

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**Maola Monique Faria**

**Compartimentação Geomorfológica e Morfometria da Bacia do Rio  
Pomba, MG/ RJ**

Viçosa - MG  
Dezembro - 2009

**Maola Monique Faria**

**Compartimentação Geomorfológica e Morfometria da Bacia do Rio  
Pomba, MG/ RJ**

Monografia apresentada ao Curso de Geografia da  
Universidade Federal de Viçosa como pré-requisito para  
obtenção do título de bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. André Luiz Lopes de Faria

Viçosa - MG

2009

**Maola Monique Faria**

**Compartimentação Geomorfológica e Morfometria da Bacia do Rio  
Pomba, MG/ RJ**

Monografia apresentada ao Curso de Geografia da  
Universidade Federal de Viçosa como pré-requisito para  
obtenção do título de bacharel em Geografia.

A banca examinadora é composta:

---

Prof. André Luiz Lopes de Faria (Orientador)  
Universidade Federal de Viçosa

---

Prof. Carlos Ernesto G.R Schaefer  
Universidade Federal de Viçosa

---

Elpídio Inácio Fernandes Filho  
Universidade Federal de Viçosa

Viçosa - MG  
2009

*Aos meus pais, Roseni e José Ivo, que me ensinaram a essência da vida  
e o quanto é importante lutar pelos meus sonhos.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado forças para concluir essa caminhada.

Ao professor André Luiz Lopes de Faria, acima de tudo ser humano, pessoa por quem possuo grande respeito e admiração, a quem devo mais do que a metade do que sou no âmbito acadêmico, pela amizade, competência com que orientou esta pesquisa e pelos anos de ensinamentos acerca da Geografia Física.

Aos professores Carlos Ernesto e Elpídio pelos preciosos conselhos e orientações.

Ao Fábio, pela amizade, conselhos, orientações e indicações.

Ao “Quinteto Fantástico” (Nana, Karol, Eláine, Raquelzinha e Josinha) e ao “trio parada dura” (Vanderson, Dudú e Guga), a “família 631” (Mari, Flávia e a recém chegada Laís) e, ao Gregó, pela amizade certa nas horas incertas, pelas palavras de estímulo, compreensão das minhas ausências em alguns momentos importantes e preocupação nos períodos mais difíceis dos momentos acadêmicos.

A Eliana, pelas orientações e esclarecimentos acerca do geoprocessamento. E acima de tudo, pelo carinho e preocupação.

A Claudinha, secretária da Pós-Graduação do DPS, pela amizade e conselhos.

Ao Giovanni que me ajudou na hora do desespero para terminar os mapas desta pesquisa.

Ao Felipe Simas pelas correções e dicas.

A equipe responsável pelo mapeamento de solos da bacia do Rio Paraíba do Sul por ter cedido os seus resultados.

Aos meus pais, Roseni e José Ivo, pelo apoio, zelo e paciência nos momentos mais complicados nessa etapa da minha vida. Obrigada por terem acreditado em mim e em meus sonhos.

A minha irmã Raiza, pela compreensão e carinho durante essa etapa.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para esta longa jornada.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01: Localização e abrangência da Bacia do Rio Pomba .....</b>	<b>3</b>
<b>Figura 02: Unidades Taxonômicas propostas por Ross (1992).....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 03: Mapa de declividade da Bacia do Rio Pomba .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 04: Unidades Geomorfológicas da Bacia do Rio Pomba.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 05: Perfil topográfico do talvegue do Rio Pomba .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 06: Mapa geológico da Bacia do Rio Pomba .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 07: Mapa solos da Bacia do Rio Pomba .....</b>	<b>42</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 01: Cartas Planialtimétricas do IBGE (2001) utilizadas .....</b>	<b>16</b>
<b>Quadro 02: Classes de Declividade (Embrapa, 1999) .....</b>	<b>23</b>
<b>Quadro 03: Classes de Declividade geradas pela pesquisa .....</b>	<b>24</b>
<b>Quadro 04: Densidade de drenagem das unidades geomorfológicas .....</b>	<b>25</b>
<b>Quadro 05: Altitude e amplitude altimétrica das unidades geomorfológicas .....</b>	<b>26</b>
<b>Quadro 06: Área de cada classe de declividade segundo classificação Embrapa (1999) .....</b>	<b>27</b>
<b>Quadro 07: Porcentagem de cada classe de declividade (Embrapa, 1999) .....</b>	<b>27</b>
<b>Quadro 08: Área de cada classe de declividade segundo classificação gerada pela pesquisa .....</b>	<b>28</b>
<b>Quadro 09: Porcentagem de cada classe de declividade segundo classificação da pesquisa .....</b>	<b>28</b>

## Resumo

O relevo terrestre é caracterizado, de um modo geral por formas erosivas, pediplanadas, dissecadas, côncavas e convexas, sendo que essas podem apresentar variações ou estarem combinadas umas com as outras. Essas são resultante das diferentes estruturas que o embasam e das influências climáticas. Sua evolução se tornou motivo de interesse para o mundo científico em função da necessidade do entendimento das formas e processos atuantes e sua relação com o gerenciamento e planejamento dos espaços. A importância da compartimentação do relevo encontra-se no subsídio que esta oferece para o entendimento, o planejamento e gestão dos diversos usos e ocupação do solo durante um determinado tempo histórico, contribuindo para minimizar seus efeitos negativos. A presente pesquisa tem como objetivo geral identificar e descrever as principais formas de relevo presentes na área da bacia hidrográfica do Rio Pomba, MG/RJ, como subsídio aos processos de planejamento e gestão. Na geração dos mapas foi utilizado como base de dados as cartas de hidrografia geradas pelo IBGE (2001) e Modelo Digital de Elevação (MDE) SRTM. Para auxiliar na classificação das formas de relevo foram utilizados os seguintes parâmetros morfométricos: padrão de drenagem, densidade de drenagem, altitude e amplitude altimétrica, declividade geral e orientação. Além disso, utilizou-se as classes de solo para auxiliar na definição das formas de relevo. A bacia do Rio Pomba encontra-se inserida sobre o conjunto de falhas denominando de Domínio das Faixas de Dobramentos Remobilizados. Estas a partir da reativação tectônica deram origem as cinco unidades geomorfológicas da bacia: Serra da Mantiqueira; Planaltos Dissecados do Centro – Sul e leste de Minas; Depressão do Rio Xopotó; Depressão do Rio Pomba, e; Terraços Fluviais e Planícies Fluviais Atuais do Rio Pomba. No Complexo da Serra da Mantiqueira o Rio Pomba e seus afluentes apresentam talvegue retilíneo, com vales encaixados, apresentando declividades características de relevo ondulado. Os Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas são caracterizados pela atuação da dissecação fluvial sobre rochas pré-cambrianas dando origem a colinas e cristas com altitudes variando de 1000 m a 1200 m e a vales encaixados com altitude variando de 750 m a 800 m, sendo que suas formas são típicas de relevo originado de superfície de degradação. A Depressão do Rio Xopotó apresenta formas típicas do domínio de “mares-de-morro”, apresentando declividades características de relevo suavemente ondulado. A Depressão do Rio Pomba se caracteriza por ter topos de morros mais arredondados, colinas suaves e vales em U. As formas de relevo juntamente com a drenagem, com um caráter mais retilíneo, fazem com que a região demonstre um caráter nitidamente apalacheano. As declividades dessa região são características de relevo ondulado. Os Terraços Fluviais e Planícies Fluviais Atuais do Rio Pomba têm suas formas originadas a partir do processo de acumulação atual ou subatual do Rio Pomba. Suas declividades são características de relevo plano. Na Bacia do Rio Pomba, há o predomínio dos Latossolos e Argissolos.

**Palavras-chave:** Bacia do Rio Pomba, Unidades Geomorfológicas, Morfometria

## ABSTRACT

The land relief is characterized, in general the forms of erosion, pediplanadas, dissected, concave and convex, and these may vary or be combined with each other. These are resulting from the different structures that underlie and climatic influences. Its evolution has become a matter of interest to the scientific world due to the need of understanding the forms and processes active and its relation to the management and planning of the spaces. The importance of the subdivision relief is in the subsidy it offers for understanding, planning and management of various uses and land for a certain historical time, helping to minimize its negative effects. This research aims at identifying and describing the main forms of relief present in the area of river basin Pomba, MG / RJ, as an aid to planning processes and management. In the generation of maps was used as a database of hydrographic charts generated by the IBGE (2001) and Digital Elevation Model (DEM) SRTM. To assist in the classification of landforms were used the following morphometric parameters: drainage pattern, drainage density, altitude and range altitude, slope and general guidance. In addition, we used the soil classes to assist in defining the forms of relief. The Pigeon River basin is included on the set of failures styling Domain Fold Belt of remobilized. Those from the reactivation tectonics resulted in the five geomorphological units of the basin to the Mantiqueira; Dissected Plateaus Center - South and east of the state; Depression River Xopotó; Depression River Dove, and; River Terraces and Plains River Current River Dove. In the complex of the Mantiqueira the River Dove and its tributaries have thalweg straight, with valleys, with slopes undulating topography. The Dissected Uplands of South-Central and East Mine are characterized by fluvial dissection of the role of pre-Cambrian rocks giving rise to hills and ridges with altitudes ranging from 1200 m and 1000 m deep valleys with elevation ranging from 750 m 800 m, and their shapes are typical of surface relief caused degradation. Depression of Rio Xopotó shows typical forms of the domain of "sea-of-hill", showing topography slopes gently undulating. The Depression of the River Dove is characterized by having the tops of hills more rounded, gentle hills and valleys in U. The forms of relief along with drainage, with a more straight, make the region clearly shows a character apalacheano. The slope of this region are characteristic of wavy relief. The River Terraces and Plains River Current River Dove forms have originated from the process of accumulation or current subatual River Dove. Its slopes are the relief plan. In River Basin Pomba, there is a predominance of Latosoils and Argisoils.

**Key-words:** River Pomba, Geomorphological Units, Morfometry

## SUMÁRIO

Agradecimentos-----	v
Lista de Figuras-----	vi
Lista de Quadros-----	vii
Resumo-----	viii
Abstract-----	ix
Sumário-----	x
<b>1. INTRODUÇÃO-----</b>	<b>1</b>
1.1. Localização e caracterização da área de estudo-----	2
1.2. Condicionantes Regionais do Relevo da bacia do Rio Pomba (MG/ RJ) - -----	4
1.3. Unidade Morfoestrutural da Bacia do Rio Pomba-----	6
<b>2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICA-----</b>	<b>8</b>
2.1. A ciência geomorfológica-----	8
2.2. A evolução das formas de relevo-----	9
2.3. A importância da bacia hidrográfica como unidade de estudo-----	11
2.4. Compartimentação geomorfológica e o desenvolvimento das técnicas de geoprocessamento-----	13
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS-----</b>	<b>15</b>
3.1. Elaboração da base cartográfica e obtenção do mapa geomorfológico-- -----	15
3.2. Mapeamento Geomorfológico-----	17
3.3. Os índices morfométricos-----	21
3.3.1.    Densidade de drenagem-----	22
3.3.2.    Altitude e amplitude altimétrica-----	22
3.3.3.    Declividade geral-----	23
3.3.4.    Orientação-----	24

<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>25</b>
<b>4.1. Morfometria da Bacia do Rio Pomba</b>	<b>25</b>
4.1.1. Densidade de drenagem	25
4.1.2. Altitude e amplitude altimétrica	26
4.1.3. Declividade geral	26
4.1.4. Orientação da Vertente	31
<b>4.2. Compartimentação Geomorfológica da Bacia do Rio Pomba e características geológicas</b>	<b>31</b>
4.2.1. Serra da Mantiqueira	35
4.2.2. Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas	36
4.2.3. Depressão do Rio Xopotó	37
4.2.4. Depressão do Rio Pomba	38
4.2.5. Terraços Fluviais e Planícies Fluviais Atuais do Rio Pomba	39
<b>4.3. As Principais Classes de Solos da Bacia do Rio Pomba</b>	<b>40</b>
4.3.1. Latossolos Vermelho-Amarelos	43
4.3.2. Argissolos Vermelho-Amarelos	43
4.3.3. Neossolos Litólicos	44
4.3.4. Cambissolos	44
<b>5. CONCLUSÕES</b>	<b>45</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>47</b>

## 1. Introdução

“A realidade aparece diferente segundo a escala das cartas, segundo os níveis de análise” (Y. Lacoste)

O relevo terrestre é caracterizado, de um modo geral por formas erosivas, pediplanadas, dissecadas, côncavas e convexas, sendo que essas podem apresentar variações ou estarem combinadas umas com as outras. Essa heterogeneidade de feições de relevo é resultante das diferentes estruturas que o embasam e das influências climáticas, ao longo de um determinado período de tempo geológico. A evolução se tornou motivo de interesse para o mundo científico em função da necessidade do entendimento dos processos atuantes e sua relação com o gerenciamento e planejamento dos espaços.

Ross (1990) afirma que o relevo é “parte importante do palco, onde o homem como ser social, pratica o teatro da vida” (p.10). Assim, os estudos geomorfológicos são importantes colaboradores, já que é sobre o relevo que se dão as relações humanas e naturais.

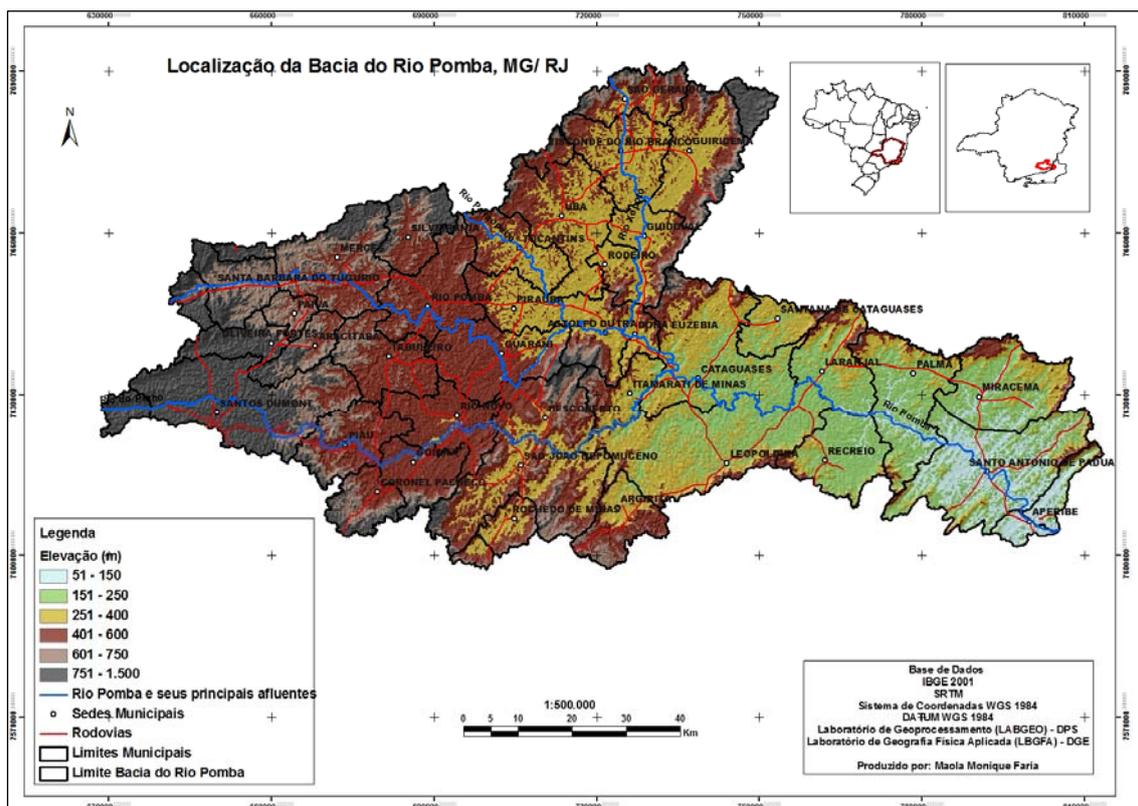
Com o desenvolvimento dos recursos computacionais e das técnicas de sensoriamento remoto, a elaboração de modelos de evolução do relevo passaram a ter mais precisão e mais coerência com a realidade do terreno. Os modelos digitais de terreno passaram a conter vetores de fluxo de energia e matéria, litologia, vegetação, além de articular segmentos dependentes, como por exemplo, solos e áreas que sofrem antropização. Meireles; e Vicente da Silva (2002) colocam que a cada elemento formador do sistema das feições do relevo com seus diversos componentes físicos, bióticos e geológicos relacionam-se entre si e com os demais fatores formadores do ambiente, dentro de um sistema de trocas constantes e de complexa hierarquia que possui funções aglutinadoras e dissipadoras de energia e de matéria. A detecção e quantificação desses fluxos, que estruturaram e modelaram as feições durante o tempo e o espaço contribui para uma melhor identificação do modelado resultante destes.

Dessa forma, compartimentar o relevo tornou-se uma atividade beneficiada pelo desenvolvimento tecnológico. Sua importância encontra-se no subsídio que esta oferece para o entendimento, o planejamento e gestão dos diversos usos e ocupação do solo durante um determinado tempo histórico, contribuindo para minimizar seus efeitos negativos..

Assim, a presente pesquisa tem como objetivo geral identificar e descrever as principais formas de relevo presentes na área da bacia hidrográfica do Rio Pomba, MG/RJ, como subsídio aos processos de planejamento e gestão.

### 1.1. Localização e caracterização da área de estudo

A bacia do rio Pomba é um importante afluente do rio Paraíba do Sul. Sua nascente está localizada no município mineiro de Santa Bárbara do Tugúrio, a uma altitude de 1200 m, sendo que sua foz está localizada no município de Cambuci, no estado do Rio de Janeiro. A bacia em questão abrange 39 municípios dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro (**Figura 01**), sendo sua população total em torno de 600.00 habitantes (CEIVAP, 2006).



**Figura 01:** Localização e abrangência da Bacia do Rio Pomba

O clima predominante na porção superior da bacia, segundo a classificação de Köppen, é o Cwb, tropical de altitude e no restante é o Cwa, tropical quente úmido. Os principais tipos de solos são os Argissolos, os Latossolos e os Cambissolos.

Antes da alteração humana sofrida pela bacia, em sua área predominava a Floresta Estacional Semidecidual, mas atualmente, segundo CEIVAP (2006) tem-se na área as seguintes formações: 6% capoeira, 3% florestas, 86% pastagens, 2% área de cultivo e 3% outros usos. Em relação às matas que recobriam a área, Valverde (1958), ao estudar a região da Zona da Mata Mineira, afirma que “por toda parte, o homem substitui o manto escuro das florestas pelo pasto claro e aveludado do capim-gordura” (p.6)

Segundo o CEIVAP (2006) os principais usos identificados na área da bacia são a agropecuária, cultivos, indústria de móveis, indústria de polpa de frutas, geração de energia elétrica, abatedouros e mineração.

## **1.2. Condicionantes Regionais do Relevo da bacia do Rio Pomba (MG/ RJ)**

Segundo o Projeto RADAMBRASIL (1983) a área das folhas SF 23/ 24 Rio de Janeiro/ Vitória, onde se encontra inserido o território da bacia do Rio Pomba apresenta uma diversificação de formas, recobertas por feições originadas no Quaternário. Estas se originaram de importantes eventos tectônico-estruturais ocorridos na área, associados aos condicionantes litológicos e aos fatores paleoclimáticos.

Dessa forma, têm-se na parte central e centro-norte da área de estudo, áreas que se apresentam menos perturbadas, resultando em relevos de dissecação homogênea conjugados com aplainamentos. Resquícios das cadeias dobradas foram submetidos à orogênese, resultando em feições pseudo-apalachianas e maciços cristalinos, que fazem com que o relevo demonstre estruturas orientadas, perturbadas por tectonismo formando, assim, horsts e grabens (RADAMBRASIL, 1983). Em relação essa área Raposo; *et al* (2009) coloca que

*As terras altas correspondem a um relevo de colinas dissecadas, com vertentes côncavo-convexas e topos alongados, havendo o predomínio de amplitudes topográficas entre 100 e 200m e gradientes médios a elevados. Nessa porção, apresenta-se a associação de latossolos vermelho-amarelos distróficos e distroféricos a latossolos vermelhos distróficos e, pontualmente, a argissolos vermelhos. As terras baixas correspondem a um relevo de colinas pouco dissecadas, com vertentes côncavo-convexas e topos arredondados com ocorrência de topos alongados associados à foliação dos ortognaisses, havendo o predomínio de amplitudes topográficas inferiores a 100m e gradientes médios ou suaves, associados ao Complexo Juiz de Fora. Nessa porção, apresentam-se argissolos vermelho-amarelos, argissolos vermelhos e depósitos aluviais cenozóicos. O terceiro compartimento corresponde ao escarpamento, sendo caracterizado pela presença de facetas residuais assimétricas em sua porção ocidental e pela inexistência dessas na porção oriental, sendo recoberta por neossolo litólico e tendo amplitude topográfica entre 350 e 550m.*

Os relevos em estruturas metassedimentares dobradas, acompanhados de intrusões, “são vistos como anticlinais esvaziadas e sinclinais suspensas, caracterizando elevadas serras e altiplanos, testemunhos da ação erosiva que originou superfícies de aplainamento” (RADAMBRASIL, 1983, p. 309). Já as litologias paleozóicas apresentam-se morfologicamente desgastadas pela ação erosiva, apresentando, ainda, marcas das flutuações paleoclimáticas e variações eustáticas.

Os Blocos da Serra da Mantiqueira existentes na área podem ser caracterizados como sendo

*Um agrupamento de serras alongadas em direção principal SSW – NNE. Esses relevos apresentam invariavelmente uma dissimetria marcada, sendo a face exposta a SE ou SW sempre a mais íngreme e desnuda. Os basculamentos desses blocos tectônicos para NW ou NE constituem a tônica principal da morfologia (SAADI, 1991, p. 69)*

Ao falar especificamente das formas de relevo encontradas no território da bacia do Rio Pomba, pode-se afirmar que este é caracterizado por uma depressão escalonada, controlada pelas falhas do sistema Serra da Mantiqueira (SAADI, 1991), onde sua morfologia está ligada ao controle climático. Sua altitude possui cotas que variam de 100 metros a 700 metros aproximadamente, à medida que se aproxima da Serra da Mantiqueira (RADAMBRASIL, 1983). Em seu território encontram-se residuais da Unidade de Alinhamentos de Cristas do Paraíba do Sul, que se encontra junto aos seus limites.

Na parte oeste da bacia, junto as Serras da Zona da Mata Mineira, seus altos vales dissecam transversalmente os lineamentos desta formação, originando, assim, patamares e gargantas.

Sua litologia, predominantemente, pertence ao Pré-Cambriano Inferior a Médio: onde “migmatitos associados a gnaisses, metabasitos, xistos, gnaisses charnoquíticos e rochas granulíticas” (RADAMBRASIL, 1983, p. 342) integrantes do Complexo Barbacena. Nas áreas que apresentam essa litologia desenvolvem-se feições dissecadas homogeneamente, com densidades variando de fina a média, com profundidade variando de 41 a 127 metros (RADAMBRASIL, 1983). Há ainda formas de dissecação diferencial, com uma variação de 115 a 156 metros de profundidade (RADAMBRASIL, 1983).

Junto a essas formas, principalmente junto às mais dissecadas, desenvolveram-se predominantemente duas classes de solo: Latossolos e Argissolos, recobertos por remanescentes de Floresta Semidecidual.

Ao se observar o percurso do Rio Pomba, nota-se que ao sair de sua cabeceira, localizada na Serra da Mantiqueira, em direção a foz, há a formação de uma extensa depressão, com acentuada erosão remontante (RADAMBRASIL, 1983). A diferença entre gradiente da cabeceira e a foz é superior a 500 metros, o que permite a dissecação de litologias e estruturas diversas no vale do Paraíba do Sul.

### **1.3. Unidade Morfoestrutural da Bacia do Rio Pomba**

A evolução desta unidade encontra-se ligada a um conjunto de aplainamentos sucessivos que “foram interrompidos por repetidos soerguimentos, cada soerguimento tendo basculado a região em direção ao norte segundo um antigo eixo de elevação máxima orientado em direção que varia de les-nordeste à oeste-sudoeste” (KING, 1956, p. 56)

Esse basculamento da região ocasionou a formação de um conjunto de falhas denominando de Domínio das Faixas de Dobramentos Remobilizados. Estas Faixas caracterizam-se pelas

*Evidências de movimentos crustais, com marcas de falhas, deslocamentos de blocos e falhamentos transversos, impondo nítido controle estrutural sobre a morfologia atual. Este controle estrutural*

*pode ser evidenciado pela observação das extensas linhas de falha, escarpas de grandes dimensões e relevos alinhados, coincidindo com os dobramentos originais e/ou falhamentos mais recentes, que por sua vez atuaram sobre antigas falhas. Os processos morfoclimáticos que têm submetido todo o conjunto não obliteraram os traços das estruturas primárias (RADAMBRASIL, 1983, p. 333).*

A origem dessas falhas, de caráter compressional, encontra-se no final do Ciclo Brasileiro, que com a reativação tectônica, denominada Reativação Wealdeniana por Almeida (1969, *apud* RADAMBRASIL, 1983) do início do Mesozóico que deram início à formação das principais feições de relevo da área, sendo acentuados os traços principais das formas atuais (RADAMBRASIL, 1983).

A Reativação Wealdeniana correspondeu

*A uma organização estrutural da plataforma e manifestou-se com o arqueamento de algumas áreas, movimentação de blocos, reativação de antigas fraturas, formação de fossas e aumento da atividade magmática intrusiva. Destacam-se como exemplos da fase inicial da reativação as intrusões de Itatiaia e Passa-Quatro, ilha de São Sebastião e o Maciço do Tinguá (RADAMBRASIL, 1983, p. 348).*

A reativação perdurou até o final do Terciário, sendo que a sua última fase ocasionou um conjunto de deslocamentos verticais que resultaram na formação do vale do Paraíba do Sul e nas escarpas das serras do Mar e da Mantiqueira. No Quaternário as atividades tectônicas cessam e a área passa por uma fase de estabilidade tectônica. Durante esta estabilidade, a paisagem passou por um processo de esculturação das superfícies de erosão, que foram intensamente dissecadas conforme a ocorrência de novas fases ascensionais (RADAMBRASIL, 1983). Em relação ao processo de reativação tectônica King (1956) afirma que os ciclos do Terciário foram marcados pelo entalhamento e abertura de vales, como os produzidos pelo Rio Paraíba, que destruíram a maior parte do planalto originado durante o ciclo Sul-Americano.

## 2. Revisão bibliográfica

### 2.1. A ciência geomorfológica

Na busca constante de entendimento das várias formas da superfície terrestre, nas suas diferentes escalas espaciais e temporais, a ciência geomorfológica, segundo Guerra (2003), associa conhecimentos de vários campos do saber, como a Pedologia, a Climatologia, a Geologia, a Biogeografia, dentre outros, para uma maior compreensão da gênese e evolução do relevo.

Caseti (2008) afirma que a geomorfologia é um conhecimento específico e sistemático que objetiva analisar as formas do relevo, buscando um entendimento de sua evolução e funcionamento. Complementa afirmando que a geomorfologia “constitui importante subsídio para a apropriação racional do relevo, como recurso ou suporte, considerando a conversão das propriedades geoecológicas em sócio-reprodutoras” (CASSETI, 2008).

Segundo Chrstofoletti (1980) encontra-se implícito no conhecimento geomorfológico a idéia de que as formas terrestres evoluem como resultado da

*Influência exercida pelos processos morfogenéticos. Nessa perspectiva, a paisagem morfológica que percebemos e analisamos é apenas uma etapa inserida em longa sequência de fases, passadas e futuras. As experiências em modelos reduzidos, a observação da ação marinha sobre as praias, a da ação pluvial sobre as vertentes, a do material carregado pelos rios são alguns dos pontos que assinalam a ativa esculturação das formas de relevo (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 158)*

Diante disso, diferentes teorias acerca da evolução do modelado terrestre vêm sendo formuladas desde o século XVIII, advindas substancialmente das concepções geológicas, que representavam a tendência naturalista. Esta esteve vinculada aos interesses do sistema de produção vigente, onde o “utilitarismo” era o principio básico (CASSETI, 2008).

Atualmente a geomorfologia tem se preocupado, além dos estudos referentes a forma e processo, com o aprofundamento das discussões que envolvem a cartografia geomorfológica e os processos de estabilidade da Vertente.

Neste contexto, os estudos caminham em direção à produção de conhecimento para os processos de Planejamento e Gestão do Espaço Geográfico.

## 2.2. A evolução das formas de relevo

A superfície terrestre é modelada por um conjunto de processos/ ações erosivas e deposicionais, que são conhecidas como agentes modeladores do relevo. Pode-se afirmar que a evolução das feições do relevo terrestre é resultante da ação de um conjunto de forças contrárias: os agentes internos, comandados pelo comportamento litoestratigráfico e pelas implicações de natureza tectônica, isto é, pela estrutura (CASSETTI, 2008); e pelos agentes externos, onde as características climáticas possuem fundamental importância, estando relacionadas com os mecanismos morfogenéticos. Ressalta-se que a atuação dessas forças no modelado do relevo depende não só da intensidade dos mesmos, mas também de sua duração e da variação climática.

A esculturação das superfícies de aplainamento esteve sujeita à variação climática (intercalação de períodos úmidos e secos) dentro dos diversos ciclos geológicos do planeta. Acerca disso, Passos e Bigarella (2001) colocam que pesquisas realizadas durante os anos de 1960 acerca das mudanças climáticas planetárias contribuíram para a “interpretação das formas de relevo, bem como para o conhecimento dos processos envolvidos na sua morfodinâmica” (p. 108).

A partir desses estudos, os modelos de evolução do relevo propostos passaram a ser embasados nas relações existentes entre o relevo, a geologia e o clima, assim como a interação desses com “o intemperismo, os solos (pedogênese), erodibilidade, dinâmica fluvial, nível dos oceanos e com a distribuição de biocenoses” (PASSOS; e BIGARELLA, 2001, p. 108).

Dessa forma, “a relação entre estrutura e clima deve ser vista numa perspectiva integrada, da mesma maneira que os componentes que participam de cada um desses parâmetros” (CASSETI, 2008). Por exemplo, em ambientes úmidos, a (re) organização da drenagem provoca o entalhamento dos rios e, conseqüentemente, a evolução do relevo através do intemperismo químico. Já em ambientes secos há a tendência de se originar relevos planos, tabulares através da atuação do intemperismo físico. Portanto, pode-se afirmar que fica

*Configurada a interpenetração de processos contrários no relevo, onde a tendência de um determinado domínio morfoclimático em impor suas marcas, à custa da degradação de formas elaboradas no passado, acaba culminando com evidências morfológicas e cronodeposicionais relacionadas*

*tanto aos processos atuais, subatuais como paleoclimáticos. (CASSETI, 2008).*

Além disso, tais modelos de evolução são baseados na compartimentação topográfica, correspondente,

*À individualização de um conjunto de formas com características semelhantes, o que leva a se admitir que tenham sido elaboradas em determinadas condições morfogenéticas ou morfoclimáticas que apresentem relações litoestratigráficas ou que tenham sido submetidas a eventos tectodinâmicos (CASSETTI, 2008).*

Segundo Casseti (2008); Passos e Bigarella (2001) o modelado do relevo atual é resultante da combinação de eventos paleoclimáticos com os tectônicos em determinadas categorias estruturais, isso permite que haja a identificação de semelhanças ou similitudes entre as formas o que acarreta a compartimentação do relevo independentemente da escala de estudo.

Uma das referências, segundo Casseti (2008), para o estudo da compartimentação do relevo são as unidades taxonômicas espaciais e temporais que permitem analisar as feições de relevo semelhantes com seus típicos modelados. Um desses modelos foi organizado por Ross (1992), que elaborou níveis taxonômicos de estudo do relevo baseado em trabalho do IBGE (1995). Ross (1992) propôs três níveis taxonômicos, onde o terceiro seria o das unidades morfológicas ou os padrões de feições semelhantes, que correspondem a áreas de menor extensão territorial que possuem determinadas formas, “que guardam entre si elevado grau de semelhança, quanto ao tamanho de cada forma e ao aspecto fisionômico” (Ross, 1992).

No caso da análise da evolução do relevo nos limites de uma bacia hidrográfica, no caso a Bacia do Rio Pomba, pode-se observar “uma relação direta entre o grau de dissecação do relevo e a densidade de drenagem, o que se reflete no grau de declividade e no jogo das componentes morfogênese-pedogênese” (CASSETI, 2008). Pois ao compartimentar o relevo deve-se considerar tanto a influência da estrutura geológica quanto dos processos morfogenéticos. Já as desigualdades litológicas e tectônicas imprimem-se no modelado como um todo do relevo, a partir da ocorrência da erosão diferencial provocada pela atuação dos agentes climáticos.

Na bacia em estudo, esta característica evidencia-se pelo fato de suas formas serem originadas a partir da dissecação, ocorrida durante o Terciário e o Quaternário, da Província da Serra da Mantiqueira. Esta, através dos sucessivos períodos de erosão originou os Planaltos Dissecados. Estes, a partir também dos eventos erosionais e da dissecação realizada pelo Rio Pomba e seus afluentes, deram origem à Depressão do Rio Paraíba do Sul.

### **2.3. A importância da bacia hidrográfica como unidade de estudo**

No contexto da crise sofrida pelo Estado brasileiro, ao fim do século XX, há uma transformação da antiga lógica de políticas públicas. Os arcabouços técnicos do passado são abandonados e se passa a recolher investimentos democratizantes. Tais modificações fizeram com que o Estado perdesse seu papel fundamental no âmbito econômico. Em função da nova configuração adquirida pelo Estado foram implementados, nos anos posteriores, diversos projetos centrados no manejo e na conservação dos recursos naturais, que tiveram o apoio do estado. Temos que:

*Genericamente, as principais características destes novos projetos, entre outros aspectos destacados, foram a “descentralização” das ações, distribuindo responsabilidades aos diferentes atores e a crescente “participação” dos beneficiários, o que permitiu maior transparência tanto nas decisões como nas ações e, também, a incorporação de diversos componentes de cunho ambiental. (OLIVEIRA, 2004, p. 5)*

Essas políticas que foram implementadas e as outras formas de intervenção governamental nos recursos naturais, com o passar do tempo começaram a apresentar lacunas em seus resultados. Como medida para preencher estas lacunas introduziu-se, nas políticas de intervenções, o conceito de bacias hidrográficas, que segundo São Paulo (1989) é representado pelo conjunto das terras drenadas por um rio e seus afluentes. Tal conceito “permite conhecer e avaliar seus diversos componentes e os processos e interações que nela ocorrem. A visão sistêmica e integrada do ambiente está implícita na adoção desta unidade fundamental” (BOTELHO e SILVA, 2004, p. 153). Isto se dá devido ao fato de que as pesquisas das redes fluviais possuem significância relevante na Geomorfologia e os cursos de água têm papel significativo na esculturação das feições de relevo, como pode ser observado na formação da Depressão do Rio Paraíba do Sul.

Além disso, a bacia hidrográfica permite que se avalie de forma integrada a ação humana sobre o ambiente. Assim, a qualidade ambiental dessa unidade é variável no tempo e no espaço, sendo dependente das demandas e usos dos recursos naturais por parte das sociedades, marcadas econômica e culturalmente de formas variadas (BOTELHO e SILVA, 2004). Tolledo e Dias (2005) afirmam que a bacia hidrográfica constitui-se na mais adequada unidade de planejamento para uso dos recursos naturais, pois tem seus limites imutáveis dentro do horizonte de planejamento humano, o que favorece o acompanhamento das alterações naturais introduzidas pelo homem no que se refere ao uso e ocupação do solo.

Segundo Pissarra *et al* (2005), a análise das questões ambientais, considerando a bacia hidrográfica como parte do planejamento de avaliação dos aspectos de uso e degradação do solo, possui grande importância no contexto técnico-científico.

A rede de drenagem fluvial configura-se nas cartas topográficas, arranjos que retratam a estrutura geológica e a evolução morfológica do território da bacia. Essa evolução se reflete no padrão de drenagem básico – dendrítico, treliça, paralelo, retangular, radial, anelar – e na combinação desses padrões. A bacia do Rio Pomba apresenta uma combinação destes padrões de drenagem, sendo que o dendrítico e o retangular são os dominantes. O padrão de drenagem dendrítico é encontrado naquelas áreas onde o relevo apresenta formas mais dissecadas, como a mamelonar. Já o retangular é encontrado nas áreas mais elevadas da depressão do Rio Paraíba do Sul.

Assim, pode-se afirmar que o estudo do território da bacia hidrográfica surge como saída para a implementação de ações de recuperação ambiental. Isso ocorre, como afirmam Guerra e Cunha (1996), em função das bacias hidrográficas serem consideradas excelentes unidades de gestão dos elementos naturais e sociais, sendo assim possível o monitoramento das mudanças introduzidas pelo homem. No caso da bacia do Rio Pomba, o monitoramento destas mudanças torna-se fundamental pelo fato dessa abrigar em seu território 39 municípios, cada qual com suas economias e atividades. Sendo que a agropecuária é uma das atividades que se destacam, apesar do pleno desenvolvimento da área industrial. Assim, o presente estudo será fundamental para subsidiar ações visando à implementação de um plano de manejo para a bacia.

Os estudos e as caracterizações envolvendo a bacia hidrográfica, apesar de não ser um ramo novo de pesquisa, vêm evoluindo juntamente com as novas tecnologias, como por exemplo, a utilização de Sistemas de Informação Geográfica. As ferramentas contidas nos diversos componentes de um SIG nos permitem a execução de diversos estudos, dentre eles a análise morfométrica de bacias hidrográficas, que pode ser definido como a análise quantitativa das interações entre a fisiografia e a sua dinâmica hidrológica. Estes estudos permitem um conhecimento da dinâmica fluvial, bem como as relações existentes entre ela e os diversos componentes do meio físico e biótico de uma bacia.

Para Santos (2001) os Sistemas de Informações Geográficas podem ser definidos como um conjunto de técnicas computacionais que operam sobre uma base de dados integrada. Segundo Coelho (2007), estas técnicas possibilitam “a execução de análises e cálculos que variam desde a álgebra cumulativa (operações tipo soma, subtração, multiplicação, divisão, entre outras) até álgebra não cumulativa (operações lógicas)”, permitindo a elaboração de mapas temáticos que asseguram a essa tecnologia um grande potencial no auxílio a implementação de planos integrados de manejo do solo e da água.

#### **2.4. Compartimentação geomorfológica e o desenvolvimento das técnicas de geoprocessamento**

Durante sua evolução o homem aumentava seu conhecimento em relação ao relevo à medida que suas necessidades exigiam. Assim, sua curiosidade em relação às feições de relevo aumentava à medida que ele ocupava e explorava os recursos provenientes do solo. Dessa forma, o homem pode, graças a seu raciocínio e suas observações, estabelecer conexões entre as formas de relevo, os processos geradores das mesmas, sua evolução e o significado e importância das mesmas no contexto ambiental (MARQUES, 2001). Portanto, a evolução das formas de relevo tornou-se motivo de interesse para o mundo científico devido ao fato de que estas corroboram para o gerenciamento e planejamento dos espaços.

Borges (2008) concebe compartimentação geomorfológica como sendo a “individualização geográfica da área de estudo e o domínio de formas em cada compartimento identificado, presumindo-se assim, uma análise horizontal. (p. 8). A

autora afirma que estudar o relevo a partir da compartimentação geomorfológica torna possível a realização da análise da

*Individualização geográfica da área de estudo e o domínio de formas em cada compartimento identificado; o entendimento da evolução do relevo e a compreensão da ação dos processos morfodinâmicos por meio da dinâmica climática atual, momento em que o homem atua como modificador da paisagem (BORGES, 2008, p. 9)*

Rodrigues e Brito (2000) afirmam que o aprimoramento dos sistemas computacionais, através da criação de equipamentos mais potentes e softwares mais maleáveis e completos, possibilitam a associação entre “a interpretação geomorfológica tradicional às técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento que permitem uma rápida execução de um mapa geomorfológico” (p. 1).

Geoprocessamento é concebido como sendo

*O conjunto de tecnologias destinadas a coleta e tratamento de informações espaciais, assim como o desenvolvimento de novos sistemas e aplicações envolvendo: a cartografia digital; o processamento digital de imagens; e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (FERREIRA, 2008, p. 4)*

Com o desenvolvimento das técnicas de geoprocessamento, a compartimentação geomorfológica passou a ser mais precisa e mais coerentes com a realidade do terreno. Isso ocorre devido ao fato dessas técnicas facilitarem o exercício de integração e espacialização dos dados (BORGES, 2008). Leal *et al* (2003) afirmam que as técnicas de geoprocessamento favorecem a redução da subjetividade na metodologia de análise e possibilitam, também, a obtenção de trabalhos quantitativos e qualitativos das feições da paisagem através de modelos.

A compartimentação geomorfológica elaborada a partir das técnicas de geoprocessamento pode embasar a descrição dos complexos processos que atuam na formação da paisagem “em certos níveis de relação, simplificação, generalização e abstração, porque permite a integração dos diferentes elementos formadores da paisagem que contribuem para a modelagem do relevo como a geologia, os solos, entre outros” (BORGES, 2008 p. 11).

### 3. Materiais e métodos

#### 3.3. Elaboração da base cartográfica e obtenção do mapa geomorfológico

Primeiramente, foi realizado levantamento bibliográfico sobre o mapeamento geomorfológico e a compartimentação do relevo da área de estudo.

Para auxiliar na classificação das formas de relevo foram utilizados o padrão de drenagem, densidade de drenagem, altitude e amplitude altimétrica, declividade geral, orientação, altitude, a amplitude e a declividade, parâmetros morfométricos definidos por Christofolletti (1981). Além disso, as classes de solo existentes foram utilizadas como indicador cronológico das formas.

Ressalta-se que a elaboração de uma base de dados consistente e em escala adequada é o primeiro passo para qualquer tipo de análise em ambiente computacional utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. No presente estudo a elaboração dessa foi um dos principais desafios enfrentados, pois as cartas do IBGE que recobrem a área apresentavam suas drenagem invertida e rios com margens duplas. Estes tiveram que ser corrigidos para a elaboração dos mapas. Além disso, as cartas planialtimétricas desse órgão não trazem cotados os valores das curvas de nível. Por isso, optamos por utilizar o MDE SRTM na confecção do Modelo Digital de Elevação (MDE). Portanto, o presente estudo além de servir de subsídio para o planejamento da bacia do Rio Pomba, propiciou a elaboração de uma base de dados para esta bacia, que ficará disponível no Laboratório de Geoprocessamento (LABGEO – DPS) e no Laboratório de Geografia Física Aplicada (LBGFA – DGE), ambos na Universidade Federal de Viçosa.

Além disso, destaca-se a importância da compartimentação do relevo como subsídio para o planejamento do uso e a ocupação do modelado durante um determinado tempo histórico. Já que ao se planejar os usos e ocupações das formas de relevo possibilita-se a redução dos impactos ambientais. No presente trabalho esta compartimentação foi fundamental para a distinção das morfoesculturas presentes na bacia em estudo.

Para a construção dos mapas foram utilizadas as cartas de hidrografia geradas pelo IBGE (2001) listadas no **Quadro 01**. Além dessas foi utilizado o MDE SRTM (*Shutter Radar Topography Mission*), com resolução de 90 x 90 metros,

baixadas do endereço <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp> da NASA. Este foi gerado a partir da utilização de dados gerados pelo ônibus espacial *Endeavour*, da NASA, para toda a superfície terrestre localizada entre os paralelos 60º norte e sul.

**Quadro 01:** Cartas planialtimétricas do IBGE (2001) utilizadas

NÚMERO	CARTA
26821	Argirita
26473	Astolfo Dutra
26841	Cambuci
26833	Cantagalo
26474	Cataguases
26114	Eralvia
26802	Ewbank da Camara
26453	Ibertioga
26811	Juiz de Fora
26822	Leopoldina
26461	Merces
26484	Miracema
26472	Mirai
26463	Paiva
26483	Palma
26831	Recreio
26464	Rio Pomba
26834	Santa Maria Madalena
26832	Santo Antonio de Padua
26454	Santos Dumont
26812	São João Neponuceno
26452	Senhora dos Remédios
26462	Tocantins
26471	Ubá
26113	Viçosa

Em função da escala adotada (1:100.000), fez-se necessário a interpolação dessas imagens SRTM para células de 40 metros. Para a realização de tal interpolação fez-se necessário o tratamento da mesma para a remoção dos valores negativos do MDE SRTM, sendo estes substituídos pela média dos valores das células vizinhas. Para isso foi utilizado comandos da ferramenta *Spatial Analyst* do ArcGis 9.2.

Assim, foi possível a realização da nova interpolação e a obtenção do Modelo Digital de Elevação (MDE). A interpolação foi realizada a partir do comando *3D Analyst Tools – Raster Interpolation - Topo to raster*, utilizando o MDE SRTM corrigido,

a drenagem e o limite da área. Pelo fato do comando utilizado não aceitar como entrada arquivos em formato *raster*, fez-se necessário a conversão do MDE SRTM para pontos, a partir do comando *Conversion Tools – From Raster – Raster To Point*.

O MDE pode ser definido como sendo “qualquer representação quantitativa digital da variação contínua do relevo sobre o espaço, ou seja, um mapa de elevação, que pode ser utilizado para derivar diferentes atributos topográficos” (FERREIRA, 2008, p.9) e possibilitou a obtenção dos índices morfométricos necessários à pesquisa; identificação das principais feições de relevo, das classes de solos e de suas associações.

Posteriormente, realizou-se a análise e interpretação de todo o material existente, viabilizando, assim, a construção do Mapa Geomorfológico propriamente dito. Esse tipo de mapa refere-se a um produto cartográfico de síntese, no qual se encontra representada as feições de relevo, além das informações relativas à morfometria, à morfografia e à morfogenética.

Cabe ressaltar que o mapas utilizados para a análise dos dados para a obtenção do mapa geomorfológico foi feito em escala 1:100.000, sendo que os demais mapas foram construídos na escala de 1:250.000. Mas para a edição gráfica e impressão final todos os mapas serão apresentados em escala 1:500.000.

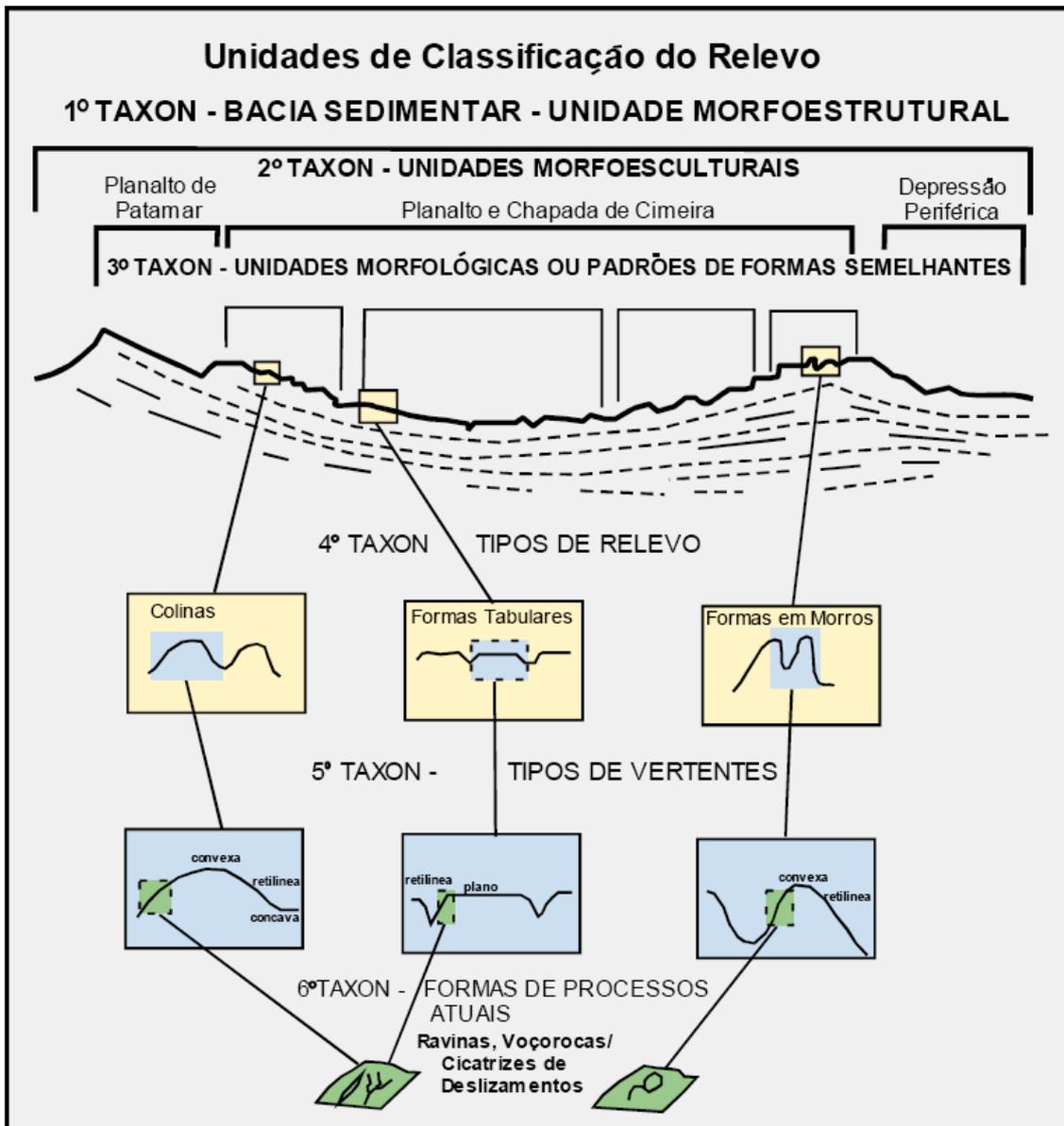
### **3.2. Mapeamento Geomorfológico**

Casseti (2008) afirma que a cartografia geomorfológica constitui-se em um importante instrumento de espacialização dos fatos geomorfológicos. Permitindo, assim, a representação das formas de relevo e “suas relações com a estrutura e processo, bem como com a própria dinâmica dos processos, considerando suas particularidades” (CASSETI, 2008). Ross (1990) afirma que ao se identificar e classificar as feições do relevo deve-se necessariamente considerar a gênese, a idade e os processos morfogenéticos atuantes.

O mapeamento será realizado de acordo com a metodologia proposta por Ross (1992), que teve forte influência da escola germânica e teve como referência Demeck (1967) e Mescherikov (1968). Ao elaborar sua metodologia o referido autor preocupou-se com as relações taxonômicas das unidades, feições ou formas a serem

representadas. Sua metodologia é subdividida em seis níveis, mais conhecidos como táxons, que serão descritos a seguir e estão sintetizados na **Figura 02**.

- **1º táxon:** engloba as grandes macroestruturas, como os escudos antigos as faixas de dobramentos proterozóicos, as bacias paleomesozóicas e os dobramentos modernos (CASSETI, 2008)
- **2º táxon:** corresponde as formas originadas a partir da ação climática no decorrer do tempo geológico, com influência dos fenômenos tectogenéticos (CASSETI, 2008).
- **3º táxon:** comporta as formas equivalentes aos modelados que diferenciam entre si pela rugosidade topográfica ou pelo índice de dissecação do relevo. Como também pela forma dos topos, vertentes e vales (CASSETI, 2008). Souza (2008) afirma que este engloba as formas originadas a partir do processo agradacional ou denudacional.
- **4º táxon:** corresponde ao conjunto de formas semelhantes. Estas podem ser de agradação (planícies fluviais ou marinhas); ou de degradação (colinas, morros e cristas) (CASSETI, 2008).
- **5º táxon:** contempla os tipos de vertentes, sendo as principais a côncava, convexa, escarpada ou retilínea. Nesse táxon, Ross (1992) observa que sua representação só é possível em escalas maiores, como 1: 25.000 (CASSETI, 2008).
- **6º táxon:** engloba as formas originadas a partir da ação dos processos erosivos atuais ou dos depósitos atuais. isto é, engloba as formas originadas a partir da ação humana como as voçorocas, áreas assoreadas, cortes de talude, dentre outras (CASSETI, 2008).



**Figura 02:** Unidades Taxonômicas propostas por Ross (1992)

Extraído de: FERREIRA, 2008, p. 7.

Nesta pesquisa, como temos por objetivo a identificação das principais formas que configuram a bacia do Rio Pomba elaboramos o mapa geomorfológico somente até o 3º táxon, ficando para uma próxima etapa o detalhamento dos demais táxons.

Cassetti (2008) afirma que a Sub-Comissão de Cartas Geomorfológicas da União Geográfica Internacional recomenda que a carta geomorfológica de detalhe, em escala grande, deve ser composta por quatro tipos de dados:

- I. **Dados Morfométricos:** de acordo com Casseti (2008) tais dados correspondem às informações métricas, tais como os morfométricos, que se apóiam nas cartas topográficas ou em outras formas de levantamento. Souza (2008) afirma que tais informações referem-se a “geometria da paisagem, extensão de terraços ou escarpas erosivas, declividade de vertentes, dentre outras” (SOUZA, 2008, p. 30).
- II. **Dados Morfográficos:** Casseti (2008); Souza (2008) afirmam que esses dados são resultantes dos processos evolutivos, que originam formas de agradação (como os depósitos aluviais em planícies de inundação) e de degradação (como as escarpas de falha ou erosiva).

Estes dados encontram-se diretamente ligados aos morfogenéticos, ou seja, “as formas geralmente expressam as respectivas gêneses” (CASSETI, 2008).

- III. **Dados Morfogenéticos:** Casseti (2008) define estes como sendo os referentes aos processos pela produção das formas representadas. Segundo o mesmo autor, as “diversas formas devem figurar de tal maneira que sua origem ou sua gênese sejam diretamente inteligíveis” (CASSETI, 2008). Como exemplo, pode-se citar as superfícies erosivas associadas a processo de aplainamento devem referenciar-se ao processo de pediplanação, identificando, assim, a gênese de sua formação que se encontra ligada ao recuo paralelo de vertentes identificado por King (*apud* CASSETI, 2008; SOUZA, 2008). Pode-se incorporar referências de natureza cronológica, associada ao período de formação, como o termo “de cimeira” (mais antigo) ou “intermontantas” (mais recente) (CASSETI, 2008).

- IV. **Dados Cronológicos:** equivalem ao período de desenvolvimento ou elaboração das formas ou feições. Poder ser expressa através do esquema de cores nos mapas, mesmo que estas sejam empregadas com outro sentido, estarão contribuindo para isso (CASSETI, 2008). Como exemplo disso podemos citar

*Os mapas geomorfológicos ao milionésimo do Projeto Radambrasil, onde a cor representa os relevos conservados e as tonalidades os relevos dissecados. Partindo desse princípio, as formas estruturais e as formas erosivas, associadas a “relevos conservados”, encontram-se relacionadas a processos morfogenéticos ou morfoclimáticos bem mais antigos em relação aos modelados pós-pliocênicos referentes aos “relevos dissecados”. As tonalidades adotadas para deposições de*

*materiais, como os terraços e planícies, que podem ocorrer tanto nos relevos conservados como nos dissecados, mantêm relações genético-processuais pleisto-holocênicas (CASSETI, 2008).*

### **3.3. Os índices morfométricos**

Os índices morfométricos são índices que buscam caracterizar quantitativamente as formas de relevo, tendo como base os diferentes parâmetros numéricos, extraídos de dados topográficos e da rede de drenagem (ROLDAN, 2007).

Roldan (2007) afirma que a análise dos índices morfométricos possibilita ao geomorfólogo identificar diferentes padrões morfométricos e caracterizar diferentes formas de relevo. A construção de mapas com esses índices permite analisar a variação espacial destes parâmetros na área em estudo. Nesse sentido as técnicas de geoprocessamento possibilitam a obtenção desses valores de forma a possibilitar a geração dos mapas, que segundo Roldan (2007) muitas vezes facilitam a interpretação dos dados obtidos.

No campo da análise geomorfológica, a análise dos índices morfométricos,

*Como a densidade de drenagem, tem a virtude de servir como ferramenta auxiliar para a reconstrução da dinâmica dos sistemas de superfície terrestre, na medida em que explicitam como os padrões de dissecação, elaborados pela drenagem, podem ser controlados pela estrutura geológica e pelas relações morfoestratigráficas de uma determinada área. (MELO; SILVA; CORRÊA)*

No presente estudo foram obtidos os seguintes parâmetros morfométricos: padrão de drenagem, densidade de drenagem, altitude e amplitude altimétrica, declividade geral e média e orientação. Como nosso objetivo no presente estudo 'estudar a evolução das formas de relevo da bacia do Rio Pomba, estes parâmetros, com exceção da orientação, foram obtidos para a área de cada morfoescultura da bacia do Rio Pomba.

#### **3.3.1. Densidade de Drenagem**

Horton (1932, *apud* Lima, p. 57) afirmou que a densidade de drenagem é dada pela razão entre o comprimento total dos canais e a área da bacia hidrográfica. A

importância deste índice se encontra no fato dele expressar a influência da geologia, da vegetação, do solo e da topografia na configuração da rede de drenagem da bacia hidrográfica. Além disso, ele indica com qual velocidade a água deixa a bacia, isto é, esse pode ser considerado como sendo o índice que mostra o grau de evolução do sistema de drenagem.

$$Dd = \frac{L_t}{A}$$

Onde, Dd é a densidade de drenagem (km/km<sup>2</sup>), L<sub>t</sub> é o comprimento total de todos os canais (km) e A é a área de drenagem (km<sup>2</sup>).

Sthraler (1957) classificou as bacias, em relação à densidade de drenagem em:

- Baixa Dd: < 5.0 km/km<sup>2</sup>
- Média Dd: 5,0 - 13,5 km/km<sup>2</sup>
- Alta Dd: 13,5 - 155,5 km/km<sup>2</sup>
- Muito alta Dd: >> 155,5 km/km<sup>2</sup>

Lima afirma que em relação as características físicas a rocha e o solo desempenham papel fundamental, já que estes determinam a maior ou menor resistência à erosão. Dessa forma, a bacia, cuja geologia dominante seja argilitos, apresentará alta densidade de drenagem. Ao contrario de uma que apresentar como substrato arenitos. Este autor ainda afirma que valores baixos de densidade de drenagem encontram-se associados a regiões de rochas permeáveis.

### **3.3.2. Altitude e Amplitude Altimétrica**

Segundo Toledo e Dias (2005) as variações da altitude e da elevação da bacia hidrográfica são importantes devido ao fato de influenciarem a precipitação, as perdas de água por evaporação e transpiração e, conseqüentemente, sobre o deflúvio médio. Variações significativas de altitude resultam em diferenças consideráveis de temperatura média, a qual acarreta variações na evapotranspiração. Além disso, pode ocasionar variações na precipitação anual.

### 3.3.3. Declividade Geral

A declividade do território da bacia hidrográfica possui estreita relação com os vários processos hidrológicos nela existentes, tais como o escoamento superficial, a umidade do solo, a infiltração, dentre outros. Além disso, ela regula o tempo de duração do escoamento superficial e da concentração da precipitação no território da bacia hidrográfica (CARDOSO et al, 2006).

A declividade é obtida através da variação de altitude entre dois pontos quaisquer do terreno, em relação à distância entre eles. Inicialmente, classificou-se a declividade conforme expresso no **Quadro 02**, que foi construído de acordo com Embrapa (1999). mas, pelo fato desta divisão das classes de declividade não ter explicitado a diferença de declividade entre os domínios geomorfológicos analisados, optou-se por elaborar uma nova classificação mais homogênea de valores, conforme expresso no **Quadro 03**.

**Quadro 02:** Classes de declividade (Embrapa, 1999)

Declividade (%)	Classificação
0 – 3	Relevo plano
3 - 8	Relevo suavemente ondulado
8 – 20	Relevo ondulado
20 – 45	Relevo fortemente ondulado
45- 75	Relevo montanhoso
>75	Relevo fortemente montanhoso

**Quadro 03:** Classes de declividade geradas pela pesquisa

Declividade (%)	Classificação
0 – 10	Relevo plano
10 – 20	Relevo suavemente ondulado
20 – 30	Relevo ondulado
30 – 40	Relevo fortemente ondulado
40 – 50	Relevo montanhoso
> 50	Relevo fortemente montanhoso

#### **3.3.4. Orientação**

De acordo com Lima (2008) o fator orientação afeta as perdas por evapotranspiração, devido a sua influência sobre a quantidade de radiação solar recebida pela bacia. Esta pode, sem dúvida, afetar as relações entre a precipitação e o deflúvio.

## 4. Resultados e discussões

“Logo à primeira vista chamam aí a atenção do visitante dois aspectos característicos do relevo: os alinhamentos de cristas e a superfície deprimida no interior da região” (VALVERDE, 1958, p.10)

### 4.1. Morfometria da Bacia do Rio Pomba

#### 4.1.1. Densidade de Drenagem

Pelo fato dos Terraços Fluviais e Planícies Fluviais Atuais do Rio Pomba, serem formas originadas, como próprio nome já diz, mais recentemente a partir da atuação do Rio Pomba, optou-se por não fazer o cálculo da densidade de drenagem para essa unidade geomorfológica. No **Quadro 04** encontram-se as densidades de drenagem encontradas para cada uma das outras unidades geomorfológicas da bacia. Podemos concluir que todas elas apresentam densidade de drenagem baixa pelo fato de todas as morfoesculturas apresentarem grandes áreas de drenagem que são drenadas por diversos canais, refletindo, assim o caráter permeável do substrato geológico. Santos (2001) ao estudar a bacia hidrográfica do rio Turvo Sujo, Viçosa, MG, encontrou um índice de densidade de drenagem igual a 4,6 km/km<sup>2</sup>, demonstrando que essa bacia também apresenta baixa densidade de drenagem.

**Quadro 04:** Densidade de drenagem das unidades geomorfológicas

Unidade Geomorfológica	Densidade de Drenagem (Km/ Km <sup>2</sup> )	Classificação
Serra da Mantiqueira	1,39	Baixa
Planaltos Dissecados do Centro – Sul e Leste de Minas	1,12	Baixa
Depressão do Rio Xopotó	2,19	Baixa
Depressão do Rio Pomba	2, 066	Baixa

#### 4.1.2. Altitude e Amplitude Altimétrica

Ao observar o **Quadro 05**, pode-se verificar que a Depressão do Rio Pomba é a morfoescultura que apresenta maior amplitude altimétrica. Essa diferença deve-se ao processo de evolução dessa.

**Quadro 05:** Altitude e amplitude altimétrica das unidades geomorfológicas

<b>Unidade Geomorfológica</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Amplitude Altimétrica (m)</b>
Complexo da Serra da Mantiqueira	800 - 1200	400
Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas	750 – 1200	450
Depressão do Rio Xopotó	300 - 900	600
Depressão do Rio Pomba	29 - 750	721

#### 4.1.3. Declividade Geral

Os **Quadros 06, 07, 08 e 09** demonstram a área abrangida pelas classes de declividade, e a porcentagem dessas dentro de cada uma das classes nos domínios. Através deles é possível observar que a classificação gerada por nós permite uma melhor visualização da distribuição das classes de declividade no interior das unidades geomorfológicas. Além disso, ela permite visualizar o tipo de relevo predominante nessas.

**Quadro 06:** Área de cada classe de declividade segundo classificação da Embrapa (1999)

<b>ÁREA DE CADA CLASSE DE DECLIVIDADE EMBRAPA (1999) (Km<sup>2</sup>)</b>						
<b>Unidades Geomorfológicas</b>	<b>0 -3 %</b>	<b>3 – 8%</b>	<b>8 – 20%</b>	<b>20 – 45%</b>	<b>45 – 75%</b>	<b>&gt; 75%</b>
Depressão Rio Xopotó	53, 4832	137, 9248	355, 7312	<b>450, 3376</b>	30, 6832	0, 4544
Depressão Rio Pomba	61, 8688	176, 5744	677, 936	<b>1150, 3888</b>	88, 2224	1, 7856
Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas	115, 0256	304, 4976	964, 2912	<b>1457, 7152</b>	184, 2624	6, 1664
Serra da Mantiqueira	26, 1168	103, 8304	443, 8832	<b>984, 8656</b>	196, 9312	8,76
Terraços Fluviais e Planícies Fluviais Atuais do Rio Pomba	98, 4784	176, 6304	<b>244,4</b>	56, 0096	0, 9696	0, 0304

**Quadro 07:** Porcentagem de cada classe de declividade (Embrapa, 1999)

<b>PORCENTAGEM DE CADA CLASSE DE DECLIVIDADE EMBRAPA (1999)</b>						
<b>Unidades Geomorfológicas</b>	<b>0 -3 %</b>	<b>3 – 8%</b>	<b>8 – 20%</b>	<b>20 – 45%</b>	<b>45 – 75%</b>	<b>&gt; 75%</b>
Depressão Rio Xopotó	0,62	1,61	4,15	<b>5,26</b>	0,36	0,005
Depressão Rio Pomba	0,72	2,06	7,92	<b>13,44</b>	1,03	0,02
Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas	1,34	3,56	11,27	<b>17,03</b>	2, 015	0,07
Serra da Mantiqueira	0,31	1,21	5,19	<b>11,5</b>	2,3	0,1
Terraços Fluviais e Planícies Fluviais Atuais do Rio Pomba	1,15	2,06	<b>2,85</b>	0,65	0,01	0,00036

**Quadro 08:** Área de cada classe de Declividade segundo classificação gerada pela pesquisa

<b>ÁREA DAS CLASSES DE DECLIVIDADE SEGUNDO CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA (Km<sup>2</sup>)</b>						
<b>Unidades Geomorfológicas</b>	<b>0 – 10 %</b>	<b>10 – 20 %</b>	<b>20 – 30 %</b>	<b>30 – 40 %</b>	<b>40 – 50 %</b>	<b>&gt; 50 %</b>
Depressão Rio Xopotó	247, 7808	<b>299, 3584</b>	274, 4544	148, 416	41, 544	17, 0608
Depressão Rio Pomba	319, 4688	596, 9104	<b>681, 6768</b>	386, 5648	125, 904	46, 2512
Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas	557, 0352	<b>826, 7792</b>	818, 9664	505, 4928	214, 6208	109, 064
Serra da Mantiqueira	185, 2256	388, 6048	<b>473, 5824</b>	387, 0864	207, 4128	122, 4752
Terraços Fluviais e Planícies Fluviais Atuais do Rio Pomba	<b>338, 2096</b>	181, 2992	45, 2304	9, 4752	1, 8368	0, 4672

**Quadro 09:** Porcentagem de cada classe de declividade segundo classificação da pesquisa

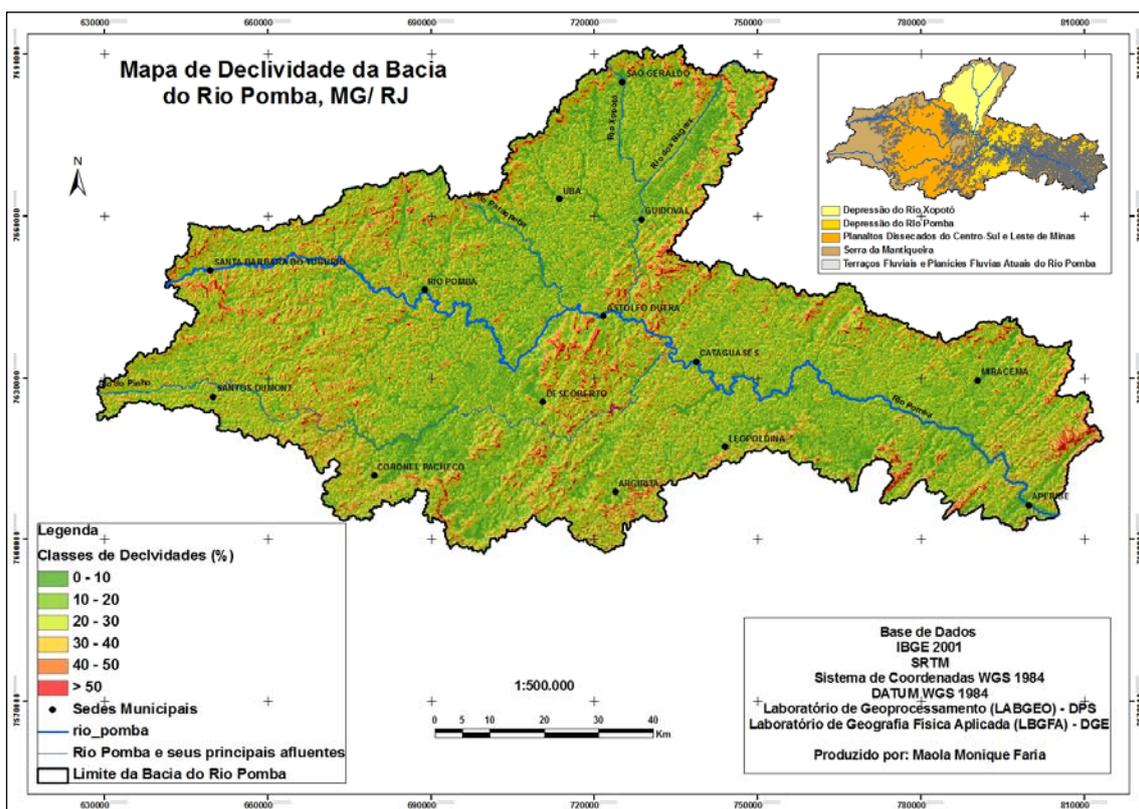
<b>PORCENTAGEM DAS CLASSES DE DECLIVIDADE SEGUNDO CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA</b>						
<b>Unidades Geomorfológicas</b>	<b>0 – 10 %</b>	<b>10 – 20 %</b>	<b>20 – 30 %</b>	<b>30 – 40 %</b>	<b>40 – 50 %</b>	<b>&gt; 50 %</b>
Depressão Rio Xopotó	2,89	<b>3,49</b>	3,21	1,73	0,48	0,2
Depressão Rio Pomba	3,73	6,98	<b>7,96</b>	4,52	1,47	0,54
Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas	6,51	<b>9,66</b>	9,57	5,91	2,51	1,27
Serra da Mantiqueira	2,16	4,54	<b>5,53</b>	4,52	2,42	1,43
Terraços Fluviais e Planícies Fluviais Atuais do Rio Pomba	<b>3,95</b>	2,12	0,53	0,11	0,02	0,005

Enquanto que pela classificação da Embrapa (1999) as quatro primeiras unidades geomorfológicas (Depressão do Rio Xopotó, Depressão do Rio Pomba, Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas e a Serra da Mantiqueira) estavam com a maior parte das declividades pertencentes ao intervalo 20 – 45%, que é característica de relevo fortemente ondulado. Na classificação gerada pela pesquisa, na Depressão do Rio Xopotó passou a predominar declividades características de relevo suavemente ondulado (10 – 20%). Na Depressão do Rio Pomba, as características de relevo ondulado (20 – 30%). Nos Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas, as típicas de relevo suavemente ondulado (10 – 20%). Na Serra da Mantiqueira passaram a prevalecer declividades características de relevo ondulado

(20 – 30%). Os Terraços Fluviais e Planícies Fluviais Atuais do Rio Pomba, na classificação da Embrapa (1999) tiveram suas declividades predominantes características de relevo ondulado (8 – 20%), enquanto que na outra classificação foram as características de relevo plano (0 – 10%) que predominaram.

Pela classificação da Embrapa (1999) predomina na Bacia do Rio Pomba declividades característica de relevo fortemente ondulado (47,88% da bacia, totalizando uma área de 4099, 3168 Km<sup>2</sup>). Enquanto que pela classificação da pesquisa predomina declividades características de relevo ondulado (26,8% da bacia, perfazendo uma área de 2293, 9104 Km<sup>2</sup>).

Por ser a classificação gerada pela pesquisa mais fidedigna a realidade do relevo do território da bacia do Rio Pomba, no presente estudo foi considerada esta para auxiliar na classificação geomorfológica da mesma. Na **Figura 03** pode-se observar o mapa de declividade gerado.



**Figura 03:** Mapa de declividade da Bacia do Rio Pomba

#### 1.4. Orientação da vertente

A bacia do Rio Pomba possui orientação Sudoeste. Essa é condicionada pelo conjunto de falhas existentes na área, evidenciando que o Rio Pomba buscou aprofundar seu talvegue de acordo com os planos de menor dificuldade. Este possui suas nascentes localizadas nas bordas erodidas da Serra da Mantiqueira.

#### 4.2. Compartimentação Geomorfológica da Bacia do Rio Pomba e características geológicas

A disposição das linhas de falha, integrantes do Domínio das Faixas de Dobramentos Remobilizados, é a principal responsável pela configuração da rede drenagem e pelas formas de relevo da bacia. Dessa forma, podemos distinguir no território da bacia cinco unidades geomorfológicas (**Figura 04**):

- A Serra da Mantiqueira;
- Os Planaltos Dissecados do Centro – Sul e leste de Minas;
- A Depressão do Rio Xopotó;
- A Depressão do Rio Pomba, e;
- Terraços Fluviais e Planícies Fluviais Atuais do Rio Pomba.

Salienta-se que os Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas, a Depressão do Rio Xopotó e a Depressão do Rio Pomba originaram-se a partir da evolução das formas de relevo pertencentes a Serra da Mantiqueira. Já os Terraços Fluviais e Planícies Fluviais Atuais do Rio Pomba, originaram-se a partir da atuação do Rio Pomba. Ao se observar o perfil topográfico do Rio Pomba (**Figura 05**) essa característica da evolução da geomorfologia da região pode ser percebida através da observação da existência de três níveis ao longo do perfil. O primeiro nível corresponde a Serra da Mantiqueira; o segundo aos Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas e à Depressão do Rio Xopotó, e; o terceiro nível à Depressão do Rio Pomba e aos Terraços Fluviais e Planícies Fluviais Atuais do Rio Pomba.

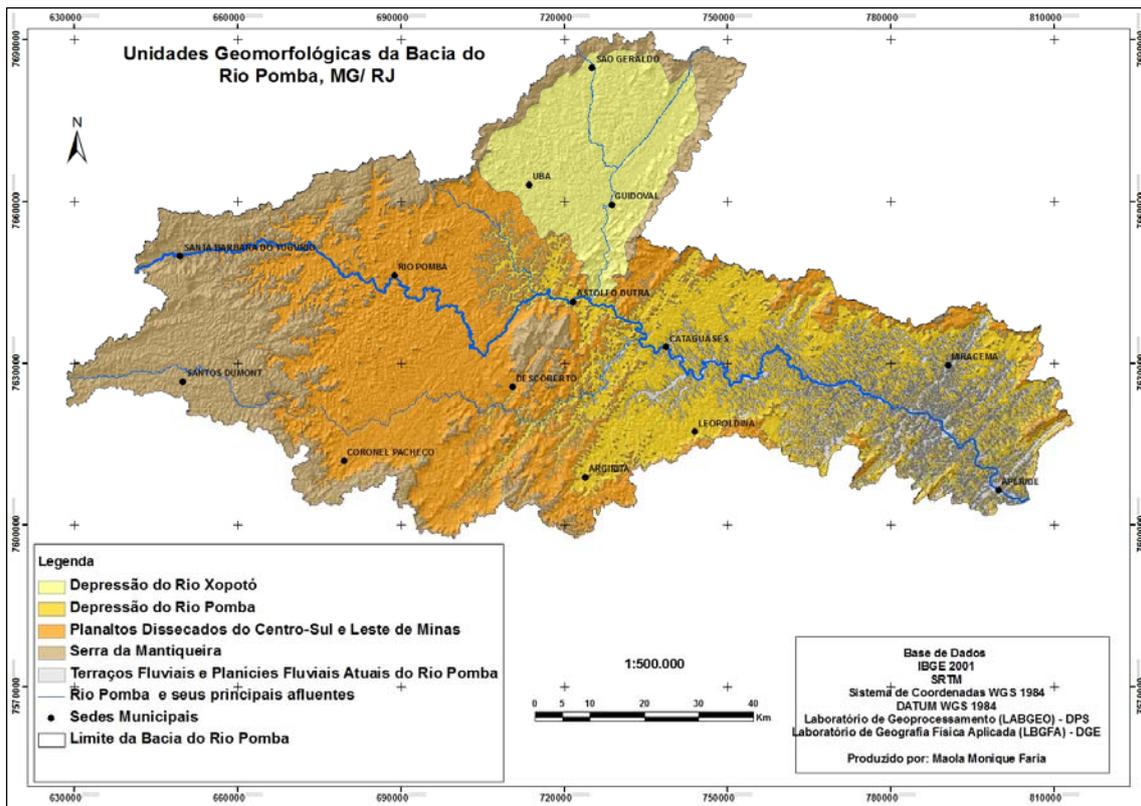


Figura 04: Unidades Geomorfológicas da Bacia do Rio Pomba

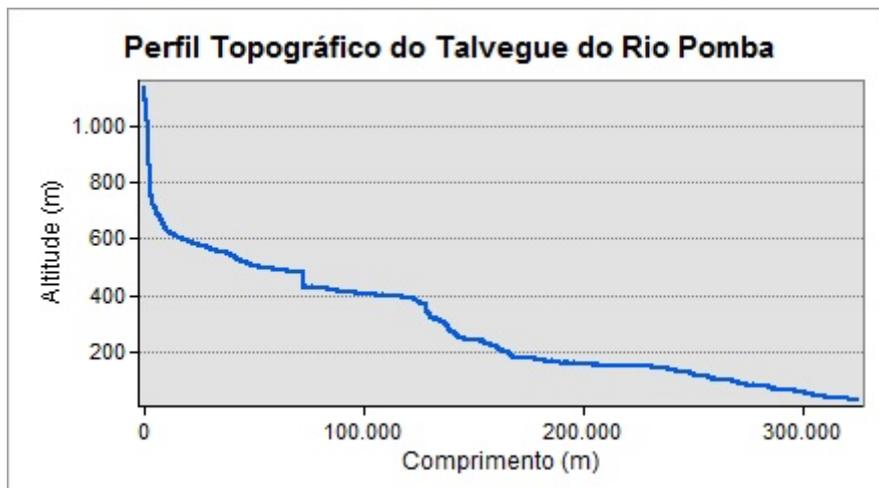


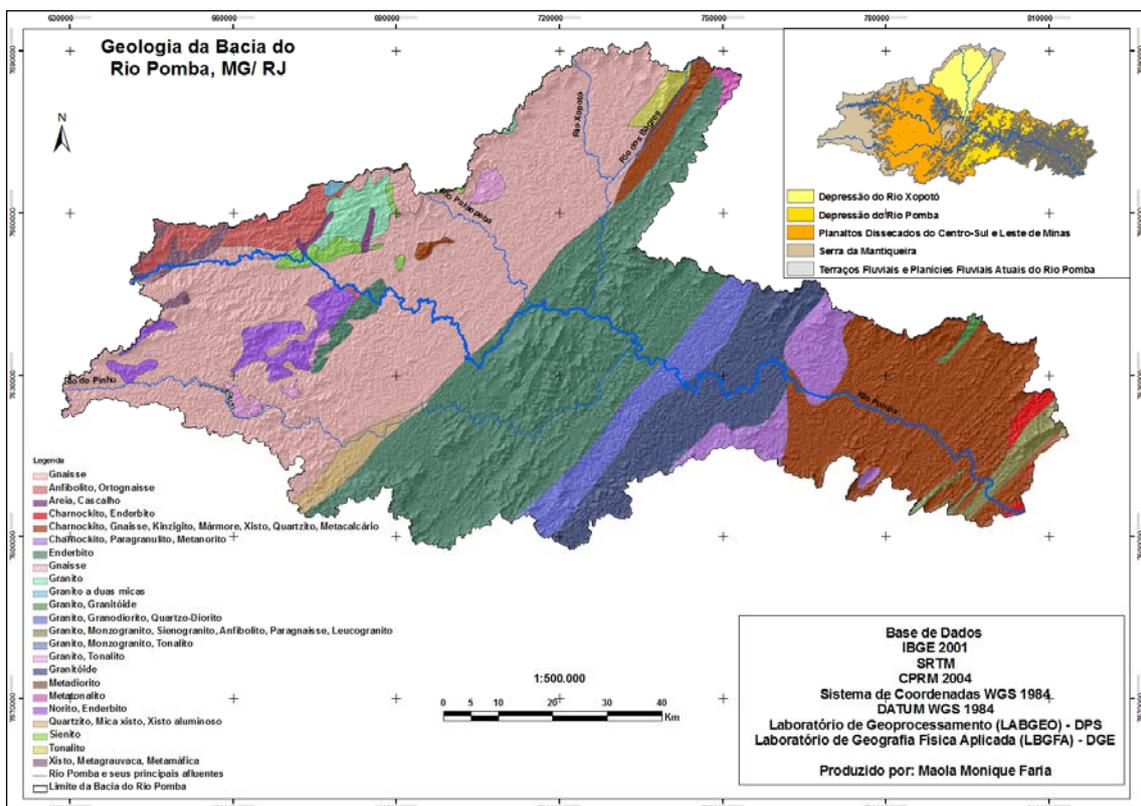
Figura 05: Perfil topográfico do talvegue do Rio Pomba

Estas unidades encontram-se sobre diferentes geologias, como pode ser observado na **Figura 06**. A área de abrangência da Serra da Mantiqueira, segundo Pires (1998) é formada por:

*Granulitos e charnoquitos intercalados em biotita microclina gnaisses, kingigitos com corpos lenticulares de quartzitos, mármore, ultrabásicas e várias gerações de corpos graníticos (...), fortemente seccionados por zonas de cisalhamento e empurrões com vigência para NW (DAYAN et al, 1993) e invadido por maciços alcalinos terciários (p. 53).*

Os Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas encontra-se localizado geologicamente sobre o Grupo Paraíba do Sul, onde migmatitos, gnaisses, quartzitos são as rochas dominantes.

O patamar geológico da Depressão do Rio Xopotó é formado por gnaisses e rochas migmatíticas, como o enderbito. Já o da Depressão do Rio Pomba é formado por litologias metassedimentares e ígneas. Os Terraços Fluviais e Planícies Fluviais Atuais do Rio Pomba encontram-se sobre a mesma litologia da Depressão do Rio Pomba, mas esta encontra-se recoberta por sedimentos mais recentes.



**Figura 06:** Mapa geológico da Bacia do Rio Pomba

#### 4.2.1. Serra da Mantiqueira

As formas correlacionadas com este complexo podem ser encontradas no alto e médio Rio Pomba, mas é na região próxima à nascente que estas formas se concentram. Ela abrange uma área total de 1.764, 3872 Km<sup>2</sup>. (vide **Figura 04**, página 32).

As feições de relevo caracterizam-se por possuir escarpas muito dissecadas, com vertentes mais íngremes e com níveis altimétricos variando entre 800 m e 1200 m. apesar dessa variação de altitude não constituir critério de identificação, já que é condicionada pela estruturação morfotectônica, evidencia o forte desnível existente em consequência dos falhamentos e, posterior processo de erosão, que reavivou a diferença de desnível (SAADI, 1991). Esse reavivamento das formas evidenciaram na área linhas de cristas e fundos dos vales. Sendo

*A altitude da linha de cristas é de 1160 metros em Barbacena e, antes de Santos Dumont, os fundos dos vales elevam-se a 1160 metros e a linha de cristas a 1250 metros, com todos os indícios de um pronunciado basculamento para norte em época geológica recente, posterior à abertura dos vales do ciclo Velhas nessa área. Como demonstram as altitudes medidas, a inclinação (basculamento) aumenta progressivamente para o sul (KING, 1956, p. 54)*

Na região o rio Pomba e seus afluentes apresentam talvegue retilíneo, com vales encaixados. Os rios apresentam padrão de drenagem retangular, que evidencia a adaptação da rede de drenagem à organização estrutural da região. Saadi (1991) afirma que na região de domínio dos blocos da Serra da Mantiqueira “os cursos d’água entalham profundos vales de ângulos de falhas e saltam várias cachoeiras” (p. 69). Essa característica citada por esse autor pode ser observada no perfil topográfico do Rio Pomba demonstrado na **Figura 05** da página 33.

A densidade de drenagem, na região deste domínio, é baixa ( $Dd = 1,39$  Km/ Km<sup>2</sup>) e apresenta declividades características de relevo ondulado, evidenciando, assim, a presença de rochas mais resistentes ao intemperismo e formas menos desenvolvidas (vide **Figura 03**, página 30).

Este domínio, do ponto de vista geotectônico, é a unidade mais complexa (SAADI, 1991). A maior parte deste domínio é constituída por:

*Complexos gnáissicos associados a rochas máficas e ultramáficas arqueanas dos complexos Barbacena/ Mantiqueira e por*

*metassedimentos dispostos em bandas alternadas granulíticas e anfibolíticas atribuídas à faixa de dobramentos Paraíba do Sul, esta por sua vez relacionada ao Ciclo Transamazônico (SAADI, 1991, p. 10)*

#### **4.2.2. Planaltos Dissecados do Centro – Sul e Leste de Minas**

Este domínio, localizado no médio Rio Pomba, abrangendo 3031, 9584 Km<sup>2</sup> da área total da bacia, é caracterizado pela atuação da dissecação fluvial sobre rochas pré-cambrianas dando origem a colinas e cristas com altitudes variando de 1000 m a 1200 m e a vales encaixados com altitude variando de 750 m a 800 m, sendo que suas formas são típicas de relevo originadas de superfície de degradação (KING, 1956) (*vide Figura 04*, página 32).

Nas regiões que abrigam as colinas e cristas, estas formas refletem “o alto controle geológico disposto em um conjunto de falhas e fraturas” (RADAMBRASIL, 1983, p. 340). Almeida, Hassui e Carneiro (1975, apud RADAMBRASIL, 1983) denominam a área onde há um feixe de falhas de Lineamento de Além Paraíba. A morfologia dessas áreas reflete “fortemente a estrutura e as litologias locais, com colinas orientadas e/ou aplanadas num relevo apalachiano. À frente desses modelados, ocorrem colinas convexo-côncavas” (RADAMBRASIL, 1983, p.340). As cristas seguem a orientação preferencial dos falhamentos. Durante a estabilidade tectônica, referida anteriormente, a partir da atuação da erosão diferencial originou-se na área colinas convexo-côncavas. A região de abrangência dessas é constituída por formas mamelonares e superfícies rebaixadas. Além dessas, originou-se os vales estruturais e as escarpas, que refletem as perturbações tectônicas sofridas pelas regiões de abrangências dessas formas (RADAMBRASIL, 1983).

King (1956) em visita à região, mas especificamente na cidade de Juiz de Fora, que encontra-se inserida neste domínio descreve a paisagem como sendo

*a região mostra ainda uma superfície Sul-Americana profundamente dissecada, com inclinação para o norte a partir de uma importante escarpa de falha que cruza a área ao sul da cidade. Ao sul da falha ocorre uma área mais baixa na qual os fundos dos vales do ciclo Velhas descem até abaixo de 500 metros, nos arredores de Matias Barbosa. A menores altitudes acham-se os vales encaixados dos tributários do rio Paraíba (p. 54 – 55)*

A densidade de drenagem deste domínio é baixa ( $Dd = 1,12 \text{ Km/ Km}^2$ ). Apesar da densidade de drenagem ser baixa, essa é a principal responsável pela evolução do relevo desta área. Em consequência disso, encontram-se na área, como já mencionado, formas mamelonares. Estas fazem com que essa apresente declividades características de relevo suavemente ondulado (*vide*, **Figura 03**, página 30). Nesse domínio o Rio Pomba apresenta-se rápidos e cachoeiras, que são reflexo do desnível altimétrico existente entre esse domínio e o da Serra da Mantiqueira (*vide*, **Figura 05**, página 33).

Esse domínio tem sua origem/ evolução ligada ao desenvolvimento de uma escarpa originada pela erosão nas adjacências da costa. King (1956) afirma que ao ocorrer ciclos de erosão sucessivos gerados pelo soerguimento do bloco subcontinental, há a formação de dois grupos de feições morfológicas:

*Um relacionado à linha de costa, outro ao sistema de drenagem. O primeiro grupo é relacionado a uma escarpa desenvolvida pela erosão nas adjacências da costa. À medida que essa escarpa regride para o interior, as feições do novo ciclo de erosão desenvolvem-se entre ela e o litoral (...). Ao mesmo tempo, um segundo grupo de feições morfológicas desenvolve-se onde os rios mais importantes e seus tributários estão afundando na superfície soerguida anterior, talvez a grandes distâncias (KING, 1956, p.12)*

#### 4.2.3. Depressão do Rio Xopotó

Este domínio que abrange  $1028, 6144 \text{ Km}^2$  é caracterizado pela atuação da dissecação fluvial realizada pelo Rio Xopotó, afluente do Rio Pomba, sobre rochas pré-cambrianas dando origem a um relevo com altitude variando de 250 m a 600 m (*vide*, **Figura 04**, página 32). Os vales na região são encaixados e as formas são típicas do domínio de “mares-de-morro” (AB'SÁBER, 2003). Além dessas, originou-se os vales estruturais e as escarpas, que refletem as perturbações tectônicas sofridas pelas regiões de abrangências dessas formas (RADAMBRASIL, 1983).

As feições de relevo refletem “fortemente a estrutura e as litologias locais, com colinas orientadas e/ou aplanadas num relevo apalachiano. À frente desses modelados, ocorrem colinas convexo-côncavas” (RADAMBRASIL, 1983, p.340).

A densidade de drenagem deste domínio é baixa ( $Dd = 2,19 \text{ Km/ Km}^2$ ). Apesar da densidade de drenagem ser baixa, essa é a principal responsável pela

evolução do relevo desta área. Em consequência disso, encontram-se na área, como já mencionado, formas mamelonares. Estas fazem com que essa apresente declividades características de relevo suavemente ondulado (*vide*, **Figura 03**, página 30).

#### 4.2.4. Depressão do Rio Pomba

Esse domínio abrange 2156,776 Km<sup>2</sup> e se caracteriza por ter topos de morros mais arredondados, colinas suaves e vales abertos (*vide* **Figura 04**, página 32). Os rios possuem padrão de drenagem dendrítico a paralelo, demonstrando que esta região possui também rochas menos resistentes à erosão. Sendo que na região próxima a foz o rio Pomba apresenta calha retilínea o que demonstra a presença de rochas mais resistentes. As formas de relevo juntamente com a drenagem, com um caráter mais retilíneo, fazem com que a região demonstre um caráter nitidamente apalacheano (VALVERDE, 1958).

Valverde (1958) descreve essa região em seu livro intitulado “Estudo Regional da Zona da Mata, de Minas Gerais” da seguinte forma

*Na parte oriental, em que a serra da Mantiqueira sofreu, entre os maciços de Itatiaia e Caparaó, um afundamento em forma de sela, que tem feição de uma dobra de fundo, de grande raio de curvatura. Esse afundamento provocou fraturas radiais nem sempre paralelas, mas com predominância da direção NW-SE. Essas fraturas foram aproveitadas pelos afluentes da margem esquerda do Paraíba do Sul, do Paraíba (inclusive) para jusante: o Pomba, o Muriaé, por exemplo, os quais ultrapassam os alinhamentos de cristas por meio de gargantas, e foram regularizar os seus perfis e ampliar as suas bacias de drenagem muito para o interior. Com isso, fizeram regredir muito a escarpa da Mantiqueira, que se inflete para nordeste, em direção ao centro de Minas Gerais (VALVERDE, 1958, p. 11 – 12)*

As declividades dessa região são características de relevo ondulado (*vide*, **Figura 03**, página 30). Sendo sua densidade de drenagem baixa ( $Dd = 2,066 \text{ Km/Km}^2$ ). Estas são consequência do processo de dissecação sofrido pela área, que se encontra ligado ao caráter remontante ao longo do vale formado pelo Rio Pomba e seus afluentes. O processo de dissecação ligado à formação desse vale interceptou “cristas e linhas de cumeadas, atuando em pelo menos três níveis altimétricos que podem estar relacionados a período de erosão mais intensa ou mesmo a reajustamentos na crosta” (RADAMBRASIL, 1983, p.349).

A origem dessa depressão encontra-se ligada aos ciclos de erosão que sucederam ao ciclo Sul-Americano, que atuaram durante o Terciário e o Quaternário, que fizeram com que ocorresse um entalhamento da drenagem e uma abertura dos vales. Assim, a partir da ocorrência de sucessivos ciclos de erosão há a formação de formas distintas, já descritas anteriormente, dentre essas formas encontra-se aquelas originadas pela atuação da drenagem, onde o rio principal, nesse caso o Rio Pomba e seus afluentes, vão esculpindo, nas palavras de King (1956) afundando, as superfícies soerguidas anteriormente. Ressalta-se que a área em questão passou por um estágio mais avançado de aplainamento. Nessa atuou dois ciclos de erosão, o Sul- Americano e o denominado Velhas, que ocorreu posterior ao primeiro. O ciclo Velhas acha-se presente, principalmente, “sob a forma de vales que dissecam o planalto produzido pelo ciclo Sul-Americano” (KING, 1956, p. 6).

#### **4.2.5. Terraços Fluviais e Planícies Fluviais Atuais do Rio Pomba**

Este domínio que abrange 576, 5184 Km<sup>2</sup> tem suas formas originadas a partir do processo de acumulação atual ou subatual do Rio Pomba (FEAM, 2009) (*vide* **Figura 04**, página 32). Essas áreas correspondem às várzeas periodicamente inundadas ou terraços planos com “ruptura de declive com os leitos maiores, em nível inferior” (FEAM, 2009, p. 11). As declividades dessa unidade são características de relevo plano (*vide*, **Figura 03**, página 30), sendo que suas altitudes não ultrapassam 200 m.

#### **4.3. As Principais Classes de Solos da Bacia do Rio Pomba**

Apesar do patamar geológico das unidades geomorfológicas da bacia do Rio Pomba ser diferenciado e elas apresentarem diferenças ligadas a sua evolução as classes de solo encontradas no território dessa bacia são homogêneas (**Figura 07**).

Na Serra da Mantiqueira pode-se encontrar Latossolos Vermelho-Amarelo distróficos nas áreas de relevo fortemente ondulado a montanhoso, e Cambissolos distróficos e/ou húmicos nas feições montanhosas.

Nos Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas os Latossolos Vermelho-Amarelo distróficos encontram-se relacionados às feições de relevo ondulado a fortemente ondulado. Os Cambissolos eutróficos e/ou distróficos e/ou húmicos nas de relevo ondulado a montanhoso. Já os Neossolos Litólicos distróficos encontram-se nas áreas de relevo montanhoso/ escarpado.

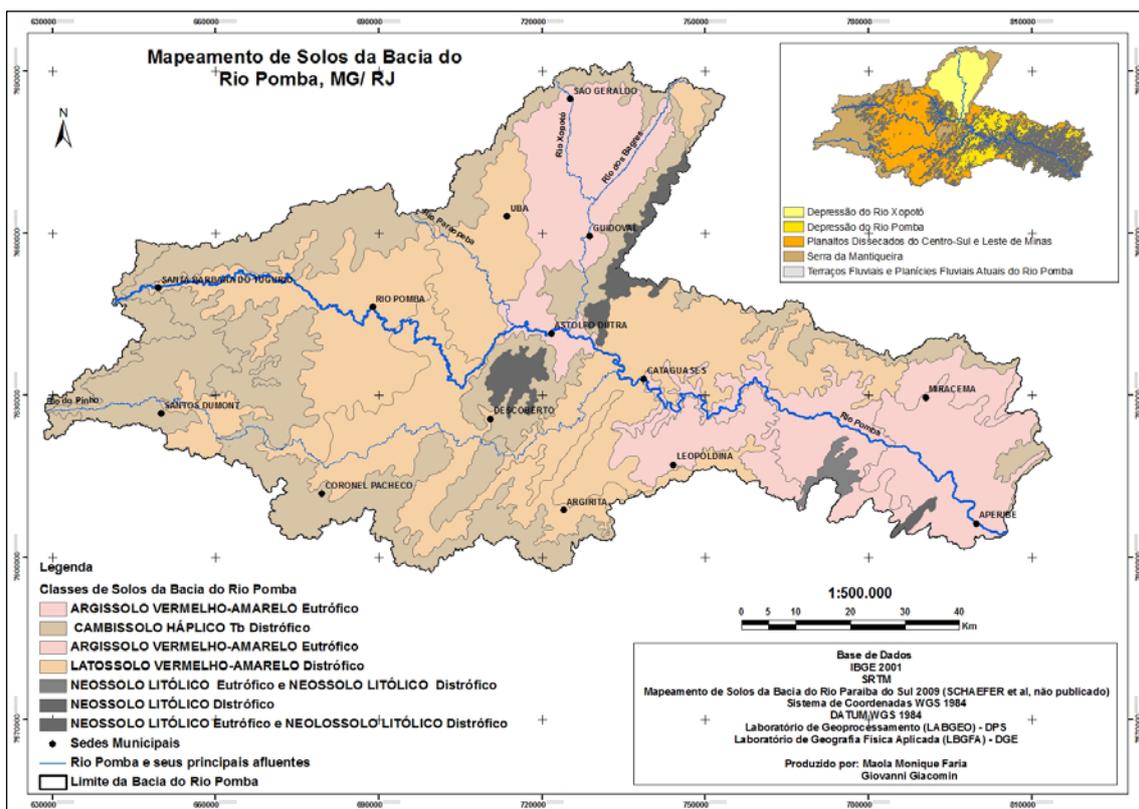
A Depressão do Rio Xopotó apresenta nas formas de relevo ondulado a fortemente ondulado Argissolos Vermelho-Amarelo eutróficos. Naquelas que são características de relevo fortemente ondulado a montanhoso há Latossolos Vermelho-Amarelo distróficos. Estes também podem ser encontrados junto às feições fortemente onduladas a montanhosas, juntamente com manchas de Cambissolos eutróficos.

Já a Depressão do Rio Pomba apresenta Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos e/ ou distróficos junto às formas de relevo ondulado. Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos nas áreas que são características de relevo ondulado a fortemente ondulado. As feições montanhosas/ escarpadas apresentam Neossolos Litólico eutróficos e/ ou distróficos.

Os Terraços Fluviais e Planícies Fluviais Atuais do Rio Pomba apresentam Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos e Argissolos Vermelho-Amarelos eutróficos.

Abaixo será descrito as principais características das classes de solo encontradas na bacia. Salienta-se que estas apresentam, na área, características referentes a fertilidades das mesmas. Essas características são referidas pelos adjetivos eutrófico, distrófico e húmico.

Os solos eutróficos são aqueles que possuem saturação por bases (cátions básicos trocáveis) igual ou superior 50 %. Já os distróficos são os que possuem saturação por base inferior a 50 %. Já os húmicos são aqueles que possuem horizonte A húmico. Este horizonte possui saturação por base inferior a 65 %, sendo escuro e rico em matéria orgânica (EMBRAPA SOLOS, 2005).



**Figura 07:** Mapa de solos da Bacia do Rio Pomba

#### 4.3.1. Latossolos Vermelho-Amarelos

Essa classe pode ser encontrada nos três domínios geomorfológicos da Bacia do Rio Pomba, são solos minerais, que apresentam horizonte B Latossólico abaixo do horizonte A. esse horizonte é predominantemente moderado (RADAMBRASIL, 1983; KER, 2006).

Em consequência da intensa lixiviação e intemperização sofrida por estes solos durante a sua formação, eles são solos bem drenados e profundos ou muito profundos. Por serem solos porosos, eles apresentam baixa susceptibilidade à erosão (RADAM, 1983, KER, 2006).

Ker (2006) afirma que estes solos são os mais importantes do ponto de vista agrícola (agro-silvo-pastoril) do país, apesar de serem solos com baixa fertilidade natural. No território da bacia do Rio Pomba, esse fato se confirma, as áreas onde estão instaladas as maiores áreas de cultivo/pastagem encontram-se sobre este tipo de solo. Isto se justifica pelos seguintes termos:

1) *Topografia e condições físicas do solo favoráveis à mecanização (agricultura tecnificada); 2) praticamente sem risco de salinização quando irrigados em razão de sua boa drenagem; 3) solo profundo e sem pedregosidade; 4) boa rede viária para o escoamento da produção; áreas próximas, ou relativamente próximas a centros consumidores e exportadores, dentre outros fatores (KER, 2006, p. 23)*

#### **4.3.2. Argissolos Vermelho-Amarelos**

Essa classe pode ser encontrada na Depressão do Rio Paraíba do Sul, caracteriza-se por serem solos minerais, profundos e bem a moderadamente drenados, que apresentam horizonte B textural, normalmente com argila de atividade baixa (Tb) (RADAMBRASIL, 1983; KER, 2006).

A relação textural existente relaciona-se com a descontinuidade marcante existente entre a porosidade e a profundidade. Dessa forma, “são mais porosos no horizonte A (mais macroporos) que no B (poros maiores “ocupados” por argila, com redução de macroporos)” (KER, 2006, p. 29). Por isso, estes solos tornam-se mais susceptíveis à erosão, mesmo nas regiões que apresentam pequenos declives, como é o caso da Depressão do Rio Paraíba do Sul.

#### **4.3.3. Neossolos Litólicos**

Esses solos podem ser encontrados nos Planaltos Dissecados e na Depressão. Caracterizam-se por serem solos rasos, pouco evoluídos, “onde os fatores de formação não atuaram de forma plena, de maneira que não aparece nestes solos qualquer tipo de horizonte B diagnóstico” (KER, 2006, p. 49). Apresentam bastante horizonte A. ocorrem em locais onde a erosão hídrica foi, e ainda é normalmente mais ativa durante a gênese destes.

A espessura destes solos é o principal obstáculo para seu aproveitamento agrícola. Essa característica, associada ao tipo de relevo que ocorrem freqüentemente – relevo fortemente ondulado a montanhoso -, agrava ainda mais a situação (KER, 2006).

#### **4.3.4. Cambissolos**

São solos minerais pouco evoluídos, bem a moderadamente drenados e com pouca diferenciação de textura entre os horizontes A e B e saturação por alumínio maior que 50% (RADAMBRASIL, 1983; KER, 2006). Apesar de apresentarem certo grau de evolução, este não foi suficiente para intemperizar “completamente minerais primários de fácil intemperização como feldspatos, micas e outros” (RADAMBRASIL, 1983, p.492).

Geralmente estes solos são pouco utilizados para a implantação de cultivos agrícolas, já que apresentam como fatores limitantes as formas de relevo acentuadas, a saturação por alumínio e, a pouca profundidade.

## 5. Conclusões

Foi possível identificar na Bacia do Rio Pomba cinco compartimentos de relevo: a Serra da Mantiqueira; os Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas, a Depressão do Rio Xopotó; a Depressão do Rio Pomba, e; as Planícies Fluviais e Terraços Fluviais atuais. A Depressão do Rio Pomba é o compartimento de maior área de abrangência dentro da bacia. As Planícies Fluviais e Terraços Fluviais atuais é a unidade geomorfológica mais recente.

A bacia do Rio Pomba apresenta orientação Sudoeste e possui forte influencia tectônica, devido a presença do conjunto de falhas presentes na área denominada de Domínio das Faixas de Dobramentos Remobilizados.

As faixas geológicas que ocorrem na faixa móvel e a reativação tectônica influenciaram não somente a paisagem pretérita da bacia do Rio Pomba, como também, a atual.

Predomina na área os padrões de drenagem dendrítico e retangular. O padrão de drenagem retangular encontra-se no baixo e alto Rio Pomba. Já o padrão dendrítico no médio Rio Pomba, junto às áreas de abrangência de Latossolos . E as declividades características dos relevos suavemente ondulados.

Durante a confecção do mapa de declividade da bacia utilizando as classes de declividade propostas pela Embrapa (1999) constatou-se que esta não é indicada para ser empregada em mapeamentos geomorfológicos. Devido ao fato de suas classes apresentarem intervalos não lineares, ao contrário, da classificação gerada pela pesquisa que apresenta intervalos lineares.

A confecção de uma base de dados consistente é essencial para tornar válido o Modelo Digital de Elevação e os dados obtidos através desse.

O gnaisse e as rochas migmatíticas são a litologia dominante. Os Latossolos e os Argissolos são os solos predominantes.

A partir da presente pesquisa foi possível constatar que as cidades localizadas na Depressão do Rio Pomba, como por exemplo Cataguases, sofrem intensamente com as enchentes durante o período chuvoso pelo fato dessas localizarem-se após a confluência do Rio Xopotó, que localiza-se em uma região com declividades mais elevadas quando comparadas com as da Depressão referida anteriormente, com o Rio Pomba, que antes dessa região corre sobre declividades

elevadas (Serra da Mantiqueira e Planaltos Dissecados do Centro-Sul e Leste de Minas). Pelo fato desses dois rios estarem vindo de áreas com declividades elevadas, as águas pluviais saem com maior velocidade dessas. Mas quando chegam à Depressão do Rio Pomba essas perdem velocidade e acabam por alagar as cidades aí localizadas. Portanto, faz-se necessário a continuidade do presente estudo com posterior elaboração de um plano de manejo para a Bacia do Rio Pomba como tentativa de minimizar os danos sofridos por essas cidades durante o período chuvoso.

## 6. Referências Bibliográficas

- ABREU, A.A. de. **A Teoria Geomorfológica e sua Edificação**: Análise crítica. Rev. IG, São Paulo, v. 4, n. 1-2, p. 5-23, jan./dez., 1983.
- AB'SABER, A, N. **Os Domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo, Ateliê Editorial, 2003.
- BIGARELLA, J. J. et al. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Editora UFSC, 1996. II vols.
- BORGES, M. E. S. **Mapeamento Geomorfológico da Bacia do Rio Preto e sua Relação com o Uso Agrícola**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade de Brasília. Brasília: UNB, 2008. 68 f. Disponível em: [http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=3356](http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=3356). Acesso em 03 ago 2009.
- BOTELHO, R. G. M.; SILVA, Antônio S. da. **Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental**. In: VITTE, Antônio C.; GUERRA, Antônio J. T. (orgs). Reflexões sobre a Geografia Física. Rio de Janeiro: Berthand Brasil, 2004. p. 153 – 192.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. **FOLHAS SF 23/ 24 RIO DE JANEIRO/ VITÓRIA**. Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1983.
- CARDOSO, C. A. et al. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ**. Revista Árvore, Viçosa, v. 30, n. 2, 2006. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622006000200011&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622006000200011&lng=en&nrm=iso). Acesso em 18 mar 2008.
- CENTENO, T. M.; SELLERON, G. **Simulação preditiva aplicada a uma seqüência de imagem de satélites a partir de análise espaço- temporal**. Disponível em: <http://mar.tecnico.ubi.pt/~tcenteno/col/dpi.inpe.br/lise/2001/09.14.15.18/doc/0413.418.191.pdf>. Acesso em 28 jul 2008.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. Edgard Blücher, São Paulo, 1981. 313p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Edgard Blücher, São Paulo, 1980. 188p.
- COELHO, A. L. N. (2007). **Modelagem Hidrológica da Bacia do Rio Doce (MG/ES) com Base em Imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)**. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 8, n. 22, set/2007, p. 116 - 131
- COMITÊ PARA INTEGRAÇÃO DA BACIA DO RIO PARAIBA DO SUL – CEIVAP**. Disponível em: [http://www.ceivap.org.br/organimo\\_2\\_2.php](http://www.ceivap.org.br/organimo_2_2.php). Acesso em 01 jul 2006.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412p.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos Atualizado**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2005.

FEDERAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (FEAM). **Levantamento de Solos e Aptidão Agrícola das Terras da Bacia do Rio Paraíba do Sul, Estado de MG**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 173 p.

FERREIRA, R. V. **Mapeamento Geomorfológico e de Processos Erosivos da Bacia Hidrográfica do Rio Botafogo - PE Utilizando Técnicas de Geoprocessamento**. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife: UFPE, 2008. 113f. Disponível em: [http://www.bdt.d.ufpe.br/tedeSimplificado//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=5106](http://www.bdt.d.ufpe.br/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=5106). Acesso em 20 ago 2009.

GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S. B. (1996). **Degradação ambiental**. In: CUNHA, S. B. Geomorfologia e meio ambiente. Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro: 337-339.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – Fund. IBGE, **Manual técnico de geomorfologia**. Depto. de Recursos Naturais. Rio de Janeiro, 1995.

KER, J. C. **Anotações e Perguntas sobre Solos Brasileiros (SiBCS – atualizado)**. Notas de aula SOL 250 - Constituição, Propriedades e Classificação de Solos. Universidade Federal de Viçosa, 2008.

KING, L. **A geomorfologia do Brasil oriental**. Rev. Bras. Geogr., vol. 18, n.2, 1956, p. 147-265.

LEAL, L. R. *et al.* **Definição de Unidades Geomorfológicas a partir de Imagens de Dados Morfométricos na Bacia do Rio Grande (BA)**. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05-10 abril de 2003, INPE. p. 2055-2062. Disponível em: [http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.19.18.04/doc/15\\_463.pdf](http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.19.18.04/doc/15_463.pdf). Acesso em 20 out 2007.

LIMA, W. de P. **Análise Física da Bacia Hidrográfica**. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/departamentos/lcf/lab/lhf/arquivos/CAPITULO%204.pdf>. Acesso em 03 ago 2009.

LINDNER, E. A. *et al.* **Sensoriamento remoto aplicado à caracterização morfométrica e classificação do uso do solo na bacia rio do Peixe/SC**. Disponível

em: <http://mar.te.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.18.13.46/doc/3405-3412.pdf>. Acesso em 12 nov 2007.

MEIRELES, A. J. A.; VICENTE DA SILVA, E. **Abordagem geomorfológica para a realização de estudos integrados para o planejamento e gestão em ambientes flúvio-marinhos**. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, Universidad de Barcelona, vol. VI, núm. 118, 15 de julho de 2002. Disponível em: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-118.htm>. Acesso em 28 jul 2008.

MELO, R. F. T. de. *et al.* **Contribuição da Análise Morfométrica da Rede de Drenagem na Interpretação da Evolução Geomorfológica do Complexo de Tanques do Município de Brejo da Madre de Deus – Pernambuco, Nordeste do Brasil**. Disponível em: [http://egal2009.easyplanners.info/area04/4050\\_Francisca\\_Tavares\\_de\\_Melo\\_Rhaissa.pdf](http://egal2009.easyplanners.info/area04/4050_Francisca_Tavares_de_Melo_Rhaissa.pdf). Acesso em 20 out 2009.

NASCENTES, C. A. L. **Modelagem Hidrológica da Bacia do Rio Doce (MG/ES) com Base em Imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)**. Disponível em: <http://www.caminhosdegeografia.ig.ufu.br/comments.php?op=new&id=438>. Acesso em 12 nov 2007.

OLIVEIRA, A. W. S. de. **Desenvolvimento Rural Local Sustentável: O Manejo Integrado Da Bacia Hidrográfica Do Ribeirão Santana**. 2004. 186 f. Dissertação de mestrado em Organização Humana do Espaço (Pós - Graduação em Geografia). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

OLIVEIRA, P. C.A. de; RODRIGUES, S. C. **Cartografia do Relevo: Um Estudo Aplicado na Região Oeste de Minas Gerais**. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v.8, n.2, p.37-44, 2007. Disponível em: [http://www.ugb.org.br/home/artigos/RBG\\_8\\_2/RGB\\_SF02.pdf](http://www.ugb.org.br/home/artigos/RBG_8_2/RGB_SF02.pdf). Acesso em 03 ago 2009.

PANQUESTOR, E. K. ; *et al.* (2002). **Associação do processamento digital de imagens ao uso de parâmetros morfométricos na definição de unidades de paisagem da bacia do rio Corrente – BA**. *Espaço e Geografia*, vol. 5, n. 1, 2002, p. 87 – 99. Disponível em: [http://vsites.unb.br/ih/novo\\_portal/portal\\_gea/lsie/revista/arquivos/volume\\_5\\_numero\\_1\\_2002/e\\_g\\_2002\\_v5\\_n1\\_087\\_099\\_panquestor\\_et\\_al.pdf](http://vsites.unb.br/ih/novo_portal/portal_gea/lsie/revista/arquivos/volume_5_numero_1_2002/e_g_2002_v5_n1_087_099_panquestor_et_al.pdf). Acesso em 28 jul 2008.

PISSARRA, T. C. *et al.* **Avaliação por Fotointerpretação do Uso/Ocupação do Solo e Erosão Acelerada em Microbacias Hidrográficas Utilizando Sistemas de Informação Geográfica**. *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*.

INPE, Goiânia, 2005, p. 2331-2337. Disponível em:<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.22.17.35/doc/2331.pdf>. Acesso em 28 jul 2008.

Raposo, A. A. *et al.* **Mapeamento das unidades do relevo da região dos divisores de águas das bacias hidrográficas dos rios São Francisco/Doce/Paraíba do Sul.** In: Semana de Iniciação Científica da UFMG, Belo Horizonte: UFMG, 2009

RODRIGUES, S. C.; BRITO, J. L. S. **Mapeamento Geomorfológico de Detalhe – Uma Proposta de Associação entre o Mapeamento Tradicional e as Novas Técnicas em Geoprocessamento.** Caminhos de Geografia, vol. 1, n. 1, set/2000, p. 1 – 6. Disponível em: XXXXXXXXXXXX. Acesso em 20 ago 2009.

ROLDAN, L. F. **Tectônica Rúptil Meso-Cenozóica na Região do Domo de Lages, SC.** Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Geotectônica) – Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 2007. 121f. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44141/tde-31072007-155414/>. Acesso em 03 ago 2009.

Ross, J. S. **Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo.** Rev. Geografia. São Paulo, IG-USP, 1992.

ROSS, J.S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento.** São Paulo: Contexto, 1990.

SANTOS, A.R. **Caracterização morfológica, hidrológica e ambiental da bacia hidrográfica do rio Turvo Sujo, Viçosa, MG.** 2001. 141f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), 2001.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais/Secretaria de Educação. Divisão Especial de Ensino de Registro. **Programa Educação Ambiental do Vale do Ribeira: Os Recursos Hídricos da Bacia do Ribeira de Iguape e do Litoral Sul.** São Paulo, 1989. 40 p. Disponível em:<http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPIDISCA&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=99505&indexSearch=ID>. Acesso em 28 jul 2008.

STEFANELLO, A. C. **Evolução geomorfológica da porção oriental do estado do Paraná.** Disponível em:

<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/geografar/article/viewFile/8425/5897>. Acesso em 28 jul 2008.

SHRALER, A.N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology.** *Trans. American Geophysical Union*, 1957. p. 913 - 920.

TOLLEDO, K. C.; DIAS, H. C. T. **Análise Hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG.** Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: UFV, 2005. 69f.

VALVERDE, O. **Estudo Regional da Zona da Mata, de Minas Gerais.** Rio de Janeiro: IBGE, 1958.