



Geomorfologia do estado de Goiás e do Distrito Federal: ferramenta de mapeamento e prospecção geológica

E.M. Latrubesse¹, T.M. de Carvalho¹, J.C. Stevaux², M.L.O. Moreira³, A.P. Rodrigues³ & C.R. da Silva³

1 Universidade Federal de Goiás, IESA - Campus II - Goiânia-GO, latrubes@terra.com.br, tmorato@infonet.com.br

2 Universidade Estadual de Maringá, Avenida Colombo, 5790, Maringá-PR, jcstevaux@uem.br

3 SGM/SIC, Av Laurício P. Rasmussen 2535, Vila Yate, Goiânia-GO, geoinformacao@cultura.com.br

Abstract The Geomorphologic Map of the State of Goiás was accomplished applying the methodological and conceptual precepts of the classification proposed by Latrubesse et al, 1998 and Latrubesse, 2000. However, differently of other previous works, the use of techniques of remote sensing and geoprocessing, like the using of IFSAR – Interferometric Synthetic Aperture Radar images, were auxiliary tools in the landforms interpretation, their similarities and relationships. The cartographic representation is based on the identification of denudational or aggradational systems and subsequent categories. Denudational landforms were subdivided in two groups: the ones that present a strong structural control and the one that show low or inexistent structural control. In the State of Goiás there is an expressive predominance of denudational landforms occupying 97,3% of Goiás surface (340.000 km²). The denudational landforms without or that with low structural control are represented by Regional Planation Surfaces, several associations of hills and wide spread areas denominated Zones of Receding Erosion. The relief with strong structural control is characterized by eroded rocks forming hogbacks and braquianticlinal domes generally associated to a plutonic intrusive. Karst systems are also recorded but in general are associated to others denudational units and have little cartographic expression. The aggradational systems occupy only 1,70% of Goiás, being the fluvial systems dominants. The alluvial plain Rio Araguaia is the most expressive aggradational fluvial system in Goiás. Lacustrine systems are also recorded, but associated to denudational units or to fluvial systems. They were mapped as units associated to fluvial or denudational units.

Palavras-chave: Geomorfologia, mapeamento, prospecção geológica.

Considerando os pressupostos da Teoria Geral de Sistemas, podem-se descrever os fatores responsáveis pela gênese, evolução e desenvolvimento de um sistema natural, assim como compreender os seus mecanismos internos. Sob esse enfoque, um Sistema Geomorfológico tem uma estrutura interna definível caracterizada por suas variáveis de estado, tais como litologia, pendente regional, estruturas, entre outras. Essas variáveis de estado se relacionam e se modificam por processos climáticos e geomorfológicos considerados como variáveis de transformação. Essas variáveis de transformação são numerosas, tais como erosão, transporte, sedimentação, intemperismo - pedogênese, oscilação de nível freático, entre outras. As variáveis de transformação (processos) se mobilizam por aportes externos de energia e matéria (energia solar, ventos, chuvas, etc).

A estrutura do sistema e seus processos determinam um comportamento típico para cada tipo de sistema. A mudança de uma variável externa provoca reajustes em todos os parâmetros. Em geral, os sistemas podem ser caracterizados por seu grau de estabilidade que varia entre limites amplos. Sistemas estáveis absorvem bem os impactos das perturbações (regulação) enquanto sistemas instáveis reagem

rapidamente se modificando em função da nova situação (adaptação). Nesse caso, entram em jogo a inércia do sistema e a memória.

A inércia é a persistência das formas ao longo do tempo após o clima que as originou ter desaparecido, como por exemplo, as grandes superfícies de aplainamento regional do Brasil Central.

A memória é a informação geomorfológica que persiste no sistema como informação acumulada e que nos permite reconstruir o ambiente e os processos do passado.

Finalmente, podemos considerar que um Sistema Geomorfológico é um sistema físico aberto com contínuo intercâmbio de massa e energia.

A Superintendência de Geologia e Mineração (SGM) da Secretaria de Indústria e Comércio do Estado de Goiás (SIC) dentro de suas atribuições, elaborou o *Mapa Geomorfológico do Estado de Goiás e do Distrito Federal*, escala 1:500.000.

O Mapa Geomorfológico utilizou os preceitos metodológicos/conceituais de classificação propostos por Latrubesse *et al.* (1998) e Latrubesse (2000). Porém, diferentemente de mapeamentos anteriores, o uso de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento utilizando imagens *IFSAR – Interferometric Synthetic Aperture Radar*, foi



ferramenta auxiliar na interpretação de geoformas, suas semelhanças e relações. Outras ferramentas utilizadas foram: cartas topográficas do IBGE escala 1: 250.000 com curvas de nível com equidistância de 100 metros; imagens *LANDSAT 7 ETM+*; produtos gerados a partir das imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), tais como, perfis topográficos, relevos sombreados e hipsometria, mapa geológico e mapa de drenagem. A interpretação foi realizada em meio analógico e digital, com uso dos *softwares* ENVI 4.0, ERDAS *Imagine* 8.7, *ArcView* 3.2 e *SPRING* 3.4.

O mapeamento gerou produtos na escala 1:250.000, 1:500.000 e 1:1.000.000. O mapeamento contou ainda com pesquisa de campo para corroborar e descrever as principais geoformas identificadas e elaborar perfis que auxiliaram na interpretação da compartimentação geomorfológica.

Aplicou-se uma classificação do tipo genético, organizada em vários níveis, sendo as categorias dominantes a de Sistemas Agradacionais e as de Sistemas Denudacionais.

As formas denudacionais foram subdivididas em dois grandes grupos: com forte controle estrutural e as com fraco ou nenhum controle estrutural. No estado de Goiás há uma expressiva predominância de formas denudacionais ocupando 97,30% da sua superfície (340.000 km²). Dentre as unidades denudacionais sem ou com fraco controle estrutural se destacam as Superfícies Regionais de Aplainamento (SRA), diversas associações de morros e colinas (MC) e as Zonas de Erosão Recuante (ZER). Entre os relevos com forte controle estrutural se destacam colinas em terrenos dobrados, formando *hogbacks*, e estruturas dômicas em dobras braquianticlinais, geralmente associadas a corpos intrusivos. Os sistemas cársticos também estão presentes no estado, porém com pequena expressão cartográfica e associados a outras unidades espacialmente mais representativas. Os sistemas de agradação ocupam 1,70% de Goiás, sendo absolutamente dominantes os sistemas de agradação fluvial sendo a planície aluvial do Rio Araguaia o mais expressivo do sistema de agradação fluvial no estado.

Na classificação proposta, a diferenciação entre as distintas hierarquias geomorfológicas não contempla as variáveis de estado atuais como tipos de vegetação, clima e solos, nem, numa forma particular, as variáveis de transformação tais como processos morfogenéticos atuantes no presente, embora, parcialmente, as mesmas possam ser contempladas para diferentes ambientes segundo sua dominância nos processos de erosão ou agradação. Isto se deve ao fato que relevos policíclicos e/ou poligênicos, que são dominantes na superfície da Terra, façam com que, por exemplo, em uma determinada região, as

geoformas representativas de uma paisagem se encontrem em desarmonia com as características climáticas, biogeográficas e morfogenéticas do presente. Portanto, a unidade cartografável, poderá ser um Sistema Geomorfológico ativo ou inativo. O que pesa na hora da definição e na representação cartográfica é a predominância das formas desse Sistema (ativo ou inativo) numa determinada região.

A determinação das diferentes Superfícies de Aplainamento se configura em um dos dados básicos para a determinação de depósitos minerais oriundos de enriquecimento supergênico, depósitos de argila não ligados à deposição em várzeas ou de possíveis ocorrências de níveis concrecionários relacionados a processos de laterização.

Como exemplo de dados concretos de contribuição ao mapa geológico foram detectados problemas no Mapa Geológico do Estado de Goiás em duas áreas a leste e a oeste do domo de Cristalina, identificada como Formação Paracatu, que apresenta marcadas diferenças no comportamento quanto à erosão. É interessante notar que junto ao espigão marcado pelas rochas dobradas da faixa Brasília na folha SD 23-Y-C ao longo dos 47°30' ocorre uma unidade duvidosamente atribuída ao Supergrupo Paraopebas localizada no intervalo de cota entre 900 e 1000m; que provavelmente não pertença a esse supergrupo uma vez que o mesmo atua como base da Superfície Regional de Aplainamento II que se estende entre as cotas de 600 a aproximadamente 430m e essa superfície aplainada simplesmente é interrompida pelos remanescentes erosivos das rochas do Grupo Bambuí, fortemente dobradas.

A Superfície Regional de Aplainamento II se estende ao longo das folhas SD 23-Y-C/SE 23-V-A como uma unidade bem definida, dissecada em toda a borda oeste das mencionadas folhas, porém, a ocorrência do Supergrupo Paraopebas nos leva a pensar que talvez sejam necessários alguns ajustes no mapa geológico.

Depósitos lateríticos podem conter minerais de valor econômico como ouro, diamante, bauxita, manganês, níquel, entre outros, além de servir para material de construção, bastante utilizado em povoados ribeirinhos e fazendas.

LATERITAS As lateritas podem ser duras na forma de uma couraça ou crosta ferruginosa. Originam-se quando os horizontes são submetidos a repetidos ciclos de umedecimento e dessecação que favorecem a oxidação do ferro e a formação de goethita e hematita cristalina. Lateritas, portanto, podem estar também sendo geradas no perfil de intemperismo associadas à zona de flutuação do nível freático e a circulação de água nas vertentes, o que pode originar



crostas na parte inferior das mesmas. Do ponto de vista de sua ocorrência elas podem capear superfícies relativamente planas ou se formar nas bordas de vertentes.

De acordo com o SIG-Goiás, ocorrem oito formações lateríticas consideradas como de interesse econômico, as quais se distribuem no sentido NW-NE na porção central do estado (Tabela 1):

Local		Geologia	Un.Geomorfológica
Médio rio Claro	Au	Gran.Sintectônicos	SRAIVC1 (fr)
Médio rio Vermelho	Au	Complexo Ganito-Gnaissico	SRAIVC1 (fr)
Bx/md rio Araguaia	Au	Goiás Velho	SRAIVC1 (fr)
Alto Tocantins	Mn	Suíte-Gabro Diorítica	SRAIIIA (m)
Alto Tocantins	Mn	Suíte-Gabro Diorítica	SRAIIIA (m)
Rios Maranhão/ Tocantins	Ni	Complexo de Barro Alto	MC-FCE (mfo)
Alto rio Tocantins	Ni	-	SRAIIIA (fr)
Alto rio Tocantins	Diamante	-	MC-FCE (fo)

Tabela 1. Ocorrência de lateritas de valor econômico

Quando as lateritas se desenvolvem em um perfil de intemperismo químico sobre rochas máficas e ultramáficas podem gerar importantes jazidas de Níquel. As principais transformações tais como, a alteração de minerais primários como olivina e serpentina poderiam ser absorvidas pelos minerais de alteração como goethita e óxidos de Mn ou substituir o Mg na serpentina formando Garnierita em condições de pH neutro ou alcalino, condições essas que podem ser registradas na parte superior do perfil de intemperismo.

Na área de Niquelândia os minerais são provenientes da alteração de piroxênios (Carvalho Junior *et al.* 2004). No caso de Goiás, segundo Melfi *et al.* (1988) as lateritas niquelíferas da região de Niquelândia teriam-se desenvolvido por processos lateríticos de intemperismo sobre uma superfície de erosão antiga que eles associam à superfície Sul-americana de King. Seguindo nossa proposta de mapeamento, os processos de alteração teriam trabalhado sobre o que denominamos de SRAIIA já que resulta impossível e artificial nesse estágio querer relacionar as unidades descritas por King no Brasil Oriental com as descritas por nós em Goiás, devido à falta de cartografias contínuas nos outros estados.

Depósitos de ouro associados às coberturas lateríticas se encontram também sobre perfis de intemperismo desenvolvidos sobre a SRAIIA, como por exemplo, na jazida de Lavrinha (Fazenda Nova) num perfil de até 50m de profundidade e sobre depósitos lateríticos desenvolvidos sobre rochas metassedimentares em Luziânia.

Os depósitos de manganês no estado se encontram distribuídos em dezenas de pequenos jazimentos supergênicos na forma de óxidos de manganês gerados por processos de lateritização (Lacerda Filho *et al.* 1999). Porém, somente foram registrados os depósitos de São João da Aliança. Itaberaí, Luziânia,

Cavalcante, Niquelândia e Palmeiras de Goiás. Em termos gerais os depósitos se encontram principalmente sobre a SRAIIA.

PLACERES E PLANÍCIES FLUVIAIS

Concentrações de certos minerais explorados economicamente por processos mecânicos em um ambiente de sedimentação dão origem aos denominados placeres. Embora possam ser achados em ambientes de sedimentação eólica, costeira ou glacial, os mais frequentes são de origem fluvial. Nos placeres fluviais, minerais metálicos (ouro estanho, titânio, entre outros) e não-metálicos (diamante, safira e outras gemas) foram depositados e concentrados por transporte diferenciado nos distintos ambientes fluviais, mas relacionados aos processos do canal. Esses minerais originalmente provêm de rochas pré-existentes sedimentares, ígneas e/ou metamórficas que sofreram processos de intemperismo erosão e transporte fluvial.

HIDROGEOLOGIA O mapeamento e compartimentação geomorfológica é uma notável ferramenta que auxilia uma série de estudos aplicados de outras disciplinas. No caso da hidrogeologia, as unidades geomorfológicas identificadas podem ser relacionadas com o funcionamento de recarga e descarga dos aquíferos sotopostos.

A equipe técnica que elaborou o Mapa Hidrogeológico levou em conta as unidades identificadas por Latrubesse *et al.* (2005) no Mapa Geomorfológico do Estado de Goiás, associando com o padrão de relevo, densidade de drenagem, comprimento das rampas, hipsometria dos vales, tipos de coberturas de regolito e outros aspectos nitidamente geomorfológicos. Toda essa informação foi utilizada para identificar o controle dos



compartimentos do relevo como possíveis condicionantes do potencial dos aquíferos.

A sistematização da informação geomorfológica aplicada a estudos hidrogeológicos foi de fundamental importância para definição das principais áreas de recarga, de exutórios e das condições gerais de circulação dos aquíferos regionais. A integração de dados possibilitou definir dois grupos de reservatórios que podem ser individualizados e denominados de Grupo dos Aquíferos Rasos ou Freáticos e Grupo dos Aquíferos Profundos.

O Grupo dos Aquíferos Rasos ou Freáticos é constituído exclusivamente por coberturas regolíticas (solo + saprolito). Por sua vez, o Grupo dos Aquíferos Profundos inclui as unidades litológicas litificadas, que ocorrem com espessuras de dezenas a centenas de metros, podendo apresentar-se livres ou sob confinamento.

No estado de Goiás foram discriminados 25 sistemas aquíferos, sendo três freáticos ou rasos e 22 (vinte e dois) profundos. Os sistemas profundos são classificados em domínios, de acordo com o tipo de porosidade: Intergranular, Fraturado, Dupla Porosidade, Físsuro-Cárstico e Cárstico.

Os sistemas freáticos têm uma importância fundamental na perenização e regularização das vazões dos cursos de drenagens superficiais. As elevadas vazões dos rios tributários da bacia hidrográfica do Paraná são, sem dúvida, devidas à ampla presença dos Sistemas Freáticos naquela região.

Em termos gerais conclui-se que as macrorregiões com menor dissecação apresentam boas condições de infiltração e recarga com exceção das superfícies regionais de aplainamento mais baixas do estado. Também, relevos acidentados, muito dissecados condicionam a existência de fluxos locais e intermediários e uma recarga ineficiente. Os sistemas agradacionais representam áreas de exutórios ou de recarga local.

Conclui-se que as principais áreas de recarga do estado estão localizadas sobre as grandes superfícies de aplainamento regional (SRAs) em particular as denominadas II e III, onde se encontram espessos

solos e perfis de alteração, junto com relevos pouco dissecados.

Em relação ao comportamento e potencial hidrogeológico das principais unidades geomorfológicas cartografadas tem-se o seguinte quadro:

A Superfície Regional de Aplainamento II se estende entre as cotas 900 e 1250m e foi subdividida nas sub-unidades SRA-IIA, que se estende principalmente sobre rochas pré-cambrianas numa área de 39.783 km² e a SRA-IIB-RT que se espalha sobre as rochas sedimentares da bacia do Paraná numa área de 22.760 km².

Em função de se tratarem de áreas com amplas superfícies com cotas relativamente altas, padrão de relevo suavemente dissecado com baixa densidade de drenagem e com presença de latossolos, a recarga da SRA-IIA em particular onde se tem sistemas aquíferos fraturados é muito eficiente. As vazões médias estão na ordem de 8m³/h.

A SRA-IIB-RT se desenvolveu sobre as rochas da Bacia do Paraná e se manifesta como chapadões tabuliformes. A subhorizontalidade das camadas de rochas sedimentar, de baixa a moderada dissecação, cotas altas a intermediárias e a existência de rochas sedimentares bastante porosas (Formação Botucatu e Grupo Bauru), com solos muito espessos e arenosos, oferecem as melhores condições regionais de recarga de aquíferos.

A Superfície Regional de Aplainamento III encontra-se entre 550 e 850m e foi subdividida em SRA-IIIA sobre rochas pré-cambrianas ao longo de 27.059 km² e SRA-IIIB-RT sobre rochas da Bacia do Paraná ao longo de 30.634 km².

A recarga da SRA-IIIA está caracterizada por fluxos locais na região de ambiente de *Rift* Continental representado pelo Grupo Arai, sendo pouco eficiente. Porém, na SRA-IIIB-RT, no sudoeste de Goiás desenvolvida principalmente sobre os basaltos da Formação Serra Geral, a recarga e circulação das águas de infiltração são excelentes. Áreas residuais do Grupo Bauru ajudam a ampliar a condutividade hidráulica e a porosidade efetiva sobre essa unidade geomorfológica, melhorando as condições de recarga.

Referências

- CARVALHO T.M. & LATRUBESSE E.M. 2004. Aplicação de Modelos Digitais do Terreno (MDT) em Análises Macromorfológicas: O caso da Bacia Hidrográfica do Araguaia. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, **5**:85-93.
- LACERDA FILHO J.V., REZENDE A., SILVA A. 1999. Programa de Levantamentos Geológicos Básicos no Brasil. *Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal*. 1:500.000. Goiânia, CPRM. 200.p.
- LATRUBESSE E.M., RODRIGUES S., MAMEDE L. 1998. Sistema de Classificação e Mapeamento Geomorfológico: uma nova proposta. In: Simpósio de Geomorfologia, 2, Florianópolis, *Anais*, **14**, (27): 682-687.



XLIII Congresso Brasileiro de Geologia
Aracaju, 3 a 8 de setembro de 2006

- LATRUBESSE E.M. & RANCY A. 2000. Neotectonic Influence on Tropical Rivers of South Western Amazon during the late quaternary: Moa and Ipixuna River basin, Brazil. *Quaternary International*, **72**: 67-72.
- LATRUBESSE E.M., CARVALHO T.M., STEVAUX J.C. 2005. Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração – SGM. *Mapa Geomorfológico de Goiás e Distrito Federal*. Goiânia, GO. 81.p.
- MELFI A., TRESCASES J.J., BARROS de OLIVEIRA S. 1980. *Les Latérites Nickelifères du Brésil*. Cah. Orstom, ser. Geol., por XI, (1): 15-42.