



MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DA BACIA DO RIO PIEDADE COM USO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO E SIG'S

Lísia Moreira Cruz - Mestranda em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia –
UFU. Lisia_mc@yahoo.com.br;

Thallita Isabela Silva – Mestranda em Geomática pela Universidade Católica de Uberlândia.
thallitaisabela@yahoo.com.br;

Camilla Silva Magalhães – Graduanda em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia
– UFU e Bolsista de Iniciação Científica pela FAPEMIG. camillasmagalhaes@yahoo.com.br;

José Fernando Pinese Júnior – Graduando em Geografia pela Universidade Federal de
Uberlândia – UFU. zefernandopj@yahoo.com.br;

Silvio Carlos Rodrigues - Prof. Dr. do Instituto de Geografia da Universidade Federal de
Uberlândia. silgel@ufu.br;

Mercedes Adib Mercadante - Profa. Dra. do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente da
Universidade Anhanguera – UNIDERP. mercante@terra.com.br.

RESUMO: O Mapeamento Geomorfológico por meio dos Sistemas de Informações Geográficas é um valioso instrumento a ser utilizado no planejamento de influências no meio ambiente. Nesse sentido, seguindo a proposta de ROSS (1992), foi cartografada a geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade, área que devido à sua conformação do relevo é intensamente explorada pela agricultura e mais recentemente, pela construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas. Deste modo, procurou-se promover melhor conhecimento dessa área e assim fornecer subsídios para intervenções mais bem sucedidas.

PALAVRAS-CHAVE: Geomorfologia, Mapeamento Geomorfológico, Bacia Hidrográfica.

ABSTRACT: Geomorphological mapping by the Geographic Information Systems is a valuable instrument to be used in influences on the environment planning. In this sense, following the Ross (1992) proposal, the Basin of Piedade River was mapped, an area which is heavily exploited by agriculture and more recently by building of Small Hydropower Plants



because of its relief conformation. Therefore, we sought to promote a better understanding in this area and thus provide support for the most successful interventions.

KEY-WORDS: Geomorphology, Geomorphological Mapping, Watershed.

1 INTRODUÇÃO

O relevo como parte fundamental da vida dos seres humanos consiste em importante campo de estudos. Nesse sentido a geomorfologia é de grande relevância uma vez que explora a forma, gênese e evolução do relevo. A esse respeito Guerra (1972) aponta que:

A geomorfologia é a ciência que estuda as formas de relevo, tendo em vista a origem, estrutura, natureza das rochas, o clima da região e as diferentes forças endógenas e exógenas que, de modo geral, entram como fatores construtores e destruidores do relevo terrestre. ... é o estudo racional e sistemático das formas de relevo baseando-se nas leis que lhes determinaram a gênese e a evolução. (GUERRA, 1972, p.204)

Deste modo “a geomorfologia serve de base para a compreensão das estruturas espaciais, não só em relação à natureza física dos fenômenos, como à natureza sócio-econômica dos mesmos.” (GUERRA, 1995, p.366)

Ainda nesse contexto Ross (1992) aborda que há uma forte dependência entre a pesquisa geomorfológica apoiada na elaboração simultânea de uma carta do relevo, onde o mapa é ao mesmo tempo instrumento de análise e documento de síntese de pesquisa. Assim, simultaneamente aos estudos do relevo a representação dos fatos geomorfológicos por meio dos mapas facilita enormemente sua compreensão e análise.

A Cartografia Geomorfológica permite a representação da gênese das formas do relevo e suas relações com a estrutura e processos, bem como a dinâmica dos processos e suas particularidades, se tornando um dos principais métodos de pesquisa da geomorfologia pois possibilita a espacialização e a síntese dos fatos geomorfológicos.

O mapeamento geomorfológico realizado nessa pesquisa utiliza os pressupostos elaborados por Ross (1992) que adota o registro cartográfico dos fatos geomorfológicos dividindo e classificando as unidades de relevo em táxons de acordo com a escala de abordagem, considerando o aspecto fisionômico das diferentes formas e tamanhos de relevo,



baseado na gênese e na idade dessas formas, tendo em vista o significado morfogenético e as influências estruturais e esculturais no modelado. Além dessa proposta foi utilizado como referência o PROJETO RADAMBRASIL (1983).

O desenvolvimento das tecnologias facilitou significativamente o tratamento de informações geográficas sobretudo no âmbito da cartografia. O estudo do relevo por meio do uso de mapas oferece inúmeras possibilidades e abordagens estruturadas na análise espacial. Os chamados Sistemas de Informações Geográficas – SIG's e a maior facilidade de acesso de dados, principalmente pela rede mundial de computadores, proporcionam o desenvolvimento de diversos trabalhos na área. Nesse aspecto Guerra (1995) aponta que:

Hoje, sem a utilização dos SIG's, torna-se praticamente inviável a elaboração de projetos ambientais, pois a presença de um plano de informações, representados e mapeados geomorfologicamente, é indispensável. A utilização de tais mapas contribuirá, certamente, para elucidação de problemas erosivos e deposicionais que, por ventura, venham a ocorrer em áreas de grande extensão, assim como viabilizará, mediante entrecruzamentos com outros mapeamentos temáticos, a elaboração de cenários ambientais. (GUERRA, 1995, p.367)

Deste modo, a cartografia aliada ao conhecimento teórico possibilita a interpretação, análise e até mesmo o gerenciamento das formas de relevo, servindo como instrumento na proposta de modelos de análises e planejamento.

Segundo ROSS (1992), “a cartografia geomorfológica deve mapear concretamente o que se vê e não o que se deduz da análise geomorfológica, portanto em primeiro plano os mapas geomorfológicos devem representar os diferentes tamanhos de formas de relevo, dentro da escala compatível.” Assim o mapeamento foi realizado na escala de 1:250.000 e como unidade de análise foi utilizada a bacia hidrográfica, que devido às suas características naturais, a bacia hidrográfica permite o diagnóstico de diversos fatores, naturais e antrópicos, que se integram sistematicamente nos seus limites.

A bacia hidrográfica selecionada foi a do Rio Piedade, sub-bacia do Rio Paranaíba, localizada no Triângulo Mineiro. A área de estudo tem sido alvo de diversos estudos e intervenções, principalmente na construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCH's, dessa forma o trabalho pretende mapear e descrever a geomorfologia da área no intuito de fornecer subsídios para estudos a serem realizados no local, propiciando subsídios para um planejamento adequado e intervenções mais acertadas.



2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área delimitada para realização do mapeamento geomorfológico foi a bacia hidrográfica do Rio Piedade situada no oeste de Minas Gerais, mesorregião do Triângulo Mineiro e compreende parte dos municípios de Tupaciguara, Monte Alegre de Minas, Canápolis, Centralina e Araporã (Fig. 01).

A Bacia Hidrográfica do Rio Piedade ocupa uma área total de 1.861 Km² e devido à conformação do relevo tem sido fonte geradora de energia hidrelétrica por meio das Pequenas Centrais Hidrelétricas. Atualmente existem duas unidades desse tipo no rio Piedade, a Usina Santa Luzia da Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG com potência instalada de 0,704 MW e a PCH Piedade da Piedade Usina Geradora de Energia S.A. com potência de 21,7 MW, já em sua fase final de construção.

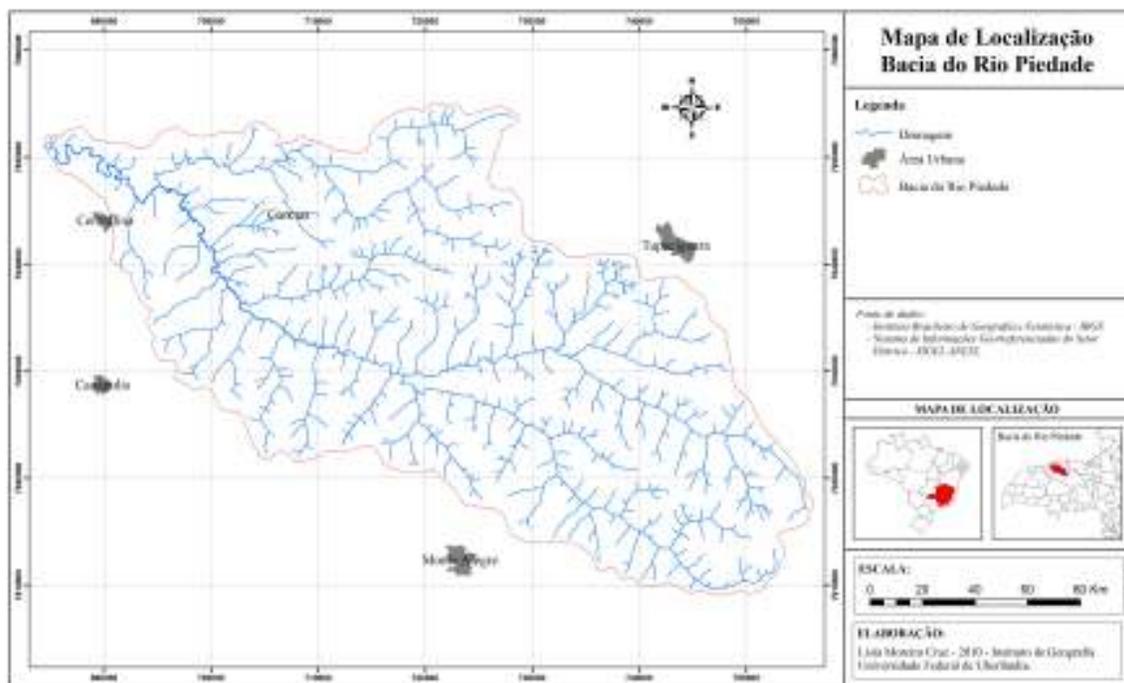


Figura 01: Localização da área de estudo.

A região onde se insere a bacia do rio Piedade é relativamente homogênea do ponto de vista climático, podendo ser classificado como tropical úmido, apresenta uma razoável variação sazonal, com estações bem definidas. De acordo com o Atlas Climatológico de



Minas Gerais a bacia situa-se na isolinha de 1400mm. As características do clima permitem enquadrá-lo no tipo Aw da classificação de Köppen. Apresenta temperatura elevada no verão, sendo que a temperatura média é da ordem de 22°C. A distribuição das chuvas e as temperaturas elevadas são responsáveis pela ocorrência de um período de deficiência seguido de outro com excesso de água no solo.

A pedologia está estruturada em Latossolos principalmente à margem direita do Rio Piedade, Argissolos em uma pequena mancha na parte leste da bacia, em Cambissolos Flúvicos, que por sua vez, localizam-se próximos à passagem do médio para o baixo curso do rio Piedade, além de uma mancha no noroeste da bacia. Os Neossolos estão distribuídos em boa parte da bacia, sobretudo no alto e médio curso do rio.

A formação geológica da região apresenta a Formação Serra Geral presente principalmente próximo do Rio Piedade que corre sobre o leito rochoso composto pelos basaltos dessa formação. O Grupo Bauru se sobrepõe em discordância erosiva à Formação Serra Geral sendo, subdividido em duas Formações, Adamantina na base e Marília no topo, ambas de idade Cretácea. Recobrando o Grupo Bauru aparecem nos topos das colinas, a leste e a sudeste da área da bacia, camadas de Coberturas Detrito-Lateríticas Terciárias e Quaternárias Indiferenciadas.

O condicionamento geotectônico e estrutural da bacia favorece o intenso aproveitamento hidráulico, que a torna, em conjunto com a bacia do Paranaíba, uma das áreas mais intensamente represadas do Brasil para fins de geração de energia. Esta área tem sido alvo de trabalhos científicos nos últimos anos, com destaque para as pesquisas geomorfológicas e da paisagem em decorrência dos projetos desenvolvidos pelos pesquisadores do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O mapeamento geomorfológico foi realizado adotando os seguintes procedimentos:

- Levantamento bibliográfico;
- Obtenção da base de dados;
- Análise das litologias e definição da morfoestrutura;
- Realização de recortes da morfoestrutura delimitando os compartimentos de formatos e altitudes semelhantes, revelando as morfoesculturas;



- Definição dos padrões e formas semelhantes do relevo a partir da análise da dimensão interfluvial, da rugosidade e semelhança do relevo.

Para elaboração do mapa foi utilizado o software ArcGIS 9.2, que constitui SIG produzido pela ESRI – Environmental Systems Research Institute, grupo de programas que possibilita realizar procedimentos para a visualização, exploração e análise de informações espaciais. Para isso ele oferece ferramentas de mapeamento, análise e gerenciamento de dados, além de incorporar ferramentas de edição, cartografia avançada, administração de dados e análises espaciais.

A interpretação e elaboração dos mapas foram feitas a partir da imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) SE-22-Z-B que forneceu informações para análises quantitativas e qualitativas do relevo. Tal imagem foi obtida no endereço *on line* da EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, Brasil em Relevo: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/>>. Além da imagem também foram usadas a base geológica e a rede de drenagem do *site* do Serviço Geológico do Brasil – CPRM: <<http://www.cprm.gov.br/>>.

Tomando como base a dimensão da bacia do Rio Piedade foi feito o estudo e classificação do 1º ao 3º táxon (Ross, 1992). O 1º táxon aborda as Unidades Morfoestruturais, ou seja, o padrão de formas grandes do relevo, que dão suporte às demais formas. O 2º táxon compreende as Unidades Morfoesculturais, menores em relação ao 1º táxon, modeladas ao longo do tempo geológico pela ação climática, refletem a diversidade de resistência da litologia, e seu respectivo arranjo estrutural, sobre a qual foi esculpida. O 3º táxon traz os Padrões de Relevo Semelhantes, que resultam de processos morfoclimáticos mais recentes, apresentando distinção de aparência entre si, em função do índice de dissecação do relevo, da dimensão interfluvial, bem como o formato dos topos, vertentes e vales de cada padrão existente.

Neste último táxon os Padrões de Relevo Semelhantes foram codificados pelo conjunto de letras: símbolos e números, a exemplo do Projeto Radam. Eles são classificados primeiramente de acordo com seu processo de formação denudacionais (D), que elaboram formas esculturais do relevo através da dissecação, por ação física e bioquímica tendo, como energia o clima pretérito e atual; ou agradacionais (A) elaboram formas de relevo por



deposição (acumulação) de sedimentos, quer seja em ambientes fluviais, lacustres, marinhos ou eólicos.

No estudo realizado foram identificadas apenas formações denudacionais, estas foram acompanhadas com informações do tipo de modelado dominante: aguçado (a), convexo (c), plano (p) e tabular (t), compondo-se os conjuntos Da, Dc, Dp e Dt.

Além do processo de formação e das formas do relevo, os padrões de relevo também foram classificados de acordo com o grau de entalhamento dos vales e a dimensão interfluvial, como sugerido por Ross (1992) e baseado no Projeto Radam. Assim primeiro dígito (dezena) indica o entalhamento dos vales e o segundo dígito (unidade) indica a dimensão interfluvial média ou a densidade de drenagem (Figura 02).

Graus de entalhamento dos vales (classes)	Dimensão interfluvial média (classes)				
	Muito grande (1) > 3.750	Grande (2) 1.750 a 3.750	Média (3) 750 a 1.750	Pequena (4) 250 a 750	Muito pequena (5) <250
Muito fraco (1) < 20 m	11	12	13	14	15
Fraco (2) 20 a 40 m	21	22	23	24	25
Média (3) 40 a 80 m	31	32	33	34	35
Forte (4) 80 a 160 m	41	42	43	44	45
Muito forte (5) > 160 m	51	52	53	54	55

Figura 02: Matriz dos índices de dissecação do relevo. Fonte: ROSS, 1992.

O método de interpretação foi definido pelo reconhecimento dos elementos texturais e estruturais do relevo na imagem, os quais se organizam em zonas homólogas ou padrões de relevo.

3 RESULTADOS

O mapeamento geomorfológico realizado identificou uma unidade morfoestrutural (1º táxon), três unidades morfoesculturais (2º táxon) e oito subunidades morfoesculturais (3º táxon). Para identificação dessas unidades de relevo e geração do mapa geomorfológico foram desenvolvidos mapas que auxiliaram e definiram a classificação em cada nível taxonômico,



sendo eles o mapa geológico, o modelo de elevação do terreno, a imagem sombreada e o mapa de declividade (Figura 03).

O embasamento geológico da Bacia do Rio Piedade possui as seguintes conformações: Formação Adamantina, Formação Marília do Grupo Bauru, Formação Serra Geral e as Coberturas Detrito-Lateríticas, todas essas compreendidas na Bacia Sedimentar do Paraná correspondendo, portanto, ao 1º táxon da classificação do relevo.

No 2º táxon foram classificadas três unidades morfoesculturais: o Planalto da Bacia do Paraná Pouco Dissecado com altitudes entre 100 e 550m, o Planalto da Bacia do Paraná Intensamente Dissecado de 550 a 700m e o Planalto da Bacia do Paraná Mediamente Dissecado de 700 a 960 m.

O Planalto da Bacia do Paraná Pouco Dissecado contém relevo menos acentuado com declividades máxima de 5%. Essa unidade apresenta os seguintes padrões de relevo semelhantes (3º táxon):

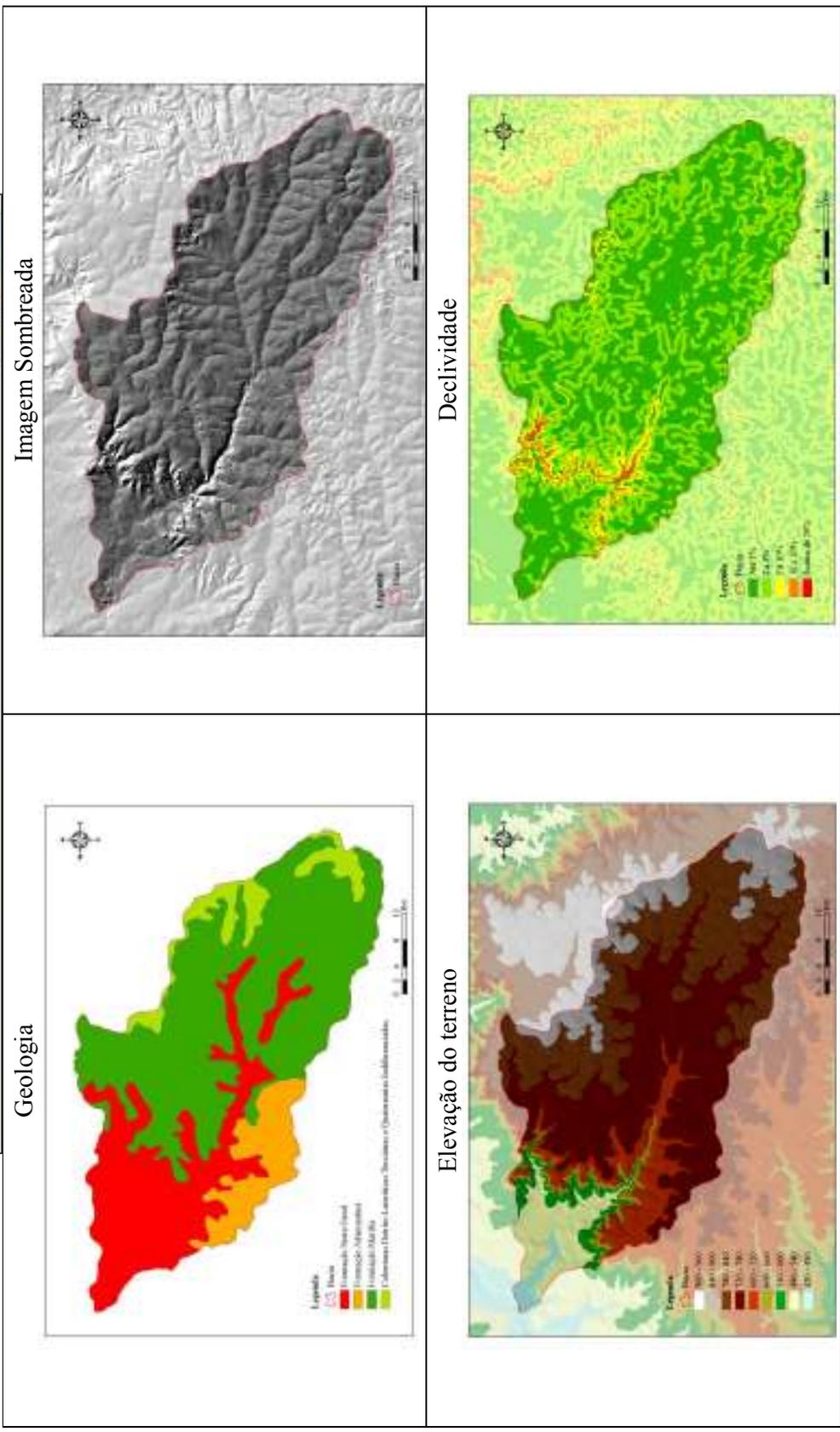


Figura 03: Mapas utilizados para geração do mapa geomorfológico.



- Dc22: Forma denudacional de topo convexo; grau de entalhamento dos vales fraco, de 20 a 40 m; e dimensão interfluvial grande, de 1750 a 3750 m.

- Dc23: Forma denudacional de topo convexo; grau de entalhamento dos vales fraco, de 20 a 40 m; e dimensão interfluvial média, de 750 a 1750 m.

O Planalto da Bacia do Paraná Intensamente Dissecado o relevo fica ressaltado devido à discordância em relação ao relevo presente no restante da bacia. Na transição entre o Grupo

Bauru e a Serra Geral ocorre uma queda de até 180 m na altitude em aproximadamente 6 Km, apresentando dessa forma, uma acentuada declividade que chega a 30% em alguns pontos. Assim, estão presentes as seguintes unidades morfológicas: Da42: Forma denudacional de topo aguçado; grau de entalhamento dos vales forte, de 80 a 160 m; e dimensão interfluvial grande, de 1750 a 3750 m.

- Da43: Forma denudacional de topo aguçado; grau de entalhamento dos vales forte, de 80 a 160 m; e dimensão interfluvial média, de 750 a 1750 m.

O Planalto da Bacia do Paraná Mediamente Dissecado apresenta as altitudes mais elevadas e é unidade morfoescultural que ocupa a maior área da bacia. Nessa morfoescultura são encontrados padrões denudacionais convexos e tabulares. Os padrões convexos que incidem são:

- Dc32: Forma denudacional de topo convexo; grau de entalhamento dos vales médio, de 40 a 80 m; e dimensão interfluvial grande, de 1750 a 3750 m.

- Dc33: Forma denudacional de topo convexo; grau de entalhamento dos vales médio, de 40 a 80 m; e dimensão interfluvial média, de 750 a 3750 m.

Os padrões tabulares ocorrem principalmente na parte norte da bacia, estes estão representados por:

- Dt33: Forma Denudacional de topo tabular; grau de entalhamento dos vales médio, de 40 a 80 m; dimensão interfluvial média, de 750 a 1750 m.

- Dt34: Forma Denudacional de topo tabular; grau de entalhamento dos vales médio, de 40 a 80 m; dimensão interfluvial pequena, de 250 a 750 m.

As feições do relevo acima descritas podem ser visualizadas no mapa geomorfológico que se segue (Figura 04).

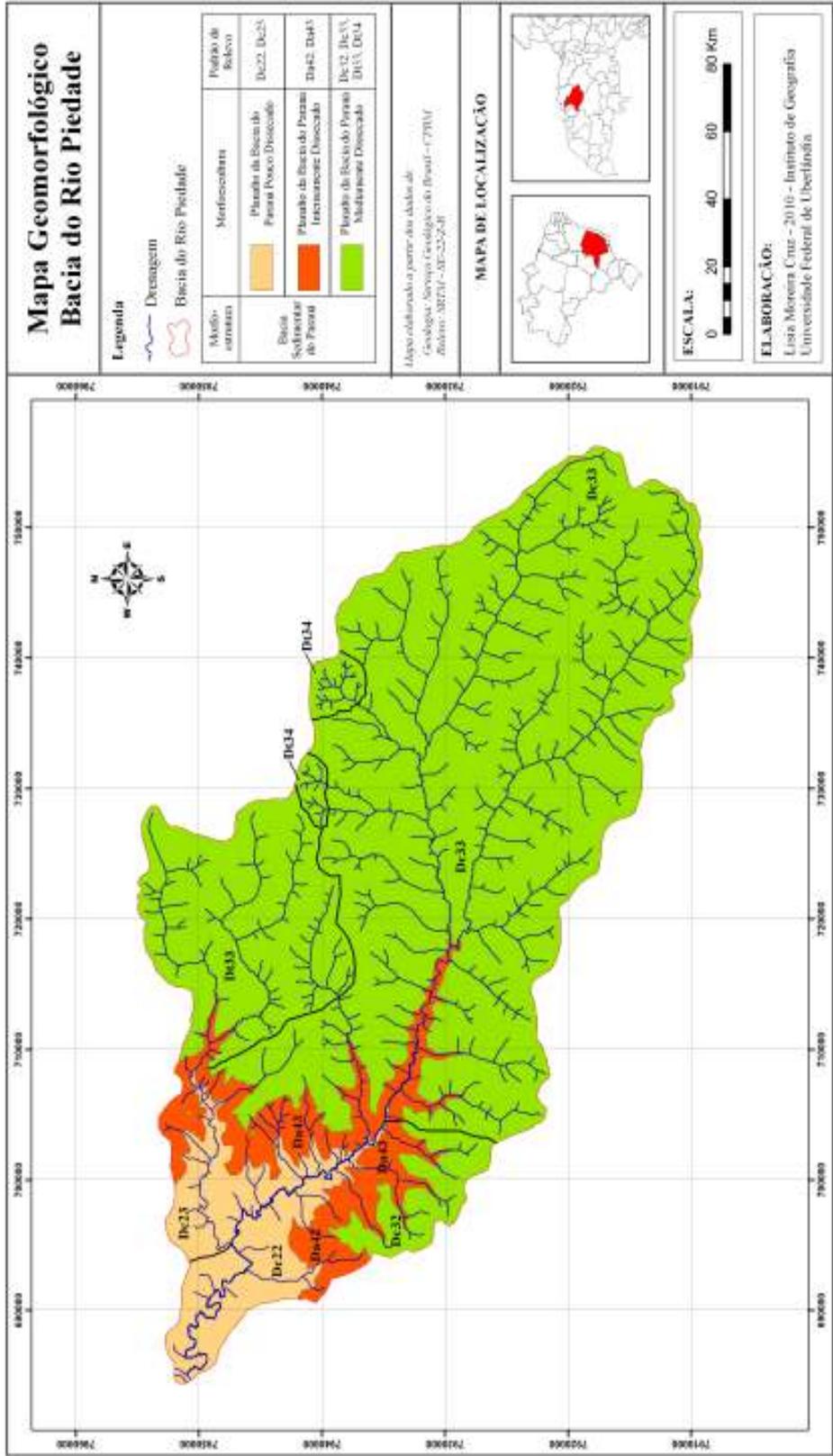


Figura 04: Mapa Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio Piedade.



4 CONCLUSÕES

O mapeamento geomorfológico com uso de imagens SRTM exploradas nos SIG's, demonstrou sua grande importância no sentido de fornecer, por meio dos produtos cartográficos, um instrumento de análise da dinâmica do relevo e sua interação com os componentes naturais e antrópicos. Nesse sentido o mapa geomorfológico torna-se um apoio técnico de grande relevância no planejamento de intervenções na área de estudo.

5 AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG pela colaboração no financiamento para a participação no VIII SINAGEO. Este projeto é realizado no âmbito do PROCAD/CAPES 067/2007.

6 REFERÊNCIAS

BACCARO, C. A. D. Mapa Geomorfológico do Triângulo Mineiro: uma abordagem morfoestrutural-escultural. In: *Revista Sociedade & Natureza*. Uberlândia, 13 (25): 115-127, jan./dez. 2001.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. *Plano Diretor de Bacia do Paranaíba*, com a coordenação dos professores José Norberto Muniz e Márcio Motta Ramos da Universidade Federal de Viçosa, (inédito).

CBT – TB. Comitê de Bacia Hidrográfica. *Diagnóstico da situação dos recursos hídricos do Tietê/Batalha – UGRHI-16*. CETEC - Centro Tecnológico da Fundação Paulista de Tecnologia e Educação, São Paulo, 2000.

EMBRAPA. *Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos*. Mapa de Reconhecimento dos Solos do Triângulo Mineiro, 1980.

FERREIRA, I.L. *Cartografia geomorfológica sob diferentes aspectos método-lógicos: uma abordagem comparativa da simbologia cartográfica*. Universidade Federal de Uberlândia, Departamento de Geografia. Uberlândia, 2003. (monografia)

_____. Formação Centro Tecnológico de Minas Gerais / CETEC. *Diagnóstico ambiental do estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 1983. Iv. Série de Publicações Técnicas, 10.



FUNAP: *Fundação de apoio à pesquisa*. Disponível em <www.funape.org.br/geomorfologia/cap1/index.php>. Acesso em maio de 2007.

GUERRA, Antônio Teixeira. *Dicionário Geológico-Geomorfológico*. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia, 1972.

GUERRA, GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. *Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. 472 p.

IPH, *Instituto de Pesquisa Hidráulica*. Disponível em <www.iph.ufrgs.br> Acesso em: maio de 2007.

RADAMBRASIL. *Levantamento de Recursos Naturais*. Rio de Janeiro, Folha SE,22. Goiânia, vol. 31, 1983.

RODRIGUES, Sílvio Carlos. Análise da Fragilidade do Relevo. Abordagem Empírico Experimental. *Revista Sociedade e Natureza*, Uberlândia, v. 23, p. 167-189, 2000.

RODRIGUES, Sílvio Carlos. *Análise Empírico-Experimental da Fragilidade Relevo-Solo no Cristalino do Planalto Paulistano: Sub Bacia do Reservatório Billings*. São Paulo: Departamento de Geografia USP, 1998. (Tese de Doutorado).

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. In: *Revista do Departamento de Geografia (USP)* n.8, p.63-74. 1994.

ROSS, J. L. S. *Geomorfologia Ambiente e Planejamento*. Editora Contexto. São Paulo, 1992.

ROSS, J.L.S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. In: *Revista do Departamento de Geografia*. São Paulo: Edusp. n.6, 17-30p. 1992.

SANTOS, L.J.C., OKA-FIORI, C., CANALI, N.E., FIORI, A.P., SILVEIRA, C.T., SILVA, J.M.F., ROSS, J.L.S. 2006. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, p. 03-11.

SILVA, T. I.; RODRIGUES, S. C. Tutorial de Cartografia Geomorfológica: ArcGIS 9.2 e Envi 4.0. *Manuais Técnicos – Revista Geográfica Acadêmica*, v.3, n.2, 2009. Disponível em <<http://www.rga.ggf.br/tutorialgeo.pdf>>. Acesso em: 22 janeiro 2010.

TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREM, 1997.