

Das superfícies de aplainamento aos pulsos climáticos holocênicos: a evolução da paisagem em relevos de chapada

From planation surface to Holocene climate pulses: the evolution of landscape in plateau reliefs

Vinicius Borges Moreira¹
Archimedes Perez Filho²

Palavras-chave

Evolução da Paisagem
Chapada
Superfícies de Aplainamento
Pulsos Climáticos

Resumo

Na Porção central do Brasil ocorrem extensas e contínuas chapadas de superfície aplainada, que se apresentam de maneira escalonada, separadas por vales fluviais encaixados, dentre estas, destaca-se na região do Triângulo Mineiro – MG a chapada Uberlândia-Uberaba. Sobre esta ocorrem feições geomorfológicas como veredas e depressões de cimeira povoados por murundus, comumente associados a rede de drenagem em relevo tabular, entendidos aqui, como ambientes chave para interpretação paleoambiental. Para caracterizar e compreender os processos de formação destes ambientes e sua evolução na paisagem foram elaborados índices morfométricos, perfis topográficos e modelos evolutivos de paisagem, apresentando um panorama geral e demonstrando a importância dos elementos geomorfológicos e das paisagens desde as superfícies de aplainamento paleogênicas até os pulsos climáticos holocênicos.

Keywords

Landscape Evolution
Plateau
Planation Surface
Climate Pulses

Abstract

In the central portion of Brasil there are extensive and continuous plateau of flat surface, which are presented in a staggered way, separated by embedded fluvial valleys, among which the Uberlândia-Uberaba plateau stands out in the region of Triângulo Mineiro - MG. On this, geomorphological features such as veredas and summit depressions populated by murundus, commonly associated to the drainage network in tabular relief, understood here as key environments for paleoenvironmental interpretation. To characterize and understand the processes of formation of these environments and their evolution in the landscape, morphometric indexes, topographic profiles and evolutionary models of landscape were elaborated, presenting a general panorama and demonstrating the importance of geomorphological elements and landscapes from Paleogene planation surfaces to the Holocene climatic pulses.

¹ Instituto de Geociências - UNICAMP. viniciusmoreira@ige.unicamp.br

² Instituto de Geociências - UNICAMP. archi@ige.unicamp.br

INTRODUÇÃO

Ocorrem na porção central do Brasil, planalto central, os vastos relevos de chapadas, caracterizados por possuir superfície tabular delimitada por rupturas de declive íngreme/gradual nas bordas que lhes confere posição de destaque na paisagem. As superfícies planas suscitam a ocorrência de eventos de pediplanação Paleogênicos, Neogênicos e Quaternários, sobre camadas sedimentares horizontais ou sub-horizontais, associadas a derrames basálticos e ou subcamadas endurecidas concordantes, como as concreções e crostas lateríticas.

Segundo Ab'Sáber (2003) os planaltos sedimentares aplainados da região central do Brasil, consistem em extensas chapadas que variam de 600 a 1100 metros de altitude aproximadamente, recobertos naturalmente por vegetação de Cerrado. Esta unidade de relevo é seccionada por vales fluviais ocupados por matas de galeria, caracterizando-se segundo o autor como “Domínio dos chapadões tropicais interiores com cerrados e florestas-galeria”.

Após discutir com diversos autores que apresentam definições clássicas sobre as chapadas, Martins e Salgado (2017) elencam alguns atributos básicos para identificação e definição desta unidade de relevo, são elas: Altura suficiente para destaca-la em relação ao seu entorno; extensão mínima de 10 hectares; ruptura de declive entre patamares e entorno; superfície com declividade $\leq 6^\circ$ condicionada por mergulho de camadas; e ressalta que este tipo de relevo é modelado

prioritariamente sobre rochas sedimentares, mas podem ocorrer em rochas metassedimentares de baixo metamorfismo, sedimentares vulcânicas e ou vulcânica máficas.

Quanto a gênese das chapadas Martins e Salgado (2017), destacam dois fatores preponderantes: mudanças do nível de base que seria responsável pelo encaixe vertical da rede de drenagem esculpindo a forma residual da chapada e processos tectônicos que também seriam responsáveis por individualizar platôs que posteriormente evoluem para chapadas, com o recuo das bordas e manutenção da superfície plana.

A morfologia destas unidades de relevo indica processos responsáveis pela formação das coberturas superficiais e feições geomorfológicas, que ocorrem nessa porção central do país, possibilitando a interpretação e formulação do quadro evolutivo da paisagem local.

Considerando as características apresentadas, consiste em objetivo deste manuscrito, revisar e descrever os principais eventos de aplainamento que ocorreram na região pós Cretáceo, com a finalidade de diferenciar os processos singulares entre diferentes patamares topográficos, que levaram a distinção atual de: Tipos de solos, litologia, altimetria e coberturas superficiais. Também consiste em objetivo deste correlacionar os pulsos climáticos holocênicos ao estabelecimento de feições geomorfológicas características em ambientes de chapadas. Por meio destas interpretações almeja-se compreender parte da evolução dos elementos

que estruturam o relevo/paisagem local e regional.

Neste contexto apresenta-se como área de estudo nuclear uma chapada e áreas adjacentes, localizadas entre os municípios de Uberlândia e Uberaba na região do Triângulo Mineiro, oeste de Minas Gerais.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E ATRIBUTOS FÍSICOS DA PAISAGEM

Aspectos litológicos

Para compreender os processos de formação das superfícies de aplainamento na região do Triângulo Mineiro é necessário primordialmente caracterizar a litologia regional, pois cada formação rochosa é diferentemente afetada pelo aplainamento generalizado imposto pelos ciclos erosivos, a depender do grau de dureza da rocha e nível altimétrico dos afloramentos.

De acordo com Batezelli (2003) e Barcelos (1984), a região que compõe a área de estudo, possui três grandes tipologias de rochas, são elas: sedimentares (Bacia Bauru e Depósitos Cenozoicos), metamórficas (embasamento Pré-Cambriano – Grupo Araxá, Bambuí e Canastra) e magmáticas (Formação Serra Geral e intrusões alcalinas do Soerguimento do Alto Paranaíba).

O grupo Araxá é a única unidade do Proterozóico encontrada próximo a área de estudo, tendo seus principais afloramentos na porção Leste do Triângulo Mineiro, porém também ocorrem nos cânions escavados pelo rio Araguari e baixo curso do rio Uberabinha

(NISHIYAMA, 1989).

A Formação Botucatu é constituída por arenitos que estão acima do embasamento cristalino do grupo Araxá e sob/intercalado as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral ou Grupo Bauru, tendo pouca ocorrência de afloramentos na região. De origem desértica os grãos do arenito são arredondados e opacos indicando o transporte eólico, sua estratificação é predominantemente plano paralela passando para cruzada (NISHIYAMA, 1989).

A partir deste nível estratigráfico as formações são expostas na própria escarpa erosiva da chapada analisada ou aflorando superficialmente em corte de estradas, tornando-se primordialmente material de origem das coberturas superficiais.

A Formação Serra Geral é constituída por rochas basálticas com pequenas lentes de arenitos alternados aos derrames, possui aspecto maciço contendo fraturas irregulares e subconchoidais, formando espessuras variadas entre os diversos ciclos de derrames (BARCELOS, 1984). Acima desta Formação encontra-se as rochas sedimentares do Grupo Bauru, que agrupam as Formações Uberaba, Adamantina e Marília. Os arenitos do Grupo Bauru são muito variáveis quanto sua granulometria e composição, porém são bastante friáveis sendo bastante afetados pelos ciclos erosivos, portanto, base para os relevos tabulares da região.

Destaca-se o Membro superior do Grupo Bauru na região, Formação Marília que é constituído por coberturas de topos aplainados e bordas escarpadas entre os rios Grande,

Paranaíba e Araguari. De acordo com Barcelos (1993), formando relevos de serras tabulares em toda sua área de ocorrência na porção oriental do Triângulo Mineiro. Composta por arenitos conglomeráticos muito friáveis com estratificação cruzada, possui quantidade significativa de carbonato de cálcio em sua composição. De acordo com Batezelli (2003) os solos que derivam dessa rocha são muito friáveis dando origem a solos arenosos de textura média, favorecendo erosão mecânica e o aparecimento de voçorocas.

Recobrimo os topos de parte da litologia regional, especialmente sobre a chapada Uberlândia-Uberaba e adjacências, ocorrem as Coberturas Cenozoicas descritas por Barcelos (1984) ou Coberturas Detrítico-Lateríticas caracterizadas por Mamede et al. (1983) como: Superfícies aplainadas localizadas em cotas superiores a 800 metros, sobre litologias Paleozoicas e Mesozoicas da Bacia Sedimentar do Paraná. Cangas lateríticas na base sob argilas mosqueadas e pacotes argilosos ou areno-argilosos homogêneos com cerca de 20 metros de espessura.

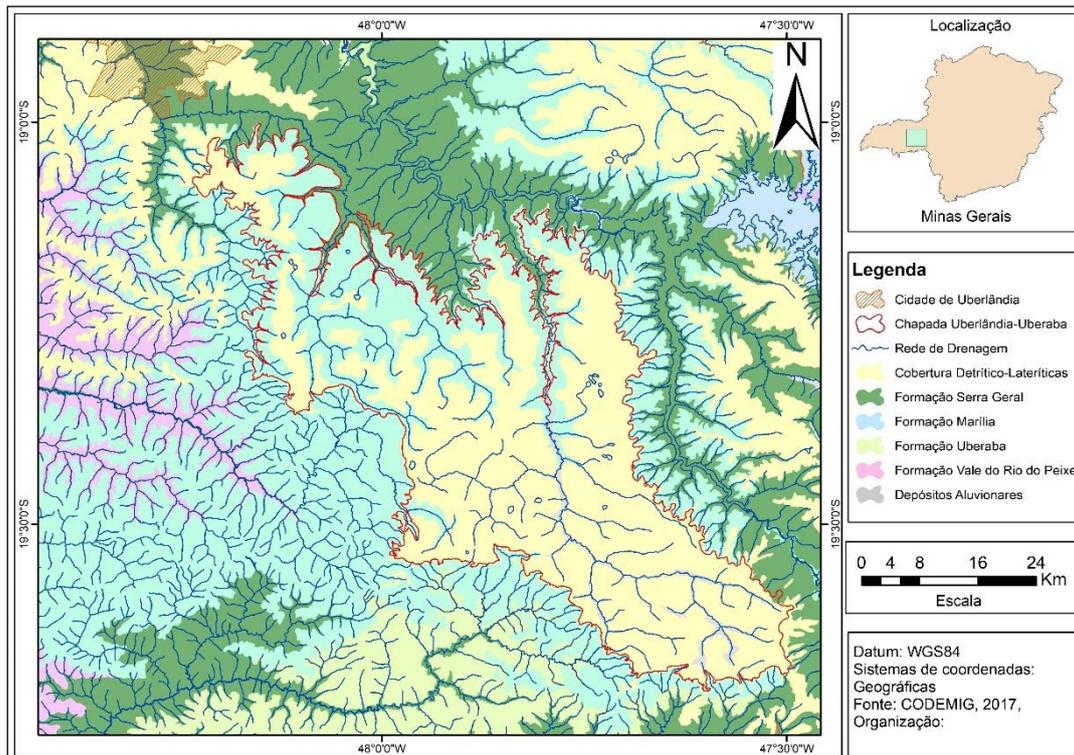
Há debates importantes na literatura sobre a origem do material de recobrimento Cenozoico. Uma linha de pesquisadores aponta para indícios de sedimentação e remobilização de material durante o Terciário recobrimo níveis de aplainamento como Mamede et al. (1983), Barcelos (1984), Nishiyama (1989) e Baccaro (1991) sugerindo nova unidade aloestratigráfica. Outra linha de pensamento

defende que as Coberturas encontradas sobre as chapadas do Triângulo Mineiro são indícios de alteração in situ de rochas subjacentes do Grupo Marília, muito alteradas pelo tempo de exposição, conforme descrito por Lima (1996), Feltran Filho (1997) dentre outros. Em relatórios do projeto RADAMBRASIL pedólogos, geólogos e geomorfólogos apresentam diferentes hipóteses sobre o tema prolongando por muitos anos o debate sobre a origem do material de recobrimento.

Os primeiros mapas geológicos sistematizados para todo estado de Minas Gerais em pequena escala, desconsideram as Coberturas Cenozoicas na região do Triângulo Mineiro, ou as limitam em pequenas áreas de ocorrência. Na visão de Moreira (2017) este foi um equívoco, pois estas Coberturas Cenozoicas recobrem todas as litologias da chapada Uberlândia-Uberaba, sendo importante elemento para entender a ocorrência das geoformas típicas dos topos de chapadas.

O mais recente mapeamento geológico da região do Triângulo Mineiro realizado por CODEMIG (2017) em escala mais adequada para a região, retoma as discussões em relação ao material de recobrimento, denominando-as de Coberturas Detrítico-Lateríticas, reconhecendo sua vasta ocorrência sobre as chapadas do Triângulo Mineiro, corroborando com a linha de pensamento dos autores deste manuscrito. A figura 1 apresenta o mapeamento geológico mais recente com a delimitação da chapada Uberlândia-Uberaba.

Figura 1 – Unidades litoestratigráficas da chapada Uberlândia-Uberaba e adjacências.



Fonte: CODEMIG, 2017. Adaptado pelos autores.

As superfícies de aplainamento

As superfícies de aplainamento podem ser caracterizadas como superfícies de erosão ou acumulação, resultantes de processos estruturais ou paleoclimáticos, esculpidas em diferentes períodos/épocas geológicas, sendo eventos de curta duração ou prolongados (MARQUES NETO, 2014). De acordo com Silva (2009) os níveis de superfícies mais elevados são mais antigos e os mais rebaixados consequentemente mais jovens.

A forma e extensão destas superfícies podem ser diversificadas, dependendo da atividade tectônica, resistência e homogeneidade da litologia que sofreu o processo. Rochas mais resistentes a erosão, tendem a sustentar por mais tempo e de maneira contígua tais superfícies (SILVA, 2009). Em área de ocorrência de litologias

tenras as superfícies tendem a serem fragmentadas, porém em alguns locais, com características específicas como a chapada Uberlândia-Uberaba, a superfície é contínua devido à ocorrência de paleosuperfícies resistentes (pavimento detrítico-laterítico) e pela baixa densidade da rede de drenagem, que diminui a atuação dos processos erosivos de separação da superfície.

De acordo com Salgado (2007), considerando a grande quantidade de trabalhos relacionados ao tema disponível, não se pode compreender a origem das superfícies de aplainamento de um determinado local, por meio de um único modelo teórico, pois existem acertos e falhas em cada um deles. Torna-se necessária uma visão mais ampliada para considerar tais hipóteses de origem das superfícies para uma determinada região. Por

tanto, justapor diversos autores e suas cronologias relativas referentes a períodos de aplainamento do relevo, pode ser o caminho para assim chegar a conclusões sobre as chapadas da área de estudo.

Autores como De Martone (1943), King (1956), Barbosa (1959), Ab’Saber (1962), Almeida (1964), Bigarella et al. (1965) e Valadão (1998) propuseram cronologias relativas para diversas superfícies

reconhecidas no interior do território brasileiro, sendo que, a cronologia entre estes autores difere quanto período e agente escultural/estrutural.

Silva (2009) apresenta quadro síntese comparativo dos eventos de aplainamento e cronologias (Quadro 1) conforme os autores supracitados, reconhecendo similaridades e complemento entre suas obras.

Quadro 1 – Eventos e cronologias relativas de superfícies de aplainamento.

Autor	De Martone (1943)	King (1956)	Ab’Saber (1962)	Bigarella et al (1965)	Barbosa (1959)	Almeida (1964)	Valadão (1998)
Período Época							
Quaternário		Ciclo Paraguaçu	Superfície Jundiá	Terraços Pedimentos	Superfície Pleistocênica		
Plio-Plaioceno				Pd1		Diversas Superfícies ao longo de vales, originados por erosão de vertentes, sem aplainamento lateral	Superfície Sul-Americana II
Néogeno	Superfície Neogénica	Ciclo Velhas	Superfície Neogénica		Superfície “Araxá”		Superfície Sul-Americana I
Terciário Médio			Superfície de cristas médias	Pd2		Superfície Japi	
Paleógeno	Superfície Paleogénica	Ciclo Sulamericano			Superfície Pós-Bauru		Superfície Sul-Americana
Cretáceo superior		Ciclo Pós Gondwano	Superfície dos altos campos	Pd3	Superfície Gondwana		
Cretáceo Médio	Superfície de Campos	Ciclo Gondwano					
Jurássico							
Triássico		Superfície Desértica					
Permiano							
Carbonífero						Superfície Itaguá	
Devoniano						Superfície Itapeva	

Fonte: Silva, 2009. Adaptado pelos autores.

Comparando todos os modelos teóricos sobre o tema, observa-se que a superfície “Sul-americana” de King (1956) foi amplamente discutida e reconhecida em todo território nacional, sendo citada por diversos autores como demonstra a revisão feita por Marques Neto (2014). Para região do Triângulo Mineiro Baccaro (1991) relaciona a superfície Sul-

americana de King (1956) aos níveis de cimeira (topos planos que ocorrem entre 950 e 1050 metros) que foram aplainados por processos denudacionais, posteriormente foram esculpidas pelo ciclo “Velhas” e “Paraguaçu” dando aspecto escalonar as chapadas locais.

Devido a maior correlação demonstrada

em outros trabalhos, foi usado como referência o modelo de King (1956) nesta pesquisa, para o entendimento da formação de superfícies de aplainamento.

Após a sedimentação do Grupo Bauru no Triângulo Mineiro que data do Cretáceo superior, no Paleógeno, de acordo com King (1956), ocorreu um vasto período com clima seco/semiárido de proporções continentais, que como resultado produziu superfícies de aplainamento e nivelou diversas topografias do relevo no Brasil e África, formando extensos pavimentos detríticos na superfície e dando formato tabular as chapadas da região estudada, este evento ficou conhecido como Superfície Sul-americana. Posteriormente a esse evento, segundo King (1956), ocorreu outro período de erosão entalhando parte dessa superfície durante o Neógeno caracterizando o ciclo “Velhas”.

O ciclo “Velhas” seria responsável pela incisão de vales fluviais em Minas Gerais e São Paulo, entalhando as chapadas produzidas pelo ciclo anterior, sendo que, raramente atinge a fase de aplainamento generalizado como a superfície anterior. A diferença de níveis topográficos da superfície Sul-americana e ciclo “Velhas” é de aproximadamente 100 metros, tendo como característica maior ramificação dos canais de drenagem e cristas para a superfície mais recente. De acordo com King (1956) esse ciclo também é responsável pela origem dos extensos depósitos arenosos denominado de Formação Barreiras na região costeira de idade Pliocênica.

Concordando com King (1956) em

relação a eventos denudacionais pós Cretácio, Ab'Saber (1972) aponta que após o termino da sedimentação do Grupo Bauru, houve um período mais seco/semiárido, proporcionando processos de aplainamento, remobilizando materiais, rebaixando o topo das chapadas e produzindo base de cangas lateríticas, sendo hoje superfícies correspondentes aos níveis de cimeira. Durante parte do Terciário o clima se tornou mais úmido sendo estabelecido o sistema de drenagem atual que entalhou as chapadas.

Já no Quaternário o último ciclo descrito por King (1956) denominado “Paraguaçu”, seria responsável pelo aprofundamento dos canais fluviais estabelecidos, que na nossa interpretação, exumou as rochas Neo-proterozoicas encontradas nos vales dos rios Uberabinha e Araguari próximo a chapada Uberlândia-Uberaba.

Superfícies de aplainamento e tipos de solos associados

Dentre as publicações que se dedicam a identificar as correlações entre superfícies de aplainamento e tipos de solos associados no planalto central, há concordância no que se refere aos fatores de formação dos solos nessas condições. Motta et. al (2002) e Barbosa et. al (2009) descrevem três superfícies de aplainamento em chapadas próximas ao Distrito Federal, concluindo que o material de origem dos solos nas três superfícies é totalmente diferentes possuindo características químicas e mineralógicas distintas.

Em pesquisa comparativa em três regiões do planalto central Marques et al. (2004) utilizam índices de Th (tório) / Zr (zircônio) para constatar que solos argilosos na superfície da erosão Sul-americana, têm origem comum nos sedimentos das rochas no platô central do Brasil que foram transportados para o leste para cobrir o arenito subjacente. Os autores também concluem que alguns solos na superfície Sul-americana consistem entre os mais antigos da Terra e estão sendo alterados desde o Terciário.

A presença das camadas ferruginosas endurecidas descritas com suas infinidades de nomenclaturas é muito citada como fundamental para a manutenção das chapadas, pois retardam processos erosivos de recuo marginal e dificultam a infiltração da água no topo das chapadas. De acordo com Motta et al. (2002) as camadas ferruginosas também são fundamentais como material de origem dos solos, quando retrabalhadas nas demais superfícies erosivas alterando a composição química dos mesmos.

Conforme Oliveira et al. (2017), os Latossolos são os tipos de solos que mais ocorrem no bioma Cerrado e consequentemente nas chapadas da região central do Brasil, sendo que suas tipologias variam de acordo com as superfícies geomórficas analisadas.

Ramos et al. (2006) identificam três patamares com diferentes tipos de solos correspondentes a material de origem diverso próximo a cidade de Uberlândia-MG, os dados apresentados por estes autores coincidem com

todas as características observadas na chapada Uberlândia-Uberaba e áreas adjacentes, apresentando a noção dos principais tipos de solos da área de estudo, corroborada pelo levantamento de solos da FEAM et al. (2010) e pesquisas realizadas por Marques et al. (2004). Portanto na chapada Uberlândia-Uberaba predominam os Latossolos Vermelhos e Vermelhos amarelos todos argilosos ou muito argilosos. Também são comuns os Gleissolos em planícies de vales amplos e em depressões, onde há maior concentração de umidade.

Feições geomorfológicas desenvolvidas sobre as superfícies de aplainamento e o papel das oscilações climáticas holocênicas

Ao propor as quatro grandes unidades geomorfológicas do Triângulo Mineiro Baccaro (1991) descreve as feições geomorfológicas encontradas em: Área de Relevo Intensamente Dissecado; Áreas com Relevo Medianamente Dissecado; As áreas de Relevo Residual e Áreas de cimeira com topos planos amplos e largos, correspondente a chapada Uberlândia-Uberaba. Todas estas unidades possuem feições geomorfológicas intrínsecas e podem ser distinguidas por suas superfícies de aplainamento correspondentes conforme a autora.

Atributos geomorfológicos relevantes da paisagem são citados por Baccaro (1991) como dissecação dos vales fluviais, densidade de drenagem, rupturas de relevo, dentre outras características que se alteram de acordo com a unidade geomorfológica analisada. Dentre as

feições descritas destacam-se na paisagem as veredas e as depressões côncavas em nível de cimeira que podem ser subdivididas pelo nível de dissecação do relevo.

De forma geral as veredas são caracterizadas como áreas de exsudação, ou seja, surgência do lençol freático em vales côncavos com fundo plano, preenchido por Gleissolos que possui elevada concentração de matéria orgânica. O buriti (*Mauritia flexuosa*) é a espécie vegetal característica deste meio, por se adaptar a hidromorfia constante no ambiente core da vereda, destacando-se na paisagem em formato de renques ou dispersos ao longo de toda vereda (BOAVENTURA, 2007).

Os fatores de formação das veredas são descrito por Barbosa (1967), Boaventura (2007), Lima (1996) e Ferreira (2003) dentre outros, sendo que, todos os autores apontam as superfícies de aplainamento e a oscilação do clima como elementos determinantes para a ocorrência dessa feição geomorfológica na região central do Brasil. Moreira e Perez Filho (2017) apresenta uma síntese das diferentes tipologias de veredas e condições ambientais físicas necessárias para sua formação, espacializando-as de acordo com as características geomorfológicas de determinada bacia hidrográfica. Concluindo que as tipologias de veredas variam de acordo com o modelado do relevo, que possui como base diferentes superfícies de aplainamento.

As depressões côncavas de cimeira são caracterizadas geralmente pela ocorrência de microrrelevos (montículos ou morrotes) circulares ou elípticos com tamanho variável,

denominados de murundus, sobre os murundus é comum a ocorrência de arbustos, pequenas arvores e térmitas (SCHNEIDER, 1996). Estas depressões também são conhecidas como campos de murundus, porém os murundus não são geoformas exclusivas deste ambiente, pois ocorrem em outras porções do relevo.

As áreas depressionárias constituem em nascentes de córregos e possuem lençol freático superficial, que oscila de acordo com os períodos chuvoso e seco do ano. Quanto a evolução das depressões onde são encontrados os murundus Schneider (1996) aponta os processos geoquímicos provocados pelo acúmulo de água como responsáveis pelo abatimento do relevo e formação das depressões, teoria muito similar a formação das veredas na fase inicial. Mamede et al. (1983) propõe outra explicação para a ocorrência destas depressões, considerando-as como “bajadas” residuais de antigas drenagens endorreicas, formadas durante um clima mais seco que o atual.

As depressões citadas ocorrem com frequência sobre as chapadas aplainadas na região central do país, assim como as veredas, porém se restringem sempre ao nível de cimeira do relevo, aplainado pela superfície Sul-Americana, onde ocorrem as Coberturas Detrítico-Lateríticas sobre camadas endurecidas que limitam a infiltração de água verticalmente.

A partir de interpretações geomorfológicas Penteadó-Orellana (1980) propõe cenários de evolução para a formação dos murundus, baseada nas oscilações

climáticas holocênicas, tendo como protagonista a morfogênese fluvial e depósitos de pedimentos em fundo de vale, associados a episódios climáticos quente/úmidos e quente/secos. A autora propôs um modelo de evolução dos vales fluviais que explicam a existência dos murundus e veredas associados a rede de drenagem. Como base se apoiou na curva de Fairbridge (1962) que assinala as posições relativas do nível do mar à oscilações climáticas para América do sul, e nos trabalhos realizados na depressão periférica paulista (PENTEADO, 1968).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a interpretação e discussão do referencial teórico, reconstrução dos paleoambientes em relevos de chapada, correlacionar-se-á os ciclos erosivos aos: Tipos de solos, litologia, altimetria, coberturas superficiais e feições geomorfológicas, construindo modelos qualitativos do relevo e paisagem embasados em perfis topográficos, índices morfométricos e fotografias aéreas. Para complementar as informações levantadas foram realizados trabalhos de campo na região para reconhecimento dos processos descritos para posterior elaboração dos modelos e registro fotográfico.

A delimitação da chapada Uberlândia-Uberaba foi realizada a partir da vetorização das áreas de cimeira com topo plano, levando-se em consideração as características topográficas e geomorfológicas, adaptando a metodologia de Baccaro (1991). Foi utilizada como referência para delimitação da chapada

sua borda erosiva, onde ocorrem contatos abruptos entre diferentes patamares. Em locais que não havia este limite perceptível nas cartas topográficas e imagens SRTM (Missão Topográfica Radar Shuttle), prevaleceu a cota topográfica de 900 metros como referência para os limites da chapada.

Também foram realizadas análises da densidade de drenagem e densidade hidrográfica, que são importantes elementos nos estudos hidrográficos e morfométricos, auxiliando em correlações sobre aspectos estruturais da bacia hidrográfica contribuindo para caracterização, gênese e evolução da paisagem como apontou Himura e Ponçano (1994).

Para realizar os índices morfométricos foram utilizadas as cartas topográficas 1:50.000 disponibilizadas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), com a finalidade de restituição da rede de drenagem da chapada, áreas do entorno e classificação da rede de drenagem de acordo com Strahler (1957). Posteriormente foram sobrepostas amostras circulares com raio de 2 km, distribuídos de maneira uniforme sobre a área analisada conforme indicação de Rodrigues (2006).

Para elaboração dos estádios de evolução da chapada Uberlândia-Uberaba em blocos diagramas, foram utilizadas as informações basais levantadas na revisão bibliográfica sobre o substrato rochoso e coberturas superficiais, somando-se ao modelo proposto por Penteado-Orellana (1980), que por meio da interpretação morfológica dos vales fluviais explicam a origem dos murundus e veredas

com formas holocênicas, a curva de Fairbridge (1962) e Penteadó (1968) configuram-se como base teórica deste modelo. Trabalhos mais recentes utilizando-se de geocronologia absoluta como Salgado-Laboriau (1994), Behling (1995), Boaventura (2007), Storani e Perez Filho (2015) e Dias e Perez Filho (2015) reafirmaram a cronologia e características ambientais proposta no modelo, detalhando a importância das oscilações climáticas holocênicas descritos por Penteadó (1968), sendo fundamentais para construção dos cenários aqui propostos.

Na confecção dos perfis e modelos foram utilizados os *softwares*: ArcGIS 10.5.1, Corel draw 2018 e Global Mapper 18, aglutinando todas as informações levantadas durante a

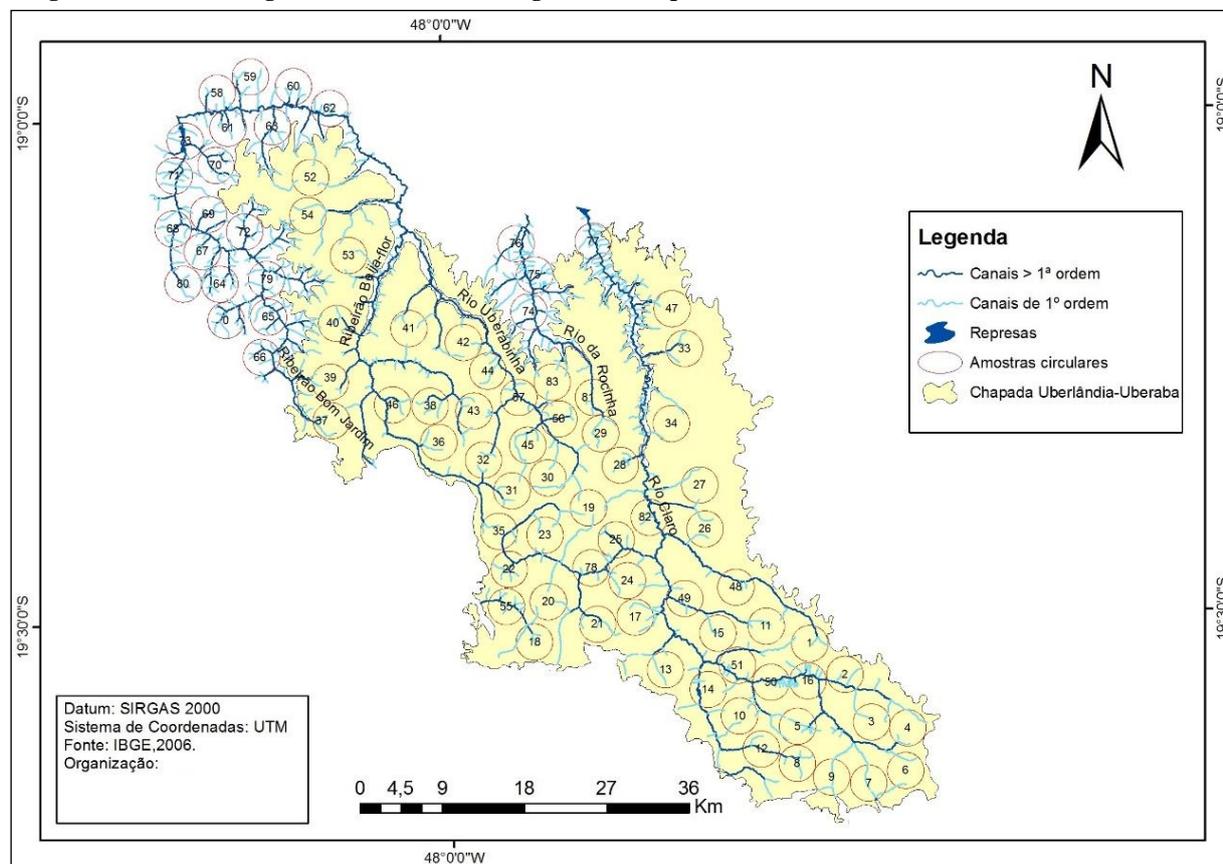
pesquisa nas discussões e resultados apresentados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Parâmetros morfométricos

Para analisar as variáveis ambientais almeçadas foram aplicados dois índices morfométricos sobre a rede de drenagem da área de estudo preliminarmente, a figura 2 apresenta a distribuição das amostras circulares sobre a rede de drenagem da chapada Uberlândia-Uberaba e áreas do entorno, assim por meio desta técnica foi possível aferir os valores médios para densidade de drenagem e densidade hidrográfica.

Figura 2 – Amostragem da rede de drenagem da chapada Uberlândia-Uberaba e áreas de entorno

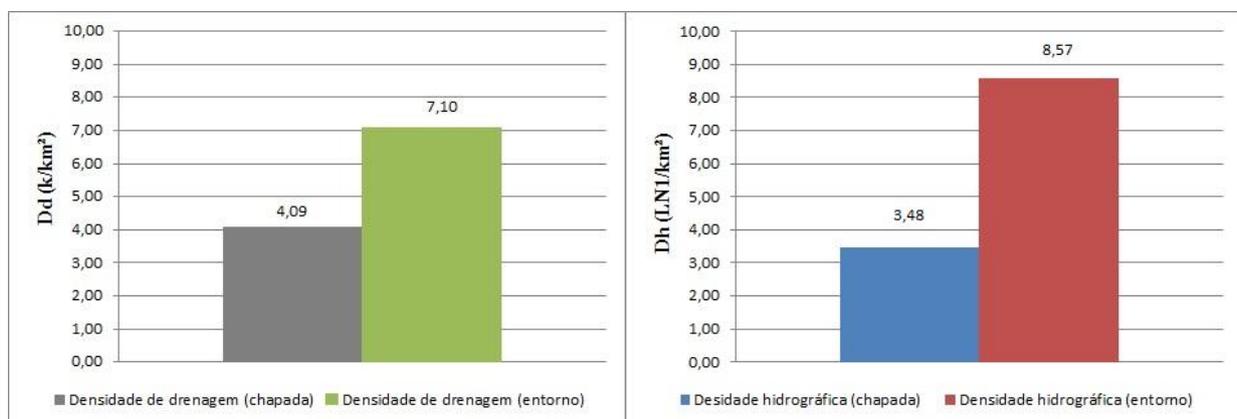


Fonte: IBGE, 2006. Adaptado pelos autores.

Os valores médios de densidade de drenagem e densidade hidrográfica, gráficos 1 e 2, não deixam dúvidas quanto a importância da Cobertura Detrítico-Laterítica na área de estudo para manutenção do atual equilíbrio hidrológico da chapada. As Coberturas retardam os processos erosivos mantendo a rede de drenagem pouco ramificada, sendo a quantidade de canais de primeira ordem muito

inferiores em relação a área de entorno analisada. Nesse contexto também possui papel importante as subcamadas concrecionárias e o nível de base local, descritos por vários autores como Baccaro (1991), Schneider (1996), Penteadó-Orellana (1980), dentre outros, como agentes que retardam os processos erosivos superficiais

Gráfico 1 e 2 – Valores médios para densidade hidrográfica e densidade de drenagem



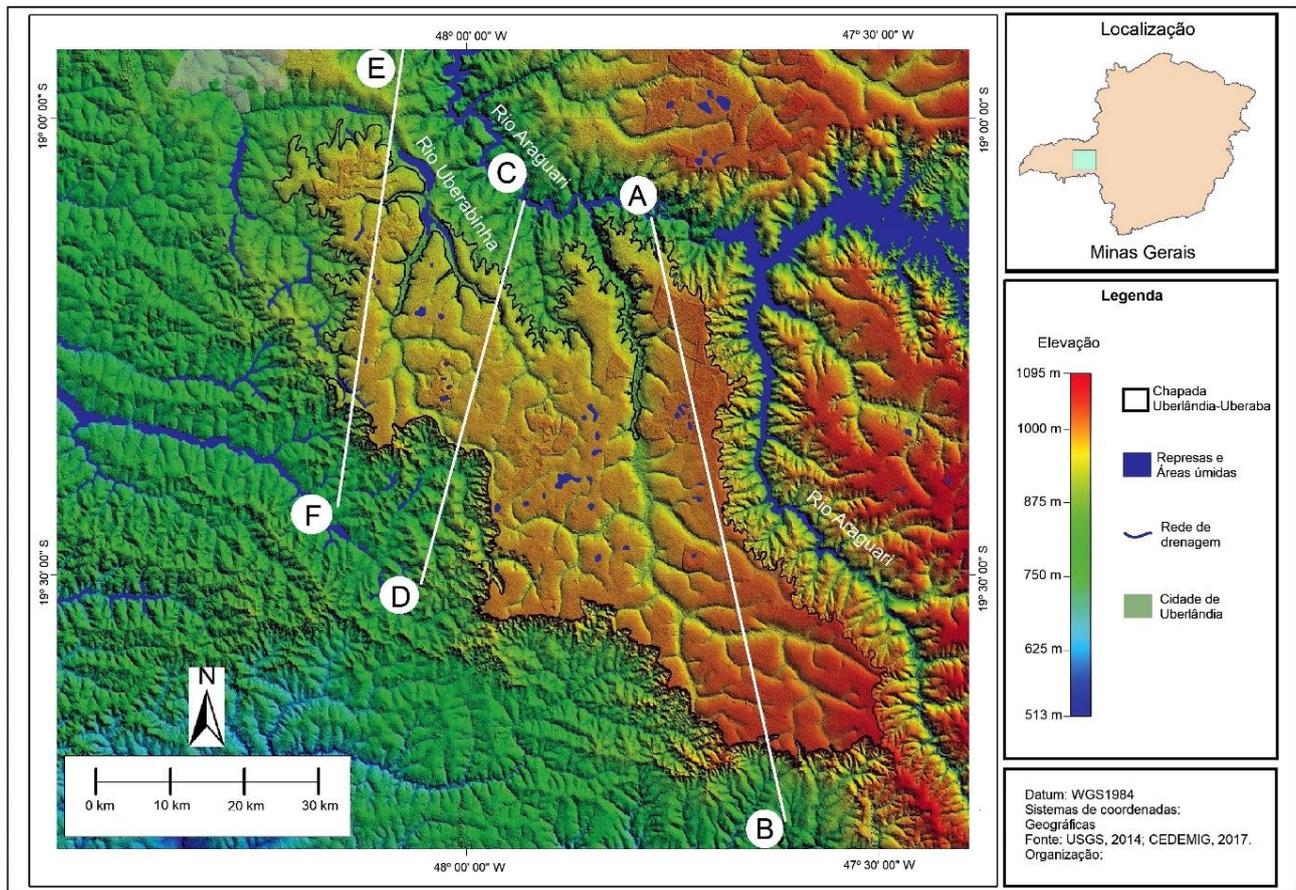
Fonte: Elaborado pelos autores.

Com referência em imagens de radar SRTM com resolução espacial de 30 metros, foi elaborada a figura 3 que apresenta a chapada Uberlândia-Uberaba em tons vermelhos e amarelos predominantemente possuindo maior altimetria a Oeste.

Complementando as informações morfométricas foram realizados três perfis topográficos transversais em diferentes pontos da chapada iniciando a norte no rio Araguari, nível de base regional, e finalizando a sul da chapada. Associados aos perfis foram

acrescentadas barras representando a litologia subjacente em todo o traçado para auxiliar a interpretação do mesmo, também foi acrescentada três subdivisões nos perfis, representando as superfícies de aplainamento conforme a bibliografia referenciada (Figura 4). Os transectos A-B, C-D e E-F fornecem a localização dos perfis realizados para identificação dos níveis topográficos afetados por ciclos erosivos, desde o nível de base local, rio Araguari, até patamares posteriores a chapada.

Figura 3 – Transectos e elevação regional da chapada Uberlândia-Uberaba.

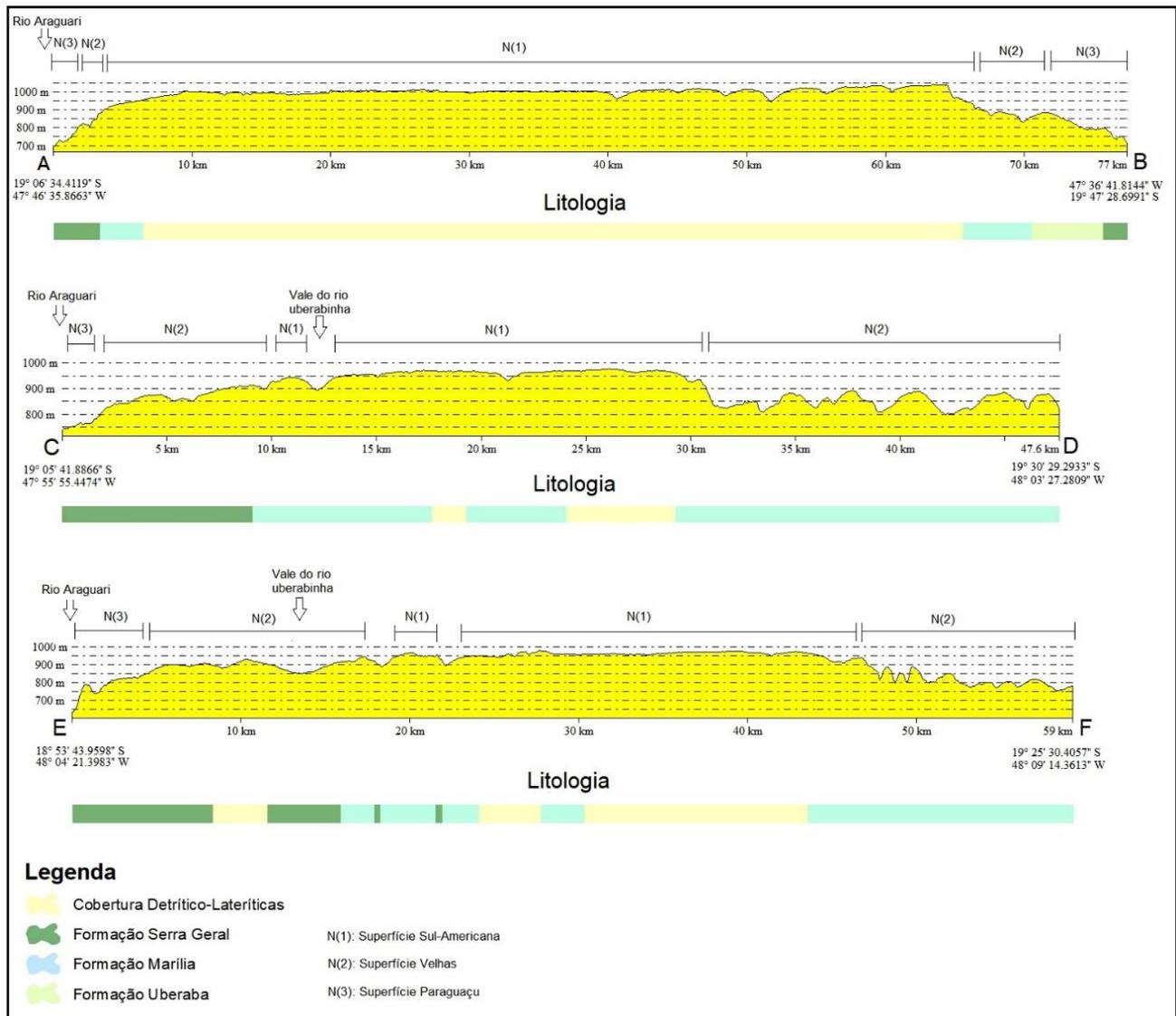


Fonte: USGS, 2014. Adaptado pelos autores.

O patamar topográfico representado pela sigla N(1) nos três transectos apresentados, indica a ocorrência do aplainamento generalizado provocado pelo ciclo erosivo Sul-americano, sendo o patamar mais antigo e elevado do relevo regional. Este nível possui características peculiares que o diferencia destacando-o na paisagem, as Coberturas Dentrítico-Lateríticas foram confirmadas como o principal substrato litológico de ocorrência neste patamar, porém também são

encontrados arenitos da Formação Marília sobre a chapada, principalmente nas áreas de menor elevação. Nos perfis C-D e E-F é possível observar que o rio Uberabinha e seus principais afluentes dissecam a chapada, isolando partes da superfície Sul-americana, característica comum na evolução geomorfológica do relevo de chapadas, provocando subdivisões na superfície aplainada e aumentando os processos erosivos de borda.

Figura 4 – Perfis topográficos transversais A-B, C-D e E-F.



Fonte: Elaborado pelos autores.

As principais nascentes dos rios que drenam a região nascem no patamar topográfico N(1), possuindo vales rasos e amplos, seus limites são muito bem demarcados por contatos abruptos em relação a outros patamares (Fotografia 1) nestes contatos também foram identificadas capturas de drenagem recentes que indicam o avanço da erosão.

A principal feição geomorfológica da superfície característica do patamar N(1) são as depressões de cimeira povoadas por murundus (Fotografia 2) estas são alagadas sazonalmente e contribuem para o abastecimento dos canais de primeira ordem da chapada Uberlândia-Uberaba, cumprindo o papel das nascentes, caracterizando-se como um estágio inicial das veredas.

Fotografias 1 e 2 – Contato abrupto entre as superfícies N(1) e N(2) visão horizontal e aérea.



Fonte: Autores; USAF, 1964.

A superfície N(2) é representada por áreas mais dissecadas no entorno imediato da chapada Uberlândia-Uberaba, destacam-se os vales mais encaixados e a rede de drenagem mais adensada, resultante da ação do Ciclo Velhas. A litologia é caracterizada pelo contato entre as rochas sedimentares da Formação Marília e Basaltos da Formação Serra Geral, sendo as duas litologias fonte para o material de origem dos solos. Ocorrem diversas tipologias de veredas nesse patamar que ocupam desde as nascentes e seguem nos canais fluviais em grande extensão.

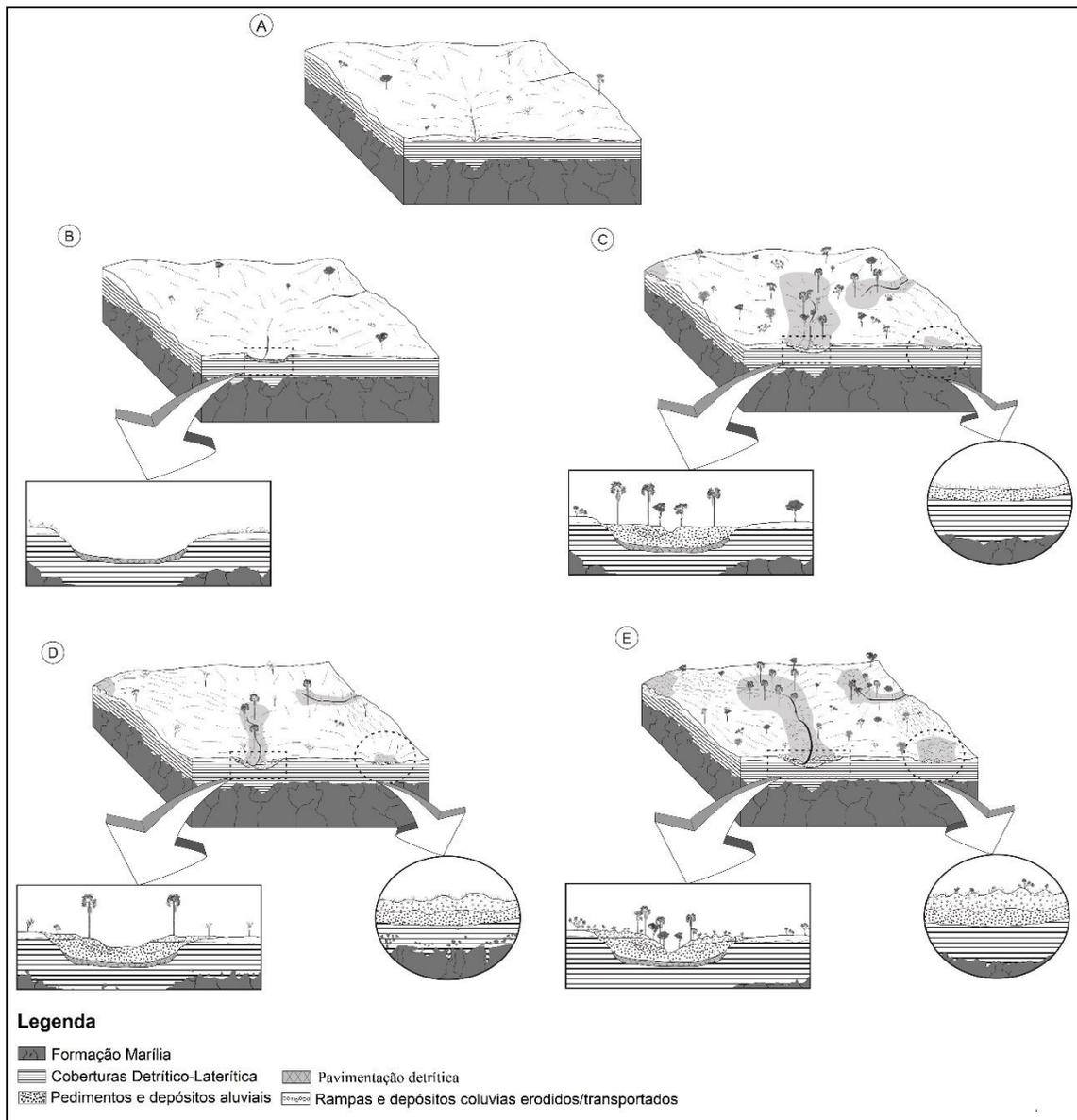
A última superfície identificada N(3) é a porção mais rebaixada do relevo analisado, esta sofreu atuação do ciclo erosivo mais recente apontado para a região o Ciclo Paraguaçu, que expôs a Formação Serra Geral e Formação Uberaba no recorte analisado, estabelecendo o nível de base local o rio Araguari. Essa unidade também se caracteriza pelo adensamento dos canais fluviais e pela maior dissecção do relevo, possuindo altimetrias mais rebaixadas que a superfície N(2).

Estádios de evolução da paisagem recente na chapada Uberlândia-Uberaba

Com a finalidade de sintetizar algumas informações levantadas e discutidas neste trabalho sobre feições geomorfológicas superficiais, foram elaborados cinco cenários de evolução da chapada Uberlândia-Uberaba (Figura 5), referentes a estádios de evolução onde os pulsos climáticos são destacados como relevantes agentes de transformação das paisagens holocênicas, juntamente com os demais processos geomorfológicos analisados, considerando o estabelecimento das superfícies de aplainamento e as Coberturas Detritico-Lateríticas, adaptando modelo de Penteado-Orellana (1980).

O cenário inicial de análise “A” se estabelece no limite entre o Pleistosceno e Holoceno, período caracterizado pela forte influência do Último Máximo Glacial, 12.000 a 10.000 anos A.P (Antes do Presente). Caracteriza-se pelo relevo tabular aplainado retocado pelas glaciações com pouca incisão de canais fluviais devido à pouca disponibilidade hídrica, ausência de depressões e vegetação espaçada (SALGADO-LABORIAU, 1994).

Figura 5 - Possíveis estágios/cenários de evolução holocênica na chapada Uberlândia-Uberaba.



Fonte: Penteadó-Orellana, 1980; Moreira, 2017. Adaptado pelos autores.

Durante o estágio “B” ainda predomina um período de clima mais seco resquícios da influência do Último Máximo Glacial, porém se inicia fase de pedimentação de vales com predomínio de processos de alargamento dos vales com formação de pavimentação detrítica na base, devido às chuvas torrenciais. Retração da vegetação, predomínio de gramíneas e arbustos, pouca vegetação de porte arbóreo 9.000 a 6.000 anos A.P.

Posteriormente no terceiro estágio de evolução “C” predomina um pulso de clima úmido a sub-úmido, possuindo como características: incisão de vales pedimentados e depósitos aluviais. Ativação de processos geoquímicos de abatimento em interflúvios direcionados por fraturas do substrato; Expansão da vegetação de Cerrado, formação de mata galeria e buritis; Aparição das primeiras veredas com características atuais

na borda da chapada; 6.000 a 4.500 A.P.

Ao retornar um período mais seco no estágio “D” entre 4.500 à 2.000 anos A.P aproximadamente, ocorre nova fase de pedimentação em vales e depressões, formando rampas coluvionáres; Embutimento e alargamento de vales, retração da vegetação de Cerrado em relação ao último estágio, rarefação da vegetação de porte arbóreo e predomínio de morfogênese mecânica.

O estágio evolutivo atual “D” retoma um período mais úmido com incisão de talvegue, retomada de processos erosivos, seccionamento de rapas coluviais por erosão diferencial, estabelecimento dos microrrelevos de murundus associados a depressões e vales, expansão de vegetação de cerrado; retomada de processos de pedogênese, em depressões e fundos de vales; Estabelecimento de ligação intermitente entre depressões e canais de primeira ordem nas chapadas, sendo processos estabilizados nos últimos 2000 anos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados por meio da metodologia e técnicas aplicadas demonstraram compatibilidade com a bibliografia analisada, possibilitando posicionamento neste tema tão complexo que é a evolução da paisagem em relevos de chapadas.

Portanto pode-se concluir que após eventos de aplainamentos Terciários/Quaternários foram estabelecidas as diversas superfícies de aplainamento, sendo a chapada Uberlândia-Uberaba

correspondente a superfície mais elevada na região. Coberturas Dentritico-Lateríticas recobriram algumas destas superfícies caracterizadas por material de matriz argilosa, que deram origem as coberturas superficiais de textura coma a mesma característica, base para todos os processos que se sucederam em seguida sobre a chapada. Posteriormente devido as características de relevo tabular com baixa permeabilidade, houve grande concentração de umidade, onde predominaram os processos geoquímicos sobre a chapada durante os períodos úmidos que se sucederam.

A partir de falhas e fraturas do substrato rochoso (Formação Marília), estabeleceram-se locais preferenciais para o surgimento de depressões fechadas, formadas por abatimento geoquímico do relevo. Muitas destas depressões foram interligadas por escoamento superficial pluvial, devido ao transbordamento nos períodos chuvosos e posteriormente conectadas aos canais fluviais, devido a erosão remontante.

Durante o Holoceno pulsações climáticas voltaram a interferir no modelado do relevo da chapada, desta vez de forma mais superficial. Entre períodos úmidos e secos descritos a Cobertura Dentritico-Lateríticas foi retrabalhada formando pedimentos e rampas coluviais nas depressões e fundos de vales estabelecidos em fase anterior.

Projetando um cenário futuro a referida chapada tende a desaparecer com o avanço dos processos geomorfológicos, pois atualmente configura-se como um relicto da extensão que outrora possuía. A erosão remontante que está atuante na borda da chapada, provocando

novas capturas da rede de drenagem tenderá a retirar grande parte da umidade, invertendo alguns canais que drenam sentindo norte (bacia do Rio Paranaíba) para sul (bacia do Rio Grande). A partir deste momento, estabelecerão novos processos que poderão gerar novas paisagens.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo e Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), por meio dos projetos 2015/10417-1 e 2016/21335-9 pela realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. Participação das depressões periféricas aplainadas na compartimentação do Planalto brasileiro. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 28, p. 1-38, 1972.
- AB'SÁBER, A. N. **Compartimentação topográfica e domínios de sedimentação Pós-Cretácios do Brasil**. 1962. 80f. Tese (Concurso para a cadeira de Geografia Física) Depto. Geografia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1962.
- AB'SÁBER, A. N. **Os Domínios de Natureza no Brasil**. 6ª ed. São Paulo: Ateliê,, 2003.
- ALMEIDA, F. F. M. Os fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto de Geografia e Geologia**, São Paulo, n. 41, p. 169-263, 1964.
- BACCARO, C. A. D. Unidades Geomorfológicas do Triângulo Mineiro Estudo Preliminar. **Sociedade & Natureza**, v. 3, n (5 e 6), p. 37-42, 1991.
- BARBOSA, G. V. Relevo. In: BDMG. (Coord.) **Diagnóstico da economia mineira: o espaço natural**. Belo Horizonte: BDMG, 1967v. 2, p.69-108.
- BARBOSA, I. O.; LACERDA, M. P. C.; BILICH, M. R. Relações pedomorfogeológicas nas chapadas elevadas do Distrito Federal. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1373-1383, Oct, 2009.
- <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000500029>.
- BARBOSA, O. Quadro provisório das superfícies de erosão e aplainamentos no Brasil. **Notícia Geomorfológica**, São Paulo, n. 4, p. 31-33, 1959.
- BARCELOS, J. H. **Reconstrução Paleogeográfica da Sedimentação do Grupo Bauru Baseada na sua Redefinição Estratigráfica Parcial em Território Paulista e no Estudo Preliminar Fora do Estado de São Paulo**. 1984. 190p. Tese (Livre Docência) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1984.
- BARCELOS, J. H. Geologia Regional e Estratigrafia Cretácica do Triângulo Mineiro. **Sociedade & Natureza**, v.5, n (9 e 10), p. 9-24, 1993.
- BATEZELLI, A. **Análise da Sedimentação Cretácea no Triângulo Mineiro e sua correlação com áreas adjacentes**. 2003. 187f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.
- BEHLING, H. A high resolution Holocene pollen record from lago pires, SE Brazil: vegetation, climate and fire history. **Journal of Paleolimnology**, v. 14, p. 253-268, 1995.
- BIGARELLA J. J.; MOUSINHO, M. R., SILVA; J. X. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos. **Boletim Paranaense de Geografia**, n (16 e 17), p.117-155, 1965.
- BOAVENTURA, R. S. **Veredas o Berço das Águas**. Belo Horizonte: Ecodinâmica,, 2007.
- CODEMIG - Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais. **Projeto Triângulo Mineiro - Mapa Geológico 1:100.000**. 2017. Disponível em: <http://www.portalgeologia.com.br/index.php/mapa/>. Acessado em: 10 de maio de 2018.
- DE MARTONE. Problemas morfológicos do Brasil Atlântico. **Geografia**, v .5, n. 4, p. 523-550, 1943.
- DIAS, R. L.; PEREZ FILHO, A. Geocronologia de terraços fluviais na bacia hidrográfica do rio Corumbataí-SP a partir de Luminescência Opticamente Estimulada (LOE). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, n. 2, p. 341 – 349, 2015. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v16i2.644>
- FAIRBRIDGE, R. W. World sea-level and climatic changes. **Quaternaria**, v. 6, p.lIII-134, 1962.
- FELTRAN FILHO, A. **A estruturação das**

- paisagens nas chapadas do Oeste Mineiro.** 1997. 251f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- FERREIRA, I. M. **O afogar das Veredas: uma análise comparativa espacial e temporal das Veredas do Chapadão de catalão (GO).** 2003. 242 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.
- FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente; Universidade Federal de Viçosa; Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais; Universidade Federal de Lavras. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais.** 2010. Disponível em: <http://www.feam.br/banco-de-noticias/949-mapas-de-solo-do-estado-de-minas-gerais>. Acessado em: 15 de março de 2018.
- HIMURA, S. T.; PONÇANO, W. L. Densidade de drenagem e sua relação com fatores geomorfo-pedológicos na área do Alto Rio Pardo, SP e MG. **Revista do Instituto Geológico**, v. 15, p. 49 – 57, 1994.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cartas Topográficas – Projeto São Paulo / Minas Gerais / Goiás.** 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em: 12 de junho, 2017.
- KING, L. C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 18, n. 2, p. 147-267, 1956.
- LIMA, S.do C.; QUEIROZ NETO, J. P. As veredas e a evolução do relevo. **Sociedade & Natureza**, v. 15, p. 481- 488, 1996.
- MAMEDE, L. ROSS, J. L. S.; SANTOS, L. M.; NASCIMENTO, M. A. L. S. Folha SE-22. Goiânia: Geomorfologia. In: **RADAMBRASIL**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia/ Secretaria Geral, v. 31, p. 338-410, 1983.
- MARQUES NETO, R. As superfícies Geomorfológicas e a evolução do relevo brasileiro: transcurso das ideias e correspondência no sul de Minas Gerais, sudeste do Brasil. **Ra'e ga**, Curitiba, v. 32, p. 267-295, 2014. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v32i0.33726>
- MARQUES, J. J.; SCHULZE, D. G.; CURI, N. MERZTMAN, S. A. Major element geochemistry and geomorphic relationships in Brazilian Cerrado soils. **Catena**, v. 119, p. 179-195, 2004. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(03\)00260-X](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(03)00260-X)
- MARTINS, F. P.; SALGADO, A. A. R. Chapadas do Brasil: abordagem científica e conceitual. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 1, (Jan-Mar), p.163-175, 2016. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v17i1.806>
- MOREIRA, V. B. **Geocronologia em ambientes de veredas e campos de murundus na chapada Uberlândia-Uberaba : subsídios à evolução da paisagem.** 2017, 123f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.
- MOREIRA, V. B.; PEREZ FILHO, A. Veredas in the bom jardim river basin: origin, typologies and topographic and morphological characterization. **Caminhos de Geografia**, v. 18, p. 283-295, 2017.
- MOTTA, P. E. F.; CARVALHO FILHO, A.; KER, J. C.; PEREIRA, N. R.; CARVALHO JUNIOR, W.; BLANCANEUX, P. Relações solo-superfície geomórfica e evolução da paisagem em uma área do Planalto Central Brasileiro. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 37, n. 6, p.869-878, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002000600017>
- NISHIYAMA, L. Geologia do Município de Uberlândia e Áreas adjacentes. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 1, n. 1, p. 9-16, jan/dez, 1989.
- OLIVEIRA, V. A.; JACOMINE, P. K. T.; COUTO, E. G. Solos do Bioma Cerrado. In: CURI, N; KER, J. C.; NOVAIS, R. F.; TORRADO P. V.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Pedologia: Solos do Bioma Brasileiro.** Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017, p.177-226.
- PENTEADO, M. M. **Geomorfologia do Setor Centro-Ocidental da Depressão Periférica Paulista.** 1968. 195f. Tese (Tese Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1968.
- PENTEADO-ORELLANA, M. M. Microrrelevos associados a térmitas no Cerrado. **Notícias Geomorfológicas**, Campinas, v. 20, n. 39/40, p. 61-72, 1980.
- RAMOS, M. M. V. Veredas do Triângulo Mineiro: solos, água e uso. **Ciênc. Agrotec**, Lavras, v. 30, n. 2, p.283-293, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542006000200014>
- RODRIGUES, T. R. I. **Influência de reservatórios hidrelétricos na gênese e evolução da rede de drenagem no baixo curso do rio São José dos Dourados (SP).**

2006. 218f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- SALGADO, A. A. R. Superfícies de Aplainamento: antigos paradigmas revistos pela ótica dos novos conhecimentos geomorfológicos. **Geografias**, v. 3, n. 1, p. 64-78, 2007.
- SALGADO-LABORIAU, M, L. **História Ecológica da Terra**. 2ªEd. São Paulo: Edgard Blucher, 1994.
- SCHNEIDER, M. O. **Bacia do Rio Uberabinha**: Uso agrícola do solo e meio ambiente. 1996. 157f. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- SILVA, T, M. Superfícies geomorfológicas do planalto sudeste brasileiro: revisão teórico-conceitual. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 20, p. 1-22, 2009.
- STORANI, D. L.; PEREZ FILHO, A. Novas informações sobre geocronologia em níveis de baixo terraço fluvial do Rio Mogi Guaçu, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.16, n. 2, p.191-199, 2015. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v16i2.656>
- STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Transactions of the American Geophysical Union**, v. 38, n. 6, p. 913-920, 1957. <https://doi.org/10.1029/TR038i006p00913>
- USAF - UNITED STATES AIR FORCE. **Fotografias aéreas pancromáticas do município de Uberlândia Escala 1:60000**, 1964/1965. (Acervo do laboratório de cartografia do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia)
- USGS - UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Shuttle Radar Topography Mission**. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acessado em: 15 de agosto de 2014.
- VALADÃO, R, C. 1998. **Evolução de longo-termo do relevo do Brasil Oriental**: desnudação, superfícies de aplanamento e soerguimentos crustais. 1998. 243f. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1998.