivos. O contato superior se dá com os arenitos e conglomerados da Formação Marília.

As medidas em campo mostram que o contato com o basalto ocorre por volta dos 730m, com espessura média de 120m. Nessa formação são encontradas discontinuidades litológicas onde há a ocorrência de material mais fino, compactado, ou com forte cimentação carbonática, ou também a ocorrência de cascalheiras. Nesses pontos, foram encontradas couraças ferruginosas em que é possível observar afloramentos de água, que dão origem às hidromorfias de média encosta. Nessa Formação Marília foi encontrado o maior número de voçorocas.

Batezelli (2003) descreve a Formação Uberaba como sendo típica de depósitos conglomeráticos diamantíferos do Alto Paranaíba. O termo Uberaba foi empregado por Barbosa (1934) para denominar os arenitos esverdeados que capeiam os basaltos da Formação Serra Geral referindo-se aos arenitos argilosos de Uberaba, vermelhos por ação do intemperismo sobre camadas de tufitos de idade jurássica. No entanto, Hasui e Cordani (1968) afirmam que as rochas vulcânicas mesozóicas no Triângulo Mineiro têm idade neocretácica, por meio de datação pelo método K – Ar (Saad *et al.*, 1971) propõem a inclu-

são do termo piroclástico vulcânico para a Formação Uberaba afirmando que os tufos vulcânicos são intercalados com o calcário Ponte Alta. Por meio de dados paleontológicos, Batezelli (2003), considera que a deposição do arenito da Formação Uberaba tenha sido campaniana (83,6 a 72,1 Ma). As rochas da Formação Uberaba, segundo Ferreira Junior (1996) são rochas areníticas ricas em feldspatos pobremente selecionados com granulometria variada de areia fina a muito grossa. O autor aponta que a deposição ocorreu em ambiente fluvial entrelaçado, marcado pela migração lateral dos canais e fluxo aquoso perene.

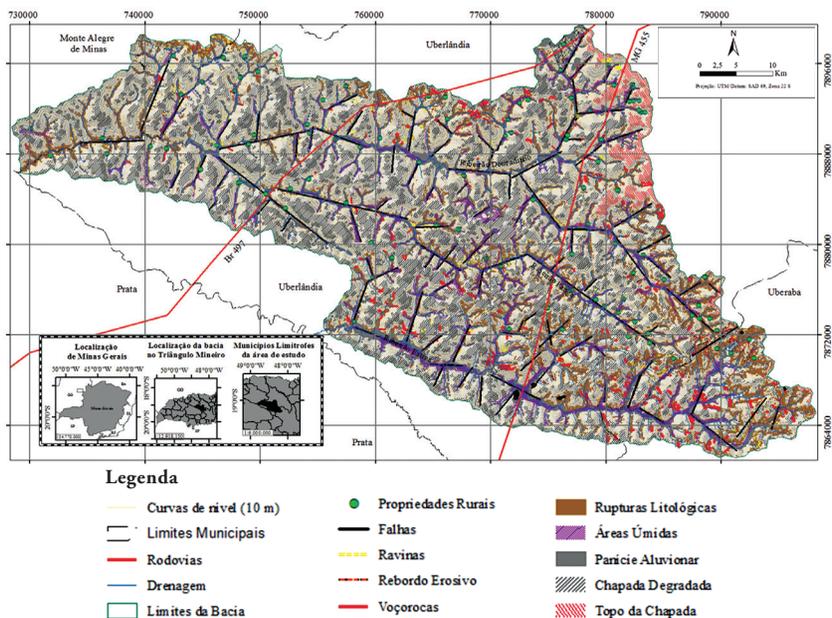
O sistema de falhas controla a drenagem demonstrando a força inicial do processo de subsidência. O alinhamento estrutural tem orientação NW-SE e E-W. Por meio desse controle são observadas as adaptações das drenagens seguidas da dissecação que confere assimetria dos vales. O resultado obtido do mapeamento destacou áreas soerguidas, do tipo horst, como a chapada e outras rebaixadas por subsidência no qual se instalou a área de pesquisa. Por outro lado, a atuação da tectônica indicou que as áreas de cabeceiras e das margens direitas dos cursos do Ribeirão Douradinho, Panga e Estiva são as mais propensas ao avanço das voçorocas e de ravinas profundas, decorrentes do basculamentos dos blocos.

No contato da chapada com o relevo dissecado, a ação da tectônica no rebaixamento do nível de base, as diferenças de cimentação carbonática e ferruginosa são fatores relevantes para explicar a evolução do relevo. A captura da drenagem subsuperficial da chapada foi comprovada por dados morfométricos. A Formação Ponte Alta refere-se aos arenitos carbonáticos em alguns pontos apresentam litofácies intensamente cimentadas Fernandes (2004). Os interflúvios correspondem à chapadas dissecadas que se apresentam como áreas de amplos topos planos com declividades de 0° a 2°. Esses topos sofrem a meteorização em áreas com acúmulo de água e, desgaste por transporte de material superficial por ação do escoamento superficial e subsuperficial por ação de concentração do fluxo em dutos. A influência litoestrutural explica o surgimento do intenso processo erosivo presente nessas cabeceiras de drenagens (fig. 4).

A dinâmica subsuperficial da água desempenha um papel importante em associação com presença das discontinuidades litológicas próprias da gênese dos arenitos do grupo

Bauru caracterizado pela existência de soleiras rochosas. Nesses locais a ação da dinâmica da água subsuperficial geralmente encontra-se associada aos solos hidromórficos.

No Mapa Geomorfológico I (fig. 4), os topos demonstram em vários trechos das principais drenagens que as margens possuem topografias mais elevadas nas margens direitas. Os topos das margens direitas estão mais próximos dos canais de drenagem por serem áreas mais elevadas e com maior declividade. Essa característica evidencia o basculamento das vertentes de Norte para Sul, ou do topo da chapada, que consideramos um (host) para a depressão Uberaba ao Sul. Outros aspectos derivados desse comportamento tectônica das vertentes é o comprimento das drenagens das margens direitas, maiores do que os afluentes da margem esquerda; da mesma forma os rebordos erosivos, presentes no Mapa Geomorfológico II, são encontrados em maior número nas margens direitas. O desenvolvimento das formas evoluiu controlado pela movimentação tectônica seguido da ação erosiva da água que expôs os diferentes níveis de cimentação dos arenitos (fig. 8).



**Fig 9** - Mapa Geomorfológico II (Fonte: Cartas Topográficas da DSG (1983), Fotografias Aéreas IBC/GERCA (1979) Imagens Rapideyes (2010)).

*Fig. 9 - Geomorphological map II (Source: Army topographical maps (DSG 1983), photos air IBC / GERCA (1979) Images Rapid Eyes (2010)).*

O cotovelo encontrado na drenagem do Ribeirão Panga e a dinâmica das rupturas litológicas mostram a orientação da drenagem com direção NW, a montante, e é interrompida por uma falha E-W, retornando o alinhamento NW. O cotovelo identifica o desalinhamento do bloco para o Sul e da mesma forma, o comportamento das rupturas. Nelas foram observados como mais expressivas e mais marcadas na margem direita do canal. Elas estão mais próximas ao canal, demarcadas por maiores declividades.

## Conclusão

No Ribeirão Água Limpa e seu afluente, o Ribeirão Água Vermelha, no contato das chapadas com o relevo dissecado, onde ocorrem as cabeceiras de drenagem é possível observar o início da movimentação tectônica do contato. Nesse ponto, do contato em diante, as nascentes possuem uma variação altimétrica cada vez mais acentuada, apresentando duas formas de contato: i) o contato com voçorocas ativas, e; ii) o contato com voçorocas estabilizadas por atingir soleiras rochosas que atenuam o recuo de suas cabeceiras. A influência da litoestrutural pode explicar o surgimento do intenso processo erosivo presente nas cabeceiras de drenagem. O sistema de falhas controlando a drenagem demonstra a força inicial do processo de subsidência.

A cabeceira do Ribeirão Estiva possui uma bifurcação em três cabeceiras de drenagens. Acredita-se que a drenagem mais expressiva no avanço da chapada é a que corresponde ao Córrego Mata Burro. Por sua semelhança com o avanço erosivo, acredita-se que ela tenha sido no passado uma voçoroca que se tenha estabilizado pela sustentação das rupturas litológicas, diferentes tipos de cimentação presente no pacote, nas vertentes, e na cabeceira de drenagem o rebordo erosivo, sustentado por arenito calcífero tenha freado seu avanço. Essa feição pode ter sido reflexo da movimentação tectônica e do ajustamento da drenagem ao novo nível de base. No divisor de água próximo a cabeceira do

Córrego Mata Burro, é encontrado um limite das nascentes do Ribeirão Água Limpa e do Ribeirão Panga que apresentam um conflito de captura do lençol freático. A resistência das lajes, nesse local, com forte cimentação carbonática tem potencial para redirecionar as cabeceiras.

Os processos morfogenéticos que predominam na área associam a ação da tectônica (levantamento e subsidência) e os processos fluviais, voçorocamento, capturas de drenagem, hidromorfias de média encosta e os escoamentos superficiais e subsuperficiais. Esses processos discutidos foram os mais significativos na gênese e evolução das formas do relevo.

A tectônica teve um papel atuante trazido para esse trabalho por meio do referencial teórico, mas o campo e a análise da morfometria puderam auxiliar na leitura de como ela provocou o ajuste da dinâmica hídrica nas vertentes. A orientação dos basculamentos foi importante para compreender o comportamento das margens direitas mais afetadas pelo basculamento. A tectônica nas bordas pode ser a explicação para a gênese das voçorocas, como estão ativas, pode ter origem neotectônica, uma vez comprovada em outros estudos posteriores. A localização das voçorocas tem uma forte tendência de terem o seu caráter acelerado pelo basculamento dos blocos, reativando a erosão remontante,

A drenagem tem forte controle exercido pela tectônica antiga, no entanto anomalias e outros processos da drenagem podem ter origem na neotectônica, os quais precisam ser melhor detalhados.

Acredita que os esforços da estrutura durante o Cretáceo-Terciário provocou a origem do Soerguimento do Alto Paranaíba, uma feição tectônica responsável pela movimentação de antigas zonas de falha paralelas à Sutura de Itumbiara. A movimentação tectônica agiu desarticulando os depósitos do Grupo Bauru presentes na área de pesquisa, gerando as depressões estruturais de Uberaba ao Sul (Graben) e a Leste, o levantamento da Chapada (Horst). Essa movimentação tectônica no passado foi a responsável pelo ajustamento das drenagens, com a expansão do comprimento e concentração de capturas das drenagens da margem direita, e na borda da chapada. A morfometria evidenciou a dinâmica de escoamento superficial e subsuperficial como importante agente morfogênico na evolução do modelado. O resultado obtido do mapeamento de suscetibili-

dade à erosão laminar destacou a atuação da tectônica indicando que as áreas de cabeceiras e das margens direitas dos cursos d'água são as mais propensas ao avanço das voçorocas e ravinas. No contato da chapada com o relevo dissecado, a ação da tectônica no rebaixamento do nível de base e as diferenças de cimentação carbonática e ferruginosa foram fatores relevantes para a evolução atual e futura do relevo. A captura da drenagem subsuperficial da chapada foi comprovada por dados morfométricos. Nos pontos sem a ocorrência do "casco de burro", arenitos de forte cimentação carbonática, as voçorocas têm avanço retardado quando está presente, ocorre uma retenção no avanço das voçorocas, pela ação de resistência da cimentação das lajes freáticas do Membro Ponte Alta.

## Referências bibliográficas

- Almeida, F. F. M., Barbosa, O. (1953). *Geologia das Quadrículas de Piracicaba e Rio Claro*, Estado de São Paulo. Rio de Janeiro: DNPM/DGM.
- Baccaro, C. A. D. (1989). Estudos Geomorfológicos do Município de Uberlândia. *Revista Sociedade e Natureza*, v. 1, n. 1, p. 17 – 21.
- Baccaro, C. A. D. (1990). *Estudos dos processos geomorfológicos de escoamento pluvial em área de cerrado. Uberlândia - MG* (Tese de Doutorado). Instituto de Geografia (IG), Departamento de Geografia (DEGEO), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH), USP, São Paulo.
- 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* (Tese de Livre Docência). Instituto de Geociência e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Batezelli, A. (2003). *Análise da sedimentação cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes*. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro: Universidade Estadual Paulista - UNESP. Doutorado em Geociências 2003.
- Corsi, A. C. (2003). *Compartimentação Morfoestrutural da Região do Triângulo Mineiro (MG): Aplicado a exploração de Recursos Hídricos Subterrâneos*. Rio Claro - SP: Universidade Estadual Paulista - UNESP: 254 p.
- Cunha, C. M. L. A (2012). Cartografia Geomorfológica como Instrumento de Análise das Fragilidades Ambientais: Um exemplo no Litoral Brasileiro. *Revista GEONORTE*, v. Edição Especial - 2, n. 4, p. 1 - 10.
- Etchebehere, M. L. de C., Silva, R.B. da, Saad, A.R., Resende, A.C. de. (1993). Reavaliação do potencial do Grupo Bauru para evaporitos e salmouras continentais. *Revista Geociências*, v. 12, p. 333-352.
- Fernandes, L. A. (1998). *Estratigrafia e Evolução Geológica da Parte Oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil)* (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo. São Paulo.

- Fernandes, L. A. (2004). *Mapa Litoestratigráfico da Parte Oriental da Bacia Bauru* (PR, SP, MG), Escala 1:1.000.000 Boletim Paranaense de Geociências., v. 55, p. 53-66.
- Ferreira Jr., P. D. (1996). *Modelo Depositional e Evolução Diagenética da Formação Uberaba, Cretáceo Superior da Bacia do Paraná, na Região do Triângulo Mineiro* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 175p.
- Hasui, Y & Cordani Ug. (1968). Idade Potássio-Argônio de rochas eruptivas Mesozóicas do Oeste Mineiro e sul de Goiás. *In Congresso Brasileiro de Geologia*, 22., Belo Horizonte, 1968. Anais, Belo Horizonte, SBG, p. 139-143.
- IBC/GERCA - INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ/GRUPO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO ECONÔMICA DA CAFEICUTURA (1979). Fotografias aéreas. Escala 1:25.000.
- Hasui, Y., Sadowski, G.R., Suguio, K., Fuck, G.F., (1975). The Phanerozoic Tectonic Evolution of the Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciência*, v. 47, n. 314, p. 431-438.
- King, L. C. A (1956). Geomorfologia do Brasil Oriental. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro. v. 18, n. 2, p. 147-266.
- Maoski, E. (2012). *Gênese dos Calcretes da Formação Marília no Centro-Oeste Paulista e Triângulo Mineiro, Bacia Bauru (Ks)* (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- MilanI, E. J. Melo, J. H. G., Souza, P. A., Fernandes, L. A., França, A. B. (2007). Bacia do Paraná. *Boletim de Geociências Petrobras*, v. 15, n. 2, p. 265-287.
- Nishiyama, L. (1989). Geologia do município de Uberlândia (MG) e áreas adjacentes. *Sociedade & Natureza*, v. 1, n.
- Pereira, E., Carneiro, C. D. R., Bergamaschi, S., Almeida, F. F. M. (2012). A Evolução das Sinéclises Paleozóicas: Província Solimões, Amazonas, Parnaíba e Paraná. *In Hasui, Y., Carneiro, C. D. R., Almeida, F. F. M., Bartorelli, A. (Ed.). Geologia do Brasil*. São Paulo: Becca, 2012. p.374-394.
- Ribeiro, D. T. P. (2001). Diagenese das Rochas do Membro Serra da Galga, Formação Marília, Grupo Bauru (Cretáceo da Bacia do Paraná), na Região de Uberaba. Minas Gerais. *Revista Brasileira de Geociências* 31(1):7-12.
- RiccominI, C. (1997). Arcabouço Estrutural e Aspectos do Tectonismo Gerador e Deformador da Bacia Bauru no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geociências* v. 27, n. 2, p. 153-162.
- Ross, J. L. S. (1992). *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. São Paulo: Ed. Contexto.
- Ross, J. L. S. (1991). O Relevo Brasileiro, as Superfícies de aplainamento e os Níveis Morfológicos. *Revista do Departamento de Geografia*, 5 FFLCH- USP São Paulo.