

---

## AS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS E A EROÇÃO NOS CHAPADÕES DO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA

Claudete Aparecida Dalevedove Baccaro  
Profa. Dra. do DEGEO - UFU

**RESUMO:** *A área em estudo compreende o Município de Uberlândia, MG, com relevo característico das Chapadas Sedimentares do Brasil Central, onde se encontram diversos tipos fitofisionômicos do Cerrado. O estudo levantou as formas dos processos acelerados de erosão (sulcos, ravinhas e boçorocas) e fez um cruzamento desses dados com a declividade, as unidades geomorfológicas e a litologia, chegando a uma classificação por categorias de erosão (suscetível, moderada e acelerada). Finalmente, foram propostas algumas sugestões e orientações de medidas preventivas e de controle dos processos de erosão a nível do Município.*

**Palavras Chaves:** *geomorfologia, controle dos processos de erosão*

**ABSTRACT:** *The area of this study is the municipality of Uberlândia, located in the sedimentary plateaus region of central Brazil where the "cerrado" vegetation is present. This study shows the different accelerated erosion processes present in the area as rillwashes and gullies, and relates their occurrence to other geomorphological factors as declivity, topography and geology. Suggestions on prevention and control of erosional processes are given at the end of the article.*

**Key Words:** *geomorphology, control of erosional processes*

---

### INTRODUÇÃO

As paisagens naturais nas regiões tropicais do Globo vêm passando por alterações bruscas no decorrer deste século. Por outro lado, os estudos que tratam da dinâmica dos processos no meio tropical ainda merecem um aprofundamento e um aprimoramento nas metodologias a serem adotadas. As respostas dos fenômenos físicos à ação desorganizada e desenfreada do homem sobre o meio natural são ainda hipóteses levantadas; dentre elas, as alterações climáticas e a desertificação já estão sendo detalhadas e analisadas, mas ainda com muitas incógnitas.

O meio tropical apresenta uma paisagem danificada com certas áreas potencialmente deterioradas e outras onde o impacto da ocupação está no início, ambas portanto carentes de pesquisas e de planejamento. Os elementos físicos que compõem a paisagem natural do meio tropical vêm demonstrando sua fragilidade quando alterados pelo homem.

Há muitos eventos catastróficos que foram desencadeados devido à ação antrópica (desmatamentos, queimadas, construções urbanas, barragens, aterros etc.) indiscriminada e sem levar em conta o limiar de equilíbrio dinâmico, ou seja, o quanto a natureza pode suportar para que não haja uma ruptura e se desencadeem processos catastróficos.

O homem ainda necessita conhecer com maior profundidade as leis que regem o funcionamento do ambiente físico, as quais são fundamentais para se estabelecerem os diagnósticos ambientais. Esses estudos devem elucidar a dinâmica e a fragilidade das unidades de paisagens do meio tropical e assim tornar-se-á possível traçar as diretrizes que permitirão propor as modificações, as medidas técnicas preventivas e/ou corretivas.

É necessário haver uma política de planejamento físico-territorial em diferentes escalas espaciais-temporais e administrativas



(País, Estado e Município), que aplique os conhecimentos e contemple as necessidades do homem e da sociedade.

Grande parte do território brasileiro, conforme podemos observar na Figura 1, está representado pelo Domínio Natural dos Cerrados. Essa região, assim como todo o território brasileiro nas últimas décadas, vem sofrendo um acelerado processo de devastação de sua vegetação nativa, conseqüência da expansão das fronteiras agro-pastoris, da construção de estradas e rodovias e do crescimento desordenado das cidades, relacionado com as políticas desenvolvimentistas adotadas e incentivadas pelo Governo.

A ocupação do cerrado brasileiro teve início há aproximadamente 12.000 anos, com caçadores e coletores. Posteriormente, as populações indígenas começaram a desenvolver uma agricultura diversificada até o século XVIII, quando a região foi ocupada pelo homem branco em busca de pedras preciosas, ouro e índios.

Tendo em vista propiciar a ocupação racional e ordenada das áreas de cerrado, o Governo Federal criou o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados - POLOCENTRO, através do Decreto nº 75320, de 21/01/75, com área de atuação nos Estados de Goiás, Mato





Grosso e Minas Gerais, onde se concentram 80% dos cerrados brasileiros. A ação do POLOCENTRO pautou-se na integração entre pesquisa, assistência técnica, crédito rural orientado e apoio à infraestrutura (armazenagem, estrada e eletrificação).

Em 1984 foi elaborado o relatório sobre "Avaliação de Impacto Ambiental na Região de Cerrado" (PRODIAT, 1984), WAGNER (1986), o qual levantou os impactos negativos que a área de cerrado sofreu em sua ocupação e exploração desordenada. Dentre os impactos referiu-se ao empobrecimento genético, à compactação e erosão dos solos, à contaminação química das águas e da biota e ao rebaixamento do lençol freático nos vales em "veredas", onde as planícies aluviais estão sendo drenadas pelos projetos de irrigação. Esse relatório chama a atenção para a necessidade de se conhecer melhor a diversidade paisagística, a fim de se avaliar o efeito dos impactos.

Essa região dos Cerrados passou a contar com mecanismos de uma agricultura moderna, com a adoção cada vez mais intensa da mecanização, adubação, agrotóxicos etc.

Essa "modernização" nem sempre tem sido benéfica ao meio, que mostra sinais de compactação do solo, contaminação de mananciais, diminuição da vida microbiana no solo, conseqüências da pastagem e/ou agricultura. Segundo BACCARO (1990), na ocupação da área as valas para divisão de propriedades, o carro de boi utilizado como meio de circulação, o pisoteio do gado contribuíram para provocar problemas atuais de ravinamentos, boçorocamentos, agravando-se os de assoreamento de represas, de empobrecimento dos solos e de diminuição da vazão dos mananciais. Assim, ao estudarmos a dinâmica dessa paisagem do cerrado, temos que levar em conta as ações antropogênicas do passado e do presente, acreditando que as alterações são bruscas e rápidas, se comparadas às do tempo geológico.

A Região do Triângulo Mineiro foi ocupada a partir do século XVIII. Em 1722 a expedição de Bartolomeu Bueno da Silva Júnior, o Anhanguera II, abriu a primeira estrada no "Sertão da Farinha Podre", atual Triângulo Mineiro (CAVALINI e outros, 1988). Formaram-se diversos arraiais, dentre eles o "Sertão da Farinha Podre". Houve a

demarcação e ocupação de diversas áreas nos vales do Rio Araguari (Rio das Velhas) e do Rio Uberabinha (São Pedro). Muitas famílias chegaram e formaram sítios, desenvolvendo uma agricultura de subsistência e a criação extensiva de gado.

Entre os anos de 1820 e 1846 iniciou-se a formação do Arraial de Nossa Senhora do Carmo de São Sebastião da Barra de São Pedro de Uberabinha, atual Uberlândia. O crescimento desse município se deu em função de inúmeros fatores; dentre eles podemos citar: a extensão da rede ferroviária interligando São Paulo a Goiás; a construção da Ponte Afonso Pena sobre o Rio Paranaíba e de rodovias pela Companhia Mineira de Autoviação.

Segundo as citações de CAVALINI e outros (1988) "o Triângulo Mineiro e particularmente Uberlândia passou por grandes transformações, após a década dos 50. Com a construção de Brasília, novas estradas foram construídas, promovendo uma maior integração de Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais com São Paulo, possibilitando o fortalecimento da atividade comercial e incentivando o processo de modernização agropecuária".

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

A área em estudo é limitada pelas coordenadas geográficas de 18°30' de latitude sul e 47°50' de longitude oeste de Greenwich e compreende o Município de Uberlândia. Essa área insere-se nas Chapadas Sedimentares da Região do Triângulo Mineiro, as quais foram esculpidas em rochas sedimentares, sobretudo do Grupo Bauru, representadas principalmente pelos arenitos das Formações Marília, Adamantina e Uberaba e da Formação Botucatu do Grupo São Bento. Algumas de suas bordas são mantidas pelo arenito com cimentação carbonática ou silicosa, outras pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral do Grupo São Bento. Os entalhes mais profundos feitos pelos grandes rios, como o Paranaíba e o Araguari, atingem o embasamento do Pré-Cambriano, representado principalmente pelos xistos e sercicitos do Grupo Araxá. As formações rochosas estão recobertas em grandes extensões pelos sedimentos inconsolidados de idade Cenozóica, ocupando os diferentes níveis topográficos, desde os topos das chapadas, das vertentes, até os vales fluviais (BACCARO, 1990).



São constituídos de leitos de cascalheiras, de termos arenosos e concreções limoníticas (NISHIYAMA, 1989).

O relevo do Município de Uberlândia faz parte de um conjunto global de formas denominado por AB'SABER (1971) Domínio dos Chapadões Tropicais do Brasil Central. Esse relevo vem sendo elaborado desde o Terciário e durante o Quaternário pelos processos morfoclimáticos, os quais propiciaram extensas pediplanações, pedimentação, laterização e dissecação, levando o relevo a possuir as formas atuais.

Segundo as observações feitas por nós, identifica-se a Superfície Sul Americana de KING (1956), a mais antiga do Cretáceo Superior (Senoniano) até o Terciário (Plioceno). Essa superfície foi esculpida por processos agressivos de pediplanação (agração) e está representada na paisagem por nivelamentos de topos, constituindo as superfícies de cimeira dos chapadões de Uberlândia. Posteriormente, foram dissecadas pela drenagem do ciclo "Velhas (Plio-Pleistoceno), deixando algumas superfícies embutidas na borda do Chapadão de Uberlândia, em altitudes entre 650 e 750 metros. São superfícies situadas no interior do vale do Rio Araguari, sustentadas pelo basalto da Formação Serra Geral, formando patamares estruturais com rupturas de declive acentuadas.

Essa área foi marcada por climas semi-áridos e tropical úmido desde o Terciário até a atualidade. Os depósitos correlativos dessas fases climáticas (cascalheiras, lateritas, colúvios, terraços de várzeas) se distribuem constituindo as formações superficiais que vêm sendo apropriadas, trabalhadas e impactadas pelo homem.

A história paleogeográfica imprimiu nessa paisagem do interior do Brasil unidades morfológicas bem definidas e comandadas na atualidade por diferenciações morfogenéticas a nível das vertentes. Em trabalho anterior BACCARO (1989) definiu três grandes unidades morfológicas no Município de Uberlândia: A) área de relevo dissecado; b) área de relevo intensamente dissecado; c) área de cimeira com topos planos e largos.

O clima predominante, segundo a classificação de Koppen, in STRHALER (1975), é

do tipo Aw, megatérmico, com épocas sazonais bem definidas, chuvosa no verão (novembro a março), quando ocorrem fortes aguaceiros, e seca no outono e inverno (maio a setembro). Conforme os dados coletados no 5º Distrito Meteorológico do Instituto Nacional de Meteorologia - Estação Uberlândia, nos anos de 1981 a 1990 os meses de maior precipitação correspondem a dezembro e janeiro, por volta de 300 a 400 mm mensais (ROSA et alii, 1991). A temperatura média no mesmo período foi de 22°C, a umidade relativa do ar apresentou um valor médio de 71,2%, não variando muito no decorrer do ano. ROSA (op cit) constatou que mesmo nos meses de menor precipitação pluviométrica, junho, julho e agosto, a umidade relativa do ar situa-se acima de 60%.

O Município insere-se no Domínio Natural dos Cerrados, onde se encontram diversos tipos fitofisionômicos, como a mata mesofítica (de galeria e de encosta) e a mata xeromórfica (Cerradão), diversos tipos savânicos, como o campo cerrado e o campo sujo, além do tipo campestre, representado pelos campos úmidos e veredas (SCHIAVINI, ARAUJO, 1989).

Os solos, segundo os estudos da Embrapa (1980), apresentam uma maior porcentagem em área do tipo Latossolo Vermelho-escuro álico, coincidindo genericamente com a área de relevo dissecado. Outra grande porção é constituída pelo latossolo vermelho escuro distrófico, o qual ocupa uma grande área do médio curso da bacia do Rio Uberabinha. O latossolo Vermelho-amarelo álico aparece principalmente nas porções mais altas do Município, ou seja, nas cabeceiras e topos interfluviais dos Rios Uberabinha e Bom Jardim. O latossolo roxo distrófico e eutrófico surge nas vertentes e interflúvios do baixo curso do Rio Uberabinha e nas médias e altas bacias dos afluentes do Rio Araguari. O podzólico vermelho-amarelo eutrófico e o cambissolo eutrófico está presente nas proximidades do fundo de vale do Rio Araguari com seus afluentes. Os solos designados por glei húmico álico e distrófico são encontrados em muitos fundos de vales, como no alto curso do Rio Uberabinha, no médio curso do Bom Jardim, em muitos afluentes dos ribeirões Douradinho, Estiva e no Rio Tijuco. Também aparecem suspensos nas médias vertentes, sobre crostras lateríticas.

O levantamento do uso do solo no



Município de Uberlândia, efetuado no ano de 1988 por CARMO LIMA, ROSA e FELTRAN FILHO (1989), demonstrou a seguinte distribuição percentual: pastagens, 54,8%; agricultura, 15,7%; vegetação natural, 16,8%; reflorestamento, 8,7% e área urbana, 4%.

## A METODOLOGIA UTILIZADA NO MAPEAMENTO DA MORFOLOGIA DOS PROCESSOS EROSIVOS

Para a realização deste estudo levantamos as formas dos processos erosivos acelerados (sulcos, ravinas e boçorocas) das fotografias aéreas do levantamento aerofotogramétrico efetuado pelo IBC (1979), na escala de 1:25.000. Após essa primeira fase de fotointerpretação efetuou-se a transposição dos dados dos "overlays" para uma carta topográfica do Município de Uberlândia na escala de 1:100.000.

Numa segunda fase efetuamos trabalhos de campo para controle dos dados levantados nas fotografias aéreas, bem como a atualização dos dados para o ano de 1990.

Numa terceira fase realizou-se a confecção definitiva da carta de erosão do Município e uma análise das informações coletadas no campo, procurando integrá-las com os dados da fotointerpretação, e finalmente algumas sugestões e considerações sobre a conservação desse geoambiente. Além da carta de erosão foi elaborada também uma carta de declividades de todo o Município.

Numa quarta etapa fizemos o cruzamento dos dados de erosão e declividade segundo as unidades geomorfológicas do município em questão, destacando a litologia predominante, o número de boçorocas, fatores que propiciam a erosão, as áreas mais afetadas e os impactos ambientais. As categorias de erosão\* foram determinadas, sobretudo, baseando-se na incidência das boçorocas e ravinas a nível do Município de Uberlândia. Esta é uma primeira tentativa de se avaliar e correlacionar certos elementos da paisagem que contribuem para a erosão acelerada nesse sistema do Cerrado do Triângulo Mineiro.

Nos mapeamentos finais utilizamos o Sistema GRASS - Geographical Resources Analy-

\* Suscetível, moderado e acelerado

sis Support System, realizado no Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia, sob a orientação do professor Roberto Rosa. Esse trabalho levantou três tipos de morfologias dos processos erosivos que marcaram essa paisagem do cerrado de forma expressiva. Foram mapeados: as redes de canais pluviais, as ravinas e as boçorocas.

Faremos a seguir alguns esclarecimentos sobre a terminologia adotada.

- Canais de Escoamento Pluvial - há necessidade de se levar em conta, nos estudos de erosão, a densidade e as dimensões dos canais pluviais, uma vez que eles indicam as áreas com tendências à progressão para o ravinamento e boçorocamento. Foram mapeados, nessa tipologia, os canais difusos e os canais concentrados com pequena profundidade.

- Ravina - corresponde ao canal de escoamento pluvial concentrado, apresentando barrancas erosionais com traçado bem definido. A cada ano o canal se aprofunda devido à erosão das enxurradas. Atinge a profundidade de 60 cm até alguns metros.

- Boçoroca - é o estágio mais avançado de erosão acelerada. Corresponde à passagem gradual do processo de ravinamento até atingir o lençol freático, com o aparecimento de surgências d'água. Diversos processos estão presentes na boçoroca; dentre eles podemos citar os relacionados com o escoamento pluvial (lavagem superficial, formação de sulcos), os de erosão interna no solo (*piping*), as subsidências, os solapamentos e os escorregamentos de solos, além da erosão feita pela água do escoamento fluvial, uma vez que no interior da boçoroca há surgência de água, que durante o ano é alimentada pelo lençol freático. Portanto, na porção interna da boçoroca ocorre a conjugação de vários processos geomorfológicos, tanto os erosivos quanto os de deposição.

## AS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS E AS CATEGORIAS DE EROSÃO

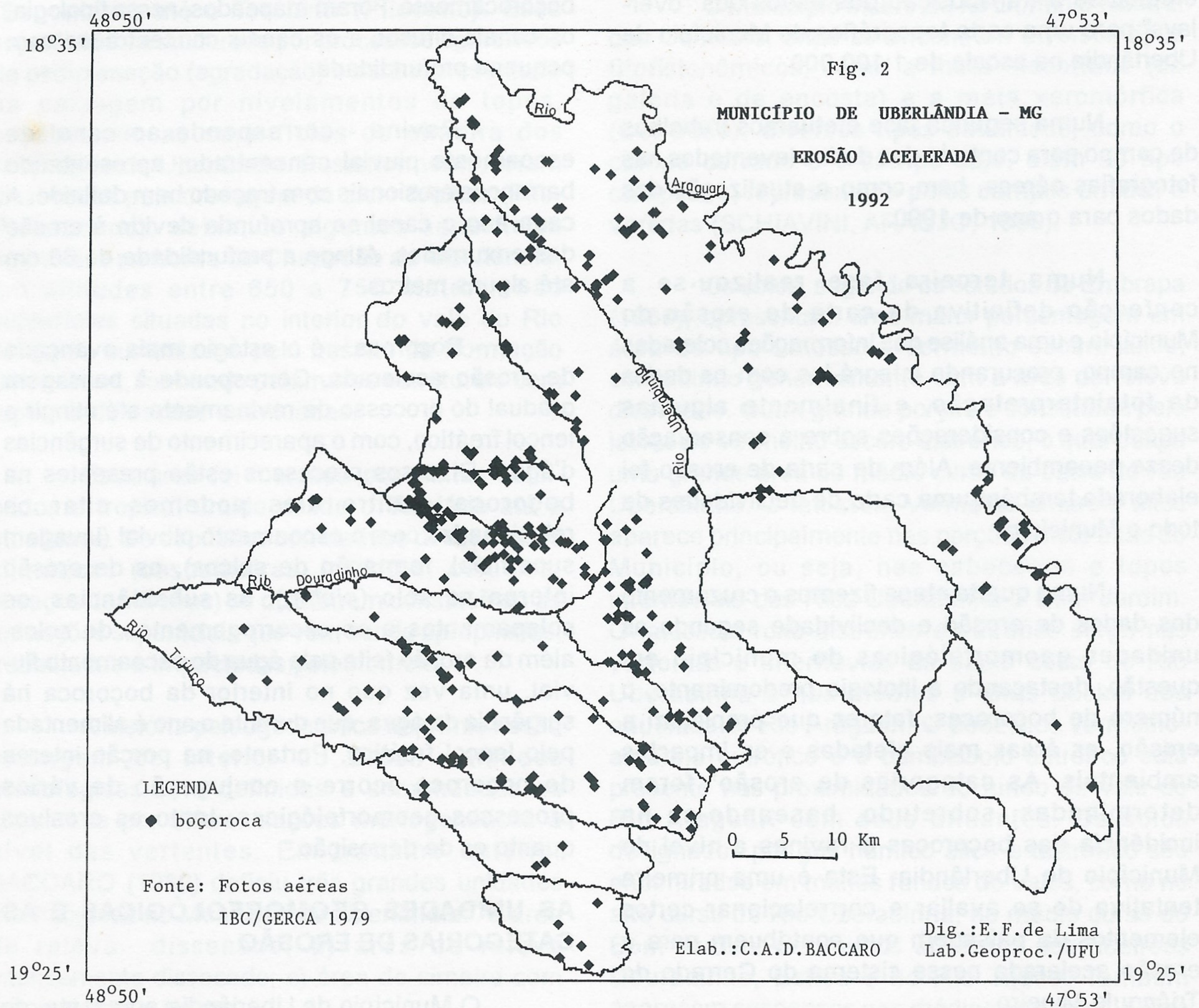
O Município de Uberlândia apresenta, do ponto de vista geomorfológico, unidades bastante individualizadas. Essas unidades já foram determinadas e estudadas por BACCARO (1989).



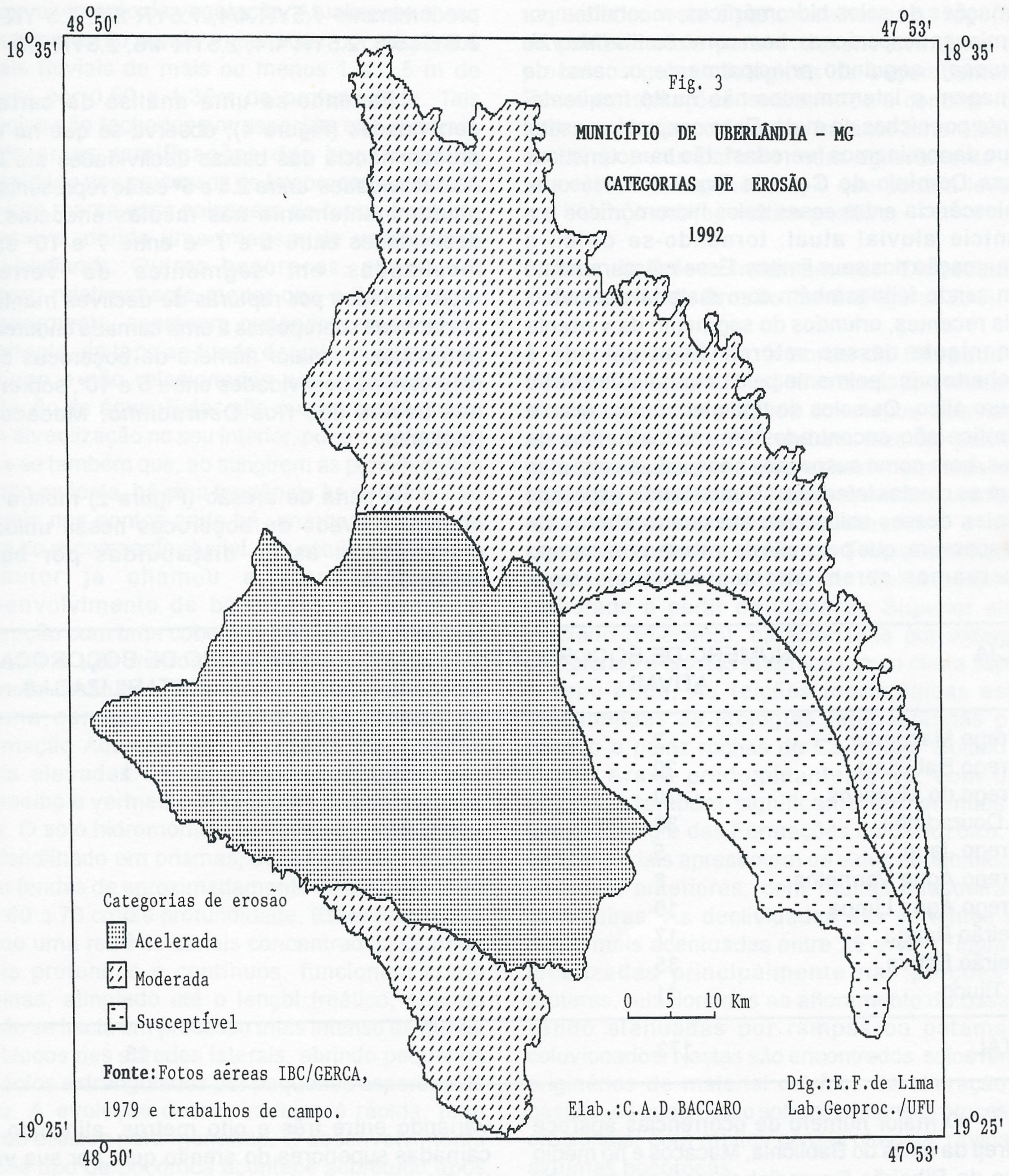
Os processos erosivos também seguem uma orientação e um desenvolvimento particularizado de acordo com essas unidades geomorfológicas. Assim, faremos um relato e uma síntese desses processos de erosão acelerada por unidades morfológicas, procurando uma integração entre os diversos elementos da paisagem, numa tentativa de se explicar, ainda que de forma singela, a evolução desses processos no contexto do Município de Uberlândia.

**1. Área de Relevo Medianamente Dissecado - Categoria de Erosão 3 (Figuras 2, 3).**

Corresponde ao setor com topos aplainados entre 700 e 900 metros, de vertentes suaves, interrompidas por rupturas locais mantidas pela laterita, onde ocorrem pequenos anfiteatros mais convexizados e elaborados, preferenciais para o afloramento do lençol subterrâneo. O substrato é formado principalmente pelos arenitos da Formação Adamantina, recobertos pelos sedimentos da cobertura Cenozóica. Alguns canais de drenagem têm o seu nível de base nos basaltos da Formação Serra Geral. Como exemplo podemos citar o Rio Tijuco, o Ribeirão Estiva, o Ribeirão Panga e o Ribeirão Douradinho. A grande









maioria dos canais de drenagem apresenta os fundos de vales recobertos com extensas formações de solos hidromórficos, recobertos por gramíneas e ciperáceas, bem como buritis (*Mauritia flexuosa*), seguindo principalmente o canal de drenagem e interrompidos não muito freqüentemente por nichos de mata. Esse conjunto constitui o que denominamos "veredas", tão características desse Domínio do Cerrado Brasileiro. Há uma coalescência entre esses solos hidromórficos e a planície aluvial atual, tornando-se difícil a demarcação dos seus limites. Esse mascaramento vem sendo feito também com materiais coluviais mais recentes, oriundos do segmento da vertente a montante desses setores. Essa unidade é recoberta principalmente pelo Latossolo Vermelho escuro álico. Os solos do tipo glei húmico álico e distrófico são encontrados em muitos fundos de vales, bem como suspensos nas médias vertentes sobre as crostas lateríticas. Constatamos espessos pacotes desses solos com até quatro metros de espessura, que por meio de trabalhos de campo observamos serem altamente friáveis, sem

compacidade, extremamente finos, facilmente carreáveis pelo escoamento pluvial, com a cor predominante 7.5YR 4/4, 7.5YR 5/6, 7.5 YR 5/8, 2.5YR 5/6, 2.5YR 4/4, 2.5YR 4/6, 2.5YR 4/8.

Fazendo-se uma análise da carta de declividades (Figura 4), observa-se que há uma predominância das baixas declividades até 2,5°. As declividades entre 2.5 e 5° estão representadas predominantemente nas médias encostas. As declividades entre 5 e 7° e entre 7 e 10° estão localizadas em segmentos da vertente representados por rupturas de declives mantidas por lateritas sobrepostas a uma camada endurecida de arenito. O maior número de boçorocas coincide com as declividades entre 5 e 10°, sobretudo nas bacias dos rios Douradinho, Macacos e Babilônia.

A carta de erosão (Figura 2) mostra um número elevado de boçorocas nessa unidade morfológica, assim distribuídas por bacia hidrográfica:

BACIA	NÚMERO DE BOÇOROCAS ATIVAS	NÚMERO DE BOÇOROCAS ESTABILIZADAS
Córrego Macumbé	2	-
Córrego Babilônia	20	1
Córrego do Macacos	30	1
Rib.Douradinho	36	-
Córrego Jataí	5	-
Córrego Água Vermelha	8	-
Córrego Água Limpa	10	6
Ribeirão Panga	17	5
Ribeirão Estiva	35	-
Rio Tijuco	11	-
<b>TOTAL</b>	<b>173</b>	<b>13</b>

O maior número de ocorrências aparece na área da bacia do Babilônia, Macacos e no médio curso do Ribeirão Douradinho, mais exatamente na sua margem direita, onde abriga os subafluentes: Córrego da Gordura, Córrego das Pedras e Córrego da Areia.

Essas boçorocas rasgam os espessos pacotes de formações superficiais constituídas por materiais arenosos predominantemente finos (em torno de 60 a 70% de areia fina), sem compacidade, de cor avermelhada e espessuras

variando entre três e oito metros, atingindo as camadas superiores do arenito que, por sua vez, também é entalhado pela erosão. Nota-se que, ao atingir as camadas mais compactas e mais resistentes do arenito, a evolução da boçoroca deixa de ser predominantemente linear, passando para um recuo paralelo das vertentes, por meio de processos de solapamento basal, subsidência e queda de materiais. Nesse estágio de evolução há grandes aberturas e formação de alvéolos no interior da boçoroca, propiciando a deposição de materiais erodidos, dando origem às bancadas



coluviais sobrepostas ao arenito, as quais se constituem em áreas preferenciais para o desenvolvimento da vegetação. Atualmente essas bancadas estão sendo entalhadas por pequenos canais fluviais de mais ou menos 1 a 1,5 m de largura por 0,50 a 1,30m de profundidade. Tais alvéolos são fechados por esporões que separam as diversas ramificações das boçorocas. A intensidade dos processos de boçorocamento é tão alta que marca essa paisagem de forma bastante agressiva, dando uma imagem de verdadeiras *mini-badlands*. Outras boçorocas, porém em número relativamente menor que o tipo descrito anteriormente, aparecem cortando verticalmente a vertente, do topo ao fundo de vale, num traçado retilíneo e não relacionadas aos anfiteatros de captação de água. Estas são menos ramificadas, sem alveolização no seu interior, porém profundas. Nota-se também que, ao atingirem as proximidades da alta encosta, há uma tendência às ramificações laterais nos pontos onde há uma canalização da água do escoamento pluvial. Em estudos anteriores o autor já chamou a atenção para o desenvolvimento de boçorocas em bacia de recepção com uma cobertura de solo hidromórfico de dois a três metros de espessura, de textura arenosa muito fina (70% de areia fina), sobreposta a uma camada silto-argilosa do arenito da Formação Adamantina e recoberta nas porções mais elevadas da cabeceira pelos latossolos vermelho e vermelho-amarelo de textura arenosa fina. O solo hidromórfico, por sua vez, apresenta-se fendilhado em prismas, destacados em blocos com fendas de aproximadamente 30 cm de largura por 60 a 70 cm de profundidade. Estas funcionam como uma rede de canais concentrados. Quando mais profundos e contínuos, funcionam como ravinas, atingindo até o lençol freático, quando então se inicia um processo mais intenso de queda de blocos nas paredes laterais, abrindo pequenos alvéolos estrangulados por pequenos esporões de solo. A evolução dessas ravinas é rápida, num recuo erosivo para montante. O desenvolvimento desse tipo de boçoroca acontece sobretudo após o desmatamento para a prática da agropecuária, em função do desequilíbrio hidrológico da vertente, levando à aceleração dos processos erosionais.

Por meio desses levantamentos iniciais constatou-se que esses conjuntos de colinas convexo-côncavas, mais rebaixados em relação à borda da chapada de Uberlândia, com mediana dissecação, recobertos desde seus topos até o

fundo dos vales por material coluvial avermelhado, às vezes interrompidos pelo afloramento de laterita na média encosta e por cascalheiras no topo, são os preferenciais para o desenvolvimento dos processos geomorfológicos de boçorocamento. Essas constatações levaram-nos a concluir que nessa unidade morfológica há uma forte atuação do componente paralelo, com agravamento dos processos morfogenéticos, o que poderá levar a um balanço morfogenético positivo.

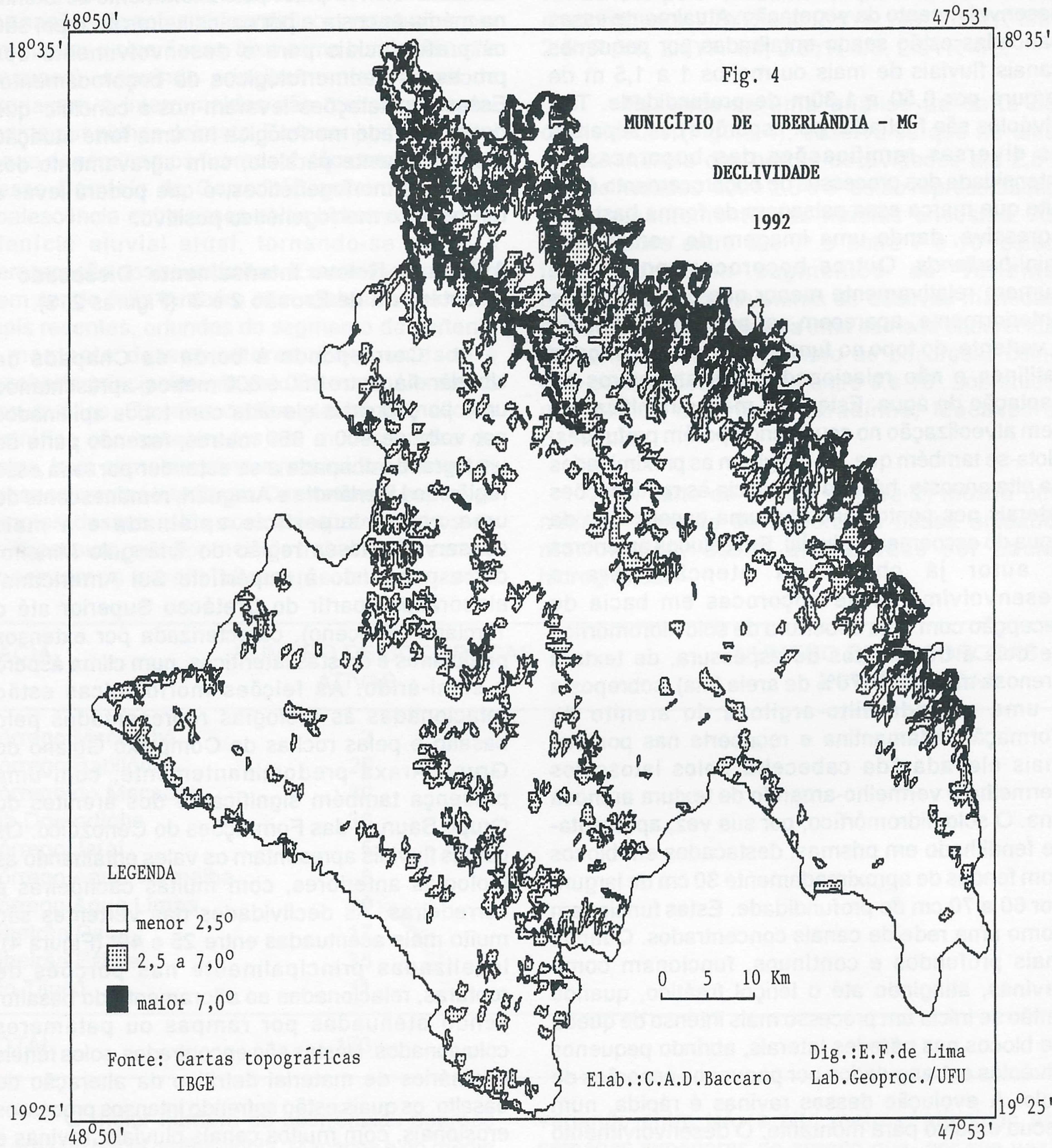
## 2. Área de Relevo Intensamente Dissecado - Categoria de Erosão 2 e 3 (Figuras 2, 3).

Corresponde à borda da Chapada de Uberlândia, entre 650 e 800 metros, apresentando uma porção mais elevada com topos aplainados por volta de 900 a 950 metros, fazendo parte de uma grande chapada a se estender por toda essa região de Uberlândia e Araguari, remanescente de uma antiga superfície aplainada e a mais conservada nessa região do Triângulo Mineiro, correspondendo à Superfície Sul Americana, elaborada a partir do Cretáceo Superior até o Terciário (Plioceno), caracterizada por extensos pediplanos e crostas lateríticas, num clima árido e semi-árido. As feições morfológicas estão relacionadas às litologias representadas pelo basalto e pelas rochas do Complexo Goiano do Grupo Araxá predominantemente, com uma presença também significativa dos arenitos do Grupo Bauru e das Formações do Cenozóico. Os canais fluviais apresentam os vales entalhando as litologias anteriores, com muitas cachoeiras e corredeiras. As declividades das vertentes são muito mais acentuadas entre 25 e 40° (Figura 4), localizadas principalmente nas porções de rupturas, relacionadas ao afloramento do basalto, sendo atenuadas por rampas ou patamares coluvionados. Nestas são encontrados solos férteis originários de material detrítico da alteração do basalto, os quais estão sofrendo intensos processos erosionais, com muitos canais pluviais, ravinas e algumas boçorocas.

A inclinação das vertentes, sendo elevada, constitui-se num fator importante para o desenvolvimento dos processos erosivos de ravinamento. Soma-se a esse fator o comprimento das rampas coluvionadas, que também favorece a canalização da água do escoamento pluvial.

O número de boçorocas ativas chega a 35







e cinco já estão estabilizadas, distribuídas no vale do Rio Araguari e nas vertentes do baixo curso do Rio Uberabinha. Nessa unidade morfológica as boçorocas são menos presentes que na unidade anterior. Por outro lado, há uma densa rede de canais pluviais e ravinas concentradas nas bacias de recepção do escoamento superficial e nas rampas coluvionadas. Portanto, predomina o componente paralelo, implicando no desequilíbrio da vertente. A morfodinâmica dessas vertentes sofreu um impacto negativo com o desmatamento feito pelo homem, uma vez que a chuva deixou de ser interceptada pela mata, atingindo diretamente o solo, aumentando o fluxo do escoamento pluvial e, conseqüentemente, a capacidade de erosão por ravinamento e boçorocamento. Concomitante a essas alterações processuais, há uma mudança no comportamento hidrodinâmico das vertentes.

### **3. Área de Relevo de Topos Planos e Largos - Categoria de Erosão 1 e 2 (Figuras 2 e 3).**

Está localizada entre 1000 e 1100 m, vales espaçados, com pouca ramificação da drenagem, vertentes com baixas declividades entre 2 e 5° (Figura 4), sustentadas pelo arenito da Formação Marília, recobertas pelos sedimentos do Cenozóico, ocorrendo uma massa significativa de solos hidromórficos próxima aos canais fluviais. Os processos geomorfológicos de escoamento pluvial laminar e difuso são os mais importantes na remoção dos detritos e na evolução dessas vertentes. Essa unidade possui três boçorocas ativas, localizadas a jusante da represa de Sucupira, cujo desenvolvimento está relacionado à exploração de cascalho. Notamos a presença de algumas ravinas nas proximidades das barrancas do Rio Uberabinha e outras poucas em nichos de nascentes. Segundo o mapa de solos elaborado pela EMBRAPA (1980), predomina nessa unidade morfológica os latossolos Vermelho-amarelo álico e os distróficos e os latossolos Vermelho-escuro distrófico. Nas proximidades dos fundos de vales e nos contornos de algumas lagoas aparece o gley húmico álico.

Portanto, nessa unidade constituída por colinas muito suaves, com baixíssima declividade, predomina o componente perpendicular, onde a pedogênese é superior à denudação e, assim, um balanço morfogenético negativo. Devemos

ressaltar que nessa unidade há grandes jazidas de argila refratária, conforme levantamentos efetuados por SILVA E SCHNEIDER (1989), as quais vêm sendo sucessivamente exploradas por algumas mineradoras, o que poderá levar a alterações do regime hídrico da bacia do Rio Uberabinha, a principal bacia fornecedora de água à cidade de Uberlândia.

### **SUGESTÕES E ORIENTAÇÕES DE MEDIDAS PREVENTIVAS PARA O COMBATE À EROSÃO**

O levantamento e o mapeamento da erosão no Município de Uberlândia mostrou as diferenças existentes quanto à incidência das ravinas e boçorocas, bem como a fragilidade desse geoambiente. As ocorrências desses processos erosivos estão intimamente condicionadas a certos elementos naturais dessa paisagem, dentre os quais devemos ressaltar a cobertura dos sedimentos do Cenozóico, identificados como o Latossolo Vermelho-escuro, as formas de relevo com colinas convexo-côncavas, declividades acima de 5° e o uso do solo.

As medidas e ações a serem adotadas devem ser divididas em duas classes: a) práticas conservacionistas; b) técnicas alternativas para conter as ravinas e boçorocas.

#### **a) práticas conservacionistas**

O homem deve ter um conhecimento prévio da susceptibilidade à erosão. A partir desse conhecimento, adotar técnicas de cultivo e manejo dos recursos naturais mais adequados ao geoambiente a ser trabalhado. A unidade da bacia hidrográfica, a morfologia das vertentes, o caminho natural das águas pluviais, os tipos de solos são alguns dos elementos naturais que devem ser previamente analisados.

Nessa região dos cerrados há um elemento que é, sem dúvida, o grande acelerador dos processos erosivos, as "chuvadas". São chuvas fortes, com alta intensidade, que formam em poucos minutos enxurradas com alto poder de erosão. Portanto, ao se pensar em técnicas conservacionistas, há necessidade de se levar em conta as especificidades regionais e locais. Faremos a seguir uma exposição das principais técnicas que poderão ser adotadas, conforme as necessidades da área em questão:



**UNIDADES MORFOLÓGICAS - CATEGORIAS DE EROSÃO**

UNIDADES MORFOLÓGICAS	LITOLOGIA PREDOMINANTE	CATEGORIAS DE EROSÃO	F A T O R E S INTERVENIENTES	ÁREAS MAIS AFETADAS	IMPACTOS
Área de relevo medianamente dissecado em c o l i n a s convexo-côncavas	Arenitos da Formação Adamantina e sedimentos do Cenozóico	3	Retirada do cerrado. Uso pela pastagem sem técnicas de conservação. Construção de estradas. Ação da água no escoamento pluvial e subsuperficial. Formação superficiais com 70% de areia fina. Baixo índice de coesão. Desequilíbrio hidrológico das vertentes.	Bacia dos córregos da Onça, Babilônia, Macacos, Rib. Douradinho (Água Limpa, Água Vermelha, Panga, Estiva).	Redução da produtividade agrícola. Assoreamento dos vales. Diminuição do manancial d'água. Danos ecológicos ao solo, vegetação e fauna.
Área de relevo intensamente dissecado	Basalto da Formação Serra Geral; xistos, quartzitos do Grupo Araxá	2 e 3	Declividades acima da 10°. Retirada da vegetação natural. Uso para pastagem e agricultura sem técnicas de conservação. Canalização da água no escoamento pluvial e entalhamento. Ação do EP e subsuperficial.	Vertentes das bordas da bacia do Rio Araguari e baixo curso do Rio Uberabinha.	Perda de solo. Diminuição do manancial de água. Aumento do poder dos processos erosivos. Danos ecológicos ao solo, vegetação e fauna.
Área de cimeira com topos planos e largos	Arenitos da Formação Marília e sedimentos do Cenozóico	1 e 2	Exploração de argila. Drenagem dos solos hidromórficos das veredas. Canalização inadequada das águas do escoamento pluvial. Desmatamento e exposição do solo.	Encostas e vales do alto curso do Rio Uberabinha e seus afluentes.	Redução do manancial de água. Aumento da lavagem superficial do solo. Desequilíbrio hidrológico das vertentes. Danos ecológicos ao solo, vegetação e fauna.

CATEGORIAS DE EROSÃO: 1) Suscetível; 2) Moderado; 3) Acelerado



- plantio seguindo o sentido do terreno - curva de nível, camaleão, leiras, terraceamento. Evita ou diminui o carreamento dos solos pelas águas das chuvas, inibindo a formação de sulcos. Os terraços, camaleões e curvas de nível devem ser adequadamente dimensionados para que não ocorra o rompimento pelas águas pluviais. Ao acontecer tal fato, a velocidade da água é acelerada nesse ponto, formando rapidamente sulcos e instala-se o processo de ravinamento;

- plantio direto e cobertura viva evitando que o solo fique exposto aos agentes erosivos. Deve haver uma orientação das águas da chuva, para que não haja a concentração e conseqüentemente a formação de sulcos. Essa técnica também reduz a capacidade de erosão do vento, que é bastante significativa na região dos cerrados brasileiros;

- cobertura morta - deve-se manter os restos vegetais (mato, capim, culturas) entre as plantas. Auxilia a conservar a umidade e controla a temperatura do solo. Também é importante para preservar a microfauna e a microflora do solo. Inclui-se nesta o coroamento, em torno, de árvores perenes;

- adubação com esterco, ou seja, incorporar os excrementos de animais ao solo, o que levará à melhoria de sua fertilidade e estrutura;

- utilizar os restos de culturas beneficiando as condições físicas, químicas e biológicas. Isto leva à incorporação de parte dos nutrientes, os quais retornam ao solo. Esse ciclo deve ser mantido;

- adubação verde - consiste no plantio de leguminosas em solos de baixa fertilidade e posterior incorporação ao solo, por meio de arações;

- intercalar faixas de diferentes culturas, ao mesmo tempo e no mesmo ano agrícola;

- embaciamento - é mais recomendado para as culturas perenes. Consiste na construção de "bacias" ou depressões em cada rua de cultura. Favorece o acúmulo e a infiltração da água. Essa técnica também pode ser adotada nas margens das estradas e rodovias. Deve ser associada com o plantio de árvores, arbustos e gramíneas;

- a drenagem da água das chuvas nas proximidades das estradas e rodovias deverá adotar as seguintes técnicas: canal com dissipadores de energia, cobertura do solo com gramíneas, implantação de um sistema superficial de drenagem até o talvegue do canal fluvial mais próximo.

#### **b) técnicas para o controle de ravinas e boçorocas**

O primeiro passo para controlar a erosão acelerada é dispersar a água do escoamento pluvial, não propiciando a sua concentração. Os sulcos e ravinas são passíveis de serem controlados por meio de mecanização, aração, revestimento vegetal do solo, construção de pequenas barreiras feitas com galhos, pedras, etc. As boçorocas exigem medidas muito caras e que nem sempre alcançam o objetivo almejado, que é a sua contenção. Destacamos algumas medidas que poderão ser adotadas de acordo com o tipo e tamanho da boçoroca:

- interceptar as águas que escoam para as cabeceiras da boçoroca por meio de terraços, bacias, canais vegetados. As águas provenientes do escoamento pluvial devem ser conduzidas desde a cabeceira da boçoroca até o fundo de tal forma que haja uma diminuição da energia da água. Deve haver um cuidado especial no dimensionamento e na escolha das técnicas a serem adotadas. Estas podem ser: canais, tubulações, bacia de impacto, vertedor de queda, vertedor do tipo cachimbo ou tulipa (DAEE, 1990), elaborados em alvenaria, concreto, gabiões ou no próprio solo, revestidos por vegetação;

- fazer uma cerca isolando a área, de tal forma que evite a passagem de animais, pessoas, veículos, etc. Essa cerca deve ficar no mínimo a 20m das bordas da boçoroca;

- plantar ao redor das margens e de toda a encosta, inclusive nos terraços e nos canais;

- deve haver também um controle de águas subsuperficiais e das subterrâneas. As águas subsuperficiais são as responsáveis pela formação de tubulações internas (pipeflow), levando à erosão tubular no interior das vertentes. O afloramento da água subterrânea no fundo da boçoroca tem a capacidade de deslocar partículas do solo, bem



como promover a liquefação do material no sopé das paredes da boçoroca e provocar solapamentos basais. Esses afloramentos d'água geralmente estão associados com uma soleira rochosa mais resistente, passando a comandar nesses setores da boçoroca uma evolução lateral das suas paredes, levando à abertura de alguns alvéolos no seu interior. As técnicas a serem adotadas são: drenos com material filtrante, drenos de bambu e outros.

As técnicas de controle das boçorocas somente devem ser adotadas após um estudo detalhado de cada caso, procurando fazer a opção pelo projeto mais econômico e mais adequado para as condições locais. Também deve haver um monitoramento por parte de técnicos, incluindo no projeto global a conservação da área em estudo.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo revelou que há uma grande coincidência entre a ocorrência dos processos erosivos de boçorocamentos e uma unidade geomorfológica, caracterizada por sua forma e nível de dissecação do relevo, bem como por suas formações superficiais. A área do Município com relevo medianamente dissecado por colinas suaves convexo-côncavas, tendo como cobertura predominante os sedimentos do Cenozóico é a que apresenta, sem dúvida, os maiores problemas de erosão, traduzidos em inúmeras ravinas e uma alta concentração de boçorocas. A unidade de relevo intensamente dissecado também é bastante suscetível à erosão, predominando os processos de ravinamentos, como já foi anteriormente descrito. Portanto, essas duas unidades geomorfológicas necessitam de maiores cuidados para a sua ocupação e manejo, tornando-se imprescindível uma orientação advinda dos governantes municipais e estaduais para os agricultores e proprietários dessas terras.

O levantamento geomorfológico dos processos erosivos fornece as bases para uma ação planejada de controle à erosão, sobretudo a nível do Município de Uberlândia. Uma política envolvendo medidas preventivas e de controle à erosão exige uma participação efetiva de organismos municipais e estaduais, assim como da população diretamente afetada. Em função da gravidade do problema na unidade geomorfológica número 1, sugerimos que se tome esta como

prioridade para os planos de controle à erosão, no âmbito de Uberlândia.

Destaque deve ser dado para a unidade natural denominada bacia hidrográfica, de acordo com a incidência dos processos erosivos (bacias dos ribeirões Douradinho, Estiva, Macacos, Babilônia, Panga, Água Limpa e Tijuco).

A unidade geomorfológica número 2, de relevo intensamente dissecado, merece atenção, sobretudo para as áreas de patamares coluvionados com solos originados da alteração do basalto, os mais férteis e produtivos do município, e que estão sendo intensamente lavados e ravinados pela água das chuvas, sobretudo nas áreas sem práticas conservacionistas. Deve-se considerar a presença de uma alta energia no relevo e que nessa unidade estão sendo executados os projetos de grandes represas para a geração de energia hidrelétrica (Usina de Miranda, Pau Furado e Capim Branco), os quais alterarão o nível de base do rio Araguari, além da grande quantidade de sedimentos liberados pelas vertentes, que foram alterados na sua cobertura vegetal natural (cerrado e mata), substituídas pelas culturas de soja e pastagens.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos o auxílio nos trabalhos de campo e na fotointerpretação da geógrafa Mariza Diniz. Também o apoio à cartografia dado pela geógrafa e técnica Eleusa Fátima de Lima e pelo Professor Roberto Rosa, do Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geografia da UFU, ao técnico Malaquias José de Souza, do Laboratório de Geomorfologia, bem como nossos agradecimentos a Tânia de Novais Silveira pela revisão dos originais.

### BIBLIOGRAFIA

PRODIAT - Projeto de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Araguaia - Tocantins. *Relatório de Avaliação do Impacto Ambiental*. Brasília, 176 p. 1984.

WAGNER, E. Desenvolvimento dos Cerrados. In: *Goedert, W. (ed.). Solos dos Cerrados*. EMBRAPA - CPAC, Nobel, 422 p. 1986.

BACCARO, C.A.D. *Estudo dos processos*



- geomorfológicos de escoamento pluvial em área de cerrado - Uberlândia Mg.* São Paulo, Tese de Doutorado, USP (Datilografado). 164 p., 1990.
- NISHIYAMA, L. Geologia do Município de Uberlândia (MG) e áreas adjacentes. *Rev. Sociedade & Natureza*. Uberlândia, EDUFU, ANO 1, nº1:9:16, 1989.
- AB'SABBER, A.N. Contribuição à Geomorfologia da área dos Cerrados. *Simpósio sobre o cerrado*. São Paulo, EDUSP: 97-103, 1971.
- KING, L. - A geomorfologia do Brasil Oriental. *Rev. Bras. Geogr.* Rio de Janeiro, nº18, 1956.
- BACCARO, C.A.D. Estudos Geomorfológicos do Município de Uberlândia. *Rev. Sociedade & Natureza*. Uberlândia, EDUFU. Ano 1, nº 4, 1989.
- ROSA R., LIMA S. do C., ASSUNÇÃO, W.L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG). *Rev. Sociedade & Natureza*. Uberlândia, EDUFU, Ano 3, nº5/6, 1991.
- SCHIAVINI, J. e ARAÚJO, G.M. Considerações sobre a vegetação da Reserva Ecológica do Panga (Uberlândia). *Rev. Sociedade e Natureza*. Uberlândia, EDUFU. Ano 1, nº1, 1989.
- LIMA, S. do C., ROSA, R. e FELTRAN, A.F. Mapeamento do uso do solo no Município de Uberlândia - MG, através de imagens TM/LANDSAT. *Rev. Sociedade & Natureza*. Uberlândia, EDUFU, Ano 1, nº2, 1989.
- SILVA, D.B. da, SCHNEIDER, M. de O. A exploração de argila nas nascentes do Rio Uberabinha (MG). Considerações sobre suas conseqüências sócio-ambientais. *Rev. Sociedade & Natureza*. Uberlândia, EDUFU, Ano 1, nº2, 1989.
- CAVALINI, M.B., PESSOAS, V.L., SOARES, B.R. *O espaço rural de Uberlândia no ano de seu centenário*. Uberlândia, AGB, 1988.
- DAEE - Controle de Erosão. São Paulo. Departamento de Águas e Energia Elétrica. 1990.