UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

MÁRIO TEIXEIRA RODRIGUES BRAGANÇA

SUPERFÍCIES DE EROÇÃO DO SETOR CENTRO-ORIENTAL
DA BACIA DO RIO PARACATU, NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Profa. Dra. Déborah de Oliveira
“De acordo”
Em 27/06/2012

VERSÃO CORRIGIDA

“O exemplar original se encontra disponível no CAPH da FFLCH”

SÃO PAULO
2012

MÁRIO TEIXEIRA RODRIGUES BRAGANÇA

Superfícies de erosão do setor centro-oriental
da bacia do rio Paracatu, no Estado de Minas Gerais

Dissertação apresentada à Faculdade de
Filosofia, Letras e Ciências Humanas da
Universidade de São Paulo, para obtenção do
título de Mestre em Ciência

Área de Concentração: Geografia Física

Orientadora: Profa. Dra. Déborah de Oliveira

VERSÃO CORRIGIDA

“O exemplar original se encontra disponível no CAPH da FFLCH”

São Paulo

2012

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

B813s Bragança, Mário Teixeira Rodrigues
Superfícies de erosão do setor centro-oriental da
bacia do rio Paracatu, no Estado de Minas Gerais /
Mário Teixeira Rodrigues Bragança ; orientadora
Déborah de Oliveira. - São Paulo, 2012.
109 f.

Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Filosofia,
Letras e Ciências Humanas da Universidade de São
Paulo. Departamento de Geografia. Área de
concentração: Geografia Física.

1. Geomorfologia. 2. Superfícies de erosão. 3.
Paisagem. 4. Rio Paracatu. 5. Bacia Sanfranciscana.
I. Oliveira, Déborah de, orient. II. Título.

Nome: BRAGANÇA, Mário Teixeira Rodrigues

Título: Superfícies de erosão do setor centro-oriental da bacia do rio Paracatu, no Estado de Minas Gerais

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciência

Área de Concentração: Geografia Física

Aprovado em: 03/05/2012

Banca Examinadora

Profa. Dra. Déborah de Oliveira
(Orientador)

Julgamento: _____

Instituição: Universidade de São Paulo

Assinatura: _____

Prof. Dr. Adilson Avansi de Abreu

Julgamento: _____

Instituição: Universidade de São Paulo

Assinatura: _____

Prof. Dr. Roberto Célio Valadão

Julgamento: _____

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais

Assinatura: _____

Dedico esse trabalho à minha família, com admiração e gratidão por sua compreensão, carinho, entusiasmo e incansável apoio ao longo de uma caminhada a muito iniciada e que ora faz sua primeira parada para descanso.

AGRADECIMENTOS

À Profa Dra. Déborah de Oliveira, pela oportunidade, convivência e paciência no trabalho de orientação, que muito contribuiu para meu crescimento científico e intelectual.

Ao Prof. Dr. Adilson Avansi de Abreu, pelas oportunidades, de porta sempre aberta e pronto para as discussões sobre temas da geomorfologia.

À Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, da USP, pela acolhida e apoio acadêmico e administrativo, na figura da Secretária da Pós-Graduação Regina Celi Sant'Ana.

Ao Professor Ailton Mota e Carvalho, amigo, colega de trabalho, pela disponibilidade para leitura da versão preliminar da dissertação. Suas sugestões e contribuições foram fundamentais para fazer avançar o trabalho sem, contudo, lhe imputar as responsabilidades pelos eventuais equívocos e omissões.

Em especial agradeço sinceramente a meu pai e minha mãe, que nunca mediram esforços para realizar os sonhos de um filho, no qual sempre acreditaram e investiram incondicionalmente. O carinho, a segurança do lar, a referência moral, a lisura ética e o apoio financeiro constituíram os fundamentos de uma vida.

À Professora Danúbia Aline Silva Sampaio pela leitura crítica e revisão ortográfica.

À Professora Fabiana Ferreira Silva, pela revisão do Abstract.

À Geógrafa Máisa Araújo, pelo apoio com o software Arcgis.

Aos colegas professores das Escolas Municipais Frei Rogato e Maria Mourici Granieri, em Betim/MG, pela convivência, carinho e incentivo constante.

A todos com quem tive a oportunidade de compartilhar minhas angústias, ansiedades e expectativas em relação ao curso de Mestrado.

Finalmente, aos Professores Roberto Célio Valadão e Adilson Avansi de Abreu, pela oportunidade do debate e por suas críticas e sugestões na ocasião da defesa, que contribuíram significativamente para o amadurecimento e aprimoramento do trabalho.

“[...] toda sedimentação resulta de uma questão de relêvo, partes elevadas sujeitas à erosão e partes baixas submetidas à deposição conseqüente” (FREITAS, 1951b, p. 191)

RESUMO

BRAGANÇA, M.T.R. **Superfícies de erosão do setor centro-oriental da bacia do rio Paracatu, no Estado de Minas Gerais**. 2011, 110 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

A regularidade do relevo da bacia hidrográfica do rio Paracatu, inserida no Escudo Atlântico, preserva uma coluna estratigráfica em suas condições originais de deposição e com registros de movimentos crustais de pequena dimensão. Por isso, buscou-se associar a evolução da geomorfologia da bacia do rio Paracatu aos materiais e estrutura, na busca da compreensão da evolução do relevo da área; para tanto, foram consideradas as sucessões sedimentares, discordâncias e patamares erosivos, condição necessária para identificar e descrever padrões geomórficos regulares na paisagem. Revisão da bibliografia geológica e geomorfológica, manipulação da cartografia geológica e topográfica e sua integração e tratamento em SIG, a construção de perfis topográficos a partir de um modelo digital de terreno e campanhas de reconhecimento de campo nortearam os trabalhos, levando à identificação e descrição de quatro superfícies erosivas que registram as marcas da evolução geomorfológica regional: Superfície de Planaltos Tabulares, Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados, Superfície de Planaltos Baixos com Pedimentos Ravinados e Vales Encaixados e Superfície da Depressão da Planície Fluvial do Rio Paracatu, ponto de convergência da reconstituição da história geomorfológica da área de estudo, resultando na composição de um mapa de superfícies de erosão.

Palavras chave: Geomorfologia, Superfícies de Erosão, Evolução do Relevo, Bacia do Rio Paracatu, Bacia Sanfranciscana.

ABSTRACT

BRAGANÇA, M.T.R. **Erosion Surfaces in the central eastern sector of Paracatu river catchment, State of Minas Gerais.** 2012, 110 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

The regularity of the relief of Paracatu Catchment inserted into Atlantic Shield, is preserved in weathering and erosion resistant rocky layers. It is organized in a stratigraphic column which keeps its original conditions of deposition with recordings of small dimension crustal movements, allowing the ideal theoretical conditions for the study of erosion surfaces. To associate the evolution of geomorphology of Paracatu River Catchment to material and structure, looking for explanations to the preservation of erosion surfaces in the arrangement of sedimentary successions, unconformities and erosive plateaus were the conditions to identify and describe four surfaces which record the regional morphological evolution: Tabular Plateau Surface, Tabular Plateau Surface with Dissected Valleys, Low Tableland with Ravined Pedments and Dissected Valleys Surface, and Paracatu River Fluvial Plain Depression Surface. A broad fieldwork through a general and regional approach, followed by an intense bibliographic review and manipulation of topographic and geologic maps and its manipulation in GIS, through a development of a Digital Terrain Model and many topographic profiles, allowed to describe the relief in suggesting the reconstitution of the geomorphological history of the study area, resulting in an erosion surfaces map. The origin of this erosion surfaces can be correlated to four tectonic cycles, that elevated the Brazilian Platform since the Cretaceous until Pleistocene, with drainage incision and dissection of the landscape.

Key words: Geomorphology, Erosion Surfaces, Relief Dynamic, Paracatu River Catchment, Sanfranciscan Basin.

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Articulação da carta topográfica do Brasil, escala 1:100.000, na bacia do rio Paracatu. -----	6
Mapa 2 – Articulação da carta geológica do Brasil, escala 1:100.000 e 1:250.000, na bacia do rio Paracatu. -----	7
Mapa 3 – Localização da bacia do rio Paracatu em relação ao estado de Minas Gerais e ao Brasil -----	18
Mapa 4 – Localização da área de estudo e seus limites e sedes municipais. -----	19
Mapa 5 – Sedes urbanas, drenagem principal, sistema viário e distribuição dos pontos observados durante as campanhas de campo. -----	20
Mapa 6 – Unidades geotectônicas da América do Sul. -----	29
Mapa 7 – Delimitação e mapa Geológico simplificado do Cráton do São Francisco. -----	30
Mapa 8: Mapa simplificado da Bacia Sanfranciscana, com indicação da bacia do rio Paracatu e da área de estudo. -----	31
Mapa 9 – Limite e localização da bacia do rio Paracatu e da área de estudo em relação à Bacia Sanfranciscana. -----	33
Mapa 10 – Falhas reconhecidas e inferidas na área estudo, no contexto da estruturação tectônica da subbacia Abaeté -----	35
Mapa 11 – Localização dos perfis topográficos elaborados na bacia do rio Paracatu. -----	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos.	12
Figura 2 – Coluna estratigráfica do Supergrupo São Francisco. Modificado de Tschidel (2004).	37
Figura 3 – Coluna estratigráfica da Bacia Sanfranciscana	40
Figura 4 – Imagem de satélite Landsat – TM 7, de junho de 2006, mostrando remanescente da Superfície de Planaltos Tabulares.....	72
Figura 5 – Imagem do satélite Landsat – TM 7, de junho de 2006, mostrando a Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados.	77
Figura 6 – Imagem do satélite Landsat – TM 7, de junho de 2006, mostrando a Superfície de Planaltos Baixos com Pedimentos Ravinados e Vales Encaixados.	80
Figura 7 – Imagem do satélite Landsat – TM 7, de junho de 2006, mostrando a Superfície da Depressão da Planície Fluvial do Rio Paracatu.	85

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 1 – Afloramento da Formação Três Marias, no leito do Córrego do Toucinho.	38
Foto 2 – Detalhe dos arenitos e siltitos arroxeados da Formação Três Marias.	38
Foto 3 – Errático atribuído ao Grupo Santa Fé. Observado em voçoroca ao lado direito da estrada em direção a Canabrava, cerca de 500 metros após o entroncamento com a MG402, município de João Pinheiro.	41
Foto 4 – Afloramento dos conglomerados da Formação Abaeté, próximo à Fazenda Mandacaru, no interflúvio da margem esquerda do rio do Sono, em João Pinheiro.	43
Foto 5 – Arenitos eólicos da Formação Três Barras, com estratificações cruzadas. Situado ao lado direito da rodovia MG402, no município de Buritizeiro.	43
Foto 6 – Alteritos desenvolvidos sobre a Formação Capacete, vistos em talude da BR365, no município de Buritizeiro, em direção a Luizlândia do Oeste.	45
Foto 7 – Formação aluvial (Quaternário) à margem do rio Paracatu, em João Pinheiro.	47
Foto 8 – Cidade de Brasilândia de Minas, em primeiro plano, instalada sobre extensa formação alúvio-eluvionar. Em segundo plano, à esquerda, o rio Paracatu e em último plano, o compartimento orográfico da Serra da Maravilha.	48
Foto 9 – Lateritas da Formação Chapadão, na borda do Chapadão dos Gerais, margem direita do rio do Sono, município de Buritizeiro.	48
Foto 10 – Superfície de Planaltos Tabulares, no Chapadão dos Gerais, vista da MG402, no município de Buritizeiro. Os taludes vermelhos exibem arenitos da Formação Capacete, localmente capeados por uma carapaça laterítica.	71
Foto 11 – Talude da rodovia MG181, Serra da Maravilha, entre João Pinheiro e Brasilândia de Minas, mostrando o capeamento dos arenitos da Formação Três Barras pelas lateritas concrecionadas da Formação Chapadão, impedindo o desmonte do compartimento.	72
Foto 12 – Vista da Superfície de Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados, correlata da Sul-Americana, próximo à localidade de Olhos D'Água do Oeste, município de João Pinheiro.	76
Foto 13 – Capeamento laterítico granular da Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados, observado na Serra de Santa Teresa.	77
Foto 14: Morfologia da Superfície de Planaltos Baixos com Pedimentos Ravinados e Vales Encaixados, no vale do ribeirão Canabrava.	79
Foto 15 – Superfície de Planaltos Baixos com Pedimentos Ravinados e Vales Encaixados, observada no município de João Pinheiro, próximo à localidade de Canabrava, na estrada de acesso à Fazenda Mandacaru.	80
Foto 16 – Superfície da Depressão da Planície Fluvial do Rio Paracatu, vista da Serra do Boqueirão, em direção noroeste, próximo a Brasilândia de Minas.	84
Foto 17 – Superfície da Depressão da Planície Fluvial do Rio Paracatu, com relevo plano esculpido sobre material elúvio-coluvionar, associado às Rochas dos Grupos Bambuí e Santa Fé e aporte coluvionar dos litotipos adjacentes, município de Brasilândia de Minas.	85

LISTA DE PERFIS TOPOGRÁFICOS

Perfil 1 – Perfil topográfico A – A' .	91
Perfil 2: Perfil topográfico A – A', com nivelamento topográfico das quatro Superfícies de Erosão e indicação da correlação entre os compartimentos topográficos e a altitude das quatro Superfícies de Erosão.	91
Perfil 3: Perfil topográfico A – A', com nivelamento topográfico das quatro Superfícies de Erosão, indicação da correlação entre os compartimentos topográficos, altitude das quatro Superfícies de Erosão em relação aos litotipos regionais.	92
Perfil 4 – Perfil topográfico B – B' .	93
Perfil 5: Perfil topográfico B – B', com nivelamento topográfico das quatro Superfícies de Erosão e indicação da correlação entre os compartimentos topográficos e a altitude das quatro Superfícies de Erosão.	93
Perfil 6 – Perfil C – C' .	94
Perfil 7: Perfil C – C', com nivelamento topográfico das quatro Superfícies de Erosão e indicação da correlação entre os compartimentos topográficos e a altitude das quatro Superfícies de Erosão.	94
Perfil 8 – Perfil D – D' .	95
Perfil 9: Perfil D – D', com nivelamento topográfico das quatro Superfícies de Erosão e indicação da correlação entre os compartimentos topográficos e a altitude das quatro Superfícies de Erosão.	95

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: SÍNTESE DA CORRELAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS SUPERFÍCIES DE EROÇÃO IDENTIFICADAS NA BACIA DO RIO PARACATU.	96
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Precipitação média nas estações meteorológicas de Montes Claros, João Pinheiro e Paracatu.	23
Gráfico 2: Distribuição anual da Temperatura Média, Média das Máximas e Média das Mínimas, para a estação de Montes Claros.	23
Gráfico 3: Distribuição anual da Temperatura Média, Média das Máximas e Média das Mínimas, para estação de João Pinheiro.	24
Gráfico 4: Distribuição anual da Temperatura Média, Média das Máximas e Média das Mínimas, para estação de Paracatu.	24

LISTA DE CROQUIS

Croqui 1: Embasamento Cratônico aflorante, provavelmente no Proterozóico Inferior.-----	65
Croqui 2: Grupo Bambuí Indiviso, depositado durante o Mesoneoproterozóico, sobre o embasamento cristalino. -----	65
Croqui 3: Acumulação das rochas glaciais e derivadas, do Grupo Santa Fé Indiviso, durante o Permocarbonífero.-----	65
Croqui 4: Acumulação de conglomerados da Formação Abaeté, do Grupo Areado, no Aptiano-Albiano.-----	66
Croqui 5: Acumulação da Formação Quiricó, do Grupo Areado, no Aptiano-Albiano. -----	66
Croqui 6: Deposição da Formação Três Barras, do Grupo Areado, no Aptiano-Albiano. -----	66
Croqui 7: Sedimentação dos Grupos Mata da Corda (Formação Capacete), no Maastrichtiano e Urucuia, depositados no Eocretáceo. -----	67
Croqui 8: A Formação Chapadão encerra os ciclos de acumulação no final do Neocretáceo e abrange sua remobilização durante o Terciário. -----	67
Croqui 9: Superfície de Planaltos Tabulares, elaborada no Gondwana, alçada pelo Ciclo Tectônico Campaniano – Maastrichtiano (CAMPOS; DARDENNE, 1997b), demarcada pelo capeamento laterítico. -----	87
Croqui 10: Desmonte da Superfície de Planaltos Tabulares e elaboração da Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados, após soerguimento no Ciclo Tectônico Terciário (CAMPOS; DARDENNE, 1997b). -----	87
Croqui 11: Desmonte da Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados e elaboração da Superfície de Planaltos Baixos com Pedimentos Ravinados e Vales Encaixados, após o Ciclo Tectônico do Mioceno Médio (VALADÃO, 1998). -----	88
Croqui 12: Desmonte da Superfície de Planaltos Baixos com Pedimentos Ravinados e Vales Encaixados e elaboração da Superfície da Depressão da Planície Fluvial do Rio Paracatu, após o soerguimento no ciclo tectônico Plio-Pleistoceno (VALADÃO, 1998). -----	88

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	1
2 MATERIAL E MÉTODO	4
2.1 METODOLOGIA	4
2.2 FONTES CARTOGRÁFICAS	5
2.3 IMAGENS DE SATÉLITE	8
2.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	8
3 EMBASAMENTO TEÓRICO	13
3.1 MODELOS DE EVOLUÇÃO DA PAISAGEM	13
3.1.1 MODELO DE PEDIPLANAÇÃO	14
3.2 SUPERFÍCIES DE EROÇÃO	15
4 ÁREA DE ESTUDO	17
4.1 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E QUADRO NATURAL	21
4.2 GEOLOGIA REGIONAL	27
4.2.1 SÍNTESE DA EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA	28
4.2.2 LITOESTRATIGRAFIA	36
4.2.2.1 SUPERGRUPO SÃO FRANCISCO	36
4.2.2.2 COBERTURAS FANEROZÓICAS	39
4.3 GEOMORFOLOGIA REGIONAL	49
4.3.1 AS SUPERFÍCIES DE APLAINAMENTO	50
4.3.1.1 OS REGISTROS DE KING (1956) NA BACIA DO RIO PARACATU	51
4.3.2 AS DEPRESSÕES PERIFÉRICAS E AS SUPERFÍCIES APLAINADAS	53
4.3.3 OS DOMÍNIOS MORFOTECTÔNICOS	55
4.3.4 OS REMANESCENTES DA SUPERFÍCIE SUL-AMERICANA	57
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
5.1 DINÂMICA GEOMORFOLÓGICA	61
5.2 OCORRÊNCIAS DE LATERITA NA PAISAGEM	62
5.3 CROQUI DA EVOLUÇÃO GEOLÓGICA	64
5.4 AS SUPERFÍCIES DE EROÇÃO: IDENTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO	68
5.4.1 SUPERFÍCIE DE PLANALTOS TABULARES	68
5.4.2 SUPERFÍCIE DE PLANALTOS TABULARES COM VALES ENCAIXADOS	73
5.4.3 SUPERFÍCIE DE PLANALTOS BAIXOS COM PEDIMENTOS RAVINADOS E VALES ENCAIXADOS	78
5.4.4 SUPERFÍCIE DA DEPRESSÃO DA PLANÍCIE FLUVIAL DO RIO PARACATU	81
5.5 CROQUI DA EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA	86
5.6 PERFIS TOPOGRÁFICOS	89
6 CONCLUSÕES	98
REFERÊNCIAS	100
ANEXO A: MAPA DE SUPERFÍCIES DE EROÇÃO DO SETOR CENTRO-ORIENTAL DA BACIA DO RIO PARACATU, NO ESTADO DE MINAS GERAIS	109

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A regularidade do relevo da bacia hidrográfica do rio Paracatu, inserida no Escudo Atlântico, apresenta-se preservada em pavimentos rochosos resistentes à erosão, organizada em uma coluna estratigráfica que conserva suas condições originais de deposição e registros de movimentos crustais positivos de pequena dimensão, ensejando as condições teóricas ideais para o estudo das superfícies de erosão.

À vista dessas facilidades metodológicas, esse estudo trata das ocorrências de superfícies de erosão na parte centro-leste da bacia do rio Paracatu. Tais feições de relevo foram identificadas e descritas com base na interpretação da cartografia topográfica e em observações de campo.

De abrangência regional, as superfícies de erosão da bacia do rio Paracatu podem ser associadas ao seu substrato geológico, permitindo que se estabeleça uma correlação direta entre os tipos de rochas, a idade e a feição morfológica resultante.

A motivação para o desenvolvimento desta pesquisa surgiu da observação dos afloramentos de pacotes de conglomerados em taludes da Rodovia MG402, entre Brasilândia de Minas e João Pinheiro, cerca de 120 metros acima do nível da drenagem atual.

Especulações iniciais e indicações bibliográficas fizeram avançar os questionamentos para o âmbito da evolução do relevo regional, com a formulação de outras perguntas, quais sejam:

- Qual a origem dos conglomerados observados em toda a extensão da bacia do rio Paracatu, sempre em posição elevada na paisagem?
- Como podem ser explicadas as freqüentes alterações na cor do solo, ao longo das estradas de terra que cortam a parte centro-leste da bacia do rio Paracatu?

- A que se deve a existência dos extensos mantos arenosos na paisagem da bacia do rio Paracatu?
- Existe alguma correlação entre os grandes domínios de relevo e as rochas que os sustentam?
- É possível afirmar que a evolução do relevo na escala da bacia do rio Paracatu foi condicionada exclusivamente pelo clima?
- A conformação geral do relevo permite o agrupamento de feições semelhantes do ponto de vista fisiográfico, para identificar grandes compartimentos de expressão regional?

Em síntese, o desenvolvido do trabalho foi norteado pela hipótese de que no setor centro-oriental da bacia do rio Paracatu é possível identificar patamares regulares de relevo, caracterizados pela presença de níveis topográficos contínuos, claramente visíveis na paisagem, sustentados por formações geológicas específicas e associados a superfícies de erosão.

Tendo como escopo responder a essas perguntas iniciais, este trabalho tem por objetivo principal associar as superfícies de erosão do setor centro-oriental da bacia do rio Paracatu aos materiais e estruturas, buscando entender a evolução do relevo a partir da disposição das sucessões sedimentares, discordâncias e patamares erosivos.

Especificamente, a contribuição ao conhecimento geomorfológico da área de estudo alvo desta dissertação consiste em:

- descrever as feições morfológicas associadas aos diversos litotipos que compõem o substrato geológico da Bacia Sanfranciscana;
- correlacionar e interpretar os megaciclos sedimentares e erosivos que atuaram na bacia, responsáveis pela acumulação e desmonte dos pacotes rochosos;

- elaborar um mapa de superfícies de erosão, discriminando as diferentes feições de relevo em associação com o substrato geológico;
- contribuir para uma melhor compreensão das relações estabelecidas entre os fundamentos geológico da área e sua morfologia.

2 MATERIAL E MÉTODO

2.1 METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho norteou-se pela abordagem da análise geomorfológica contida na proposta de Ab'Sáber (1969), que sistematiza a análise geomorfológica em três níveis de tratamento: a compartimentação topográfica, a descrição das estruturas superficiais da paisagem, através da observação da geologia e dos solos e a compreensão dos processos morfoclimáticos e pedogenéticos, que explicam a fisiologia da paisagem.

Essa proposta metodológica estabelece, no primeiro nível de análise, a compartimentação topográfica da área de estudo, com o intuito de se organizar os padrões de formas e a individualização de unidades maiores de relevo.

Num segundo nível, é realizada a descrição destes padrões de formas, em associação direta com a litologia e as coberturas pedológicas, cujo propósito é levantar hipóteses sobre a gênese e a evolução das formas de relevo em foco.

Por último, pretende-se no âmbito do método explicar o funcionamento e a evolução da paisagem, através de uma profunda análise morfológica como uma função da dinâmica climática.

Esse trabalho desenvolve-se fundamentado nos dois passos iniciais do método geomorfológico de Ab'Saber (1969), pois abrange uma ampla caracterização geológica e topográfica da área de estudo, a qual resultou na identificação e descrição de padrões de formas organizadas em superfícies de erosão de abrangência regional.

Uma vez identificadas e descritas as superfícies de erosão, procurou-se estabelecer uma relação direta entre os patamares topográficos em que cada uma delas ocorre e o respectivo substrato rochoso.

2.2 FONTES CARTOGRÁFICAS

Caracterizada como um trabalho de revisão, esta dissertação baseou-se essencialmente na análise e interpretação da documentação bibliográfica e cartográfica disponível para a área de estudo.

Durante o desenvolvimento do estudo foram consultados os mapas topográficos e geológicos na escala 1:100.000 e 1:250.000. Os mapas topográficos 1:100.000 integram os documentos originalmente produzidos pela Diretoria de Serviço Geográfico do Ministério do Exército (DSG; Ministério do Exército). Já as folhas 1:250.000 (Pirapora, Três Marias e João Pinheiro) foram elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esses documentos serviram para a espacialização dos acidentes geográficos em geral e dos compartimentos topográficos, em particular, identificação da toponímia e georreferenciamento das feições geológicas e geomorfológicas de interesse. O mapa 1 mostra a articulação das folhas da carta topográfica utilizadas.

Os mapas geológicos utilizados foram elaborados no âmbito do Projeto São Francisco, sob os auspícios da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/ Companhia Mineradora de Minas Gerais (CPRM; COMIG, 2003) e subsidiaram a identificação do substrato geológico, investigações de campo, interpretações e mapeamentos diversos.

O mapa 2 contém a articulação das folhas da carta geológica nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, que recobrem a área de estudo.

Mapa 1 – Articulação da carta topográfica do Brasil, escala 1:100.000, na bacia do rio Paracatu.

2216 – Cabeceiras

2217 – Buritis

2260 – Unaí

2261 – Serra da Ilha

2262 – Urucuia

2300 – Serra da Aldeia

2301 – Serra do Boqueirão

2302 – Bonfinópolis de Minas

2303 – Santa Fé de Minas

2304 – Ibiaí

2340 – Serra da Tiririca

2341 – Paracatu

2342 – Bocaina

2343 – Canabrava

2344 – Serra do Jatobá

2378 – Guarda-Mor

2379 – Arrenegado

2380 – João Pinheiro

2381 – Rio do Sono

2382 – Chapadão dos Gerais

2416 – Coromandel

2417 – Lagamar

2418 – Presidente Olegário

2419 – Serra das Almas

2455 – Carmo do Paranaíba

2301 – Serra do Boqueirão
2302 – Bonfinópolis de Minas
2303 – Santa Fé de Minas
2342 – Bocaina
2343 – Canabrava

2344 – Serra do Jatobá
2380 – João Pinheiro
2381 – Rio do Sono
2382 – Chapadão dos Gerais
SE.23-Y-B – Três Marias

2.3 IMAGENS DE SATÉLITE

Foi analisada uma cena da imagem do sensor Thematic Mapper, do satélite Landsat – 7, do mês de junho de 2006, correspondente ao sistema de referência órbita-ponto 219/072, que recobre completamente a área de estudo. Esse procedimento teve função complementar na metodologia, servindo para ilustrar e demonstrar de forma mais clara a aparência de cada uma das superfícies identificadas.

A imagem encontra-se disponível no site no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (<http://www.dpi.inpe.br>) e foi copiada e utilizada gratuitamente.

Houve a preocupação de se selecionar uma imagem da estação seca, a fim de se evitar a presença de nebulosidade que pudesse comprometer a visualização das feições de interesse.

2.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A sequência das etapas e procedimentos seguidas no transcorrer da elaboração desse estudo consta do fluxograma indicado na figura 1, tendo constado de:

- 1) Levantamento bibliográfico sobre a geologia e a geomorfologia da bacia do rio Paracatu, assim como na revisão sobre os principais modelos de evolução do relevo. Fundamental na defesa da hipótese proposta, a descrição do substrato geológico veio ocupar lugar central no decorrer do trabalho, embasando uma associação entre os tipos de rochas e os grandes compartimentos de relevo.

O estudo da literatura foi segmentado na apresentação das principais teorias sobre a gênese e evolução da paisagem, seguida de conceitos geológicos centrais e na realização de um breve glossário de termos específicos relativos às diversas interpretações e conceituações das superfícies.

2) Análise e interpretação da cartografia geológica e topográfica da área, com foco no reconhecimento de padrões de características do relevo. O tratamento da documentação cartográfica fundamentou a delimitação da bacia hidrográfica do rio Paracatu, de modo a construir um marco espacial para as avaliações preliminares e espacialização das primeiras idéias. Constatou-se, então, que a escala 1:100.000 seria mais compatível com a solução dos objetivos propostos.

3) Reconhecimento regional através de duas campanhas de campo (outubro/2008 e julho/2010), num total de 10 dias, facilitou a construção das correlações entre geologia e relevo e a compreensão geral da organização do relevo. Durante essa fase foram utilizados mapas topográficos e geológicos para identificação e localização das feições de relevo, drenagem e afloramentos rochosos. Para o desenvolvimento do trabalho de campo foram utilizados os seguintes documentos e equipamentos:

- Folhas diversas da Carta Topográfica do Brasil, escala 1:100.000 (analógico e digital), equidistância 40 metros (DSG; Ministério do Exército).
- Folhas diversas da Carta Topográfica do Brasil, escala 1:250.000 (analógico), equidistância 100 metros (IBGE).
- Folhas diversas do Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, escala 1:100.000 (analógico) (COMIG; CPRM, 2003).
- Folhas diversas do Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, escala 1:250.000 (analógico) (CPRM; COMIG, 2003).
- Base de dados digital do Projeto GeoMinas (Cartas Topográficas do Estado de Minas Gerais, em formado digital vetorial).
- Imagem de Satélite Landsat – 7, sensor Thematic Mapper, de junho de junho/2002, auge da estação seca, quando se conta com a menor nebulosidade.

- Aparelho GPS de navegação
 - Máquina fotográfica
 - Software MapInfo Professional, versão 7.8
 - Software Arc View, versão 3.2
 - Software Arcgis, versão 9.2
- 4) Elaboração de um modelo digital de terreno (MDT) da bacia do rio Paracatu, a partir das folhas da carta topográfica que recobrem a bacia, na escala 1:100.000. Foram utilizados pontos cotados, curvas de nível (eqüidistância de 40 metros) e hidrografia. O método de interpolação selecionado foi a rede irregular de triângulos (TIN), de acordo com o algoritmo padrão do software Arcgis 9.3. Os pixels gerados possuíam dimensão de 30 x 30 metros.
- 5) Construção automática de perfis topográficos, base para a visualização da organização do relevo na escala regional. Esses perfis foram orientados na direção leste-oeste e dispostos paralelamente entre si. A seleção dos transectos procurou representar compartimentos topográficos de grande expressão na bacia, abrangendo chapadas, serras, rampas de colúvio, planícies de inundação e vales fluviais. O arranjo espacial decorre da interpretação da literatura geológica, a qual dá conta de que a maior parte dos pacotes sedimentares de idade cretácea na bacia do Rio Paracatu foi depositada de sul para norte (CASTRO, 1996).
- 6) Identificação de patamares regulares, mostrando um relevo caracterizado pela presença de níveis contínuos claramente visíveis na paisagem e que podem ser associados a superfícies de erosão. Alguns desses patamares são delimitados por rupturas abruptas da topografia, outros possuem transições suaves.

- 7) Associação dos compartimentos topográficos ao substrato geológico de modo a correlacionar as cotas específicas aos afloramentos rochosos predominantes e, eventualmente, às discontinuidades e discordâncias que marcam os limites e transições dos litotipos da área. Assim, cada unidade litoestratigráfica teria sido arrasada, resultando na elaboração de superfícies erosivas em posições topográficas diferenciadas segundo a resistência de cada tipo de rocha.
- 8) Descrição geral das superfícies de erosão da área de estudo, abrangendo sua caracterização espacial, fisiográfica, geomorfológica e uma breve inferência cronológica.
- 9) Confecção do mapa final contendo as superfícies de erosão no setor centro-oriental da bacia do rio Paracatu.

3 EMBASAMENTO TEÓRICO

3.1 MODELOS DE EVOLUÇÃO DA PAISAGEM

O estudo da evolução da paisagem tem sido abordado de forma sistemática por vários estudiosos ao longo dos últimos 130 anos. Desse esforço resultaram pelo menos cinco teorias, cujos corpos de conhecimento mais organizados tentam fornecer os instrumentos lógicos para explicar a origem e a evolução das grandes unidades de relevo de escala continental.

A partir da observação de pressupostos e evidências morfológicas existentes na paisagem, foram cunhadas as mais coerentes e organizadas teorias geomorfológicas, com o objetivo de explicar aquilo que seria o resultado de um ciclo histórico. William M. Davis (1899), Walther Penck (1953), Lester C. King (1953), Julius Büdel (1980, 1982) e George Millot (1983) conceberam modelos que fundamentaram a emancipação teórica da ciência geomorfológica.

Dentro dessa ótica, foram elaboradas a teoria da peneplanação (ou Ciclo Geográfico Ideal), de William Morris Davis, a teoria do Primärrumpf, de Walter Penck, a teoria da pediplanação, de Lester Charles King, a teoria da etchplanação, de Julius Büdel, a teoria do aplainamento por mudanças climáticas, de George Millot.

Em meados do século XX, esteve em trabalho no Brasil Lester C. King, que desenvolveu uma abordagem explicativa da gênese e evolução do relevo do Planalto Atlântico, aplicando ao quadro nacional sua teoria da pediplanação.

Assunto central nos cursos nacionais de geociências, existe na literatura uma grande quantidade de trabalhos que pretendem revisar e discutir cada uma das teorias mencionadas. Na aplicação prática desses modelos, diversos trabalhos foram desenvolvidos, entre os quais estão os de Fairbridge e Finkl (1978), Twidale (1988, 2000), Gale (1992). No

Brasil, os estudos das superfícies de erosão couberam, outros, a De Martonne (1943), Freitas (1951a,b), King (1956), Barbosa (1959), Almeida (1951, 1964), Ab'Sáber (1949, 1965; 2000), Barbosa (1965), Varajão (1991), Valadão (1998), Vitte (1998) e Ferraz (2006).

Em termos de abrangência espacial, os trabalhos de King (1956) e Valadão (1998) se destacam em relação aos demais. Há uma sobreposição territorial destes dois estudos, numa área com cerca de 1 milhão de quilômetros quadrados.

3.1.1 MODELO DE PEDIPLANAÇÃO

De origem Sul-africana, o geólogo Lester Charles King foi o responsável pela concepção da teoria da pediplanação (KING, 1953). Nesse modelo, o clima exerce papel fundamental na elaboração dos aplanamentos em escala continental.

No Brasil, um grande revisor dessa teoria foi Valadão (1998), que discute profundamente as bases do modelo da pediplanação no corpo de uma tese que refaz boa parte do percurso intelectual de Lester King.

A teoria da pediplanação considera que os aplainamentos ocorrem em blocos continentais sujeitos tanto a relativa quiescência tectônica, como a condições climáticas marcadas pela aridez. Salgado (2007, p. 70) afirma que “essas condições climáticas são necessárias, porque se caracterizam por uma fraca cobertura vegetal e por chuvas esporádicas, porém, fortes”.

Um novo soerguimento em escala subcontinental ou o rompimento de um nível de base regional, em condições de aridez ou semi-aridez, são condições para o início do processo de aplanamento que poderá levar à construção de uma nova superfície (KING, 1953).

A partir desses novos níveis de base então estabelecidos, os cursos fluviais iniciam o trabalho de instalação da rede de drenagem, de modo sequencial, entalhando a paisagem, até uma cota em equilíbrio com seu novo nível de base. Em seguida, ocorrerá o alargamento dos

vales pela regressão paralela das vertentes (*backwearing*) e, finalmente, ocorrerá o rastejamento do regolito junto aos relevos aplainados (VALADÃO, 1998).

King (1953) destaca que os processos que ocorrem nas vertentes constituem os fatores capazes de edificar as mais amplas superfícies aplanadas do globo e esses processos podem atuar na escala continental ou subcontinental. Nas encostas haverá o predomínio da erosão laminar, em forma de fluxo concentrado, condicionando sua retração lateral (*backwearing*).

Valadão (1998, p. 41) descreve em pormenor esse processo:

Através desse processo a declividade das vertentes é conservada, uma vez que não ocorre o rebaixamento dos interflúvios, preservando intacta a superfície somital ao mesmo tempo em que é criada uma outra mais jovem abaixo das escarpas em retração. Na base dessas escarpas ocorre a deposição de rampas detríticas que se prolongam até o leito fluvial, denominadas pelo autor de pedimentos.

Em condições de aridez permanente, os pedimentos passarão por um processo de coalescência e formarão uma ampla superfície aplainada, denominada por King (1953) *pediplanícies* ou *pediplanos*. Os relevos residuais que resistiram ao processo de rebaixamento foram denominados *inselbergs* pelo autor.

3.2 SUPERFÍCIES DE EROSÃO

Cada uma das abordagens conceituais da gênese e evolução do relevo parte do pressuposto de que existem as superfícies de aplainamento.

Superfícies de aplainamento foram definidas por Adams (1975) como superfícies continentais modeladas na superfície ou próximo desta pela escavação da massa rochosa, onde o resultado da remoção é razoavelmente plano.

Contudo, a operacionalização deste conceito depende do comprometimento com uma dentre as escolas de pensamento geomorfológico, pois o enquadramento de determinada

paisagem dependerá dos mecanismos teóricos utilizados para sua discretização e da definição clara dos processos responsáveis por sua elaboração.

O termo superfície de erosão, descreve uma superfície formada pela remoção de material por forças como glaciares, rios e vento (THOMAS; GOUDIE, 2000), ou seja, um patamar de relevos geralmente planos, regulares, cortados pela erosão.

Mayhew (2009) pontua que uma superfície de erosão seria uma superfície relativamente nivelada, resultante da atuação de agentes erosivos diversos. Entre as características marcantes dessa morfologia regular está o fato de cortar estruturas geológicas variadas indistintamente.

Assim, uma superfície de erosão é uma superfície cortada e nivelada pela ação dos agentes da erosão; resultam da ação das intempéries sobre o substrato geológico, manifestando uma nítida diferenciação evolutiva e paisagística associada à estrutura, resistência dos materiais, coberturas anteriores, entre outros condicionantes da morfodinâmica.

King (1975, p. 8) critica o grande número de superfícies de erosão indicado pelos geomorfólogos e destaca que a tentativa de remeter a idades dessas feições a períodos muito antigos, como o Terciário Inferior ou Pré-Triássico, parece ser uma sugestão de que a crosta terrestre teria sido mais estável que no passado geológico recente.

A autora menciona ainda, baseada na literatura, que as verdadeiras superfícies de erosão e estendem sobre diferentes tipos de rochas (KING, 1975, p. 40).

Na afirmação de Fjellanger e Sørbel (2007, p. 229), a litologia e a estrutura interferem significativamente na organização das superfícies, determinando sua expressão morfológica.

Assim, uma superfície de erosão poderá corresponder, eventualmente, a uma superfície de aplainamento. Porém, isso não é necessário.

4 ÁREA DE ESTUDO

A área objeto desse estudo abrange o setor centro-oriental da bacia do rio Paracatu, perfazendo uma superfície de 22.670km², sendo drenada pelo rio Paracatu e os seus principais tributários.

A bacia hidrográfica do rio Paracatu drena cerca de 44.800 km², sendo 41.510 km² em Minas Gerais e os 3.290 km² restantes inseridos no Estado de Goiás e no Distrito Federal (mapa 3).

O polígono que delimita a área de estudo está inserido no quadrante definido pelas coordenadas UTM $x_1=349.979$, $y_1= 7.938.066$ e $x_2=492.466$, $y_2=8.183.917$, fuso 23, datum SAD-69. O perímetro abange os interflúvios da bacia do rio Paracatu, a leste do meridiano 350.000 m (mapa 4).

O mapa 5 mostra a divisão político-adiministrativa, a rede hidrográfica principal, as sedes urbanas, distritos e localidades diversas e a localização dos pontos observados durante as campanhas de campo.

Esse recorte espacial satisfaz a opção por trabalhar com uma área onde a evolução da paisagem se deu segundo os modelos de retração lateral de vertentes, com pouca influência tectônica. No setor oeste da bacia ocorre o contato tectônico do Cráton do São Francisco com a Faixa Brasília, demonstrado através de cavalgamentos e falhas diversas.

O rio Paracatu, tributário da margem esquerda do rio São Francisco, apresenta um perfil longitudinal com cerca de 480 km de extensão desde suas nascentes até a foz. Nasce no município de Lagamar, na cota próxima dos 960 metros, e deságua no rio São Francisco, entre os municípios de Buritizeiro e Santa Fé de Minas, na cota 480 metros.

Ao todo, a bacia do rio Paracatu abriga territórios de 16 municípios mineiros. A área de estudo está completamente inserida no Estado de Minas Gerais e abarca parcial ou totalmente os municípios de Presidente Olegário, Lagoa Grande, Paracatu, Unaí, Dom Bosco,

Natalândia, Bonfinópolis de Minas, Brasilândia de Minas, João Pinheiro, Buritizeiro e Santa Fé de Minas.

Mapa 5 – Sedes urbanas, drenagem principal, sistema viário e distribuição dos pontos observados durante as campanhas de campo.

4.1 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS E QUADRO NATURAL

Neste capítulo será apresentada uma brevíssima caracterização das condições naturais de clima, vegetação e solos da bacia do rio Paracatu. Em razão da própria natureza do estudo, os temas geologia e geomorfologia são tratados em capítulo à parte, para atender às fundamentações teóricas e espaciais pertinentes.

Clima

A caracterização das condições climáticas da bacia do rio Paracatu foi elaborada a partir das normais climatológicas (Brasil, 1992) de três estações meteorológicas, que reúnem dados suficientes: Paracatu (1974-1990), João Pinheiro (1961-1990) e Montes Claros (1969-1990).

Nimer (1957a) classifica o clima regional da bacia do Rio Paracatu como tropical quente semi-úmido, em toda a região que guarda algum contraste morfológico, pois suas altitudes variam de 480 a 900 metros, resultando num condicionamento topográfico que interfere fortemente na dinâmica atmosférica.

As temperaturas médias mensais são superiores a 18°C, o inverno é ameno e o verão é sempre quente, úmido e muito longo. O volume médio de precipitação anual varia entre 1500 e 2000 mm, com período chuvoso entre novembro e abril e estação seca de maio a outubro. Nessa região, o período seco é igual ou superior a seis meses, condicionando a área a um longo período de estiagem e estresse hídrico. “A marcha estacional da precipitação, determinando uma estação muito chuvosa e outra seca, constitui sua característica mais importante” (NIMER, 1957a, p. 56-57)

O reconhecimento do clima na bacia do rio Paracatu deve levar em consideração, entre outros fatores, o fato da área se inserir completamente na região tropical, ao norte do paralelo 23º, portanto,

submetida a forte radiação solar, uma vez que a intensidade deste fenômeno depende essencialmente da altura do Sol sobre o horizonte [...]; a radiação solar, por sua vez, cria melhores condições à evaporação (NIMER, 1957a, p. 51-52).

Nimer (1957b) atribui ainda uma grande importância aos fatores sinóticos que atuam nos processos climáticos do Sudeste, denominados correntes perturbadas de oeste, que atuam de meados da Primavera a meados do Outono, quando ventos de W a NW são trazidos por linhas de instabilidade tropicais (IT).

No interior continental as estações de Montes Claros (MG) e Paracatu (MG) registram a influência da latitude que condiciona uma temperatura média de 24°C, e uma máxima absoluta variando entre 38°C e 40°C em toda a extensão do vale do São Francisco. Nenhum mês apresenta temperatura média inferior a 20°C; a média das mínimas diárias de julho é superior a 16°C, e a média do ano, 24° C a 26° C (NIMER, 1957a).

A bacia do rio Paracatu está situada na transição entre a zona chuvosa do Triângulo Mineiro (isoieta de 1750 mm anuais), o semi-árido nordestino (800 mm) e o clima tropical típico do planalto central (isoieta de 1250 mm). No vale do Paracatu a precipitação média anual é da ordem de 1.500 mm (BRAGANÇA, 2006).

Nessa região a época de precipitação máxima concentrada em 3 meses encontra-se na transição entre o trimestre novembro, dezembro e janeiro e outro trimestre dezembro, janeiro e fevereiro. Isto é, desloca-se adiante em relação ao comportamento das chuvas nos domínios de clima tropical típico do sul do Estado de Minas Gerais e da fachada atlântica. Os dados das estações meteorológicas de Lusiânia (GO) e João Pinheiro (MG) e a contextualização de Pirapora (MG) dentro do mapa de isoietas permitem afirmar que o período seco, nessa área, compreende os meses de Maio a Setembro (BRAGANÇA, 2006).

O gráfico 1 contém a distribuição da precipitação total para as estações de Paracatu, João Pinheiro e Montes Claros e demonstra uma grande variabilidade em seu comportamento anual. Os meses de outubro a março são marcados por precipitações acima de 100 mm, sendo novembro, dezembro e janeiro os meses de maior ocorrência chuvosa,

caracterizando-se como a estação chuvosa. Já a estação seca ocorre nos meses de junho, julho e agosto, os quais apresentam uma baixíssima precipitação, em média, abaixo de 20 mm.

Constata-se, através da análise dos gráficos de temperaturas médias, médias das mínimas e médias das máximas (gráficos 2, 3 e 4), que ao longo do ano a região apresenta uma pequena amplitude térmica. Nos meses quentes (setembro a março) os valores ficam em torno de 24,5°C e nos meses frios (junho, julho e agosto) a temperatura permanece em torno de 19,5°C, configurando uma amplitude térmica anual de aproximadamente 5°C.

Por esses gráficos verifica-se a existência de um trimestre mais frio entre junho e agosto. Nesse intervalo, a temperatura mínima absoluta atingiu valores inferiores a 1°C.

O período mais quente, em média, ocorre no primeiro trimestre do ano, tendo a temperatura máxima registrada valor superior a 38,5°C. A temperatura média anual na região é estimada em 22,5°C, com médias extremas de 29,1°C e 16,8°C.

Vegetação

Indicações do mapa de vegetação primitiva do Brasil, apresentado por Brazão, Santos e Silva (1993), informam que a bacia do rio Paracatu está inserida no bioma Cerrado, no domínio das Savanas (Cerrado/Campos), sendo esta a formação vegetal com maior expressão na área de estudo. Apresenta

formações distintas, da florestada a gramíneo-lenhosa, em geral serpenteadas por florestas-de-galeria, revestindo solos lixiviados aluminizados [...] Caracteriza-se por apresentar uma estrutura composta por árvores baixas e tortuosas, isoladas ou agrupadas sobre um contínuo tapete graminoso [...]. Os indivíduos lenhosos que compõem a Savana apresentam brotos foliares bem protegidos, casca grossa e rugosa, esgalhamento profuso, grandes folhas coriáceas e perenes e órgãos de reserva subterrânea (xilopódios) geralmente profundos, constituindo formas biológicas adaptadas a solos ácidos, deficientes e aluminizados (BRAZÃO; SANTOS; SILVA, 1993, p. 60)..

Os autores mencionam entre os gêneros mais comuns no domínio do Cerrado *Qualea*, *Vochysia*, *Caryocar*, *Salvertia*, *Callisthene*, *Kielmeyera*, *Bauhinia*, *Styrax*, além das famílias *Myrtaceae* e *Leguminosae* e hemicriptófitas pertencentes às *Gramineae*.

A paisagem vegetal se organiza em pelo menos quatro estratos na área de estudo, conforme a posição em relação ao relevo e à disponibilidade de umidade. Nas planícies fluviais mais úmidas, encontram-se as matas de galeria. Nos vales deprimidos que favorece o afloramento do lençol freático, desenvolvem-se as veredas. Nos terrenos altos e mais secos, a vegetação arbustiva do cerrado predomina. Já nos terrenos mais elevados, subindo as escarpas dos paredões rochosos, começam a surgir formações herbáceas mais expressivas, não obstante entremeadas por arbustivas típicas do bioma.

Solos

Com base nos critérios taxonômicos formais (EMBRAPA, 1999), Silva e Bragança (2006) descreveram 31 perfis de solos na bacia do rio Paracatu.

Os materiais de cobertura evoluídos sobre os litotipos da bacia do Rio Paracatu são pouco diversificados em sua composição mineralógica e macromorfologia, com predomínio da fração areia, inclusive, areia grossa. Essas propriedades físico-químicas são herdadas dos arenitos, unidade litológica predominante na região. Existe pequena diferenciação nas formações pedológicas, com mantos muito pouco desenvolvidos.

Com exceção das veredas, todos os demais perfis se enquadram como Latossolos. Mesmo aqueles que morfologicamente pudessem ter uma indicação diferente, após as análises laboratoriais de praxe, confirmaram-se como Latossolos.

Apesar das propriedades químicas desfavoráveis, com exceção das áreas de afloramentos rochosos e sobre os conglomerados, de um modo geral, os solos que ocorrem na bacia do rio Paracatu são bastante espessos, alcançando de 120 a 250 centímetros de profundidade.

Em razão do predomínio de arenitos na maioria das unidades que compõem a geologia da região, as formações pedológicas observadas em toda a extensão da bacia são distróficas. Esse tipo de formação pedológica permanece mesmo nas áreas deprimidas, em locais onde comumente os solos são naturalmente férteis, com o desenvolvimento de perfis arenosos, muito porosos, friáveis e pouco coesos.

A pobreza generalizada dos solos limita a instalação de formações vegetais exuberantes, reduzindo significativamente o aporte de matéria orgânica ao ambiente. Além disso, essa condição impõe à área uma grande fragilidade ambiental, na medida em que o acentuado estresse hídrico, típico do clima do Planalto Central, contribui para que os incêndios recorrentes provoquem danos profundos na cobertura vegetal nativa.

Somente nos fundos de vales, ao longo dos quais se desenvolveram os ambientes de veredas, os processos hidromórficos favorecem a acumulação de matéria orgânica, expressa na coloração escura dos solos. Contudo, mesmo nesses locais o hidromorfismo foi incapaz de formar solos orgânicos, ocorrendo Latossolos e Neossolos Gleicos com altos teores de areia e matéria orgânica.

Na grande maioria dos domínios pedológicos da bacia os perfis bem poderiam ser classificados como Neossolos Quartzarênicos. Isso só não ocorre devido aos rigores taxonômicos impostos pelos manuais de levantamento classificação de solos.

4.2 GEOLOGIA REGIONAL

Do ponto de vista geológico, esse estudo abrange a área drenada pela bacia hidrográfica do Rio Paracatu, cujo leito e limites estão instalados sobre rochas predominantemente sedimentares de idades Proterozóica e Fanerozóica da unidade geológica Bacia Sanfranciscana, em seu setor meridional, denominado sub-bacia Abaeté.

A Bacia Sanfranciscana constitui um pacote sedimentar depositado sobre o Cráton Brasileiro do São Francisco, núcleo ocidental do Escudo Atlântico.

A consulta à bibliografia geológica referente a essa parte do território brasileiro remete reiteradamente aos trabalhos desenvolvidos ou orientados por Marcel Auguste Dardenne e José Eloi Guimarães Campos, professores do Departamento de Geologia da Universidade de Brasília, e Geraldo Norberto Chaves Sgarbi, professor do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Minas Gerais.

Juntos, esses autores são responsáveis por uma produção bibliográfica completa e abrangente sobre a geologia histórica da Bacia Sanfranciscana, podendo citar, entre outros, Ladeira et al. (1971), Dardenne (1978), Dardenne Gonzada e Campos (1990), Campos (1992), Campos e Dardenne (1994a, 1994b, 1994c, 1995, 1996, 1997a, 1997b, 2002), Sgarbi (1989,

1991a, 1997, 2000), Sgarbi e De Ros (1995), Sgarbi e Ladeira (1995), Sgarbi et al. (2001), De Ros, Sgarbi e Morad (1994), Sgarbi e Dardenne (1996).

Em detalhe, foi Dardenne (1978) quem inicia de fato a sistematização da coluna estratigráfica daquela unidade geológica, nos termos em que é reconhecida atualmente.

Por essa razão, o conteúdo do presente capítulo é resultado de um trabalho de compilação das fontes mencionadas e reconhecidamente foge ao seu propósito aportar novas contribuições sobre a descrição das unidades estratigráficas regionais, servindo estas apenas de subsídio para o desenvolvimento do tema inicial. Esses materiais se prestaram à elaboração da revisão bibliográfica, considerando seu conteúdo suficiente para embasar as discussões propostas.

4.2.1 SÍNTESE DA EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA

O compartimento continental sobre o qual está instalada a América do Sul constitui um fragmento litosférico emerso, com cerca de 15 milhões de km², dividido em três grandes unidades geotectônicas por Schobbenhaus et al. (1984): Cadeia Andina, Plataforma Patagônica e Plataforma Sul-Americana (mapa 6).

A Plataforma Sul-Americana é o núcleo formador da América do Sul e cerca de 40% de suas rochas afloram na forma de três escudos pré-cambrianos: Guiana, Brasil-Central e Atlântico, cuja evolução crustal vai do Arqueano ao Paleoproterozóico.

O Cráton Brasileiro do São Francisco (mapa 7), um segmento crustal rígido consolidado ao final do ciclo orogênico Transamazônico (2,1 – 1,9 Ga) (ALMEIDA, 1977), é uma unidade geotectônica parte do Escudo Atlântico, na porção centro-leste da Plataforma Sul-Americana.

Trompette et al. (1992) afirmam que apenas com a publicação do trabalho de Almeida (1977) o Cráton do São Francisco adquire seus limites atuais e se distinguiria como a apófise ocidental de um enorme cráton, na parte central do *Gondwana* Ocidental, o Cráton do Congo (ou Zaire) - São Francisco, fragmentado durante a abertura do Atlântico Sul.

A Bacia Sanfranciscana (mapa 8) é uma unidade sedimentar de idade Fanerozóica desenvolvida no interior do antigo continente Gondwana, pela acumulação de materiais de origens diversas desde o Paleozóico até o Cretáceo, sobre o Cráton do São Francisco.

Com base em dados estratigráficos, Saadi (1991) afirma a emersão da Plataforma Brasileira no final do Paleozóico, no caso da parte meridional em caráter definitivo, seguida de prolongada calma tectônica, com tendência ao soerguimento, razão pela qual as evidências de tectonismo recente são modestas. Por outro lado, o autor enfatiza que importantes

sistemas de dobras e falhas com idades variando entre o Proterozóico e Quaternário podem ser reconhecidos em toda a extensão da Bacia Sanfranciscana em Minas Gerais.

A Bacia Sanfranciscana possui uma forma alongada em direção norte-sul com dimensões aproximadas de 1100 km de comprimento por 200 km de largura e pode ser associada à posição entre as faixas móveis e os sistemas de riftes que delimitam o Cráton: Faixa Brasília (a oeste) e Faixa Araçuai – Espinhaço (a leste). É delimitada ao norte pelo Arco de São Francisco e ao sul pelo Arco do Alto Paranaíba (mapa 9).

Já no Mesoproterozóico, o soerguimento da Faixa Brasília e da Cordilheira do Espinhaço (DUSSIN; DUSSIN, 1994) define a calha do rio São Francisco como nível de base regional para a drenagem interior do Planalto Atlântico Brasileiro.

Desde longa data, o Vale do rio São Francisco vem sendo descrito como um graben; mencionando idéias de Brajnikov (1947), Freitas (1951b, p. 207) já afirmava que

[...] três elementos geológicos comportam o vale do São Francisco como um afundimento tectônico: a) Disposição linear na forma de um sulco embutido em um planalto tectônico, b) Topografia lateral das mulharas e c) Tectônica da serra do Espinhaço.

Saadi (1991) concorda com a origem tectônica do Vale do Rio São Francisco por afundamento, embora mencione também o encaixamento da calha do rio nas rochas pré-cambrianas, devido ao soerguimento epirogenético.

Valadão (2009) afirma que a Depressão do São Francisco seria o nível de base para toda a evolução geomorfológica dessa unidade, tendo interferido na evolução do relevo continental do Gondwana durante o Mesozóico.

O Arco do Alto Paranaíba e o Alto Estrutural do Paracatu constituem as principais feições tectônicas de interesse regional. O Alto do Paracatu é responsável pela fragmentação da Bacia Sanfranciscana nas sub-bacias Urucuia, ao norte, e Abaeté, ao sul (mapa 9) (BARCELOS; SUGUIO, 1980; HASUI; HARALYI, 1991; CAMPOS; DARDENNE, 1997b). A bacia do rio Paracatu insere-se entre dois altos do embasamento, configurando uma unidade geomorfológica em depressão relativa diante daquelas duas feições geológicas de escala macrorregional.

Um modelo de evolução geodinâmica da Bacia Sanfranciscana foi sugerido por Campos e Dardenne (1997b), com referência a seis estágios tectônicos evolutivos transcorridos no Fanerozóico.

Listam-se a seguir os estágios tectônicos que atuaram na sub-bacia Abaeté, e que influenciaram a geologia da área de estudo.

- Estágio Tectônico Paleozóico (540 – 245 Ma): Tectônica pouco pronunciada, marcada pela acumulação dos sedimentos glaciogênicos do Grupo Santa Fé, numa calha sedimentar desenvolvida entre duas cordilheiras de montanhas em fase de desnudação.

- Estágio Tectônico Neopaleozóico/Eomesozóico (245 – 170 Ma): Reajuste isostático positivo da ordem dos 150 a 200 metros, decorrente da deglaciação e intensa remoção da carga de sedimentos glaciais.
- Estágio Tectônico Barremiano – Aptiano (Eocretáceo) (117 – 113 Ma): Desenvolvimento da sub-bacia Abaeté, por rifteamento ao longo de lineamento herdados das rochas Bambuí, em razão da fragmentação do continente Gondwana e abertura do Atlântico Sul.
- Estágio Tectônico Cenomaniano (Meso – Neocretáceo) (96 – 92 Ma): Inversão dos esforços tectônicos no interior da Placa Sulamericana, levando à subsidência flexural, formação e acumulação da sub-bacia Urucuia, ao norte, e reativação inversa de falhas normais na sub-bacia Abaeté.
- Estágio Tectônico Campaniano – Maastrichtiano (Neocretáceo) (83 – 72 Ma): Instalação do Vulcanismo Mata da Corda, associado ao mecanismo de evolução das bacias costeiras pelo desenvolvimento de falhas transformantes e à provável despressurização crustal relacionada ao soerguimento do Alto Paranaíba.
- Estágio Tectônico Terciário: Reativação neotectônica com fraturamento espaçado e falhamentos com pequenos rejeitos normais (10 a 15 metros), condicionando fortemente grande parte do sistema de drenagem atual na porção sul da bacia, instalada em zonas de fraqueza existentes no embasamento.

Valadão (1998; 2009) menciona ainda que a evolução geomorfológica do Brasil Oriental registra outros dois eventos tectônicos importantes.

- Estágio Tectônico Mioceno Médio, com soerguimento da ordem de 150 metros nas latitudes da bacia do rio Paracatu.
- Estágio Tectônico Plio-Pleistoceno, com uma elevação de 300 metros em toda a margem esquerda do rio São Francisco, incluindo a bacia do rio Paracatu.

Referências abrangentes sobre o contexto tectônico do setor sul da Bacia Sanfranciscana, com ênfase na sub-bacia Abaeté, são apresentadas por Barcelos e Suguio (1980) e Hasui e Haralyi (1991), enfocando tectônica formadora da bacia (mapa 10).

De um ponto de vista essencialmente geomorfológico, a tectônica atuante no setor centro-oriental da bacia do rio Paracatu determinou a expressão espacial dos eventos sedimentares

de escala regional, assim como constituiu um fator importantíssimo no condicionamento da rede de drenagem e na macrocompartimentação da paisagem.

4.2.2 LITOESTRATIGRAFIA

Da base para o topo, a geologia da Bacia Sanfranciscana abrange o Embasamento Cristalino, Supergrupo São Francisco (Formação Jequitai e Grupo Bambuí), Grupo Santa Fé, Grupo Areado, Grupo Urucuia, Grupo Mata da Corda e Formação Chapadão.

4.2.2.1 SUPERGRUPO SÃO FRANCISCO

Ainda que a Bacia Sanfranciscana seja somente a cobertura sedimentar do Cráton do São Francisco, rochas básicas não afloram em áreas do estado de Minas Gerais, sendo ausentes os seus registros na bacia do rio Paracatu ou no seu entorno.

Por essa razão, Campos e Dardenne (1997a), consideram como embasamento da Bacia Sanfranciscana o Supergrupo São Francisco (figura 2), unidades que funcionaram como substrato para a deposição das sucessões fanerozóicas.

Na base do Grupo Bambuí estão rochas da Formação Jequitai, Grupo Macaúbas (paraconglomerados de origem glacial), associadas a um evento glacial generalizado no Neoproterozóico, delimitada apenas por conglomerados descontínuos e de pequena espessura (Martínez, 2007).

O Grupo Bambuí é representado por uma sequência pelito-carbonatada com sedimentos siliciclásticos no topo, de idade Neoproterozóica, sendo organizado nas seguintes unidades estratigráficas, no norte de Minas Gerais: Formações Sete Lagoas (sequência margosa e pelítica com lentes carbonatadas), Serra de Santa Helena (folhelhos e siltitos, com

intercalações de arenitos e calcários escuros), Lagoa do Jacaré (siltitos, margas, calcários oolíticos pisolíticos), Serra da Saudade (folhelhos, arenitos e siltitos verdes) e Três Marias (arcóseos e siltitos verdes).

M E S O N E O P R O T E R O Z Ó I C O	LITOLOGIA	FORMAÇÃO	AMBIENTE DE SEDIMENTAÇÃO
	Arcóseo esverdeado em bancos maciços siltito-arcoseano esverdeado	Três Marias	Ambiente merinho raso a continental
	Siltitos-argilosos margosos esverdeados com calcário cinza na base. No topo, Bancos de arcóseo esverdeado	Serra Da Saudade	Ambiente sublitorâneo com águas tranquilas a francamente marinho
	Siltitos-argilosos intercalando bancos ou lentes de calcário preto oolítico, fétido. Níveis margosos constantes	Lagoa do Jacaré	Periodicamente, um retorno à sedimen- tação sublitorânea, com águas rasas agitadas e pelas correntes de maré
	Argilito com lentes de calcário cinza- escuro e níveis de margas	Santa Helena	Ambiente sublitorâneo relativamente profundo com águas calmas
	Calcário cinza-escuro, localmente oolítico Dolomitos laminados, brechas dolomíti- cas e dolarenitos	Sete Lagoas	Ambiente sublitorâneo Ambiente litorâneo
	Calcário argiloso cinza-escuro bem laminado Argilito com lentes de dolomito, bege bem laminado Paraconglomerado polimítico	Jequitai	Ambiente sublitorâneo Ambiente litorâneo Sedimentos glaciais

Figura 2 – Coluna estratigráfica do Supergrupo São Francisco. Modificado de Tschidel (2004).

Sobre os sedimentos do Grupo Bambuí, de idade Mesoneoproterozóica, jazem as coberturas fanerozóicas, pouco perturbadas do ponto de vista tectônico, ocorrendo os dois pacotes sedimentares horizontalizados e suavemente ondulados.

Apenas no setor sul da área de estudo, na sub-bacia do rio Santo Antônio, aparecem metassedimentos do Grupo Bambuí intensamente dobrados e movimentados por importantes falhas regionais. Esse conjunto foi mapeado (CPRM; COMIG, 2003) com

referência à posição de Schobbenhaus et al. (1984) que englobam as formações Sete Lagoas, Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré e Serra da Saudade no Subgrupo Paraopeba.

Na área de estudo, os afloramentos mais importantes são dos litotipos da Formação Três Marias, como mostrado nas fotos 1 e 2.

Autor: Mário T. R. Bragança, julho/2010.

Foto 1 – Afloramento da Formação Três Marias, no leito do Córrego do Toucinho.

Autor: Mário T. R. Bragança, julho/2010.

Foto 2 – Detalhe dos arenitos e siltitos arroxeados da Formação Três Marias.

Para Chaves et al. (2007), a idade da sedimentação do Grupo Bambuí está compreendida no intervalo aproximado entre 640 Ma (Formação Sete Lagoas) e 580 Ma (Formação Três Marias), com base em idades radiométricas Rb/Sr e K/Ar indicados por Thomaz Filho, Kawashita e Cordani (1998).

Tschiedel (2004, p.16) dá conta de que o “Grupo Bambuí é caracterizado por megaciclos transgressivos e regressivos, marcados pela alternância entre as unidades siliciclásticas e carbonáticas”. A deposição de sedimentos arcoseanos da Formação Três Marias fecha o ciclo deposicional.

Martinez (2007, p. 22) afirma que “a Bacia Bambuí teve uma história evolutiva internamente diferenciada [...], podendo ser subdividida nos setores ocidental e oriental”. O setor ocidental, de interesse nessa pesquisa, é caracterizado por maiores taxas de subsidência, que resultaram em uma pilha sedimentar mais espessa, assim como pelo importante controle tectônico sobre a sedimentação e pelas grandes variações faciológicas e pouca expressão regional da sedimentação carbonática.

4.2.2.2 COBERTURAS FANEROZÓICAS

As coberturas de idade Fanerozóica adquirem importância especial no estudo da Bacia Sanfranciscana, uma vez que estão diretamente relacionadas à evolução geotectônica regional. São esses materiais, reunidos em cinco grupos sedimentares de idades bastante distintas e empilhados sob as mais diversas condições ambientais, no transcorrer de 330 milhões de anos, que definem a unidade.

Por conta dessa geodiversidade, é possível observar na bacia do rio Paracatu, em posição cronocorrelata, a preservação do empilhamento vertical de litotipos de idade Fanerozóica, organizados, da base para o topo, em Grupos Santa Fé, Areado, Urucuia, Mata da Corda e da Formação Chapadão, cujas idades variam entre o Carbonífero e o Quaternário (figura 3).

4.2.2.2.1 Grupo Santa Fé Indiviso

Campos e Dardenne (1997a) afirmam que a cobertura Fanerozóica da Bacia Sanfranciscana inicia-se com deposição dos sedimentos de idade presumida Permocarbonífera, reunidos no Grupo Santa Fé. Esse Grupo é representado por um pacote de sedimentos de origem

glaciogênica, em contato basal com o Grupo Bambuí, organizado nas formações Floresta e Tabuleiro, compostas por diamictitos, folhelhos com clastos caídos, erráticos (foto 3) e arenitos maciços com intercalações argilosas.

Deve-se destacar que o Grupo Bambuí, cuja idade superior mencionada foi da ordem dos 580 milhões de anos, encontra-se separado do Grupo Santa Fé por um hiato da ordem de 345 milhões de anos.

Autor: Mário T. R. Bragança, julho/2010.

Foto 3 – Errático atribuído ao Grupo Santa Fé. Observado em voçoroca ao lado direito da estrada em direção a Canabrava, cerca de 500 metros após o entroncamento com a MG402, município de João Pinheiro.

4.2.2.2 Grupo Areado

Os sedimentos do Grupo Areado constituem unidade de grande interesse para o estudo geomorfológico da bacia do Rio Paracatu, porque seus afloramentos possuem extensa abrangência espacial, com distribuição contínua na sub-bacia Abaeté e descontínua na sub-bacia Urucuia, em volumes com dezenas de metros. Esses sedimentos ocorrem em discordância erosiva sobre os litotipos do Grupo Santa Fé (LADEIRA et al., 1971; SGARGI, 1989; SGARBI et al. 2001).

A gênese dos sedimentos do Grupo Areado indica a existência de ambientes deposicionais diversos, como leques aluviais, sistemas fluviais entrelaçados, fluvio-deltáicos, lacustres, campo de dunas e interdunas, os quais levaram à acumulação de materiais organizados em três Formações: Abaeté, Três Barras e Quiricó (SGARGI, 1989).

Sgarbi (1989), Hasui e Haralyi (1991) e Saadi (1991) vinculam a deposição do Grupo Areado à estabilidade do Arco da Canastra que compensava a ascensão do Arco do Alto Paranaíba por volta de 112 Ma (pré-Aptiano), posicionando-os no Eocretáceo.

Base do grupo, a Formação Abaeté (foto 4), em referência à bacia do Rio Abaeté, apresenta-se como um pacote de conglomerados que pode alcançar os 30 metros de espessura e uma distribuição regional que abrange desde o Planalto da Mata da Corda até os contrafortes da Serra do Cabral, na margem direita do rio São Francisco (KARFUNKEL; CHAVES, 1995).

De acordo com Sgarbi (1989), essa formação está organizada como conglomerados polimíticos sustentados por matriz, ao sul, e aqueles sustentados pelos clastos, com amplo predomínio de seixos de quartzitos e melhor grau de organização, ao norte. É comum a presença de seixos, matacões e calhaus, praticamente constante, sendo que quartzitos variados, quartzo de veio, quartzo hialino e formações ferríferas bandadas (BIFs) correspondem a mais de 95% dos clastos. Outros fragmentos líticos como granitos, xistos e arcóseos também são encontrados, embora com frequência bem menor.

Com uma espessura média de 100 metros na região de Abaeté, a Formação Abaeté é composta basicamente por sedimentos pelíticos, com folhelhos e siltitos, com intercalações de arenitos finos, médios e grossos.

A Formação Quiricó apresenta-se como uma unidade intermediária, imbricada nas demais formações do Grupo Areado; eventualmente, repousam diretamente sobre a Formação Três Marias, do Grupo Bambuí (SGARBI, 1989).

A Formação Três Barras deriva de ambientes deposicionais fluviais, fluvio-deltáicos e eólicos, em condições de forte aridez, alcançando volumes de 150 metros na sub-bacia Abaeté, com

tendência a adelgaçamento em direção norte, não ultrapassando os 15 metros na sub-bacia Urucuia. Os registros sedimentares exibem grande variação lateral de fácies, que preservam marcas de paleocorrentes, estratificações acanaladas, tabulares, cruzadas e plano-paralelas, podendo variar de centimétricas a métricas (SGARBI, 1991a) (foto 5).

Autor: Mário T. R. Bragança, julho/2010.

Foto 4 – Afloramento dos conglomerados da Formação Abaeté, próximo à Fazenda Mandacaru, no interflúvio da margem esquerda do rio do Sono, em João Pinheiro.

Autor: Mário T. R. Bragança, julho/2010.

Foto 5 – Arenitos eólicos da Formação Três Barras, com estratificações cruzadas. Situado ao lado direito da rodovia MG402, no município de Buritizeiro.

4.2.2.2.3 Grupo Mata da Corda

O Grupo Mata da Corda é constituído por rochas vulcânicas alcalinas efusivas e piroclásticas, plutônicas alcalinas e sedimentares epiclásticas, agrupadas em duas Formações, Patos e Capacete, cujas idades remontam ao neocretáceo, sendo indicadas entre 87 e 89 milhões de anos (SGARBI, 2000). A origem dessas rochas encontra-se associada, na literatura, a um evento de vulcanismo kamafugítico¹, ocorrido durante a abertura do Oceano Atlântico, restrito à sub-bacia Abaeté (SGARBI, 1991b).

Registro sedimentar menos expressivo da Bacia Sanfranciscana, em Minas Gerais, as rochas do Grupo Mata da Corda se sobrepõem ao Grupo Areado, ao sul, e ao Grupo Urucuia, ao norte (SGARBI, 2000).

Constituída de rochas alcalinas máficas a ultramáficas de natureza efusiva e piroclástica, derrames e de origem explosiva, a Formação Patos ocorre de modo fragmentário nos interflúvios sul e sudoeste da bacia do Paracatu, junto às nascentes dos rios da Prata e Santo Antônio, ribeirões do Peixe e das Almas, ao sul da Sub-Bacia Abaeté (CPRM; COMIG, 2003).

A Formação Capacete é uma unidade vulcano-sedimentar, associada ao desgaste e ao retrabalhamento dos materiais da Formação Patos em condições de aridez e cuja espessura chega a 80 metros (foto 6). É constituída por rochas epiclásticas, conglomerados e arenitos, cuja granulometria varia da fração argila até seixos e calhaus, derivadas de rochas alcalinas e cimentação carbonática. Essa formação aflora na forma de relevos de topos planos, delimitados por escarpas íngremes e festonadas (HASUI; HARALYI, 1991; CAMPOS; DARDENNE, 1997a).

¹ “Kamafugitos” é um termo coletivo que engloba rochas vulcânicas máficas a ultramáficas, sub-saturadas em SiO₂, em que as fases félsicas são feldspatóides (kalsilita, nefelina e leucita) (SGARBI, 1998, p. 2).

Baggio Filho (2008) enfatiza o fato de que os domínios de relevo mais elevados, capeados pelos arenitos da Formação Capacete representam importantes áreas de recarga dos aquíferos.

Autor: Mário T. R. Bragança, julho/2010.

Foto 6 – Alteritos desenvolvidos sobre a Formação Capacete, vistos em talude da BR365, no município de Buritizeiro, em direção a Luizlândia do Oeste.

4.2.2.2.4 Grupo Urucuia

O Grupo Urucuia abrange uma unidade essencialmente arenosa, de maior expressão espacial na Bacia Sanfranciscana. Foi posicionada no neocretáceo, sendo contemporânea do vulcanismo Mata da Corda (BARCELOS; SUGUIO, 1980; SGARBI, 2000). Na área de estudo o afloramento mais representativo é observado nas escarpas do Chapadão dos Gerais, no município de Buritizeiro.

Campos e Dardenne (1997a) dividem o Grupo Urucuia nas Formações Posse e Serra das Araras. A Formação Posse, basal, engloba arenitos eólicos, com níveis de conglomerados e seixos do próprio arenito. Sua origem é associada a um sistema eólico de campos de dunas em associação com regimes fluviais instáveis, indicado pela observação de estratificações plano-paralelas e cruzadas. A Formação Serra das Araras é constituída por arenitos, argilitos e conglomerados imbricados em estratos plano-paralelos, cujas espessuras podem variar de

0,5 m a 2 metros. Os conglomerados situam-se na base da formação e os horizontes pelíticos situam-se no topo, com até meio metro de espessura.

4.2.2.2.5 Formação Chapadão

Genericamente denominada de Cobertura Terciária, a Formação Chapadão abrange coberturas arenosas eluviais e coluviais, friáveis e laterizadas, ou não, e terrenos aluviais recentes, amplamente distribuídas na Bacia Sanfranciscana (TSCHIEDEL, 2004).

A gênese da Formação Chapadão deriva do processo erosivo que desmonta as demais formações presentes na área de estudo, podendo ser facilmente observada na bacia do Rio Paracatu, já que ocorre capeando a paisagem, na forma de mantos de alteração ou de acumulação inconsolidados (CAMPOS; DARDENE, 1997a).

Divide-se a Formação Chapadão em Coberturas Aluvionares, Coluvionares e Eluvionares, conforme a área de ocorrência e a natureza do material constituinte (MINAS GERAIS, 1983).

A unidade descrita como coberturas aluvionares ocorre ao longo dos principais eixos de drenagem na Bacia Sanfranciscana, em geral, e na bacia do rio Paracatu, em particular. Em alguns casos, chega a alcançar até cinco quilômetros de largura. Sedimentos inconsolidados envolvem volumes detríticos diversos, seixos, cascalhos, areias, argilas e siltes, acumulados em depósitos aluviais recentes; incluem paleocanais retrabalhados, terraços aluviais, canais atuais em fase de edificação. Suas espessuras são variáveis, alcançando cerca de 10 metros (MINAS GERAIS, 1983; CAMPOS; DARDENNE, 1997a; BAGGIO FILHO, 2008) (fotos 7).

As aluviões estão comumente associadas às planícies de inundação das maiores drenagens e derivam da remobilização de material detrítico variado, organizado em sedimentos inconsolidados, de arenosos, areno-argilosos e argilo-siltosos (BAGGIO FILHO, 2008). Os terrenos aluviais estão concentrados no médio e baixo vale dos diversos cursos, tendo em vista que os altos vales, em geral, correm em leito rochoso.

Os sedimentos coluvionares resultam do retrabalhamento de unidades Fanerozóicas de constituição predominantemente arenosa, situadas no topo da paisagem capeando as chapadas e tabuleiros mais elevados. Esses sedimentos aparecem em altitudes superiores aos 600 metros (CPRM; COMIG, 2003).

As coberturas coluvionares são materiais derivados da alteração *in situ* das coberturas de vertentes, a partir da decomposição das rochas subjacentes. A distribuição espacial é relativamente ampla sobre as extensas chapadas da área, apresentando, comumente, evidências de lateritização.

De modo geral, as coberturas coluvionares ocorrem acima da cota 600 metros e, quando laterizadas, situam-se acima dos 800 metros (CPRM; COMIG, 2003). Porém, eventualmente, imbricam-se com os terrenos aluvionares e coluvionares nas baixas vertentes (foto 8). Evoluem a partir da transformação dos arenitos pertencentes às diversas estratigrafias subjacentes e alcançam facilmente volumes de 20 a 30 metros de espessura.

Autor: Mário T. R. Bragança, julho/2010.

Foto 8 – Cidade de Brasilândia de Minas, em primeiro plano, instalada sobre extensa formação alúvio-eluvionar. Em segundo plano, à esquerda, o rio Paracatu e em último plano, o compartimento orográfico da Serra da Maravilha.

Na bacia do rio Paracatu as coberturas terciárias encontram-se recobertas por um volumoso pacote de lateritas ferruginosas concrecionadas, de espessura variada, podendo alcançar mais de três metros (foto 9).

Autor: Mário T. R. Bragança, julho/2010.

Foto 9 – Lateritas da Formação Chapadão, na borda do Chapadão dos Geraís, margem direita do rio do Sono, município de Buritizeiro.

Ollier (1991) e Ollier e Sheth (2008) utilizam o termo laterita para se referir ao ferricrete concrecionário, desenvolvido a partir de materiais superficiais sobre o saprolito.

Chowdhury et al. (1965, p. 552) ressaltam que o vocábulo laterita é um “termo petrográfico que descreve uma rocha, geralmente cavernosa e vesicular, rica em ferro hidratado e óxidos de alumínio e exaurida de bases e álcalis.”

Essa laterita pode ter duas origens possíveis, indicadas por Chowdhury et al. (1965), sendo uma acumulação absoluta, derivada do intemperismo e da evolução geoquímica em condições de morfologia plana (“peneplanície”), e outra acumulação relativa, em áreas rebaixadas, derivada da mobilização das concreções originalmente desenvolvidas nas partes elevadas.

Widdowson e Cox (1996) questionam essa gênese das lateritas, demonstrando que, embora similares, as concreções podem apresentar evidências claras de evolução geoquímica e autóctone.

Eggleton e Taylor (1999) apresentam a descrição de três modelos explicativos atuais para o desenvolvimento das lateritas, enfatizando as condições topográficas nas quais poderiam ocorrer os processos geoquímicos responsáveis pelas transformações mineralógicas que resultariam nas acumulações dos perfis lateríticos.

Na área de estudo as concreções possuem grande importância como marcador estratigráfico e como condicionante da evolução geomórfica da paisagem.

4.3 GEOMORFOLOGIA REGIONAL

O relevo do Planalto Brasileiro, no setor que abrange a bacia do rio Paracatu, de interesse nessa pesquisa, foi descrito em termos gerais e regionais por vários estudos, entre os quais Azevedo (1949), Ab’Sáber (1949; 1965), Freitas (1951a), Almeida (1951), King (1956), Saadi (1991) e Valadão (1998).

4.3.1 AS SUPERFÍCIES DE APLAINAMENTO

A primeira abordagem sistemática e de escala regional do relevo brasileiro foi realizada por King (1956), que compartimentou o relevo do Brasil Oriental em cinco grandes níveis equivalentes a ciclos de aplainamento, resultantes de ciclos de erosão subsequentes: Gondwana, Post-Gondwana, Sul-Americano, Velhas e Paraguaçu.

O reconhecimento desses ciclos foi realizado a partir da observação do que o autor considerou serem vestígios de superfícies de erosão, aos quais foram associados ciclos geomorfológicos de escala continental.

O Ciclo Gondwana corresponde ao ciclo mais antigo em território brasileiro, referenciado por King (1956, p. 162), em razão do fato de ter sido preservado nas posições mais elevadas, sendo anterior à abertura do Oceano Atlântico.

O Ciclo Post-Gondwana estaria diretamente relacionado aos sedimentos continentais de idade Cretácea dos Grupos Areado e Urucuia, notadamente com a descrição da ocorrência de espessos leitos de conglomerados (KING, 1956, p. 166).

O Ciclo Sul-Americano, cuja idade indicada foi o Terciário Inferior (Cretáceo Superior ao Mioceno Inferior), teria atingido grande regularidade e uniformidade de aplainamento e corresponderia às atuais chapadas que se elevam sobre sistemas de vales ou planícies onduladas (KING, 1956, p. 167).

O Ciclo Velhas é descrito como uma paisagem ondulada, com ampla ocorrência de pedimentos, porém, não chega a atingir um aplainamento extenso, embora sua rede de drenagem atue dissecando os remanescentes do Ciclo Sul-Americano, anterior. Vales amplos explicam a grande distribuição espacial desta superfície no interior do território, acompanhando os cursos dos grandes rios (KING, 1956, p. 171).

O Ciclo Paraguaçu descreve o evento de dissecação mais recente entre os sugeridos pelo autor, restringindo-se aos cursos e gargantas que drenam diretamente para o Oceano Atlântico.

4.3.1.1 OS REGISTROS DE KING (1956) NA BACIA DO RIO PARACATU

Em sua passagem pelo Brasil, Lester King visitou a bacia do rio Paracatu, tendo descrito afloramentos e estabelecido correlações topográficas nas localidades de Presidente Olegário, João Pinheiro, Olhos d'Água do Oeste, Canabrava, Pirapora e Santa Fé de Minas.

Resultados de suas investigações levaram KING (1956) a mapear quatro ciclos de desnudação na bacia: Ciclo Gondwana, Ciclo Post-Gondwana, Ciclo Sul-Americano e Ciclo Velhas.

O Ciclo Gondwana foi descrito no Chapadão dos Gerais, o Ciclo Post-Gondwana caracterizado entre João Pinheiro, Santa Luzia da Serra e Olhos d'Água do Oeste, o Ciclo Sul-Americano aparece mapeado ao longo de todo o interflúvio sul da bacia e o Ciclo Velhas nas terras abaixo da cota 700 metros.

Serão descritos, a seguir, os quatro ciclos de desnudação acima apontados:

Ciclo Gondwana: superfície de topos, interflúvios e chapadas, mais elevados, correlacionáveis à superfície 'Gondwana', acima da cota 850 metros, cujos remanescentes podem ser encontrados fragmentados sobre os compartimentos mais elevados.

Esse nível topográfico ocorre acima da cota 840 metros no Chapadão dos Gerais, na Serra das Palmeiras, na Serra da Maravilha, no Morro dos Dois Irmãos e na Serra do Boqueirão. Caracteriza-se pelo fato de ser sustentado por ocorrências de materiais lateríticos, observados, principalmente, nos topos mais elevados dos interflúvios da bacia, constituídos pelos compartimentos citados. Essa superfície encontra correlação com a Superfície

Gondwana de King (1956, p. 178) e “é resultante do nivelamento dos sedimentos terrestre cretáceos”, recobertos por materiais enriquecidos em ferro, nomeadamente pelas Formações Chapadão (Terciário) e Capacete (Cretáceo).

De acordo com KING (1956, p. 163), “sempre que a rocha matriz forneceu o material adequado, a superfície Gondwana apresenta-se protegida por uma camada de canga”.

Ciclo Post-Gondwana: patamares e colinas com rampas extensas, esculpidos sobre afloramentos de arenitos cretáceos (Areado, Urucuia, Mata da Corda), correlacionáveis à superfície ‘Post-Gondwana’, às cotas de 700 a 800 metros, identificados no Chapadão dos Gerais, Serra da Maravilha, Serra do Boqueirão e Planalto da Mata da Corda.

O segundo nível topográfico, situado a cotas entre 700 e 800 metros, encontra-se elevado cerca de 200 a 300 metros em relação ao piso atual da paisagem, sendo esculpido sobre as rochas dos Grupos de idade Cretácea (Mata da Corda, Urucuia e Areado) bem como sobre rochas mais antigas dos Grupos Bambuí e Santa Fé. Esses compartimentos podem ser correlacionados, do ponto de vista geomorfológico, à Superfície Post-Gondwana ou Sul-Americana, de KING (1956), dependendo de sua posição topográfica e materiais de cobertura.

Esse nível parece coincidir ainda com uma discordância do Cretáceo em relação às formações permo-carboníferas e mesoneoproterozóicas subjacentes e representam a superfície topográfica em evidência.

Ciclo Sul-Americano: extensos interflúvios de topos planos e regulares, entremeados por drenagem medianamente entalhada, com elaboração de vertentes convexas e vales estreitos e encaixados, nas cotas de 600 a 750 metros, contornando os relevos regulares do Chapadão dos Gerais, Serra de Santa Teresa, Serra da Maravilha, Serra das Palmeiras e estabelecidos nos interflúvios meridionais da bacia do rio Paracatu, podem ser correlacionados ao ciclo “Sul-Americano”.

Ciclo Velhas: vertentes côncavas a retilíneas, com rampas de colúvio de morfologia suave, elaboradas sobre os afloramentos dos Grupos Santa Fé e Bambuí e da Formação Abaeté, recobertos com materiais cretácicos remobilizados, correlacionáveis à superfície ‘Velhas’, constituindo o piso da paisagem, entre 480 e 560 metros, observadas em toda a extensão da bacia, próximo aos grandes rios.

Na base do Grupo Areado, uma discordância erosiva marca as evidências geomorfológicas de uma superfície de erosão resultante do entalhamento do pacote sedimentar de idade cretácea, expondo sua formação basal.

Esse nível topográfico constitui a planície de inundação da drenagem atual, bem como as rampas de colúvio interdigitadas nas baixas e médias vertentes. A morfologia é plana a suavemente inclinada, sendo elaborada sobre formações aluviais e elúvio-coluvianais.

O desmonte da Superfície Sul-Americana pelo entalhamento da paisagem deu origem ao pavimento erosivo reconhecido por KING (1956, p. 188) como ciclo de desnudação “Velhas”, representado por pequenos vales, que dão lugar a planícies com vários quilômetros de largura “[...] típicas ao longo do Paracatu, onde se estendem do rio até uma área montanhosa do mesmo ciclo, em Canabrava”.

Nesse ciclo as rochas mais antigas teriam sido arrasadas, rebaixadas e regularizadas, constituindo-se num piso erosivo, em fase de recobrimento durante o Terciário e o Quaternário, pela remobilização de materiais de idade mais recente.

4.3.2 AS DEPRESSÕES PERIFÉRICAS E AS SUPERFÍCIES APLAINADAS

Ab’Sáber (1965) não chega a propor uma compartimentação própria para o Estado de Minas Gerais. Utilizando-se dos princípios de King (1953), sistematiza a paisagem geomorfológica a partir de uma organização erosiva, complementada nos conhecimentos geológicos. Essa

perspectiva enfatiza o condicionamento climático semi-árido da evolução do relevo que levaria à retração paralela das vertentes.

A natureza sedimentar do substrato regional seria o fator condicionante do esvaziamento das bacias hidrográficas, pela erosão remontante, dando origem às depressões interplanálticas. Os relevos residuais foram denominados superfície de cimeira (AB'SÁBER, 1965, 2000).

As depressões interplanálticas englobam, na visão do autor, um conjunto de superfícies sinuosas e irregulares, poligênicas, embutidas entre maciços rochosos e pacotes sedimentares elevados e mais resistentes (AB'SÁBER, 1965).

Afirma Ab'Sáber (1965, p.19) que as “feições típicas do relevo no Planalto Brasileiro são as depressões periféricas”, descritas pelo autor como compartimentos deprimidos, situados entre os blocos salientes de maciços antigos e as frentes de cuevas ou ladeiras de chapadas interiores, entremeadas por áreas rebaixadas denominadas, genericamente, Depressão Sertaneja. Desse modo, a evolução geomorfológica seria dada pela elaboração de duas feições principais, uma superfície de cimeira em oposição a outra superfície intermontana ou interplanáltica.

Condições climáticas áridas no decorrer do Cretáceo e Terciário são avocadas pelo autor e seriam necessárias à explicação da dinâmica paleogeográfica que teria esculpido as superfícies de cumiada ou de cimeira, na forma de “aplainamentos de topo relativamente extensos e topograficamente homogêneos, indiferentemente do substrato rochoso” (AB'SÁBER, 1965, p. 22-23). A hipótese da persistência de um clima semiárido durante o Mesozóico e parte do Cenozóico foi examinada em profundidade e corroborada por Sgarbi e Dardenne (1996).

As superfícies interplanálticas teriam sido esculpidas no final do Terciário, entre o Plioceno e o Pleistoceno Inferior, em condições de soerguimento tectônico generalizado, razão pela qual a posição topográfica das camadas Mesozóicas, que teriam servido de matéria básica

nesse processo, encontram-se em posições topográficas muito variadas nos cantos extremos do Planalto Brasileiro.

O autor reúne sob a denominação de Depressão Sertaneja um conjunto de superfícies rebaixadas típicas do Nordeste do Brasil, às quais Ross (2000, p. 63) denomina Depressão Sertaneja e do São Francisco e descreve como

[...] uma extensa área rebaixada e predominantemente aplanada, constituindo superfícies de erosão que secciona uma grande diversidade de litologias e arranjos estruturais. Esta superfície apresenta inúmeros trechos com ocorrência de relevos residuais constituindo **inselbergs**, quase sempre associados a litologias do cristalino. [...] Iniciando-se no norte e no leste do litoral nordestino, com altitudes inferiores a 100 m, essa depressão alonga-se para o interior acompanhando o médio vale do rio São Francisco (grifo do autor).

4.3.3 OS DOMÍNIOS MORFOTECTÔNICOS

Saadi (1991) insere na discussão da morfologia do Estado de Minas Gerais conceitos da morfotectônica. Essa abordagem genética privilegia o contexto tectônico macrorregional e as reativações locais e regionais, em conjunto, capazes de intervir na configuração geral do relevo do estado de Minas Gerais.

A interpretação morfotectônica do relevo de Minas Gerais inicia-se pelo destaque ao caráter central que a evolução geotectônica mesozóica tem para a explicação das heranças cretáceas no controle da atividade morfogenética cenozóica (SAADI, 1991).

Esse autor seleciona quatro compartimentos morfoestruturais no estado de Minas Gerais (SAADI, 1991, p. 6-10), sendo eles:

- a) Província do São Francisco, compartimento geotectônico central do Estado, coincidindo como Cráton do São Francisco, parte do Escudo Atlântico aparentemente estabilizada desde 1.700 Ma; tem orientação N-S e é constituída por “embasamento arqueano granito-gnáissico” em parte bastante migmatizado e com metamorfismo de grau variado.
- b) Província Tocantins, unidade geotectônica pertencente ao Escudo Central apresenta direção e trends estruturais NW-SE. Localizada a oeste do Cráton do São

Francisco, estabelece a separação deste com a Bacia do Paraná. Possui duas faixas de dobramentos associadas em estreitas bandas de orientação sub-meridiana: A Faixa Uruaçu e a Faixa Brasília.

c) Província Mantiqueira, limite leste do Cráton do São Francisco e sul da Província Tocantins, possui constituição básica de complexos gnáissicos associados a rochas máficas e ultramáficas arqueanas dos complexos Barbacena/Mantiqueira e por metassedimentos dispostos em bandas alternadas granulíticas e anfibolíticas atribuídas à faixa de dobramentos Paraíba do Sul, relacionada ao Ciclo Transamazônico.

d) Província Paraná, uma sinéclise de idade paleozóica bordejada do lado mineiro por uma estrutura flexural denominada “Flexura de Goiânia” ou “Arco da Canastra”, que influi continuamente sobre a evolução de sua borda NE e de seu preenchimento sedimentar, cuja espessura é superior a 500 metros.

Uma análise minuciosa das condições geotectônicas que influenciaram a evolução do relevo do Estado de Minas Gerais é apresentada para três grandes compartimentos geomorfológicos selecionados:

- a) A margem sul do Cráton do São Francisco e a bacia do alto rio Grande;
- b) A porção meridional do Cráton do São Francisco e a Bacia do alto São Francisco;
- c) Margem leste do Cráton do São Francisco.

O autor conclui que ao final do Mesozóico o Planalto Brasileiro exibia, na área hoje ocupada por Minas Gerais, “uma morfologia muito pouco acidentada”, sobre a qual os processos geomorfológicos elaboraram a “mais perfeita superfície de erosão conhecida: a Superfície Sul-Americana de King (1956)” (SAADI, 1991, p. 260).

Em outra assertiva, considera aquele autor que “a maior parte das fases de encaixamento fluvial associadas a deslocamentos dos eixos de drenagem possuem a sua origem na tectônica e não em mudanças climáticas” (SAADI, 1991, p. 262), já que, ainda em sua opinião, não há “registros inquestionáveis” sobre o papel das mudanças climáticas no comportamento da morfogênese do estado.

Ainda que não contemple objetivamente a bacia do rio Paracatu, esse estudo considera como válida a proposição das superfícies de aplainamento mencionadas na literatura geomorfológica, assim como, apresenta um referencial claro sobre as datações dos eventos

de interesse para o estudo da evolução do relevo do sudeste do Brasil ao longo do Mesozóico e Cenozóico.

4.3.4 OS REMANESCENTES DA SUPERFÍCIE SUL-AMERICANA

Valadão (1998) desenvolve uma profunda revisão dos trabalhos de King (1956), sobre o Brasil Oriental, em termos geológicos, topográficos e sedimentológicos, para concluir que a taxonomia das formas apresentada pelo autor é incompatível com a realidade observada. Propõe, assim, a reorganização genética e cronológica dos compartimentos segundo uma abordagem fundamentada na sedimentologia, sugerindo a existência de apenas três superfícies: Sul-Americana, Sul-Americana I e Sul-Americana II.

Afirma que, como sugerido por King (1956), a denominação Superfície Sul-Americana se deve ao fato dessa superfície ter sido elaborada a partir da fragmentação da Pangéia e que as demais superfícies reconhecidas resultam da dissecação da Superfície Sul-Americana. Afirma ainda que essas denominações visam estabelecer uma correlação genética estreita com a superfície original.

Assim, a Superfície Sul-Americana I teria uma gênese associada à exumação da superfície mesozóica e seria descrita pelas formações superficiais que lhe atribuem identidade crono-estratigráfica. Essa unidade morfológica foi elaborada entre o final do Mioceno Superior até o Plioceno Superior e teria uma origem associada à incisão da drenagem e desmonte da Superfície Sul-Americana.

A Superfície Sul-Americana I corresponde ao nível das chapadas, cujas altitudes variam entre 900 e 1000 metros, sendo regionalmente denominadas Chapadão dos Geraís, Serra do Jatobá e Planalto da Mata da Corda.

A Superfície Sul-Americana II, por sua vez, seria correlata à Superfície Sertaneja de Ab'Saber (1965) e corresponderia ao piso das depressões interiores e sub-litorâneas, referenciando o

aplanamento das atuais depressões semi-áridas nordestinas, embora tenha sido mapeada, também, em domínios mais úmidos. Essa unidade morfológica foi elaborada entre o final do Plioceno Superior até o Pleistoceno Inferior e estaria associada a movimentos epirogenéticos da fachada atlântica.

A Superfície Sul-Americana II ocupa o piso das depressões interplanálticas, fato associado à sua origem na incisão da rede de drenagem atual.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo das superfícies de erosão na bacia do rio Paracatu encontra elementos de controle em razão da pequena atividade tectônica no Cenozóico, que fez movimentar pouco o substrato geológico mantendo-o próximo às condições de deposição sobre as discordâncias erosivas mais antigas. Tal fato permite afirmar que a evolução da paisagem regional obedeceu preferencialmente à dinâmica climática.

O recuo lateral das vertentes (*Backwearing*) ocorreu pelo menos quatro vezes na bacia do rio Paracatu, ao longo do Cretáceo e Cenozóico, tendo deixado suas marcas na morfologia, preservada pelas rochas silicatadas, resistentes ao intemperismo.

Observa-se um claro nivelamento regional coincidente com os afloramentos das formações basais de cada unidade cronoestratigráfica. Essa constatação topográfica encontra correlação direta com o modelo de evolução da paisagem da pediplanação, sendo possível estabelecer uma correlação entre a idade dos substratos aflorantes, os megaciclos erosivos que recobriram a bacia, os pulsos tectônicos regionais e os eventos de arrasamento que originaram as superfícies de erosão presentes na paisagem.

Os níveis erosivos encontram-se predominantemente recobertos por materiais arenosos, provenientes das cotas mais elevadas, tendo em vista que as unidades estratigráficas superiores são constituídas por importante parcela de arenitos, ou evoluídos *in situ* na forma de colúvios com altos teores de areia. Por essa razão, o mapeamento dos depósitos correlativos possui uma limitação importante na área, já que, ao que parece, os materiais teriam se movimentado pouco na região. Somente o piso atual da bacia, esculpido sobre as rochas dos Grupos Bambuí e Santa Fé, destoam desse padrão, quando exibem coberturas por colúvios.

A drenagem atual dissecou todas as litologias superiores, altamente intemperizadas, acentuando a morfogênese. Contudo, em razão do grau avançado de alteração da rocha, não chega a configurar *canyons* e gargantas. Os vales são rasos e podem assumir a forma de

veredas, em razão da declividade suave que aproxima o nível freático da superfície; grande parte delas desenvolve-se sobre leito rochoso.

Dada sua conformação geomorfológica, como “uma unidade topográfica interplanáltica” (MINAS GERAIS, 1983, p. 29), a bacia do Rio Paracatu foi esculpida a partir do rebaixamento e regularização de rochas de idades variadas, por processos de aplainamento agressivos e forte entalhamento fluvial, os quais, atesta King (1956), teriam ocorrido em condições de clima árido e semi-árido.

Esse compartimento surgiu e evoluiu a partir da remoção de volumes sedimentares de uma área deprimida situada entre os Altos Estruturais do Paracatu e do Alto Paranaíba.

O relevo atual da bacia parece obedecer a um padrão de evolução da paisagem característico dos domínios tropicais úmidos, definido pela intensa dissecação fluvial decorrente do umedecimento do clima tropical.

Topos aplainados, entrecortados por cursos instalados sobre leito rochoso, em praticamente toda rede de drenagem de menor ordem, amparam a interpretação da paisagem segundo uma modificação das condições atmosféricas passando de áridas a úmidas, associadas a soerguimentos tectônicos

A bacia é entremeada por compartimentos mais elevados, resultantes da resistência diferencial de seus materiais constituintes e que possuem como feição geomorfológica marcante bordas abruptas elaboradas por processos erosivos recentes.

Os relevos esculpidos sobre as litologias dos Grupos Bambuí e Santa Fé situam-se nas cotas entre 400 e 560 metros, pontos mais baixos da paisagem, sendo amplamente recortados pela drenagem atual. Encontram-se, muitas vezes, recobertos por espessos pacotes sedimentares de natureza aluvial e elúvio-coluvional, ocasionalmente, lateríticos.

Em seguida surgem as formas esculpidas sobre a transição das litologias dos Grupos Bambuí e Santa Fé, subjacentes, para os conglomerados da Formação Abaeté, nas cotas de 560 a 730 metros.

Num terceiro nível topográfico encontram-se morfologias elaboradas sobre as Formações Três Barras, Quiricó (Grupo Areado) e Capacete e Grupo Urucuia, cujas cotas variam de 700 a 800 metros e exibem coberturas latossólicas com altos teores de fração areia.

Por fim, os compartimentos elevados resistem ao avanço da erosão, como as Serras da Maravilha e do Boqueirão, Morro dos Dois Irmãos e Planalto da Mata da Corda. Esses testemunhos alcançam 900 metros de altitude e são capeados pelas concreções ferruginosas da Formação Chapadão e pelos arenitos da Formação Capacete.

5.1 DINÂMICA GEOMORFOLÓGICA

Frente a uma tectônica comedida, observada sobre a área cratônica, os processos modeladores do relevo da bacia do rio Paracatu atuaram – e continuam atuando – por intervalo temporal consideravelmente longo, desde o final do Cretáceo.

O último grande ciclo de sedimentação que afetou a região ocorreu entre 80 e 87 milhões de anos atrás e resultou na deposição dos Grupos Urucuia e Mata da Corda.

Desde o final desse ciclo, as forças de desmonte têm atacado as litologias, removendo continuamente seu manto de alteração. Pode ser essa uma explicação para a relativa regularidade topográfica e morfológica observada na bacia do Paracatu, mesmo diante de “sua grande variedade litológica” (MINAS GERAIS, 1983, p. 29). Esse fato também corrobora a hipótese anterior relativa à evolução do relevo pelo contínuo rebaixamento da paisagem.

O rio São Francisco parece ter se configurado no nível de base para a evolução do relevo do vale do Paracatu, fundamentando a hipótese de que, ao longo do Cenozóico, o relevo da bacia do Paracatu tenha evoluído predominantemente graças à ação do clima.

A bacia do rio Paracatu foi escavada por rochas cretáceas no final do Mesozóico e permaneceram protegidas de eventos denudacionais durante a maior parte do Terciário.

Por essa razão, acredita-se que a transição entre as unidades litoestratigráficas guarda os registos fósseis das configurações geomorfológicas finais de cada período, expressos na forma de superfícies arrasadas, ou seja, de uma (ou mais) superfície de erosão que, nos ciclos de sedimentação instalados posteriormente, deram origem a contatos discordantes.

Existiriam, então, relações diretas e sucessivas entre os hiatos deposicionais e os períodos de arrasamento de cada unidade geológica, antes de seu posterior recobrimento, que criaria a base da unidade superior, de idade mais recente.

Dessa forma, a proposição de superfícies erosivas é feita mediante a associação direta dos níveis topográficos com os afloramentos dos compartimentos geológicos, expressos em perfis topográficos. Esse critério considera a sugestão de uma descontinuidade erosiva atual sendo esculpida em um período caracterizado por um megaciclo erosivo.

5.2 OCORRÊNCIAS DE LATERITA NA PAISAGEM

O topo da paisagem é marcado pela presença de concreções ferruginosas. Em geral, esse material possui de 1 a 2 metros de espessura, localmente alcançando volumes de 3 metros.

Na área de estudo, a laterita se configura como um bom marcador cronológico, estratigráfico e geomorfológico relativos.

Apesar de discutível e incerta, a idade das lateritas na Bacia Sanfranciscana, assim como em outras partes do Planalto Brasileiro, tem sido datada do início do Terciário, em razão de sua posição no topo dos compartimentos mais elevados e sobre rochas mais antigas de idades conhecidas.

Do ponto de vista estratigráfico, a laterita pode evidenciar o encerramento do último ciclo de sedimentação na área. Ainda que a datação não seja definitiva, as concreções ferruginosas encontram-se sobrepostas em discordância aos demais litotipos da bacia, notadamente aqueles do Cretáceo, sugerindo um evento mais recente.

O capeamento laterítico dos compartimentos mais elevados permite especular que essa formação resulta de intensa acumulação, decorrente de um ciclo sedimentar de abrangência macrorregional, ocorrido de maneira rápida e abruptamente interrompido. Isso explicaria sua posição no topo dos compartimentos, nos quais inexistem evidências de forte soerguimento.

A brevidade desse ciclo pode ser associada à espessura do capeamento limitada a poucos metros, embora de expressão macrorregional, inclusive cobrindo áreas fora da Bacia do rio Paracatu.

Outra explicação coerente para os pacotes lateríticos regionais procura associar sua gênese à evolução geoquímica, a partir da transformação *in situ* de rochas e minerais do Grupo Urucua (Indiviso) e Formação Capacete (Grupo Mata da Corda).

A manutenção desses encrostamentos ferruginosos em posição elevada pode ser explicada, também, pelo controle estrutural, ou seja, como já afirmado, a área de estudo tem se comportado como um bloco íntegro, ao longo do Cretáceo-Cenozóico. Os movimentos pouco expressivos dentro desse bloco asseguraram a preservação da laterita em sua posição original.

Em razão da evolução geomorfológica, os materiais constituintes da Formação Chapadão permaneceram situados nas cotas mais elevadas dos interflúvios, sendo datados,

correlativamente, do Cenozóico. Esses materiais possuem origem pouco conhecida e sua evolução é complexa pois, intemperizado, movimenta-se encosta abaixo e mistura-se com as formações subjacentes, de propriedades muito semelhantes.

Do ponto de vista geomorfológico a posição topográfica da laterita fossiliza as cotas mais elevadas da área de estudo, servindo de marco relativo para o estudo da evolução da drenagem. Presta-se ainda para o controle dos estudos sobre basculamentos, bombeamentos, elevações e abatimentos, principalmente, em razão da existência dos altos estruturais do Paracatu e Alto Paranaíba.

Os demais compartimentos existentes na bacia resultam da erosão diferencial. Nota-se, inclusive, que as grandes estruturas, embora condicionem fortemente a orientação da drenagem, principalmente, na margem direita (alto vale dos tributários), nada interferem no padrão de dissecação geral da paisagem.

Aparentemente, dois argumentos podem explicar esse fato: a existência das litologias dos Grupos Bambuí e Santa Fé, resistentes à incisão da drenagem, determina os níveis de base das sub-bacias. Em segundo lugar, a resistência das rochas, associadas a um padrão de drenagem no qual o médio e baixo vales estão muito próximos do nível de base, tendo reduzida capacidade de escavação.

5.3 CROQUI DA EVOLUÇÃO GEOLÓGICA

A correlação estabelecida entre as superfícies de erosão da bacia do rio Paracatu e o substrato geológico passa também pela demonstração esquemática da sucessão de ciclos sedimentares que acumularam as rochas da bacia.

Esses ciclos são apresentados de forma sintética nos croquis 1 a 8, que têm o propósito de organizar a gênese de cada grupo segundo sua idade estimada e seu posicionamento estratigráfico.

5.4 AS SUPERFÍCIES DE EROSÃO: IDENTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO

A conformação topográfica regional, correlacionada à litoestratigrafia, permitiu a individualização de quatro superfícies de erosão no setor centro-oriental da bacia do rio Paracatu, as quais foram descritas com base em suas características morfológicas, posicionamento topográfico e materiais constituintes. Essas superfícies são espacializadas no mapa do ANEXO A e sintetizadas de modo comparativo no QUADRO 1.

Em razão da tendência constante de soerguimento generalizado do Escudo Atlântico, essas superfícies encontram-se embutidas sequencialmente, sendo as mais antigas posicionadas num raio mais externo e mais elevadas. As mais jovens estão no interior de uma grande depressão interplanáltica. As intermediárias constituem degraus entre o piso da depressão e os interflúvios.

As superfícies são as seguintes:

- a) Superfície de Planaltos Tabulares;
- b) Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados;
- c) Superfície de Planaltos Baixos com Pedimentos Ravinados e Vales Encaixados;
- d) Superfície da Depressão da Planície Fluvial do Rio Paracatu.

5.4.1 SUPERFÍCIE DE PLANALTOS TABULARES

A Superfície de Planaltos Tabulares apresenta correspondência com Superfície Gondwana (King, 1956), Superfícies de Cimeira (Ab'Sáber, 1965) ou Superfície Sul-Americana (Valadão, 1998).

Sua delimitação obedeceu a critérios topográficos, estratigráficos e morfológicos, sendo individualizada pelos relevos excepcionalmente planos e regulares, acima da cota 800

metros, capeados pela laterita concrecionária da Formação Chapadão e pelos arenitos eólico-vulcânicos da Formação Capacete.

A unidade define um compartimento de terras altas, com espacialização expressiva, de grande regularidade topográfica e morfológica nos interflúvios meridionais da bacia, apenas suavemente inclinada em direção NNE, em direção ao vale do rio São Francisco. O topo desses patamares alcança uma altitude média de 800 m, podendo, localmente, ultrapassar os 1.000 m, nos municípios de Buritizeiro, João Pinheiro e Presidente Olegário.

Possui grande expressão espacial no Chapadão dos Gerais e Planalto da Mata da Corda, onde alcança várias dezenas de quilômetros quadrados. Sobre o Morro dos Dois Irmãos e Serras da Maravilha, de Santa Teresa e do Boqueirão ocorre na forma de fragmentos remanescentes de limitada expressão territorial (foto 10). A disposição geral desses principais compartimentos da unidade permite afirmar que possui uma orientação remanescente geral SW-NE.

Essa superfície engloba um conjunto de compartimentos orográficos de morfologia plana e altitudes elevadas, esculpido por processos intempéricos que levaram ao rebaixamento da paisagem e que teriam perdurado desde o final do Cretáceo até o fim do Terciário (figura 4), sendo contemporâneos do ciclo de vulcanismo Mata da Corda e das acumulações Urucuia.

Portanto, a gênese dessa superfície pode ser associada a eventos sedimentares necessariamente anteriores ao neocretáceo (96 – 92 Ma), quando ocorreu a segmentação das sub-bacias Urucuia e sub-bacia Abaeté. Sua evolução geomorfológica se estende desde então, embora a idade das formas seja muito mais recente.

Nesses compartimentos são ausentes os depósitos de rochas vulcânicas de idades mais recentes que o Cretáceo, de modo que as acumulações de laterita constituem o patamar mais elevado, o que justifica exatamente sua permanência devida à proteção imposta por essas litologias mais resistentes, como pode ser claramente constatado no alto da Serra da Maravilha (foto 11). Nessa Serra, a carapaça ferruginosa fossilizou o teto da paisagem e

impediu o avanço das vagas erosivas, assegurando a preservação dos compartimentos e sua regularidade topográfica.

A morfologia desses compartimentos é pouco dissecada, sendo bem individualizada já que seus limites são definidos, via de regra, por escarpas erosivas abruptas e comumente festonadas, feições que marcam a transição para a superfície inferior. Essa morfologia pode ser observada na vertente ocidental do Chapadão dos Gerais, ao longo da BR-365, próximo a Luizlândia do Oeste.

Autor: Mário T. R. Bragança, julho/2010.

Foto 10 – Superfície de Planaltos Tabulares, no Chapadão dos Gerais, vista da MG402, no município de Buritizeiro. Os taludes vermelhos exibem arenitos da Formação Capacete, localmente capeados por uma carapaça laterítica.

Figura 4 – Imagem de satélite Landsat – TM 7, de junho de 2006, mostrando remanescente da Superfície de Planaltos Tabulares.

Autor: Mário T. R. Bragança, julho/2010.

Foto 11 – Talude da rodovia MG181, Serra da Maravilha, entre João Pinheiro e Brasilândia de Minas, mostrando o capeamento dos arenitos da Formação Três Barras pelas lateritas concrecionadas da Formação Chapadão, impedindo o desmonte do compartimento.

5.4.2 SUPERFÍCIE DE PLANALTOS TABULARES COM VALES ENCAIXADOS

A Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados herda sua denominação da grande unidade geomorfológica mapeada indistintamente em toda a bacia homônima (MINAS GERAIS, 1983). Guarda correspondência com Superfície Sul-Americana (King, 1956) ou Superfície Sul-Americana I (Valadão, 1998) e foi individualizada a partir da regularidade dos extensos interflúvios de topos planos delimitados por vertentes convexas, medianamente encaixadas.

A Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados resulta da dissecação e completa exposição dos arenitos dos Grupos Urucuia e Areado (Formações Três Barras e Quiricó), em praticamente toda sua extensão.

Esse processo teria se iniciado durante o período de relativa calma entre os estágios tectônicos do Neocretáceo (83 a 72 Ma) e Mioceno Médio, tempo necessário para o delineamento daquela que provavelmente foi a mais extensa das Superfícies de erosão da área de estudo no Cenozóico, embora apresentando pequeno gradiente topográfico, se comparada às demais.

A Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados pode ser observada no topo das Serras do Boqueirão, dos Paulistas, de Santa Teresa, altas vertentes da Serra da Maravilha e nos altos vales dos rios da Prata, do Sono e Santo Antônio.

O entalhamento mais agressivo da paisagem gerou uma morfologia de profundos vales encaixados, separados por amplos interflúvios de topos planos, na forma de patamares regulares, medianamente dissecados pela drenagem de menor ordem.

Encontra-se bem individualizada e sua permanência na paisagem se deve à cobertura por um espesso pacote arenoso elúvio-coluvionar e, localmente, à presença da laterita granular e aos arenitos dos Grupos Areado, Urucuia, Bambuí e Santa Fé. O capeamento laterítico não

obedece a uma regularidade topográfica, já que suas altitudes variam muito entre os diversos fragmentos. Nesse caso, há que se indicar apropriadamente a constituição litológica de cada compartimento isolado.

Na margem sul, o revestimento mais expressivo é garantido, na Serra da Extrema e no alto vale dos tributários do Paracatu, a Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados ocorre esculpida e sustentada predominantemente pelos arenitos da Formação Três Barras (Foto 12).

Na margem norte do rio Paracatu, na Serra de Santa Teresa e Serra do Boqueirão, os arenitos dos Grupos Bambuí e Santa Fé dividem espaço com a laterita granular e com arenitos do Grupo Grupo Areado e coberturas arenosas da Formação Chapadão, revestindo as extensas vertentes da unidade (foto 13). Esse material é procedente de alteração autóctone.

Sobre o compartimento da Chapada de Canabrava, um extenso patamar de relevo regular sobre rochas dos Grupos Bambuí e Santa Fé, com altitudes médias entre 680 e 730 metros, a Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados encontra-se entremeada pelo pacote arenoso da Formação Chapadão. Nesse compartimento é possível observar manchas expressivas de latossolos.

Em geral, o relevo dessa unidade é caracterizado por uma morfologia de patamares regulares, na forma de espigões, recortada pela drenagem de todas as ordens. Colinas de topos planos com baixas vertentes convexas e declividade moderada são comuns na unidade. Esse padrão somente é alterado nas rupturas de declive, as quais, quase sempre, marcam a transição entre as litologias (figura 5).

As vertentes são extensas, formadas a partir da base das escarpas que delimitam a Superfície de Planaltos Tabulares. Possuem grande expressão regional e sua altitude varia de 640 a 750 metros. Nas Serras da Maravilha, Santa Teresa e Boqueirão a unidade alcança 800 metros de altitude, na base dos remanescentes da Superfície de Planaltos Tabulares.

Nesse caso, as vertentes possuem a forma de rampas curtas, esculpidas sobre os afloramentos rochosos, alcançando os fundos de vales encaixados e podem, eventualmente, ocorrer recobertas por volumosos pacotes de laterita granular.

Os vales são mais encaixados na parte meridional que na parte setentrional da área estudada. Isso se deve à existência de antigas estruturas da tectônica Pré-Cambriana, principalmente, na bacia do rio do Sono, dificultando localmente a identificação de uma regularidade para essa superfície e termos altimétricos.

Processos geodinâmicos iniciados no Cenozóico Inferior explicam a origem e a morfodinâmica da Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados, que evoluiu desde então pelo desmonte das coberturas sedimentares variadas.

O relevo regular em patamares baixos sugere que a maior parte dos processos atuantes eram característicos de clima seco, hipótese que explicaria porque somente os vales atuais estão assentados em leitos rochosos.

Por outro lado, deu-se o rompimento da resistência das litologias superiores pela drenagem ao longo das estruturas Pré-Cambrianas que cortam a área, possibilitando a incisão dos cursos e o transporte dos materiais superiores, o que levou ao esvaziamento da paisagem.

Esse processo de natureza linear simples estendeu-se desde o Cenozóico Inferior até o Mioceno Médio, tempo necessário para desmontar e transportar a laterita e demais litologias subjacentes.

Assim, o início da elaboração dessa unidade remontaria ao final do Mioceno, quando climas mais úmidos mudaram a dinâmica geomorfológica do Escudo Atlântico e contribuíram para a retomada do entalhamento mais agressivo do relevo e a consolidação daqueles compartimentos, rejuvenescendo e modificando substancialmente o padrão das formas.

Autor: Mário T. R. Bragança, julho/2010.

Foto 12 – Vista da Superfície de Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados, correlata da Sul-Americana, próximo à localidade de Olhos D'Água do Oeste, município de João Pinheiro.

Autor: Mário T. R. Bragança, julho/2010.

Foto 13 – Capeamento laterítico granular da Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados, observado na Serra de Santa Teresa.

Figura 5 – Imagem do satélite Landsat – TM 7, de junho de 2006, mostrando a Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados.

5.4.3 SUPERFÍCIE DE PLANALTOS BAIXOS COM PEDIMENTOS RAVINADOS E VALES ENCAIXADOS

A Superfície de Planaltos Baixos com Pedimentos Ravinados e Vales Encaixados possui uma grande expressão espacial, sendo delimitada pela morfologia intensamente dissecada, não obstante o pequeno gradiente topográfico que a caracteriza. Possui correspondência com a Superfície Sul-Americana (King, 1956) e Superfície Sul-Americana II (Valadão, 1998).

A morfologia desse compartimento apresenta uma forte dissecação, sendo bem individualizada já que seus limites são definidos, via de regra, pela posição deprimida em relação aos terrenos do entorno. Somente as rupturas de declive e as transições para outras litologias são capazes de alterar esse padrão. Esses foram os critérios utilizados na identificação e delimitação da Superfície de Planaltos Baixos com Pedimentos Ravinados e Vales Encaixados (fotos 14 e 15).

Essa superfície constitui uma unidade geomorfológica situada em posição deprimida, com altitude variando de 560 a 680 metros, margeando a Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados (figura 6).

Nessa posição, permite que se estabeleça correlação com o evento tectônico iniciado após Mioceno Médio, que resultou no soerguimento de parte do Escudo Atlântico, levando a uma retomada agressiva dos processos erosivos que resultaram no desmonte da superfície anterior, pelo encaixamento da drenagem e retração das vertentes.

O relevo apresenta colinas baixas de morfologia suave-ondulada e vertentes convexas. Esse fato evidencia o forte controle estrutural e litológico da paisagem, principalmente, sobre os conglomerados da Formação Abaeté (Grupo Areado) e produtos de alteração dos litotipos dos Grupos Bambuí e Santa Fé, substratos predominantes da unidade.

A resistência dos conglomerados e suas propriedades físicas impediram a evolução de manto de alteração profundo, embora tenha ocorrido a perda de volumes devido ao desmonte e transporte da matriz que sustentava a formação.

Esse fato pode ser observado, por exemplo, na Chapada de Canabrava, município de João Pinheiro, e Serra da Santa Cruz e na Serra dos Paulistas, em Buritizeiro, ao longo da estrada para Paredão de Minas, onde afloram extensamente ventifactos e conglomerados da Formação Abaeté.

O desmonte dos materiais da Formação Abaeté provavelmente teve início após o Mioceno Superior, depois da completa remoção dos capeamentos resistentes de lateritas, arenitos e vulcanoclásticas, fato que provavelmente ocorreu no início do Mioceno ou posterior, sustentando uma idade máxima Pliocena para essa superfície.

Autor: Mário T. R. Bragança, julho/2010.

Foto 14: Morfologia da Superfície de Planaltos Baixos com Pedimentos Ravinados e Vales Encaixados, no vale do ribeirão Canabrava.

Autor: Mário T. R. Bragança, julho/2010.

Foto 15 – Superfície de Planaltos Baixos com Pedimentos Ravinados e Vales Encaixados, observada no município de João Pinheiro, próximo à localidade de Canabrava, na estrada de acesso à Fazenda Mandacaru.

Figura 6 – Imagem do satélite Landsat – TM 7, de junho de 2006, mostrando a Superfície de Planaltos Baixos com Pedimentos Ravinados e Vales Encaixados.

5.4.4 SUPERFÍCIE DA DEPRESSÃO DA PLANÍCIE FLUVIAL DO RIO PARACATU

Unidade mais deprimida da área de estudo, a Superfície da Depressão da Planície Fluvial do Rio Paracatu foi identificada a partir da grande regularidade topográfica e dos materiais de cobertura, predominantemente aluvionares e coluvionares. Por essa razão, possui afinidade conceitual com a Superfície Velhas (King, 1956), Depressão Sertaneja (Ab'Sáber, 1965), Depressão Sertaneja e do São Francisco (Ross, 2000) ou Superfície Sul-Americana II (Valadão, 1998).

Seguiu-se o critério topográfico para delimitar toda a planície de inundação, terraços, baixas vertentes elúvio-coluvionares, abaixo da cota 560 metros, limite inferior das ocorrências de conglomerados da Formação Abaeté e afloramentos dos litotipos dos Grupos Bambuí e Santa Fé.

A Superfície da Depressão da Planície Fluvial do Rio Paracatu ocorre na parte interior da bacia do rio Paracatu, podendo ser associada à planície de inundação, e às vezes confundida com esta. Abrange tanto as planícies aluviais e baixos terraços holocênicos, sujeitos a inundações periódicas ou recorrentes, como os terraços quaternários mais antigos, rampas de colúvio e terrenos eluvionares das baixas vertentes. Nessa unidade identificam-se comumente camadas de seixos e clastos semi-arredondados, envolvidos numa matriz silto-arenosa. Localmente, podem ocorrer baixas colinas, com até 40 metros de altura relativa (foto 16).

Essa posição topográfica deprimida pode ser associada ao evento tectônico ocorrido a partir do Plio-Pleistoceno, que eleva toda a margem esquerda do rio São Francisco, incluindo a bacia do rio Paracatu, e dá início a uma nova vaga erosiva que resulta na remoção dos sedimentos locais.

A altitude dessa superfície diminui progressivamente de oeste para leste, sendo de aproximadamente 560 m na parte oeste e sudoeste da bacia, e 480 metros, junto ao rio São Francisco, a leste.

Observam-se também nesse compartimento, colinas baixas com topos planos e vertentes retilíneas e extensas, com altitudes sensivelmente inferiores às dos patamares mais próximos, resultantes da denudação e da completa remoção das coberturas de idade Cretácea.

Trata-se essencialmente de relevos planos, horizontais a suavemente inclinados em direção às drenagens atuais. Podem constituir baixos planaltos com topos excepcionalmente aplainados, exibindo grande regularidade topográfica, interrompida apenas pela ocorrência de veredas e lagoas, denominadas em termos mais amplos de lagoas marginais do São Francisco.

A existência desse lagos de ocorrência natural e artificial pode ser explicada pela umidade elevada do clima tropical, pela regularidade do relevo que impede o escoamento e aproxima o lençol freático da superfície e pela disponibilidade hídrica do subsolo, frente ao déficit hídrico característico do clima regional, visto que as litologias regionais constituem excelentes aquíferos.

Há poucas evidências de atividade morfodinâmica nesse compartimento, a não ser a movimentação típica dos vales associados à drenagem atual, que dissecam fracamente essa superfície, devido ao pequeno gradiente topográfico que explica a regularidade da morfologia (figura 7).

A unidade trunca sequências sedimentares subatuais, cujas altitudes variam entre 500 e 560 metros e estão posicionados na base das vertentes, logo acima da planície de inundação atual, na forma de patamares regulares, derivados da remobilização e do retrabalhamento das litologias superiores.

Com uma ocorrência espacial bastante restrita, existem vales encaixados em leitos rochosos, porém, de extensão linear representativa, pois abrangem a maioria dos tributários do rio Paracatu. Esses vales correspondem ao piso da paisagem, via de regra esculpidos sobre as litologias da Formação Três Marias e apenas raramente margeada pelas aluviões recentes.

A morfologia favorável dessa unidade a tornou a principal área de uso agrícola e pecuário no passado, fato que explica sua feição atual completamente descaracterizada em relação à situação original (foto 17).

A Superfície da Depressão da Planície Fluvial do Rio Paracatu teria sua evolução iniciada com o último pulso tectônico que afetou o Escudo Atlântico, no Plio-Pleistoceno e que teria deflagrado o processo de remoção dos últimos pacotes sedimentares de idade Fanerozóica que ainda recobriam os Grupos Bambuí e Santa Fé.

As evidências de que essa dinâmica tenha aproveitado feições estruturais em tempos recentes são pouco claras, tendo em vista que sua evolução parece ter sido controlada pelo nível de base do rio São Francisco. Exatamente por esse motivo, é permissível afirmar a juventude dessa Superfície, de idade Pleistocênica a Holocênica.

Autor: Mário T. R. Bragança, julho/2010.

Foto 16 – Superfície da Depressão da Planície Fluvial do Rio Paracatu, vista da Serra do Boqueirão, em direção noroeste, próximo a Brasilândia de Minas.

Autor: Mário T. R. Bragança, julho/2010.

Foto 17 – Superfície da Depressão da Planície Fluvial do Rio Paracatu, com relevo plano esculpido sobre material elúvio-coluvionar, associado às Rochas dos Grupos Bambuí e Santa Fé e aporte coluvionar dos litotipos adjacentes, município de Brasilândia de Minas.

Figura 7 – Imagem do satélite Landsat – TM 7, de junho de 2006, mostrando a Superfície da Depressão da Planície Fluvial do Rio Paracatu.

5.5 CROQUI DA EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA

A dinâmica tectônica regional direcionou a evolução do relevo para um sucessivo encaixamento da paisagem, em fases sucessivas de evolução lateral das vertentes, determinadas por movimentos positivos do sustrato cratônico no decorrer do Cretáceo e Cenozóico.

Movimentos de pequena monta do ponto de vista geológico, resultaram em expressivos patamares erosivos de expressão regional e alçados cerca de 400 metros sobre o piso da drenagem atual, em intervalos de 80m, 60m, 800m e 850-900m. Esses patamares correspondem, grosseiramente, ao nivelamento médio das superfícies de erosão observadas e estudadas.

Essas superfícies guardam uma condição de integridade, exibindo raras feições testemunhas de esforços tectônicos, em razão de sua natureza sedimentar e da resistência dos materiais constituintes, frente à pequena dimensão dos movimentos.

A evolução geomorfológica dessa paisagem possui registros expressos nos pacotes sedimentares que constituem depósitos correlativos, armazenados na forma de coberturas arenosas sobre as superfícies imediatamente inferiores e mais recentes.

Após o encerramento dos megaciclos de sedimentação, transcorridos cada um dos hiatos deposicionais e fases de arrasamento que os sucederam, no Cretáceo Médio a bacia do rio Paracatu apresentava a forma de uma extensa superfície, de dimensões regionais.

Essa superfície aparentava regularidade topográfica, inferida a partir das cotas nas quais afloram as distintas formações rochosas.

Inicia-se, ainda no Cretáceo, o desmonte daquela superfície, como resultado de um reequilíbrio decorrente de uma sequência de pulsos tectônicos positivos que levaram à incisão da drenagem regional.

Essa evolução pode ser sistematizada como uma sequência de degraus, ajustados aos soerguimentos esporádicos da área. Consequentemente, configurou-se uma paisagem escalonada, cujos patamares guardam correlação direta com os afloramentos rochosos e com a idade dos pulsos tectônicos, como demonstrado nos croquis 9 a 12.

5.6 PERFIS TOPOGRÁFICOS

A localização dos perfis topográficos foi definida a partir do padrão de deposição das coberturas cretáceas da área de estudo, indicadas na bibliografia como tendo ocorrido de sul para norte (mapa 11).

Foram selecionados quatro perfis topográficos para apresentação final no trabalho, como recurso visual para demonstrar a disposição das superfícies de erosão identificadas.

Esses perfis abrangem toda a extensão leste-oeste da bacia do rio Paracatu, não obstante a restrição da área de estudo ao setor centro-oriental desta unidade espacial.

A opção pela manutenção dos perfis na íntegra se justifica pela possibilidade de se demonstrar a continuidade lateral das superfícies estudadas, sobre as áreas afetadas pela tectônica.

No perfil 3, relativo ao transecto A – A', é apresentada a posição das superfícies de erosão mapeadas em relação às formações geológicas do setor centro-oriental da bacia do rio Paracatu, em associação com o seu nivelamento topográfico.

Perfil 1 – Perfil topográfico A – A'.

- Superfície de Planaltos Tabulares
- Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados
- Superfície de Planaltos Baixos com Pedimentos Ravinados e Vales Encaixados
- Superfície da Depressão da Planície Fluvial do Rio Paracatu
- Limite da área de estudo

Perfil 2: Perfil topográfico A – A', com nivelamento topográfico das quatro Superfícies de Erosão e indicação da correlação entre os compartimentos topográficos e a altitude das quatro Superfícies de Erosão.

Perfil 3: Perfil topográfico A – A', com nivelamento topográfico das quatro Superfícies de Erosão, indicação da correlação entre os compartimentos topográficos, altitude das quatro Superfícies de Erosão em relação aos litotipos regionais.

Perfil 4 – Perfil topográfico B – B'.

- Superfície de Planaltos Tabulares
- Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados
- Superfície de Planaltos Baixos com Pedimentos Ravinados e Vales Encaixados
- Superfície da Depressão da Planície Fluvial do Rio Paracatu
- Limite da área de estudo

Perfil 5: Perfil topográfico B – B', com nivelamento topográfico das quatro Superfícies de Erosão e indicação da correlação entre os compartimentos topográficos e a altitude das quatro Superfícies de Erosão.

Perfil 6 – Perfil C – C'.

— Superfície de Planaltos Tabulares	— Superfície da Depressão da Planície Fluvial do Rio Paracatu
— Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados	- - Limite da área de estudo
— Superfície de Planaltos Baixos com Pedimentos Ravinados e Vales Encaixados	

Perfil 7: Perfil C – C', com nivelamento topográfico das quatro Superfícies de Erosão e indicação da correlação entre os compartimentos topográficos e a altitude das quatro Superfícies de Erosão.

Perfil 8 – Perfil D – D'.

— Superfície de Planaltos Tabulares	— Superfície da Depressão da Planície Fluvial do Rio Paracatu
— Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados	- - - Limite da área de estudo
— Superfície de Planaltos Baixos com Pedimentos Ravinados e Vales Encaixados	

Perfil 9: Perfil D – D', com nivelamento topográfico das quatro Superfícies de Erosão e indicação da correlação entre os compartimentos topográficos e a altitude das quatro Superfícies de Erosão.

QUADRO 1: SÍNTESE DA CORRELAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS SUPERFÍCIES DE EROÇÃO IDENTIFICADAS NA BACIA DO RIO PARACATU.

SUPERFÍCIES	CORRESPONDÊNCIA	GEOMORFOLOGIA	GEOLOGIA	OCORRÊNCIA	CRONOLOGIA
Superfície da Depressão da Planície Fluvial do Rio Paracatu	Superfície Velhas (King, 1956), Piso da Depressão Sertaneja (Ab'Sáber, 1965), Depressão Sertaneja e do São Francisco (Ross, 2000) Superfície Sul-Americana II (Valadão, 1998).	Rampa suave, inclinada em direção às planícies aluviais, incluindo terraços quaternários a holocênicos, rampas de colúvio e terrenos eluvionares das baixas vertentes, com altitudes inferiores a 560 m. Colinas baixas com topos planos e vertentes retilíneas e extensas.	Grupos Santa Fé e Bambui, recoberta por materiais alúvio-coluvionares.	Interior da bacia Paracatu, na atual planície de inundação de seus tributários, às vezes confundida com esta.	Associada ao último evento tectônico que afetou o Escudo Atlântico, citado por Valadão (1998), a superfície apresenta idade Pleistocênica a Holocênica.
Superfície de Planaltos Baixos com Pedimentos Ravinados e Vales Encaixados	Superfície Sul-Americana (King, 1956) ou Superfície Sul-Americana II (Valadão, 1998).	Superfície dissecada, com colinas côncavo-convexas e patamares irregulares, entalhados pela drenagem de todas as ordens. Vertentes em rampas retilíneas a convexas e declividade suave, com eventuais rupturas de declive na transição entre as litologias. Possui grande expressão regional e sua altitude varia de 600 a 720 m, podendo alcançar localmente os 750 m.	Formação Abaeté (Grupo Areado), na transição para o embasamento da bacia (Grupos Santa Fé e Bambuí).	Baixas vertentes da Serra do Boqueirão Serra de Santa Teresa Serra da Maravilha Vale dos rios da Prata, do Sono, Santo Antônio e baixas vertentes da Serra dos Paulistas.	As formas esculpidas sobre esse patamar a partir do final do Mioceno Médio, associadas ao penúltimo evento tectônico que elevou o Escudo Atlântico nessa época, mencionado por Valadão (1998), possuem idades do Pleistoceno Inferior.

Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados	<p>Superfície Sul-Americana (King, 1956)</p> <p>Superfície Sul-Americana I (Valadão, 1998).</p>	<p>Situada em posição deprimida, na borda da Superfície de Planaltos Tabulares, cerca de 80 a 120 m abaixo da altitude média da unidade.</p> <p>Compartimento dissecado, posição deprimida e relevo de colinas convexas com declividade acentuada e extensos topos planos com declividade suave.</p> <p>As altitudes variam entre 720 e 800 m.</p>	Grupos Urucuia, Areado (Formações Três Barras e Quiricó), Bambuí e Santa Fé.	Serra dos Paulistas, Vertente Ocidental do Chapadão dos Gerais, Alto vale do rio do Sono, Serra de Santa Teresa, Serra do Boqueirão, Serra da Maravilha.	Essa superfície foi elaborada a partir do início do Cenozóico, provavelmente no Paleoceno, depois do desmonte da carapaça laterítica, associada ao estágio tectônico Terciário, de Campos e Dardenne (1997b). Contudo, suas formas mais antigas datam do Plioceno ou Mioceno Superior.
Superfície de Planaltos Tabulares	<p>Superfície Gondwana (King, 1956)</p> <p>Superfícies de cimeira (Ab'Sáber, 1965)</p> <p>Superfície Sul-Americana (Valadão, 1998)</p>	<p>Ocupa cotas regulares acima dos 800 m de altitude, formando extensas chapadas</p> <p>Os remanescentes possuem orientação geral SW-NE, na área de estudo.</p> <p>Limites definidos por escarpas erosivas abruptas e festonadas</p> <p>Apresenta relevo tabular, com morfologia plana, pouco dissecada, delimitada por escarpas.</p>	Lateritas da Formação Chapadão e arenitos da Formação Capacete e, apenas localmente, arenitos da Formação Três Barras.	Topos: Planalto da Mata da Corda Chapadão dos Gerais, Serra do Boqueirão Serra da Maravilha.	Esculpida sobre materiais do Neocretáceo, a gênese dessa superfície é contemporânea do vulcanismo Mata da Corda, associada ao Ciclo Tectônico Campaniano – Maastrichtiano, de Campos e Dardenne (1997b). Suas formas, porém, remontam a épocas não mais antigas que o Mioceno.

6 CONCLUSÕES

Através da revisão da bibliografia e interpretação da cartografia geológica e topográfica do setor centro-oriental da bacia do rio Paracatu foi possível ensejar a compreensão das condições em que se deu a evolução do relevo regional. Essa dinâmica ficou marcada na paisagem na forma de quatro superfícies de erosão.

A geologia complexa possui uma origem associada a vários megaciclos de sedimentação, como marinho, glacial, desértico e vulcânico, o que explica a gênese das rochas aflorantes. Esses megaciclos deposicionais foram responsáveis pela acumulação das diversas sequências sedimentares, posteriormente desmontadas por eventos erosivos de longa duração.

Essa complexidade litológica fica expressa claramente na paisagem, podendo ser observada, por exemplo, na coloração do piso das estradas de terra que cruzam a área ou nos taludes das estradas que mostram as disconformidades dos contatos.

Por outro lado, essas litologias apresentam o predomínio de fácies areníticas, o que explica o alto teor de areia existente nos regolitos que cobrem a paisagem da bacia do rio Paracatu.

Com uma tectônica ascensional constante e lenta no Cretáceo e no Terciário, o setor centro-oriental da bacia do rio Paracatu guarda os registros verticais do empilhamento sedimentar, apenas localmente dobrados e falhados, o que permite estabelecer algumas correlações entre os grandes domínios de relevo e as rochas que os sustentam.

A conformação geral do relevo permite o agrupamento de feições semelhantes do ponto de vista fisiográfico, levando à identificação de grandes compartimentos topográficos de expressão regional que traduzem uma sequência de ciclos erosivos.

Consequentemente, verifica-se que é possível associar a evolução geomorfológica regional a uma ação preponderante do clima, sem menosprezo aos fatores tectônicos.

Para demonstrar organização da paisagem, foi elaborado um mapa de superfícies de erosão, contendo a delimitação das unidades em associação com o substrato geológico, tendo contribuído para a compreensão das relações existentes entre os tipos de rochas e sua expressão morfológica.

Assim, a evolução da geomorfologia do setor centro-oriental da bacia do rio Paracatu foi correlacionada diretamente aos materiais e estruturas, uma vez que guarda correlação direta com a disposição das sucessões sedimentares, discordâncias e patamares erosivos, na busca de um padrão geológico-geomorfológico.

REFERÊNCIAS²

AB’SÁBER, A.N. Regiões de circundesnudação pós-cretácea, no Planalto Brasileiro. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 1, p. 3-21, 1949.

_____. **Da participação das depressões periféricas e superfícies aplainadas na compartimentação do Planalto Brasileiro**. 1965. 179f (+1 mapa). Tese (Livre Docência em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1965.

_____. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, v. 18, p. 1-23, 1969.

_____. Summit surfaces in Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 515-516, 2000.

ADAMS, G.F. (Ed.). **Planation surfaces: Peneplains, pediplains, and etchplains**. DOWEN/Pennsylvania: Hutchinson and Ross, 1975. 476 p. (Benchmark Papers in Geology. Vol. 22).

ALKMIM, F. F.; BRITO NEVES, B. B.; CASTRO ALVES, J.A. Arcabouço tectônico do Cráton do São Francisco – Uma Revisão. In: DOMINGUEZ, J.M.L.; MISI, A. (Ed.). **O Cráton do São Francisco**. Salvador, SBG/Núcleo BA/SE, 1993. p. 45-62.

ALMEIDA, F. F. M. A propósito dos “relevos policíclicos na tectônica do Escudo Brasileiro”. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 9, p. 3-18, 1951.

_____. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**, São Paulo, v. 41, p. 169-263, 1964.

_____. O Cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 7, n. 4, p. 349-364, 1977

AZEVEDO, A. O Planalto Brasileiro e o problema da classificação de suas formas de relevo. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 2, p. 43-53, 1949.

BAGGIO FILHO, H. **Contribuições naturais e antropogênicas para a concentração e distribuição de metais pesados em água superficial e sedimento de corrente na Bacia do Rio do Formoso, município de Buritizeiro, MG**. 2008. 216f. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

BARBOSA, G.V. Superfícies de erosão no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.10, p. 89-101, 1980.

² De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

BARBOSA, O. Quadro provisório das superfícies de erosão e aplainamento no Brasil. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 4, p. 31-33, 1959.

_____. Quadro provisório de superfícies de erosão e aplainamento no Brasil (inferências paleoclimáticas e econômicas). **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 4, p. 641-642, 1965.

BARCELOS, J.H.; SUGUIO, K. Ambiente de sedimentação da formação areado, cretáceo inferior da Bacia Sanfranciscana, MG. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 10, p. 237-242, 1980.

BRAGANÇA, M.T.R. Climatologia. In: CARVALHO, R.F. (Coord.). **Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental da Linha de Transmissão Paracatu 4 – Pirapora 2, 500 kV**. Belo Horizonte: Rio das Velhas Consultoria Ambiental, 2006. Não paginado.

BRAJNIKOV, B. Essai sur la Tectonique de la Region a l'est de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brésil. **Bulletin de la Societé Géologique de France**. Paris, V.5, tomo17, p. 321-335 1947.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas (1961-1990)**. Brasília: 1992. 84p.

BRAZÃO, J.E.M.; SANTOS, M.M.; SILVA, Z.L. Vegetação e recursos florísticos. In: CALDEIRON, S.S. **Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1993, p. 59-68.

BÜDEL, J. Climatic and climatomorphic geomorphology. **Zeitschrift für Geomorphologie NF**, Stuttgart, Suppl. Bd. 36, p. 1-8, 1980.

BÜDEL, J. **Climatic geomorphology**. Translated L. Fischer and D. Busche. Princeton: Princeton University Press, 1982. 443p.

CAMPOS, J.E.G. **A Glaciação Permo-Carbonífera nas Regiões de Canabrava e Santa Fé de Minas – MG**. 1992. 104f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1992.

CAMPOS, J.E.G.; DARDENNE, M.A. A glaciação neopaleozóica na porção meridional da Bacia Sanfranciscana. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 24, p. 65-76, 1994a.

_____. O sistema fluvial entrelaçado dos conglomerados e arenitos do Membro Abaeté na região de Canabrava – MG. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 3, 1994b, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro: UNESP, 1994b, p. 185-187.

_____. A carta estratigráfica da Bacia Sanfranciscana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1994c, Camboriú. **Anais...** Camboriú: SBG, 1994c, p. 54-56.

_____. O sistema fluvial entrelaçado dos conglomerados e arenitos do membro Abateté na região de Canabrava, MG. **Geociências**, Rio Claro, v. 14, n. 1, p. 73-96, 1995.

_____. Distribuição, estratigrafia e sistemas deposicionais da Formação Urucuia – Cretáceo Superior da Bacia Sanfranciscana. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 4, 1996, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro: UNESP, 1996, p. 203-207.

_____. Estratigrafia e sedimentação da Bacia Sanfranciscana: uma revisão. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 269-282, 1997a.

_____. Origem e evolução tectônica da Bacia Sanfranciscana. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 283-294, 1997b.

_____. Pavimentos Estriados do Grupo Santa Fé-Neopaleozóico da Bacia Sanfranciscana, MG Registro de abrasão glacial do Neopaleozóico. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. (Ed.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP). Brasília, 2002. p. 161-164 (SIGEP 97).

CASTRO, J.C. O cretáceo da porção sul da Bacia Sanfranciscana: uma breve revisão. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 4, 1996, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro: UNESP, 1996, p. 209-211.

CHAVES, M.L.S.C.; BENITEZ, L.; ANDRADE, K.W.; QUEIROGA, G.M. Estratigrafia e evolução geomorfológica do Grupo Bambuí na região de Morro da Garça (MG). **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 43-52, 2007.

CHOWDHURY, M.K.R.; VENKATESH, V.; ANANDALWAR, M.A.; PAUL, D.K. Recent concepts on the origin of Indian laterite. **(Report) Geological Survey of India**, Calcutta, v. 31, a, n. 6, p. 547-558.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS; COMPANHIA MINERADORA DE MINAS GERAIS. **Mapa geológico: Folha João Pinheiro**. 1:250.000. Projeto São Francisco. Belo Horizonte, CPRM; COMIG, 2003a.

_____. **Mapa geológico: Folha Três Marias**. 1:250.000. Projeto São Francisco. Belo Horizonte, COMIG;CPRM, 2003b.

_____. **Mapa geológico: Folha São Romão**. 1:250.000. Projeto São Francisco. Belo Horizonte, COMIG;CPRM, 2003c.

_____. **Mapa geológico: Folha Serra do Boqueirão**. 1:100.000. Projeto São Francisco. Belo Horizonte, COMIG;CPRM, 2003d.

_____. **Mapa geológico: Folha Bonfinópolis de Minas**. 1:100.000. Projeto São Francisco. Belo Horizonte, COMIG;CPRM, 2003e.

_____. **Mapa geológico: Folha Santa Fé**. 1:100.000. Projeto São Francisco. Belo Horizonte, COMIG;CPRM, 2003f.

_____. **Mapa geológico: Folha Blocaína.** 1:100.000. Projeto São Francisco. Belo Horizonte, COMIG; CPRM, 2003g.

_____. **Mapa geológico: Folha Canabrava.** 1:100.000. Projeto São Francisco. Belo Horizonte, COMIG; CPRM, 2003h.

_____. **Mapa geológico: Folha Serra do Jatobá.** 1:100.000. Projeto São Francisco. Belo Horizonte, COMIG; CPRM, 2003i.

_____. **Mapa geológico: Folha João Pinheiro.** 1:100.000. Projeto São Francisco. Belo Horizonte, COMIG; CPRM, 2003j.

_____. **Mapa geológico: Folha Rio do Sono.** 1:100.000. Projeto São Francisco. Belo Horizonte, COMIG; CPRM, 2003k.

_____. **Mapa geológico: Folha Chapadão dos Gerais.** 1:100.000. Projeto São Francisco. Belo Horizonte, COMIG; CPRM, 2003l.

DARDENNE, M. A.; GONZAGA, G. M.; CAMPOS, J. E. G. Descoberta de pavimentos estriados de origem glacial sobre os arcóseos da Formação Três Marias na região de Santa Fé de Minas. **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 43, n. 4, p. 65-66, 1990.

DARDENNE, M. A. Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, 1978, Recife. **Anais...** Recife,: Sociedade Brasileira de Geologia, 1978, v.2, p. 597-610.

DAVIS, W.M. The geographical cycle. **Geographical Journal**, London, v. 14, p. 481-504, 1899.

DE MARTONNE, E. Problemas morfológicos do Brasil Tropical Atlântico. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v.5, n. 4, p. 69-99, 1943.

DE ROS, L.F.; SGARBI, G.N.C.; MORAD, S. Multiple authigenesis of k-feldspart in sandstone: evidence from the cretaceous Areado Formation, São Francisco Basin, Central Brazil. **Journal of Sedimentary Research**, Darlington, v. A64, n. 4, p. 778-787, 1994.

DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO. **Mapa Topográfico: Folha Blocaína.** 1:100.000. Brasília: Departamento de Engenharia e Comunicações: Ministério do Exército, 1969b.

_____. **Mapa Topográfico: Folha Bonfinópolis de Minas.** 1:100.000. Brasília: Departamento de Engenharia e Comunicações: Ministério do Exército, 1970a.

_____. **Mapa Topográfico: Folha Canabrava.** 1:100.000. Brasília: Departamento de Engenharia e Comunicações: Ministério do Exército, 1969c.

_____. **Mapa Topográfico: Folha Chapadão dos Gerais.** 1:100.000. Brasília: Departamento de Engenharia e Comunicações: Ministério do Exército, 1969g.

_____. **Mapa Topográfico: Folha João Pinheiro.** 1:100.000. Brasília: Departamento de Engenharia e Comunicações: Ministério do Exército, 1969e.

_____. **Mapa Topográfico: Folha Rio do Sono.** 1:100.000. Brasília: Departamento de Engenharia e Comunicações: Ministério do Exército, 1969f.

_____. **Mapa Topográfico: Folha Santa Fé.** 1:100.000. Brasília: Departamento de Engenharia e Comunicações: Ministério do Exército, 1970b.

_____. **Mapa Topográfico: Folha Serra do Boqueirão.** 1:100.000. Brasília: Departamento de Engenharia e Comunicações: Ministério do Exército, 1969a.

_____. **Mapa Topográfico: Folha Serra do Jatobá.** 1:100.000. Brasília: Departamento de Engenharia e Comunicações: Ministério do Exército, 1969d.

DUSSIN, I.A.; DUSSIN, T.M. Supergrupo Espinhaço: modelo de evolução geodinâmica. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 19-26, 1994.

EGGLETON, T.; TAYLOR, G. Selected thoughts on 'laterite'. In Taylor, G.; Pain, C.F. (eds.). **New approaches to an old continent**. CRCLEME, Perth, p. 209-226, 1999.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FAIRBRIDGE, R.W.; FINKL, C.W. Geomorphic analysis of the rifted cratonic margins of Western Australia. **Zeitschrift für Geomorphologie NF**, Stuttgart, v.22, n.4, p. 369-389, 1978.

FERRAZ, C.M.L. **A evolução do relevo adjacente à margem continental passiva brasileira: das "chapadas" do Jequitinhonha à planície costeira do sul da Bahia.** 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

FJELLANGER, J.; SØRBEL, L. Origin of the palaeic landforms and glacial impact on the Varanger Peninsula, northern Norway. **Norwegian Journal of Geology**, Trondheim, v. 87, p. 223-238, 2007.

FREITAS, R.O. Relêvos policíclicos na tectônica do Escudo Brasileiro. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, v. 7, p. 3-19, 1951a.

_____. Ensaio sobre o relevo tectônico do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 171-222.1951b.

GALE, S.J. Long-term landscape evolution in Australia. **Earth surface processes and landforms**, London, v. 17, p. 323-343, 1992.

GASPAR, M.T.P. **Sistema Aquífero Urucuia: Caracterização regional e propostas de gestão**. 2006. 158f (+anexos). Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

HASUI, Y.; HARALYI, N.L.E. Aspectos lito-estruturais e geofísicos do soerguimento do Alto Paranaíba. **Geociências**, Rio Claro, v. 10, p. 57-77, 1991.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa Topográfico: Folha João Pinheiro**. 1:250.000. Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1980a.

_____. **Mapa Topográfico: Folha São Romão**. 1:250.000. Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1980b.

_____. **Mapa Topográfico: Folha Três Marias**. 1:250.000. Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1980c.

KARFUNKEL, J.; CHAVES, M.L.S.C. Conglomerados cretácicos da Serra do Cabral, Minas Gerais: Um modelo para a redistribuição colúvio-aluvionar dos diamantes do Médio São Francisco. **Geociências**, Rio Claro, v. 14, n. 1, p. 59-72, 1995.

KING, L.C. Cannons of landscape evolution. **The Geological Society of America Bulletin**, Boulder, v. 64, p. 721-752, 1953.

_____. A geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 147-265, 1956.

KING, C.A.M. **Techniques in geomorphology**. London: Edward Arnold, 1966. 342p.

LADEIRA, E.A.; BRAUN, O.P.G.; CARDOSO, R.N.; HASUI, Y. O Cretáceo em Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25, 1971, São Paulo, **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1971, v.1, p. 15-31.

MARTINEZ, M.I. **Estratigrafia e tectônica do Grupo Bambuí no norte do Estado de Minas Gerais**. 2007. 122p. (+ anexos) Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

MAYHEW, S. **A Dictionary of Geography**. (4 ed.). Oxford, Oxford University Press, 2009. Disponível em <<http://www.answers.com/library/Geographical+Dictionary-letter-1E-first-101#ixzz1yLKRMety>>, acesso em 20 de junho de 2012.

MILLOT, G. Planation of continents by intertropical weathering and pedogenetic process. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON LATERIZATION PROCESS, II, 1982. São Paulo, **Proceedings...** São Paulo: IWGLP/IAG, 1983, p. 53-63.

MINAS GERAIS (Estado). Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. **Diagnóstico Ambiental de Minas Gerais**. Belo Horizonte, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. 1983. 158p.

Nimer, E. Clima. In: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia. **Geografia do Brasil. Região Sudeste**. Rio de Janeiro, SERGRAF/IBGE, 1957a. v. 3. p. 51-89.

_____. Clima. In: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia. **Geografia do Brasil. Região Centro-Oeste**. Rio de Janeiro, SERGRAF/IBGE, 1957b. v. 4. p. 35-58.

OLLIER, C.D. Laterite profiles, ferricrete and landscape evolution. **Zeitschrift fur Geomorphologie NF**, Stuttgart, v. 35, n.2, p. 165-173, 1991.

OLLIER, C.D.; SHETH, H.C. The High Deccan duricrusts of India and their significance for the 'laterite' issue. **Journal of Earth System Science**. Bangalore, v. 117, n.5, p. 537-551, 2008.

PENCK, W. **Morphological Analysis of land forms: a contribution to physical geology**. Translated by Hella Czech e Catherine C. Boswell. London: Macmillan, 1953. 429p.

ROSS, J.L.S. Os fundamentos da geografia da natureza. In: _____. **Geografia do Brasil**. 3. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000, Cap. 1, p.15-65.

SAADI, A. **Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais**. 1991. 285f. Tese (Professor Titular de Geografia Física) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1991.

SALGADO, A. A. R. Superfícies de aplainamento: antigos paradigmas revistos pela ótica dos novos conhecimentos geomorfológicos. **Geografias**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 64-78, 2007.

SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A; DERZE, G.R.; ASMUS, H.E. (Coord.). **Geologia do Brasil: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 1984. 501 p.

SGARGI, G.N.C. **Geologia da Formação Areado: Cretáceo Inferior a Médio da Bacia Sanfranciscana, Oeste do Estado de Minas Gerais**. 1989. 324f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1989.

SGARBI, G.N.C. Arenitos eólicos da Formação Areado (Bacia Cretácea do São Francisco): Caracterização, diagênese e aspectos químicos). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 342-354, 1991a.

_____. **Aspectos paleogeográficos e sedimentológicos do Mesozóico no oeste do Estado de Minas Gerais**. 1997. 117f. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1997.

_____. The Cretaceous Sanfanciscan Basin, Eastern Plateau of Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 450-452, 2000.

SGARBI, P.B.C. **Petrografia e geoquímica da Fm. Mata da Corda na região de Carmo do Paranaíba, oeste de Minas Gerais**. 1991b. 214f. Dissertação (Mestrado em Geologia), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1991b.

SGARBI, P. B. C. **Mineralogia e petrologia dos kamafugitos da região de Santo Antonio da Barra, sudoeste de Goiás**. 1998. 226f. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1998.

SGARBI, G.N.C.; DE ROS, L.F. Petrological and chemical aspects of k-feldspar authigenesis in the cretaceous Areado Sandstones, São Francisco Basin, Central Brazil. **Geociências**, Rio Claro, v. 14, n. 1, p. 97-117, 1995.

SGARBI, G.N.C.; LADEIRA, E.A. Ventifacts at the Cretaceous-Proterozoic unconformity, Alto Paranaíba, Western Minas Gerais, Brazil. **Geociências**, Rio Claro, v. 14, n. 1, p. 119-151, 1995.

SGARBI, G.N.C.; DARDENNE, M.A. Evolução climática do Gondwana nas regiões centro-sul do Brasil e seus registros geológicos continentais durante o Mesozóico, enfatizando o Arco do Alto Paranaíba, a borda NNE da Bacia do Paraná e a porção meridional da Bacia Sanfanciscana, no oeste do estado de Minas Gerais. **Geonomos**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 21-49, 1996.

SGARBI, G.N.C.; SGARBI, P.B.A.; CAMPOS, J.E.G.; DARDENNE, M.A.; PENHA, U.C. A Bacia Sanfanciscana: O registro fanerozóico da Bacia do São Francisco. In: Pinto, P.C.; Martins Neto, M.A. (Ed.). **Bacia do São Francisco – Geologia e Recursos Naturais**. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo Minas Gerais – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, 2001. p. 93-138.

SILVA, S.M.; BRAGANÇA, M.T.R. Levantamento de solos e aptidão agrícola. In: CARVALHO, R.F. **Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental da Linha de Transmissão Paracatu 4 – Pirapora 2, 500 kV**. Belo Horizonte: Rio das Velhas Consultoria Ambiental, 2006. Não paginado.

THOMAS, D.S.G.; GOUDIE, A. (Ed.). **The dictionary of Physical Geography**. Oxford: Blackwell, 2000. 610 pp.

THOMAZ FILHO A.; KAWASHITA K.; CORDANI U.G. A origem do Grupo Bambuí no contexto da evolução geotectônica e de idades radiométricas. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 70, p. 527-548, 1998.

TROMPETTE, R.R.; UHLEIN, A.; SILVA, M.C.; KARMANN, I., O Cráton Brasileiro do São Francisco – uma revisão. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 481-486, 1992.

TSCHIEDEL, M.W. **Aplicação de estudo geofísico como contribuição ao conhecimento da tectônica da Sub-bacia Urucuia**. 2004. 76f. (+ anexos) Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

TWIDALE, C.R. The missing link: Planation surfaces and etch forms in Southern Africa. DARDIS, G.F.; MOON, B.P. (Eds.). **Geomorphological studies in Southern Africa**. Rotterdam: Balkema, p. 31-46, 1988.

TWIDALE, C.R. Early Mesozoic (?Triassic) Landscape in Australia: Evidence, Argument, and Implications. **The Journal of Geology**, Boulder, v. 108, p. 537-552, 2000.

VALADÃO, R.C. **Evolução de longo termo do relevo do cráton do São Francisco (desnudação, paleossuperfícies e movimentos crustais)**. 1998. 243f. Tese (Doutorado em Sedimentologia/Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1998.

_____. Geodinâmica de superfícies de aplanamento, desnudação continental e tectônica ativa como condicionantes da megageomorfologia do Brasil oriental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 10, n. 2, p. 77-90, 2009.

VARAJÃO, C.A.C. A questão da correlação das superfícies de erosão do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 138-145, 1991.

VITTE, A. C. **Etchplanação em Juquiá (SP): Relações entre o intemperismo químico e as mudanças climáticas no desenvolvimento das formas de relevo em margem cratônica passiva**. 1998. 276f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

WIDDOWSON, M.; COX, K.G. Uplift and erosional history of the Deccan Traps, Índia: Evidencie from laterites and drainage patterns of the Western Ghats and Konkan Coast. **Earth and Planetary Science Letters**. Bristol, v. 137, p. 57-69, 1996.

**ANEXO A: MAPA DE SUPERFÍCIES DE EROSÃO DO SETOR CENTRO-ORIENTAL DA BACIA DO
RIO PARACATU, NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

- Sedes municipais
- Sedes de distritos
- Sedes de localidades
- Perfis topográficos
- Hidrografia principal
- Lagos, lagoas, barragens
- Rede de drenagem
- Limites municipais

SUPERFÍCIES DE EROÇÃO

	Superfície da Depressão da Planície Fluvial do Rio Paracatu
	Superfície de Planaltos Baixos com Pedimentos Ravinados e Vales Encaixados
	Superfície de Planaltos Tabulares com Vales Encaixados
	Superfície de Planaltos Tabulares

ANEXO A:
MAPA DE SUPERFÍCIES DE EROÇÃO DO SETOR
CENTRO-ORIENTAL DA BACIA DO RIO PARACATU

Fonte: CPRM; COMIG. Mapas geológicos do Projeto São Francisco, escala 1:100.000 e 1:250.000.
DSG. Mapas topográficos, escala 1:100.000.
Base: Arquivos digitais do Projeto GeoMinas.
Projeção Cartográfica: UTM - Fuso 23
Datum: Córrego Alegre

Autor: Mário Teixeira Rodrigues Bragança
São Paulo, junho/2012.

Esca la: 1:600.000

Adequada, conforme sugestão da banca