

DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES DE EROÇÃO E ASSOREAMENTO NA BACIA DO ALTO ARAGUAIA – GO e MT.

Edvard Elias de Souza Filho

Renato Del Erba Ortega

RESUMO

A bacia do Alto Araguaia apresenta diversos condicionantes que favorecem a atuação de formas de erosão acelerada, e a existência de sítios favoráveis ao assoreamento. O estudo da disponibilidade de sedimentos e das formas erosivas permitiram a distinção de três classes de áreas susceptíveis à erosão e de duas categorias de sítios favoráveis ao assoreamento. Os colúvios das Formações Botucatu (TrJ) e Cachoeirinha (T) que encontram-se em exudação pela drenagem correspondem à classe mais susceptível à erosão, enquanto as várzeas situadas na área de ocorrência da Formação Botucatu constituem os sítios favoráveis ao assoreamento.

ABSTRACT

On the Alto Araguaia drainage basin various conditions for the action of fast erosion and favourable places for detrital accumulation appear. The geological survey has defined three classes of areas susceptible to erosion and two classes of areas favorable to sedimentation. The colluvial deposits of the Botucatu (TrJ) and Cachoeirinha Formation (T) are the most susceptible class to the erosive process, While the fluvial plain on the Botucatu Formation outcrops is the most favorable sites for the accumulation.

INTRODUÇÃO

A área montante do salto Couto de Magalhães na bacia do Alto Araguaia exhibe um quadro em que a erosão acelerada, sob forma de ravinas, voçorocas e anfiteatros de erosão, constitui um sério problema ambiental tendo em vista a inutilização das áreas agricultáveis e a destruição de sítios com flora e fauna nativas.

Essa região está situada entre os paralelos 17°00' e 18°15' e os meridianos 52°45' e 53°30', adjacente ao Parque Nacional das Emas. O rio Araguaia possui como principal afluente o rio Babilônia, além de inúmeros outros córregos de importância local. Essa área compreende a cidade de Alto Araguaia, parte do município de Alto Taquari, no Mato Grosso, a cidade de Santa Rita do Araguaia e parte dos municípios de Portelândia e Mineiras em Goiás. Está compreendida em área de domínio de rochas sedimentares e intrusivas da Bacia do Paraná, que sustentam o Planalto do Rio Verde, a Serra do Caiapó e uma pequena parte da porção sul dos Alcantilados (SCHOBENHAUS F. *et alii*, 1975, BRASIL; 1983).

A erosão acelerada constitui um problema presente já a algumas dezenas de anos na região, mas foi fortemente acentuada com a ocupação intensiva para o cultivo de soja e pela implantação de pastagens. O estudo a respeito das feições erosivas que está sendo apresentado faz parte de uma abordagem mais ampla, que abrange

* Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Geografia/GEMA. Avenida Colombo, 3690. Maringá-PR.

** CNEC — Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores. Avenida Alfredo Egydio de Souza Aranha, 100. São Paulo-SP.

inúmeros outros aspectos ambientais que está sendo levado a cabo pelo Consórcio Nacional de Engenheiros Consultores (CNEC) para a ELETRONORTE, uma vez que esta empresa está complementando os estudos de viabilidade da UHE Couto de Magalhães, a ser instalada na cachoeira homônima, ao norte da área de estudo.

As informações aqui apresentadas abordam os condicionantes geológicos em relação à erosão e assoreamento, que serviram de ponto de partida para os estudos geomorfológicos, pedológicos e hidrológicos que estão sendo efetuados.

METODOLOGIA

Como é conhecido, o desenvolvimento de atividades erosivas encontra-se associado a diversos fatores naturais conjugados, dentre os quais a disponibilidade de sedimentos, as condições morfoestruturais, a cobertura vegetal e as condições climáticas. A atividade antrópica pode, e freqüentemente interfere no equilíbrio da paisagem de forma a desencadear processos denudacionais acelerados. Por outro lado, a capacidade e competência da drenagem depende da descarga fluvial e da declividade do canal, de forma que o impacto causado pelo aumento de carga depende da quantidade e granulação do material detrítico que adentra na bacia.

Os trabalhos desenvolvidos para o diagnóstico da situação local tiveram como objetivo a caracterização dos elementos que apresentam maior influência nesta situação em particular.

A disponibilidade dos sedimentos foi avaliada a partir das informações obtidas em mapeamento geológico. Estes trabalhos foram realizados conforme a metodologia convencional onde são realizados levantamentos bibliográficos e compilação de mapas geológicos disponíveis, fotointerpretação (no caso fotografias aéreas 1:45.000 de 1973) e levantamento de campo.

A caracterização das formas erosivas existentes e de sua distribuição foi efetuada a partir da interpretação das referidas fotografias aéreas, e de imagens TM de 1988, na escala 1:100.000 para que os dados pudessem ser atualizados. Como critério de interpretação foram consideradas as áreas sujeitas à erosão acelerada, aquelas com formas ramificadas localizadas em cabeceira de drenagem ou junto a estradas que apresentam solo exposto na imagem TM. Uma parte dessas áreas foram selecionadas para observação de campo.

As condições de transporte da rede fluvial foi analisada de acordo com o perfil longitudinal da drenagem e por meio de estudo da distribuição de depósitos fluviais existentes desde antes do início dos processos erosivos. Esse estudo de natureza temporal pode ser levado a termo principalmente graças às informações obtidas nos trabalhos de ALMEIDA (1954), SCHOBENHAUS F. *et alii* (1975, 1980), e BRASIL (1983).

A integração das referidas informações permitiu a elaboração de um mapa de fontes de erosão e assoreamento (figura 2), no qual se baseiam a maior parte dos aspectos discutidos ao final deste trabalho.

CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO

A bacia hidrográfica do Alto Araguaia apresenta na área de estudo uma compartimentação de relevo fortemente controlada pela geologia. A porção mais baixa corresponde aos Alcantilados, que desenvolve-se em área de domínio da Formação Aquidauana (PC). O Planalto do Rio Verde desenvolve-se em três patamares dentre os quais o inferior compreende a área aflorante das Formações Irati e Estrada

Nova (P) e de sills de diabásico (JK), o médio é mantido pela Formação Botucatu (TrJ) e o superior pela Formação Cachoeirinha (T). Nestes dois últimos a existência de depósitos coluvionares é extensiva (figura 1).

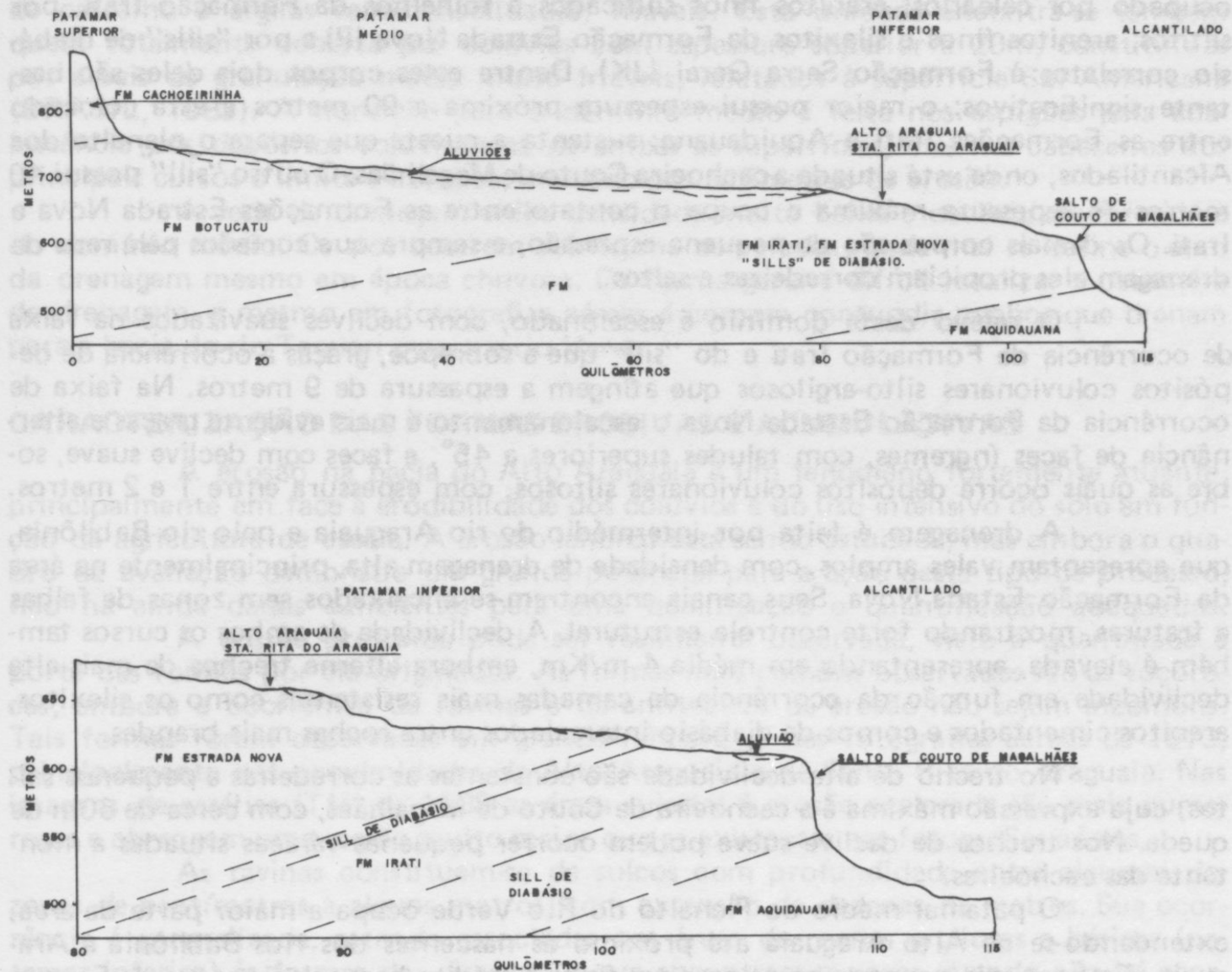


FIG. 01 - PERFIL DO RIO ARAGUAIA, DE SUA NASCENTE À JUZANTE DO SALTO DE COUTO DE MAGALHÃES.
(SEQUÊNCIA COMPLETA - ACIMA, DETALHES - ABAIXO).

O domínio dos Alcantilados situa-se ao norte da bacia estudada, a jusante da cachoeira Couto de Magalhães. A Formação Aquidauana encontra-se exposta ao longo de gargantas com paredes abruptas de até 60m de altura e é constituída por uma sequência de arenitos finos com lentes de lamito arenoso na parte superior e por uma camada de arenito conglomerático no topo. Essas rochas são coesas, resistentes o suficiente para sustentar taludes negativos. A rede de drenagem exhibe declividade forte, superior a 7m/Km, e é marcada por constantes cachoeiras; os contri buintes são pouco desenvolvidos e bastante encaixados.

O patamar inferior abrange uma faixa com altitudes entre 600 e 700 metros, situada a sul da cachoeira de Couto de Magalhães, e que estende-se até pouco a montante das cidades de Alto Araguaia e Santa Rita do Araguaia. Este domínio é ocupado por calcários, arenitos finos silificados e folhelhos da Formação Irati, por siltitos, arenitos finos e silexitos da Formação Estrada Nova (P) e por "sills" de diabásio correlatos à Formação Serra Geral (JK). Dentre estes corpos dois deles são bastante significativos; o maior possui espessura próxima a 90 metros e está colocado entre as Formações Irati e Aquidauana; sustenta a cuesta que separa o planalto dos Alcantilados, onde está situada a cachoeira Couto de Magalhães. O outro "sill" possui 40 metros de espessura máxima e ocupa o contato entre as Formações Estrada Nova e Irati. Os demais corpos são de pequena expressão, e sempre que cortados pela rede de drenagem eles propiciam corredeiras e saltos.

O relevo deste domínio é escalonado, com declives suavizados na faixa de ocorrência da Formação Irati e do "sill" que a sobrepõe, graças à ocorrência de depósitos coluvionares silto-argilosos que atingem a espessura de 9 metros. Na faixa de ocorrência da Formação Estrada Nova o escalonamento é mais evidente graças a alternância de faces íngremes, com taludes superiores a 45° , e faces com declive suave, sobre as quais ocorre depósitos coluvionares siltosos, com espessura entre 1 e 2 metros.

A drenagem é feita por intermédio do rio Araguaia e pelo rio Babilônia, que apresentam vales amplos, com densidade de drenagem alta, principalmente na área da Formação Estrada Nova. Seus canais encontram-se encaixados sem zonas de falhas e fraturas, mostrando forte controle estrutural. A declividade de ambos os cursos também é elevada, apresentando em média 4 m/Km, embora alterne trechos de mais alta declividade em função da ocorrência de camadas mais resistentes como os silexitos, arenitos cimentados e corpos de diabásio intercalados entre rochas mais brandas.

No trecho de alta declividade são constantes as corredeiras e pequenos saltos, cuja expressão máxima é a cachoeira de Couto de Magalhães, com cerca de 60m de queda. Nos trechos de declive suave podem ocorrer pequenas várzeas situadas a montante das cachoeiras.

O patamar médio do Planalto do Rio Verde ocupa a maior parte da área, estendendo-se de Alto Araguaia até próximo às nascentes dos rios Babilônia e Araguaia. Embora seja ocupada pelos arenitos finos e médios bem selecionados da Formação Botucatu (TrJ), seus afloramentos são raros em vista da cobertura coluvionar extensiva. Tais colúvios são relacionados à Superfície Velhas (BRASIL, 1983) e são constituídos por areias finas a médias pobres em matriz e muito friáveis e com 15 a 20 m de espessura. Estes depósitos cobrem não só a Formação Botucatu, como também a passagem entre o domínio médio e inferior do referido planalto, vindo a assentar-se também sobre a Formação Estrada Nova.

O relevo deste domínio é tabular com declives muito suaves e a altitude varia entre 700 metros do fundo dos vales e 800 metros nos espigões. A passagem para a porção inferior é feita por meio de colinas de encostas conexas de baixa declividade. Apenas localmente a paisagem mostra-se acidentada, como por exemplo na serra do Caiapó onde a Formação Botucatu aflora em paredões verticais e há predominância de relevo ruiniforme.

A drenagem mostra baixa densidade e seus principais cursos apresentam amplas várzeas e baixa declividade (0,6m/Km). Os canais mostram-se nitidamente meandantes, sem controle estrutural, embora o vale como um todo mostre-se alinhado.

A parte superior do planalto ocupa os principais espigões divisores da rede de drenagem, em cotas superiores a 800 metros, margeando portanto toda a área de estudo. Nesta área ocorre a Formação Cachoeirinha (T), constituída por areias, lentes de cascalho e argilas semi-consolidadas, friáveis. Esta unidade encontra-se também quase totalmente coberta por colúvios com espessura superior a 20m, constituídas por areais de granulação média muito friáveis, relatados à superfície Sul Americana (BRASIL, 1983). A transição para o domínio médio é feita nos espigões pela coalescência dos depósitos coluvionares de ambas as superfícies, mas nas cabeceiras dos principais cursos o limite é abrupto, marcado por anfiteatros de erosão.

A rede de drenagem exhibe densidade muito baixa e declividade inferior a do domínio médio. Os rios ocorrem sob forma de veredas, onde mal se define o eixo da drenagem mesmo em época chuvosa. De forma geral é difícil localizar a cabeceira de drenagem, e mesmo em fotografias aéreas é comum confundir trechos que drenam para a bacia do rio Taquari e para o rio Verde.

CARACTERIZAÇÃO DAS FORMAS EROSIVAS E ACUMULATIVAS

A erosão na bacia do Alto Araguaia é um fenômeno fortemente atuante, principalmente em face à erodibilidade dos colúvios e do uso intensivo do solo em função da agricultura de escala. A erosão laminar está sendo estudada, mas embora o quadro de avaliação demonstre um grande potencial para a ação deste tipo de processo, não há ainda dados suficientes para uma qualificação e quantificação adequados.

A erosão profunda pode ser facilmente observada, visto a quantidade e porte das formas por ela originadas. As formas mais comuns observadas são as voçorocas, embora a ocorrência de ravinas e de anfiteatros de erosão não sejam incomuns. Tais formas foram observadas em grande número já nas fotografias aéreas de 1973, principalmente nas proximidades de Alto Araguaia e de Santa Rita do Araguaia. Nas imagens de satélite (TM) de 1988 as áreas sujeitas à erosão acelerada são mais numerosas e abrangem uma região muito maior que as existentes nas fotografias aéreas.

As ravinas constituem-se de sulcos com profundidade entre algumas dezenas de centímetros a alguns metros, com extensão de dezenas de metros. Sua ocorrência é generalizada, estando associadas nas áreas de rochas argilosas e básicas (patamar inferior) às formas de dissecação que encontram-se secas quando não há ocorrência de chuva. No patamar médio e nas passagens deste para a porção superior e inferior elas ocorrem junto a estradas, caminhos, trilhas de gado e valetas para o escoamento de água.

As voçorocas constituem formas ramificadas com profundidades superiores a 10 metros, muitas vezes chegando a 15 metros, e às vezes ultrapassando este valor. As extensões observadas em geral são de várias centenas de metros e algumas chegando a 1,3 Km. Ocorrem principalmente em colúvios sobre a formação Botucatu, em especial na transição entre a porção média e a inferior do Planalto do rio Verde. Localizam-se na maior parte das vezes em cabeceiras de drenagem que encontram-se cortadas por estradas ou por áreas de plantio.

Os anfiteatros de erosão são formas circulares de grandes dimensões e paredões abruptos. Ocorrem na área aflorante da Formação Cachoeirinha, instalados sobre os colúvios e areias dessa unidade, atingindo diâmetro superior a 2 Km e paredes com altura próxima a 40 metros. Podem também estar instalados sobre os colúvios que fazem a coalescência entre os patamares médio superior, onde suas dimensões chegam a 1,5 Km de diâmetro e pouco mais que 20 metros de profundidade.

As formas acumulativas estão representadas por terraços, barras fluviais ativas e leques arenosos, que ocorrem principalmente no patamar médio, sobre a Formação Botucatu. Os terraços são constituídos por areia regularmente selecionada de granulação média, com poucas e pequenas intercalações argilosas. Ocupam extensas áreas dos principais cursos da rede de drenagem, estando limitadas a jusante, à passagem entre os setores médio e inferior do referido planalto, onde inicia a faixa de afloramento da Formação Estrada Nova. As barras ativas ocorrem sob forma de depósitos longitudinais ou de pontal, constituídos por areia fina a média, com níveis ligeiramente conglomeráticos. Os leques arenosos ocorrem sobre os terraços; estas formas eram inexistentes no início da década de setenta, embora hoje sejam bastante comuns, principalmente junto aos cursos que apresentam voçorocas ou anfiteatros nas suas nascentes.

No setor inferior do planalto e no domínio dos Alcantilados também ocorrem terraços e aluviões ativos. Neste caso entretanto, os depósitos são de pequenas dimensões, em geral de areia média a grossa, podendo ser conglomerático e mostrando-se bastante afetados pela erosão imposta pelo próprio rio. Estão sempre localizados junto a corredeiras, em sua parte a montante, no reverso dos degraus impostos por camadas resistentes à erosão.

QUALIFICAÇÃO DA ERODIBILIDADE

A integração entre as informações a respeito de disponibilidade de sedimentos, tipo de distribuição das formas erosivas e acumulativas propiciaram a elaboração do mapa "Susceptibilidade à Erosão" (figura 2), onde estão distinguidas três classes de áreas susceptíveis à erosão, e duas favoráveis ao assoreamento.

— Classe E1 — susceptibilidade alta: depósitos constituídos por areias finas, friáveis, com espessura superior a 10 metros, com formas erosivas já instaladas. Os colúvios das Formações Botucatu e Cachoeirinha estão incluídos nessa categoria.

— Classe E2 — susceptibilidade baixa: depósitos constituídos por areias argilosas com espessura inferior a 10m, pouco friáveis, representadas principalmente por colúvios e solos da Formação Irati e do "sills" de diabásio.

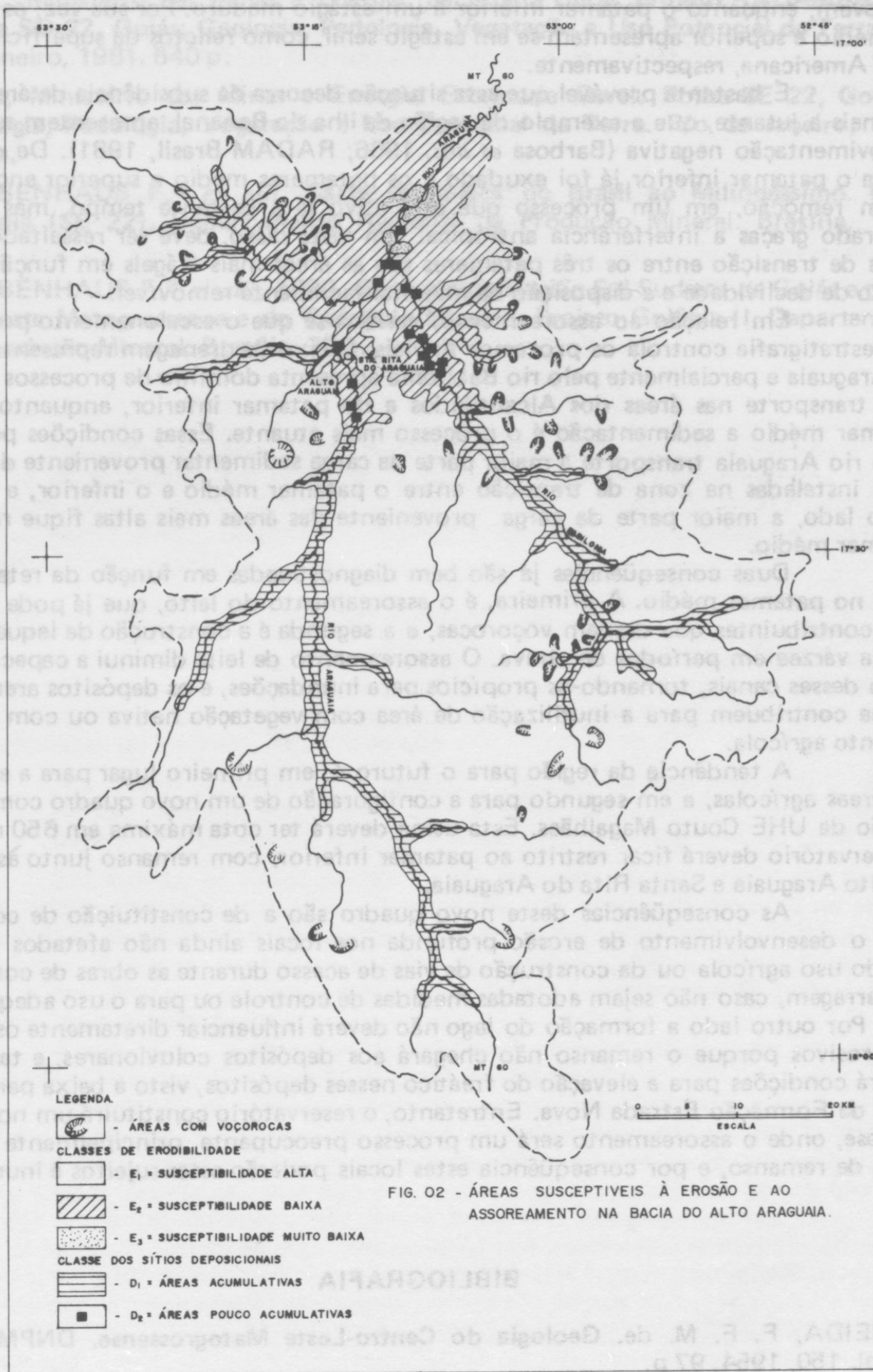
— Classe E3 — susceptibilidade muito baixa: depósito de constituição silto argilosa, pouco friáveis, com espessura de 1 a 2 metros. Incluem os solos e colúvios das Formações Estrada Nova e Aquidauana.

— Classe D1 — áreas acumulativas: planícies aluviais extensas, onde estão localizados os amplos depósitos aluvionares no patamar médio do planalto.

— Classe D2 — áreas pouco acumulativas: terraços fluviais de pequeno porte e barras ativas pouco expressivas, que correspondem aos depósitos fluviais situados à montante das corredeiras situadas no patamar inferior do planalto.

DISCUSSÃO

A área em estudo está localizada em uma situação em que a drenagem é obsequente, visto que o rio Araguaia corre para o norte e as unidades da Bacia do Paraná mergulham para o sul. Esta circunstância favorece o controle estratigráfico (camadas resistentes como níveis-base locais) na compartimentação geomorfológica. Os quatro domínios correspondem portanto, a diferentes estágios evolutivos da rede de drenagem. A porção a jusante, os Alcantilados, corresponde localmente a um está-



gio jovem, enquanto o patamar inferior a um estágio maduro. Por sua vez, os patamares médio e superior apresentam-se em estágio senil, como relictos da superfície Velhas e Sul Americana, respectivamente.

É bastante provável que esta situação decorra da subsidência de áreas situadas mais a jusante, que a exemplo da região da ilha do Bananal, apresentem tendência à movimentação negativa (Barbosa *et alii*, 1966; RADAM Brasil, 1981). De qualquer forma o patamar inferior já foi exudado e os patamares médio e superior encontram-se em remoção, em um processo que está ativo já a bastante tempo, mas que foi acelerado graças a interferência antrópica. Em vista disso, deve ser ressaltado que as zonas de transição entre os três patamares são as áreas mais frágeis em função do aumento de declividade e a disposição de material facilmente removível.

Em relação ao assoreamento, verifica-se que o escalonamento propiciado pela estratigrafia controla os processos fluviais. O eixo da drenagem representado pelo rio Araguaia e parcialmente pelo rio Babilônia apresenta domínio de processos erosivos e de transporte nas áreas dos Alcantilados e do patamar inferior, enquanto que no patamar médio a sedimentação é o processo mais atuante. Essas condições permitem que o rio Araguaia transporte a maior parte da carga sedimentar proveniente das voçorocas instaladas na zona de transição entre o patamar médio e o inferior, e que por outro lado, a maior parte da carga proveniente das áreas mais altas fique retida no patamar médio.

Duas consequências já são bem diagnosticadas em função da retenção de carga no patamar médio. A primeira, é o assoreamento do leito, que já pode ser visto nos contribuintes que drenam voçorocas, e a segunda é a construção de leques arenosos na várzea em períodos de chuva. O assoreamento de leito diminui a capacidade de fluxo desses canais, tornando-os propícios para inundações, e os depósitos arenosos na várzea contribuem para a inutilização de área com vegetação nativa ou com aproveitamento agrícola.

A tendência da região para o futuro é, em primeiro lugar para a expansão das áreas agrícolas, e em segundo para a configuração de um novo quadro com a construção da UHE Couto Magalhães. Esta usina deverá ter cota máxima em 650 metros e o reservatório deverá ficar restrito ao patamar inferior, com remanso junto às cidades de Alto Araguaia e Santa Rita do Araguaia.

As consequências deste novo quadro são a de constituição de condições para o desenvolvimento de erosão profunda nos locais ainda não afetados em função do uso agrícola ou da construção de vias de acesso durante as obras de construção da barragem, caso não sejam adotadas medidas de controle ou para o uso adequado do solo. Por outro lado a formação do lago não deverá influenciar diretamente os processos erosivos porque o remanso não chegará aos depósitos coluvionares, e tampouco haverá condições para a elevação do freático nesses depósitos, visto a baixa permeabilidade da Formação Estrada Nova. Entretanto, o reservatório constituirá um novo nível de base, onde o assoreamento será um processo preocupante, principalmente em suas áreas de remanso, e por consequência estes locais poderão estar sujeitos à inundações.

BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, F. F. M. de. **Geologia do Centro-Leste Matogrossense**. DNPM; DGM. Bol. 150, 1954, 97 p.

BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL**
Folha SD 22, Goiás; Geologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra. Rio
de Janeiro, 1981. 640 p.

BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Folha SE 22, Goiânia;**
Geologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra. Rio de Janeiro, 1983.
768 p.

SCHOBENHAUS F.^a et alii. **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo. Folha**
Goiânia (SE 22). Departamento Nacional da Produção Mineral. Brasília, 1975.
86 p.

SCHOBENHAUS F.^a et alii, 1980. **Geologia da Região Sul-Sudeste de Goiás e partes**
do Leste Matogrossense e do Triângulo Mineiro. Projeto Goiânia II. Departamento
da Produção Mineral. Brasília. 75 p.

INTRODUÇÃO

Distinguir a constituição da estrutura interna do espaço urbano é caminhar na direção da apreensão dos processos e fatores que estão determinando a referida estruturação, bem como os diferentes índices do tributo percebido pelos proprietários fundiários. Assim sendo, passamos a analisar a questão da localização no auxílio do estudo das cidades brasileiras.

A QUESTÃO DA LOCALIZAÇÃO NO ESPAÇO URBANO

A localização é um fator muito significativo na constituição da estrutura interna da cidade, sendo um bem incorporado à mercadoria terra, pelo qual se paga quando se adquire certa parcela do solo (compra) ou no uso temporário deste (através de arrendamento ou aluguel). Ressalte-se que

"na cidade capitalista a localização é apropriada pelo proprietário do respectivo terreno, juntamente com a propriedade deste. Indistinguível do terreno, transforma-se com ele em mercadoria". (VILLAÇA, 1978 : 15).¹

Entretanto, os vários pontos dados pela variada localização dos terrenos no meio urbano, possuem qualidades locacionais que variam no tempo e no espaço. Tais qualidades geralmente estão sujeitas a modificações, oriundas de ações de outros proprietários, visto que, dentro do sistema de relações sociais a partir de um lugar qualquer e em direção a um lugar também qualquer, a sua localização poderá ser ou não ser boa, ruim ou razoável.

A natureza dos tributos da localização é determinada pela interação dos seguintes elementos: 1. a acessibilidade; 2. a infraestrutura.

Em relação ao primeiro elemento, que é a acessibilidade, no espaço urbano, este é determinado pelo conjunto de vias de circulação e pelo sistema de transporte da cidade local, observa-se que por exemplo: algumas vezes certo terreno bem localizado no centro deveria ser, mas não o é, de maiores preços. O que ocorre é que as condições de acesso não serem boas, este atinge preços menores. Neste sentido, a acessibilidade é um atributo locacional que interfere na determinação do preço do solo, principalmente nos países subdesenvolvidos,² onde geralmente os recursos disponíveis para a implantação de sistemas viários são pequenos.³

¹ Professor Assistente do Departamento de Geografia da FUEM, Doutorando pela USP em Geografia Humana.

