

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SOCIEDADE E DESENVOLVIMENTO REGIONAL -  
ESR  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA EM CAMPOS (GRC)

CRISTIANE CHAPETA MATTOSO FRANCO

**MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO NA ESCALA 1:50.000 DO BAIXO CURSO  
DA BACIA DO RIO MURIAÉ NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

CAMPOS DOS GOYTACAZES  
2016

CRISTIANE CHAPETA MATTOSO FRANCO

**MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO NA ESCALA 1:50.000 DO BAIXO CURSO  
DA BACIA DO RIO MURIAÉ NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Departamento de Geografia de Campos dos  
Goytacazes da Universidade Federal  
Fluminense como requisito para a obtenção do  
grau de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Raul Reis Amorim

CAMPOS DOS GOYTACAZES  
2016

Ao Prof. Dr. Raul Reis Amorim, por todo conhecimento compartilhado, disponibilidade, apoio e paciência durante o desenvolvimento deste trabalho e da minha recente trajetória acadêmica.

## SUMÁRIO

|  |     |
|--|-----|
| SUMÁRIO.....   | v   |
| LISTA DE FIGURAS .....   | vi  |
| RESUMO: .....  | vii |
| 1. INTRODUÇÃO .....  | 1   |
| 2. OBJETIVO GERAL .....  | 4   |
| 2.1. Objetivo Específico.....  | 4   |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA .....   | 5   |
| 3.1. Aspectos conceituais: Relevo x Geomorfologia .....                      | 5   |
| 3.2. Processos de Formação das feições do relevo .....                       | 6   |
| 3.3. Os compartimentos como conjunto das formas de relevo predominantes..... | 8   |
| 3.4. Diferentes metodologias de representação do relevo.....                 | 10  |
| 3.5. A Bacia Hidrográfica como unidade básica de estudo do relevo .....      | 12  |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS .....  | 14  |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....  | 24  |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....  | 38  |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS CONSULTADAS .....                              | 39  |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Localização da área em estudo.....  | 14 |
| Figura 2 – Modelo Digital de Elevação (MDE) do baixo curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé.....          | 17 |
| Figura 3 – Mapa Hipsométrico do baixo curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé.....                         | 18 |
| Figura 4 – Mapa Clinográfico do baixo curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé.....                         | 20 |
| Figura 5 – Mapa de Relevo Sombreado do baixo curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé.<br>.....             | 21 |
| Figura 6- Mapa Geomorfológico do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé.....                        | 25 |
| Figura 7 – Mapa Geológico do baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé.....                            | 27 |
| Figura 8 – Perfil Topográfico das escarpas serranas no baixo curso da bacia Hidrográfica do rio Muriaé. .... | 30 |
| Figura 9 – Perfil Topográfico dos morros no baixo curso da bacia Hidrográfica do rio Muriaé.<br>.....        | 32 |
| Figura 10 – Perfil Topográfico das colinas no baixo curso da bacia Hidrográfica do rio Muriaé.....           | 33 |
| Figura 11 – Perfil Topográfico dos tabuleiros no baixo curso da bacia Hidrográfica do rio Muriaé.....        | 36 |

# **MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO NA ESCALA 1:50.000 DO BAIXO CURSO DA BACIA DO RIO MURIAÉ NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

## **RESUMO:**

O relevo, por ser um elemento tão dinâmico e diverso em sua gênese, formas e composições, torna mais complexa e difícil a tarefa de representar tal elemento em um plano, como um mapa. No entanto, com o avanço tecnológico e das técnicas de sensoriamento remoto está se tornando cada vez mais possível obter dados e informações precisas sobre a superfície terrestre e assim evoluir, não só o conhecimento da ciência geomorfológica, como também, de ações para planejamento e gestão de determinadas áreas, por exemplo, que necessitam compreender o elemento que dá suporte à instalação de todo tipo de vida. A elaboração mapa geomorfológico, objetivo deste trabalho, busca auxiliar na melhor compreensão das características e história evolutiva do relevo que se encontra na área de estudo. E para isso, utiliza-se do saber geomorfológico e seus conceitos a fim de analisar os elementos presentes na superfície em questão, assim como os elementos e processos que atuam ou já atuaram na sua evolução.

Palavras-chave: relevo, mapeamento geomorfológico, bacia hidrográfica

## 1. INTRODUÇÃO

O mapeamento geomorfológico busca representar em um plano, a distribuição espacial das formas e compartimentos do relevo, em parte ou na sua totalidade, a depender da escala utilizada, a fim de auxiliar no estudo e análise dos mesmos. O reconhecimento do relevo com o uso de geotecnologias vem se tornando uma prática recorrente e de grande importância. A depender de suas características, o relevo se apresenta como obstáculo para a ocupação humana, ou a favorece. A análise e conhecimento de suas formas, gênese e processos atuantes auxilia tanto academicamente quanto em questões práticas, como planejamento e gestão do espaço urbano e/ou rural e questões ambientais, pois permite orientar a ocupação e uso do solo, prever e minimizar danos aos seres que o ocupam e ao ambiente. A escala escolhida para o mapeamento depende diretamente do objeto a ser mapeado e do objetivo do trabalho, sendo a mesma uma relação entre a dimensão representada e a dimensão real do objeto. Quanto menor a escala, menor será o detalhamento dos elementos presentes no mapa e maior será a área mapeada. A escala de 1:50.000 adotada neste projeto, sendo escala intermediária, atende à representação dos conjuntos de formas de relevo que se distribuem na área mapeada.

Para auxiliar na elaboração das cartas geomorfológicas, as novas tecnologias de geoprocessamento, trazem maior precisão e fidelidade para os dados espaciais como, altitude, declividade, entre outros. Sendo possível, assim, maior precisão na elaboração das formas. Pelo fato de o relevo ser geralmente bem destacado em imagens de satélite, bem como pela disponibilidade de dados multitemporais que possibilitam o estudo de processos morfodinâmicos, a ciência geomorfológica é fortemente beneficiada pela tecnologia de sensoriamento remoto (FLORENZANO, 2008). Nos últimos 60 anos, as classificações do relevo evoluíram e se modificaram de acordo com a inserção de novos conceitos e metodologias, assim como a aplicação de novas tecnologias. Neste período foram elaborados três diferentes mapas de caracterização do relevo brasileiro. O primeiro, datado de 1949, foi o trabalho do geógrafo Aroldo de Azevedo, vinculado a Universidade de São Paulo. O autor utilizou como critério a altimetria das formas de relevo, classificando as áreas em planaltos – áreas superiores a 200 metros de altitude – e planícies – áreas de até 200 metros de altitude – utilizando para isso as informações já existentes sobre o território e observação direta através de trabalhos de campo. Dessa forma, a classificação por ele definida, atribuiu oito unidades de relevo, dividindo o território brasileiro em quatro planaltos e quatro planícies. Alguns anos

mais tarde, em 1958, o professor Aziz Nacib Ab'Saber, também vinculado ao Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, apresentou uma nova classificação do relevo brasileiro, onde o autor levou em consideração aspectos morfoclimáticos que influenciam a formação do relevo, não só a partir do clima atual, mas também da observação das alterações climáticas ao longo do tempo geológico no território brasileiro, que contribuem na compreensão do modelado atual. Para o autor, os conceitos de planície e planalto não seriam atribuídos de acordo com a altimetria da forma, e sim sendo estes relacionados a áreas em que os processos de sedimentação (acumulação) supera os de erosão, no caso das planícies, enquanto planaltos são caracterizados quando há ocorrência mais intensa dos processos de erosão quando comparados aos processos de sedimentação. Tal alteração nos conceitos refletiu na modificação da classificação do relevo brasileiro, sendo este composto por sete planaltos e três planícies.

Finalmente, em 1995, o geógrafo Jurandyr Ross atribuiu novos critérios para a definição dos tipos de relevo, tendo como base a classificação anterior e os trabalhos publicados de Aziz Ab'Saber, assim como relatórios e imagens da superfície territorial do Brasil, capturadas por radar pelo projeto Radam Brasil, do qual o autor fez parte. Além das características morfoestruturais e morfoclimáticas, Ross considerou as características morfoesculturais do relevo e acrescentou mais uma unidade de relevo ao atribuir o conceito de depressão, destinado a áreas aplainadas e consideradas rebaixadas em relação ao seu entorno, geralmente se encontram ao redor de planaltos, onde o contato dessas duas unidades de relevo se caracteriza pelas escarpas quase verticais dos planaltos, seguidas pelas áreas aplainadas das depressões. A classificação do autor é a mais detalhada e complexa devido a maior precisão da técnica utilizada na captura das imagens e conseqüentemente, dos resultados mais acurados do projeto Radam Brasil. Por conseguinte, o território brasileiro dividiu-se em vinte e oito unidades de relevo, sendo estas, onze planaltos, onze depressões e seis planícies. Conforme Ross, os planaltos são considerados formas residuais, constituídos por rochas que se mantiveram apesar dos processos erosivos, estas estruturas cobrem a maior parte do território brasileiro, e na classificação do autor, são divididas em quatro grupos: planaltos em bacias sedimentares, planaltos dos cinturões orogênicos, planaltos em núcleos cristalinos arqueados e planaltos em intrusões e coberturas residuais da plataforma. As depressões, por sua vez, são divididas em três grupos: periférica, interplanáltica e marginal – enquanto as planícies, onde há o predomínio do processo de acumulação de sedimentos, são divididas em dois grupos: planícies costeiras e continentais. O autor defende a complexidade

presente na formação do relevo brasileiro, além da extensão do território, que dificulta o entendimento e a classificação das formas.

A grande variedade de estruturas geológicas de diferentes litologias e idades, juntamente com a diversidade climática atual e pretérita que se observa ao longo do território, possibilitou gerar uma vasta gama de formas de relevo que oferecem enorme desafio a uma adequada classificação. (ROSS, 1985, p.25)

Elaborar o mapa geomorfológico do baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé no estado do Rio de Janeiro, na escala de 1:50.000, visa ser um meio de auxílio ao planejamento e gestão da área de estudo, que acomoda perímetros urbanos, e sofre com inundações periódicas, resultando em prejuízos materiais e de vida.

## **2. OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste trabalho é, portanto, a elaboração do Mapa Geomorfológico do baixo curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé, que se encontra nas regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, na escala 1:50.000.

### **2.1.Objetivo Específico**

- Organizar um banco de dados digital que possibilitasse subsidiar o mapeamento geomorfológico da área em estudo;
- Adaptar a metodologia proposta por Silva e Rodrigues (2009) para uma escala de maior detalhe.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1.Aspectos conceituais: Relevo x Geomorfologia

O relevo é, conforme Florenzano (2008), em suas mais diferentes formas dispostas sobre a superfície terrestre, resultado da ação conjunta de duas forças naturais (endógenas e exógenas). As forças endógenas são provenientes do interior da Terra, formando a litosfera e modelando as grandes estruturas do relevo através dos agentes vulcânicos, sísmicos e tectônicos. As forças exógenas, por sua vez, são agentes externos, esculpidores e responsáveis pelos processos de erosão e sedimentação da litosfera, com destaque para os agentes atmosféricos que alteram físico-quimicamente a superfície através de chuvas, ventos, geleiras, calor, entre outros. A ação contínua desses processos resulta nas diferentes formas de intemperismo (físico, químico e biológico), transformando rochas e minerais da superfície terrestre. Os distintos materiais que compõem as rochas, assim como as distintas formas de intemperismo que atuam sobre a superfície resultam na grande variedade de tipos de solo e relevo influenciados pelas ações morfoclimáticas.

A heterogeneidade de formas de relevo pode ser explicada pela diferenciação litológica e estrutural sob a ação dos domínios morfoclimáticos que irão influenciar na resistência do substrato geológico e na quantidade de energia disponível para realizar trabalho geomorfológico, respectivamente. (CASSETI, 2006 *apud* NUNES, OLIVEIRA, SANTOS, 2011, p. 1217).

Forças endógenas desencadeiam processos como a epirogênese e orogênese responsáveis pela formação de macroestruturas do relevo como, crátons, bacias sedimentares e cadeias orogênicas (estruturas advindas de dobramentos, falhamentos ou vulcanismos). Tais formas são esculpidas pelas ações morfoclimáticas, materiais rochosos e minerais pouco resistentes são facilmente erodidos e transportados (através de rios, vento ou geleiras) para depois serem depositados em diferentes lugares, já os materiais mais resistentes tendem a serem pouco erodidos e então, conservados. Desenhando na superfície relevos disformes que vêm a influenciar na vegetação, no clima local, na ocupação (tanto da fauna, quanto dos homens) e na hidrografia local. Baseando-se na constante atividade dos agentes criadores e modeladores do relevo, é possível compreender que a sua evolução é gradual e contínua, transformando e remodelando seus elementos através do tempo.

A Geomorfologia enquanto ciência, busca compreender o comportamento do relevo, sua gênese, composição, formas e esculturação, assim como os processos e fatores responsáveis pelo mesmo. Conforme Santos (2004, p. 78), “A análise do relevo permite

sintetizar a história das interações dinâmicas que ocorreram entre o substrato litólico, a tectônica e as variações climáticas”, a autora segue afirmando que “associados a outros elementos do meio, os dados da geomorfologia podem auxiliar na interpretação de fenômenos como inundações e variações climáticas locais”. Pode-se compreender, portanto, a dinamicidade do objeto de estudo da ciência geomorfológica, uma vez que o mesmo se dá do equilíbrio entre diferentes sistemas terrestres (litosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera) e se encontra em constante evolução, seja em escala de tempo geológica ou histórica. A geomorfologia descreve, a partir das diferentes formas de relevo, dois grupos que se caracterizam por serem de formas deposicionais (de acumulação) ou formas erosivas.

A complexidade do relevo, suas formas, gênese, processos e resultados é refletida nas ramificações que se estendem da ciência geomorfológica, dessa forma, a geomorfologia enquanto ciência apresenta divisões do conhecimento a depender do objeto de estudo. Ressalta-se aqui alguns exemplos como, a Geomorfologia Dinâmica, responsável pelo estudo dos processos de intemperismo e erosão dos sedimentos, a Geomorfologia Estrutural, que tem como base a definição das formas de relevo a partir da estruturação geológica através de aspectos como a litologia, dureza e disposição das camadas das rochas, fraturas, dobras, movimentos da crosta e falhas. Assim como a Geomorfologia Climática, que analisa os processos climáticos (exógenos) que modelam o relevo, os diferentes climas associados às diferentes estruturas litológicas que acabam por resultar na diversidade das formas de relevo, como também na velocidade da sua evolução. A Geomorfologia Aplicada, por sua vez, demonstra relevância ao aprofundar as interpretações do conhecimento geomorfológico, de qualquer vertente, a fim de aplica-los em processos de planejamento, zoneamento, planos diretores, mapeamentos de riscos, entre outros, levando o conhecimento para a prática no espaço.

Por seu enfoque pragmático, as aplicações que a pesquisa geomorfológica (Nunes *et al.*, 1995) contempla constituem a parte do trabalho que pode ter maior importância, uma vez que envolve o estudo de problemas de cada área e aproveita a visão de conjunto oferecida pelas informações para elaborar diagnósticos e sugestões úteis a um grande número de usuários (IBGE, 2009, p.144).

### **3.2.Processos de Formação das feições do relevo**

Os processos que criam, alteram e influenciam o relevo são objetos de grande relevância para o estudo geomorfológico e podem ser analisados através de quatro variáveis:

morfologia, morfogênese, morfodinâmica e morfocronologia conforme o trabalho proposto por Florenzano (2008).

A morfologia trata da forma do relevo a partir de dois aspectos: a morfografia, que representa a forma, descrição qualitativa do relevo, podendo este ser, plano, ondulado ou montanhoso, apresentando planícies – terrenos aplainados, formados por acumulação de sedimentos, os quais podem ser de diferentes origens como, fluvial, lacustre, marinha, glacial ou eólica – colinas, que são formas de elevação do terreno, baixas, de topo arredondado e apresentam baixa declividade; assim como, morros, sendo formas de elevação média do terreno, declividades mais altas e topos também arredondados, já as serras, são formas de altas elevações do terreno, topos angulares e alta declividade, dentre outras características morfológicas; e a morfometria, que apresenta aspectos quantitativos do relevo como, altitude, comprimento, declividade, densidade de drenagem, frequência das formas, entre outros. “Essas e outras variáveis morfométricas – como, por exemplo, curvatura horizontal e curvatura vertical – podem ser obtidas a partir das medidas realizadas em campo, em carta topográfica ou em modelo digital de elevação (MDE)” (FLORENZANO, 2008, p.17).

Morfogênese, por sua vez, remete “à origem e ao desenvolvimento das formas de relevo, as quais são resultantes da atuação dos processos endógenos e exógenos” (FLORENZANO, 2008, p.19) como já mencionado anteriormente. Os processos endógenos se dão através de abalos sísmicos, vulcanismos, tectonismo e magmatismo intrusivo, enquanto os processos exógenos se resumem ao intemperismo (físico e químico), erosão (transporte dos sedimentos) e acumulação (deposição dos sedimentos transportados pela erosão), resultados das ações morfoclimáticas e biológicas (vegetação, humanos e animais).

Os processos atuais que atingem as formas de relevo são estudados pela morfodinâmica, sejam eles endógenos ou exógenos. Os processos que ocorreram anteriormente e que definiram determinada unidade de relevo como ela se apresenta podem não ser os mesmos que atuam nos dias de hoje, no entanto, evidências dos processos antigos podem ser encontradas em grande parte das formas de relevo. Os processos exógenos podem ser observados através de visitas em campo, imagens orbitais, fotografias aéreas ou cartas topográficas, sendo possível acompanhar a evolução das suas marcas no relevo, sendo ele próprio determinante da intensidade erosiva desses processos através de sua forma, composição e características do solo (textura, densidade, porosidade, entre outros), declividade e extensão das vertentes, cobertura vegetal presente e tipos de usos do solo.

A morfocronologia é considerada como o aspecto mais difícil de ser determinado nos estudos geomorfológicos, salvo situações em que hajam evidências relevantes, como fósseis por exemplo, pois esta trata da idade das formas de relevo e dos processos relacionados à formação do mesmo. As idades determinadas, no entanto, devem ser consideradas de maneira flexível, uma vez que podem ser alteradas quando as formas de relevo são analisadas posteriormente a partir de instrumentos e técnicas mais avançados e precisos. Quanto maior a extensão da área a ser datada, maior é a dificuldade da tarefa e mais incerto é o resultado. Conforme Florenzano (2008), para se analisar os casos de inundação, é fundamental ter conhecimento do período de recorrência dos eventos, tendo em mente que, o “intervalo de recorrência ou período de retorno é o intervalo de tempo que decorre entre duas cheias de igual magnitude”, e ainda destaca que ao estudar tais eventos, deve ser levado em consideração a existência/construção de barragens, a urbanização nas proximidades, entre outros fatores que podem vir a influenciar o processo de inundação.

### **3.3.Os compartimentos como conjunto das formas de relevo predominantes**

Os compartimentos do relevo são, por assim dizer, agrupamentos de formas de relevo semelhantes a fim de caracterizar grandes regiões, com certo grau de generalização, como feito nas classificações do relevo brasileiro já apresentadas. De acordo com Ross, autor da classificação do relevo brasileiro atualmente aceita, o país apresenta três compartimentos distintos: planícies, planaltos e depressões. Cada qual destes compartimentos apresentam diversas unidades de relevo que os compõem, sendo definidas a partir do caráter morfoescultural que apresentam, como por exemplo, Planaltos em Bacias Sedimentares, Planaltos em Cinturões Orogênicos, Planície do Rio Amazonas, entre outras, enquanto as depressões (Depressão Cuiabana, Depressão do Araguaia, são alguns exemplos) foram delimitadas em relação ao seu entorno mais elevado que as destaca.

As formas de relevo, portanto, apresentam caráter mais individual, formas locais como uma colina, uma planície ou uma escarpa que podem, em conjunto com outras formas semelhantes, comporem um compartimento.

A representação do relevo, a depender da sua escala de mapeamento, adota diferentes níveis de representação. Tal diversidade de formas foi representada e categorizada por Ross (1992) em Unidades Taxonômicas, seis táxons no total – sendo eles, Morfoestrutura (1º táxon), Morfoescultura (2º táxon), Padrões de Formas Semelhantes/Unidades Morfológicas

(3º táxon), Formas de Relevo (4º táxon), Tipos de Vertentes (5º táxon), Formas de Processos Atuais (6º táxon). O autor caracteriza cada táxon como a seguir:

- Morfoestruturas referem-se à grandes extensões da superfície onde podem ser identificadas formas como Bacias Sedimentares, Crátons e Cadeias Orogênicas. Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009), “ocorrem em escala regional e organizam os fatos geomorfológicos segundo o arcabouço geológico marcado pela natureza das rochas e pela tectônica que atua sobre elas. Esses fatores, sob efeitos climáticos variáveis ao longo do tempo geológico, geraram amplos conjuntos de relevos com características próprias, cujas feições embora diversas, guardam, entre si, as relações comuns com a estrutura geológica a partir da qual se formaram”.
- Morfoesculturas são aspectos compartimentados resultantes das ações climáticas atuantes em escala geológica inseridos nas zonas de grandes extensões representadas no primeiro táxon. Morfoesculturas por vezes não coincidem com os domínios morfoclimáticos recentes, pois resultam de condições climáticas pretéritas. Apresentam-se no segundo táxon, formas como chapadas, tabuleiros e planaltos, por exemplo.
- O terceiro táxon, Padrão de Formas Semelhantes, representa formas fisionomicamente semelhantes, caracterizadas pela rugosidade topográfica ou pela intensidade de dissecação do relevo. Tais formas podem ser diferenciadas segundo sua gênese, seja por formas agradacionais, de acumulação, denudacionais ou de erosão. Toma-se como exemplo, planícies, depressões, entre outros.
- Tipos de Formas de Relevo constitui o grupo do quarto táxon por se assemelharem em morfologia e morfometria, ou seja, formas de relevo da mesma Unidade de Padrão de Formas Semelhantes apresentam formato, tamanho e idade similares em função de sua gênese em comum e dos processos morfogenéticos atuantes. As formas podem ser classificadas como de agradação ou de denudação.
- O quinto táxon caracteriza as vertentes ou setores de vertentes presentes nas diferentes formas de relevo, sendo classificadas como convexas, côncavas, abruptas, planas ou aguçadas.
- As formas de processos atuais classificam formas geradas ao longo das vertentes por processos geomórficos como, processos erosivos (voçorocas, ravinas, etc.) ou depósitos atuais (assoreamento, terracetes, entre outros), incluindo também formas antrópicas como, aterros, desmonte de morros, corte, entre outros.

No que tange o objeto deste estudo em escala 1:50.000, foram utilizadas para o mapeamento geomorfológico, as categorias do primeiro, segundo e terceirótáxon. Escalas menores que 1:50.000 são consideradas como cartas de pequena escala, enquanto as maiores que esta são tidas como grande escala. Entre as duas classificações citadas encontra-se a escala 1:50.000, tida como transitória pois há elementos de cartas de grande escala que podem ser representadas nesta. As formas, por exemplo, do sexto táxon da classificação de Ross (1992), podem ser representadas de modo viável apenas em grandes escalas como 1:5.000 ou 1:1.000, devido ao alto grau de complexidade necessário para sua representação. Pois, segundo Casseti (2005) “a questão da escala de tratamento ou de representação se constitui na premissa básica para o grau de detalhamento ou de generalização da informação”.

A taxonomia auxilia na produção de inúmeros mapeamentos geomorfológicos devido à padronização, por assim dizer, da classificação das formas de relevo em suas respectivas escalas. “A importância da classificação taxonômica deve-se à noção geográfica de escala, que além de ser descritiva é também genética” (TRICART,1965*apud* IBGE, 2009, p.26). Como resultado do avanço tecnológico das ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, tornou-se possível maior precisão e riqueza de detalhes na observação, análise e descrição dos fatos geomorfológicos. Como também abriu portas para novas aplicações do estudo geomorfológico, e facilitou a manipulação de dados e mapeamento de formas mais complexas do relevo.

### **3.4.Diferentes metodologias de representação do relevo**

A representação dos compartimentos do relevo, informações genéticas e estruturais, seus padrões de formas e tipos de vertentes, determinadas pelos aspectos morfoclimáticos, permitem a análise profunda do relevo, dos processos que já atuaram e dos que atuam no presente, e modelaram as formas contempladas atualmente. A classificação das formas de acordo com a sua gênese requer o estudo de paleoclimas, paleodrenagens, e de processos geológicos pretéritos. O mapeamento geomorfológico ganha ênfase ao possibilitar maior compreensão da estrutura da superfície terrestre, e portanto, auxiliar no planejamento e gestão de determinadas áreas, seja para preservação, intervenção antrópica, diagnósticos, estudos de impactos, entre outros motivos, contudo, encontra-se a dificuldade de representar tantos aspectos presentes nestas superfícies, e que se complementam, em um plano. São aplicadas, portanto, diferentes metodologias e simbologias para a elaboração de mapas que, a fim de

facilitar a compreensão, apresentam apenas um desses aspectos em primeiro plano, como por exemplo, Domínio Morfoestrutural ou Domínio Morfoclimático, enquanto os demais aspectos são trabalhados com menos detalhes ou em mapas auxiliares.

A utilização de tais mapas contribuirá, certamente, para a elucidação de problemas erosivos e deposicionais que, porventura, venham a ocorrer em áreas de grande extensão, assim como viabilizará, mediante entrecruzamentos com outros mapeamentos temáticos, a elaboração de cenários ambientais.(...) Além disso, os mapas geomorfológicos podem fornecer subsídios à instalação de obras viárias e à localização de rejeitos sépticos, entre outros (ARGENTO, 2001, p. 367).

Por ser o mapa geomorfológico, de fato, um instrumento necessário em projetos interdisciplinares e utilizado por pesquisadores de diversas áreas, busca-se tornar sua compreensão mais didática. No entanto, não há ainda uma padronização da metodologia e simbologia utilizadas para sua elaboração. Compreende-se também, que as diferentes escalas, estas a serem determinadas a partir do objeto a ser mapeado e do objetivo do trabalho, demandam por diferentes metodologias para a elaboração do mapa temático geomorfológico. Com o avanço das tecnologias e o advento dos Sistemas de Informação Geográfica, as técnicas utilizadas evoluíram para análises mais detalhadas e com maior precisão. Os elementos e fenômenos espacializados passam a ser representados através de pontos, linhas e polígonos.

Para representar um segmento da superfície terrestre em um mapa, é necessário primeiramente fazer o reconhecimento das formas de relevo existentes na área a ser estudada e os processos que atuaram e atuam na sua gênese e modelagem. Conforme IBGE (2009, p. 135) “a análise das formas de relevo compreende inicialmente o delineamento dos diferentes tipos de modelados (acumulação, aplanamento, dissecação e dissolução)”, destaca-se que, os modelados são assim caracterizados e reconhecidos de acordo com a sua gênese. Formas de aplanamento, por exemplo, são reconhecidas como superfícies onde prevalecem os processos erosivos, segmentos horizontalizados que ocorrem geralmente em topos de planaltos e chapadas ou em depressões interplanálticas, no sopé de tabuleiros ou escarpas. Formas de acumulação, por sua vez, são observadas onde os processos de sedimentação são majoritários, e seu material pode ser oriundo de diferentes fontes, o que leva a subdivisão dos modelados de acumulação de acordo com a origem dos sedimentos que as formam, sendo elas: fluvial, lacustre, fluviolacustre, marinha, fluviomarina, lagunar, eólica e gravitacionais. As formas de acumulação fluvial podem ainda ser reconhecidas como planícies e/ou terraços. De acordo com IBGE (2009, p. 32) planície de acumulação fluvial é descrita como “área plana resultante de acumulação fluvial sujeita a inundações periódicas, correspondendo às várzeas atuais”

enquanto os terraços se caracterizam pela “acumulação fluvial de forma plana, levemente inclinada, apresentando ruptura de declive em relação ao leito do rio e às várzeas recentes situadas em nível inferior”.

As formas de dissecação são diretamente ligadas as redes de drenagem, sendo os canais fluviais responsáveis pelas incisões que originam estas formas. A dissecação fluvial pode ou não apresentar controle estrutural de acordo com as características litológicas das rochas que sofrem o entalhamento. Esse modelado pode ser diferenciado de acordo com o seu topo, formas de topo convexo por exemplo, habitualmente são formas esculpidas em rochas ígneas e metamórficas e podem ou não demonstrar controle estrutural, sendo definidas por drenagem de primeira ordem. As formas de topos tabulares, no entanto, são comumente definidas por redes de drenagem de baixa intensidade, apresentam vales rasos e pouca declividade das vertentes, são assim esculpidas, geralmente, em rochas sedimentares inconsolidadas ou metamórficas. Por fim, as formas de topos aguçados, são esculpidas em rochas metamórficas e ígneas, apresentam controle estrutural, vales encaixados e grande declividade das vertentes. A densidade de drenagem (sendo esta uma relação entre o comprimento total dos canais de uma bacia e a área da mesma) é, assim como a característica litológica, fator determinante dos modelados de dissecação, apresentando cinco classes que variam de muito grosseira a muito fina. Sua relação com o aprofundamento das incisões do canal na superfície, também variável em cinco classes entre muito fraco e muito forte, torna possível a elaboração do Índice de Dissecação do Relevo, onde por se compreender a sua composição, é possível a partir do índice estabelecido para determinada área, compreender as características da estrutura do seu relevo, assim como da rede de drenagem que se apresenta sobre o mesmo (IBGE, 2009).

### **3.5. A Bacia Hidrográfica como unidade básica de estudo do relevo**

As áreas de maiores altitudes do relevo são reconhecidas também como divisores de água, estes interflúvios delimitam as Bacias Hidrográficas e determinam a direção do escoamento das águas. Tal escoamento pode ser classificado como superficial, subsuperficial ou subterrâneo, ou seja, escoando pela superfície ou infiltrando-se no solo e percolando, em parte, em direção de rios e lagos e outra parte servindo de abastecimento para depósitos de águas subterrâneas. A dinâmica de escoamento e infiltração da água e a alteração de suas condições naturais são diretamente associadas ao tipo de ocupação e composição do solo.

A Bacia Hidrográfica, também conhecida como Bacia de Drenagem, é composta pelo rio principal, afluentes (desaguam no rio principal) e subafluentes (rios menores que desaguam nos afluentes). As nascentes encontram-se em pontos altos das vertentes de uma Bacia Hidrográfica e os níveis de base correspondem aos locais onde se tem as menores altitudes do rio principal da bacia (ponto de menor capacidade de erosão do canal, logo, ponto de maior capacidade de deposição). Segundo Coelho Netto (2007, p. 97) a Bacia Hidrográfica “é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial”.

Uma Bacia de Drenagem pode ser dividida em três segmentos: alto curso, médio curso e baixo curso, que são determinados pela variação de declividade da trajetória do rio principal. Sendo eles classificados da seguinte forma:

- Alto curso: rio corre diretamente sobre a rocha, grande fluxo de água, ausência de planícies, transporte de materiais de granulometria grosseira, presença de níveis de base locais (quedas d’água, por exemplo), apresenta padrão retilíneo e evidente controle estrutural.
- Médio curso: inicia-se a formação de carga de fundo (processo de sedimentação) e pequenas planícies, aumento na carga de sedimentos, material em suspensão em maior quantidade, padrões de canais entrelaçados a meandranes.
- Baixo curso: baixa competência do canal, deposição de fragmentos mais finos, grande carga de leito e em suspensão, presença de planícies e padrão de drenagem predominantemente meandrante.

A Bacia Hidrográfica pode ser tida como unidade de análise e planejamento por ser uma porção limitada da superfície terrestre que abrange variáveis climáticas básicas, sendo possível até mensurá-las. É também um sistema equilibrado em termos de entradas e saídas de fluxos de água, sedimentos e energia, e suas formas de relevo características podem ser descritas e analisadas pelos termos da geomorfologia. A Cartografia Geomorfológica é capaz de espacializar estas formas do relevo e identificar suas estruturas, bem como suas dinâmicas e seus processos. Conforme Ross (1990), a identificação e a classificação das formas do relevo, necessariamente implicam considerar a gênese, a idade ou ainda os processos morfogenéticos atuantes. A escala a ser utilizada fica a depender do detalhe ou generalização necessário para a constituição da carta. A representação do relevo, sua forma, gênese e processos, como conteúdo primordial para o mapeamento geomorfológico vem a ser o consenso entre os pesquisadores da ciência geomorfológica, contudo, “o que parece mais

problemático é a questão relativa à padronização ou uniformização da representação cartográfica, pois ao contrário de outros tipos de mapas temáticos, não se conseguiu chegar a um modelo de representação que satisfaça os diferentes interesses dos estudos geomorfológicos” (ROSS, 1990, p.55).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé é um afluente da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AMORIM, REIS e FERREIRA, 2016).

A área de estudo corresponde ao baixo curso da Bacia do Rio Muriaé (Figura 01). Apresenta área de cerca de 1.500 km<sup>2</sup>, sendo que 520,28 km<sup>2</sup> situadas na Região Noroeste Fluminense (35% da área de estudo) e 979,72 km<sup>2</sup> (65% da área de estudo) pertencentes a Região Norte Fluminense (AMORIM, REIS e FERREIRA, 2016).

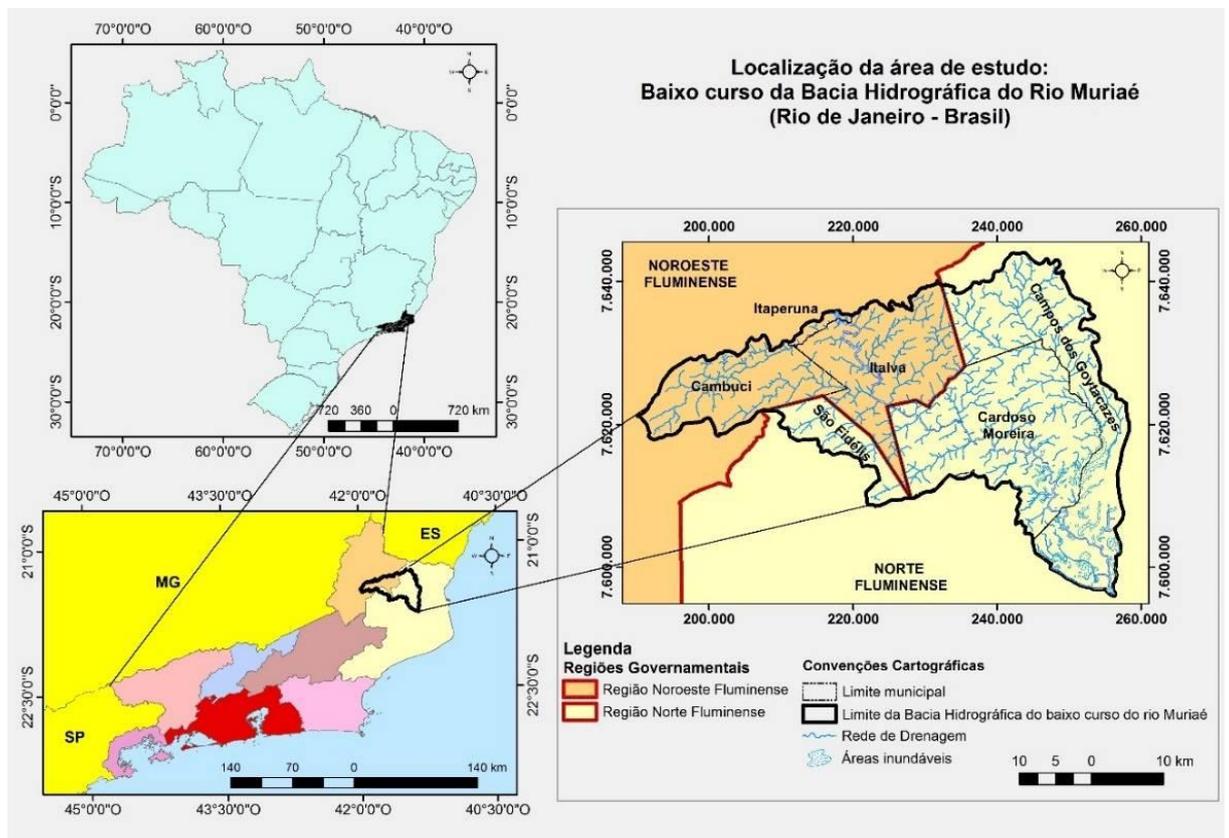


Figura 1 – Localização da área em estudo.  
Fonte: Amorim, Reis e Ferreira (2016).

O Rio Muriaé lança suas águas no Rio Paraíba do Sul no município de Campos dos Goytacazes (PRADO *et al.*, 2005). A Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé é dividida em três compartimentos: Alto curso (situado no Estado de Minas Gerais), médio curso (municípios da Região Noroeste Fluminense) e o baixo curso, que se situa no Estado do Rio de Janeiro e abrangem seis (06) municípios: três (03) situados na Região Norte Fluminense (Campos dos Goytacazes, Cardoso Moreira e São Fidélis) e três (03) situados na Região Noroeste Fluminense (Cambuci, Italva e Itaperuna).

Destaca-se que no baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé situam-se dois (02) centros regionais que apresentam parte de seu território na área em estudo: Campos dos Goytacazes e Itaperuna. O primeiro apresenta cerca de 11% seu território no baixo curso do Rio Muriaé, enquanto Itaperuna tem apenas aproximadamente 2%. Os demais municípios (Cambuci, Cardoso Moreira, Italva e São Fidélis) são de pequeno porte e predominam as atividades ligadas a pecuária para o dinamismo de sua economia.

#### **4.2. Procedimentos metodológicos**

Para atender aos objetivos propostos deste trabalho, a primeira etapa foi a realização de uma revisão bibliográfica sobre a cartografia do relevo enfatizando o mapeamento geomorfológico, além de dados referentes aos aspectos físico-naturais da área em estudo. Tal levantamento de dados ocorreu com consultas dos periódicos, relatórios técnicos e teses e dissertações disponíveis nas bibliotecas online do país e exterior, além de consulta a biblioteca da Universidade Federal Fluminense (UFF) e da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF).

Outra etapa foi a definição da escala taxonômica para a realização do mapeamento. Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) fazem algumas considerações sobre as escalas taxonômicas, que abarcam desde uma escala de análise muito geral até uma muito grande, mais específica e pontual, definida em cinco categorias distintas. Uma escala muito geral, na qual se tem o recorte de um país e estado: 1:5.000.000. Outra, em esfera um pouco menor de abrangência de caráter geral, abarcando estados e regiões: 1:1.000.000. Uma definição em escala média, na qual se abrangem bacias hidrográficas e municípios; 1:100.000 – 1:50.000, seguida pelas escalas classificadas como grandes, caracterizando bairros e distritos; 1.50.000-1:10.000. E, por fim, as escalas muito grandes, que visam projetos de uso e ocupação da terra: 1:1.000 – 1:2.000.

Desse modo, para atender aos objetivos propostos por este trabalho, tornou-se necessária uma representação cartográfica. Como o objetivo proposto para este trabalho é a realização do mapeamento geomorfológico do baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé (RJ), assim, adotou-se a escala 1:50.000.

Definida a escala taxionômica de trabalho, foi proposta uma adaptação da metodologia exposta por Silva e Rodrigues (2009), que extraem os dados morfométricos a partir das imagens geradas através das imagens SRTM trabalhadas estatisticamente no projeto Topodata, coordenado por Valeriano (2005). O uso de tais bases de dados possibilitou obtenção de dados com escala de maior detalhe, uma vez que as imagens brutas SRTM tinham resolução de 90m, e as imagens pós-processadas por Valeriano, melhoraram a resolução espacial, com pixels de 30m (Figura 2).

O primeiro passo foi fazer o *download* de todos os arquivos SRTM correspondentes a área de estudo. De posse da base de dados, agrupou-se em um único arquivo no formato *raster*, e com o uso do módulo *Spatial Analyst Tools*, ferramenta Extração por máscara, obteve-se apenas uma única imagem da área de estudo.

De posse de tal imagem, tornou-se possível organizar produtos cartográficos auxiliares na interpretação das formas de relevo predominantes como o mapa de curvas de nível em formato *shapefile*, e os mapas hipsométrico, clinográfico, e de relevo sombreado em formato *raster*.

A partir da imagem SRTM da área de estudo, e do uso do software Arc GIS 10.3, no módulo *3D Analyst Tools*, ferramenta interpolação foi possível extrair as curvas de nível com equidistância de 20 m.

Outro produto cartográfico elaborado a partir do recorte das imagens SRTM da área de estudo foi o Mapa Hipsométrico. Como a área apresenta uma variação altimétrica que vai de < 5m a 1029m, definiu-se 10 classes para melhor representação dos desníveis altimétricos da área. Definiu-se assim as seguintes classes: ≤5m; 5-10m; 10-25m; 25-50m; 50-100m; 100-150m; 150-250m; 250-350m; 350-450m; e 450-1.029m. Este mapa foi elaborado a fim de identificar as áreas com maior desnível altimétrico, e as áreas de topos e nascentes (Figura 3).

## Modelo Digital de Elevação (MDE) do Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé

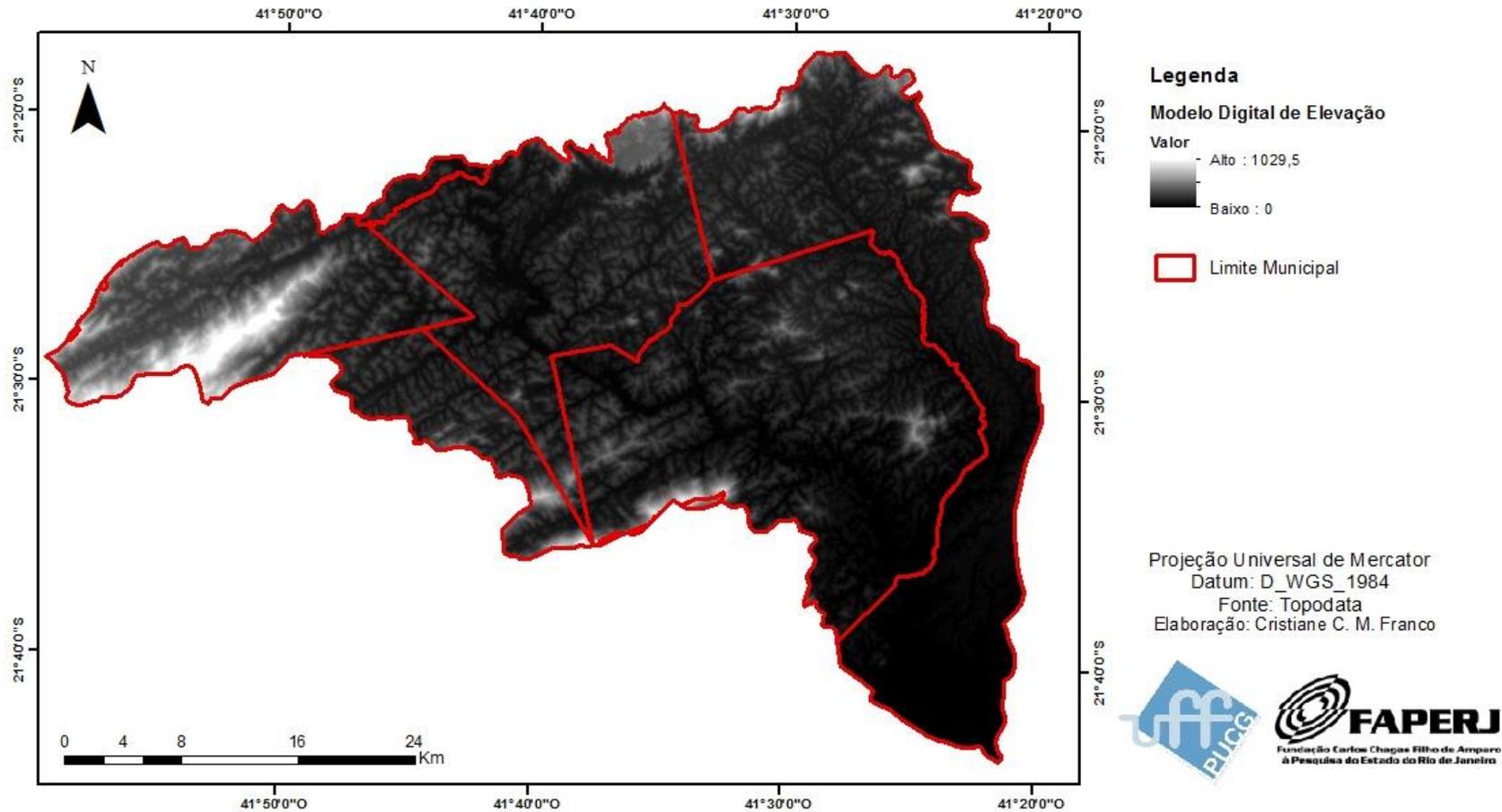


Figura 2 – Modelo Digital de Elevação (MDE) do baixo curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé

Fonte: Topodata

Elaboração: Cristiane Chapeta Mattoso Franco

### Mapa Hipsométrico do Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé

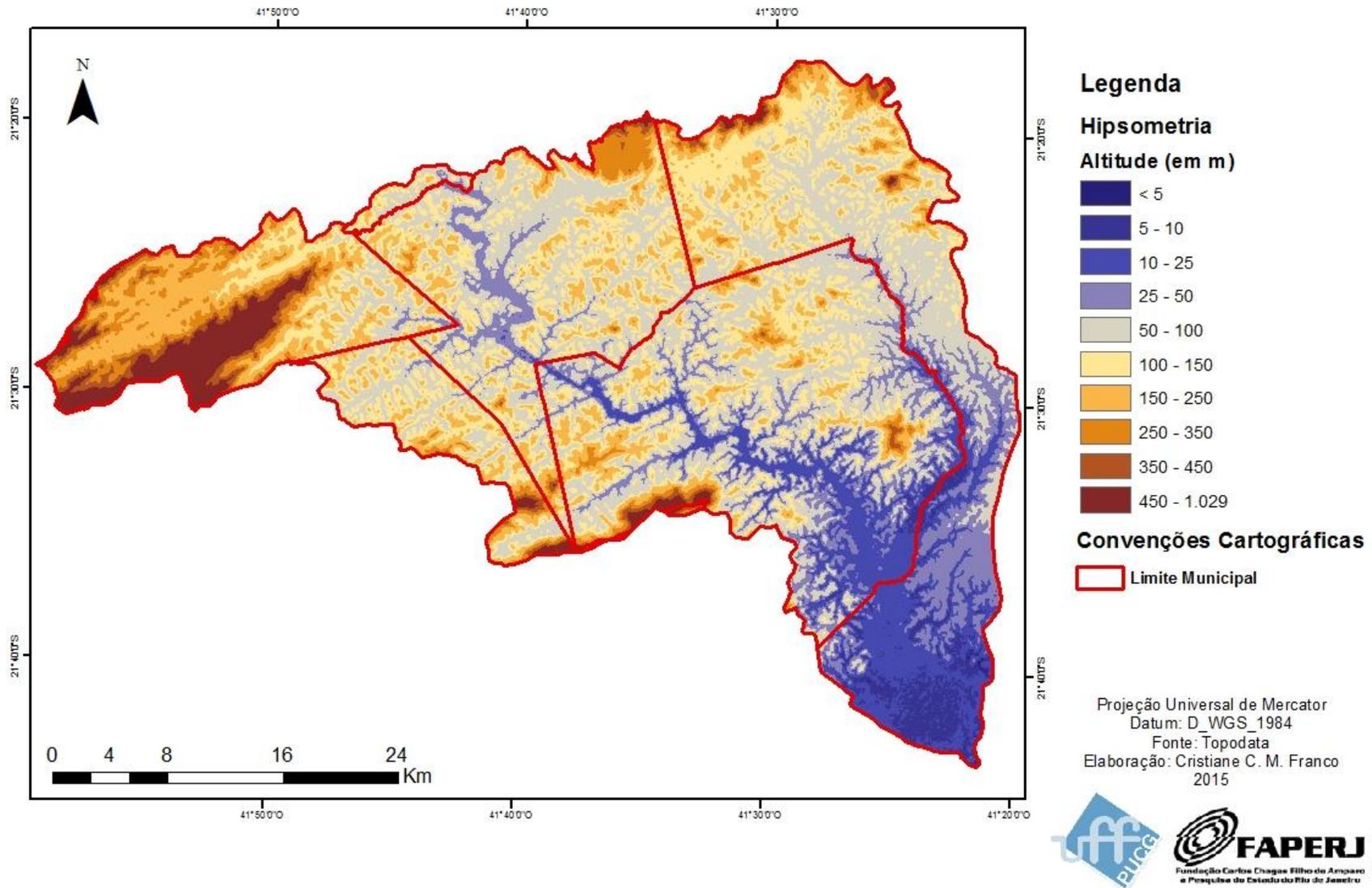


Figura 3 – Mapa Hipsométrico do baixo curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé.

Fonte: Topodata

Elaboração: Cristiane Chapeta Mattoso Franco

O Mapa Clinográfico foi gerado a partir do modelo digital de terreno com o uso do software *Arc GIS 10.3* no módulo *ArcToolBox* na ferramenta *Superfície para Raster* no comando *Declividade*. Como a esculturação do relevo apresenta extensa área plana, pois na planície costeira quaternária predominam baixas altitudes, serão adotadas cinco classes na tentativa de representar a variação de declividade da área, não só nas partes serranas, como também na planície. As classes definidas foram:  $\leq 2\%$ ; 2 a 5%; 5 a 12%; 12 a 20%;  $\geq 20\%$ . A definição de tais classes respeita as orientações dadas por De Biasi (1992) que diz:

- $< 5\%$  - Limite urbano – industrial, utilizados internacionalmente, bem como em trabalhos de planejamento urbano efetuados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e da EMPLASA – Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S. A.
- 5 – 12% - Este limite possui algumas variações quanto ao máximo a ser estabelecido (12%), pois alguns adotam as cifras de 10% e / ou 13%. A diferença é muito pequena, pois esta faixa define o limite máximo do emprego da mecanização na agricultura. (CHIARINI e DONZELLI *apud* DE BIASI, 1992).

A área com declividade superior a 20% é bastante pontual. Esta apresenta restrição a ocupação por conta da legislação federal – Lei 6766/79 – também chamada de Lei Lehmann, que vai definir o limite máximo para urbanização sem restrições, a partir do qual toda e qualquer forma de parcelamento far-se-á através de exigências específicas.

Ainda no que tange as classes de Declividade, considerando a área de estudo, deve-se dar maior destaque nas áreas da primeira classe (inferior a 2%), consideradas áreas com maior propensão a inundações (Figura 4).

Outra etapa foi à criação do “*Shaded Relief*” (relevo sombreado) no software Envi 4.5. Para cumprir esta etapa, foi necessário importar o arquivo gerado pelo software Arc GIS 10.3 na interpolação dos pontos extraídos dos MDEs do IBGE (Figura 5).

### Mapa Clinográfico do Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé

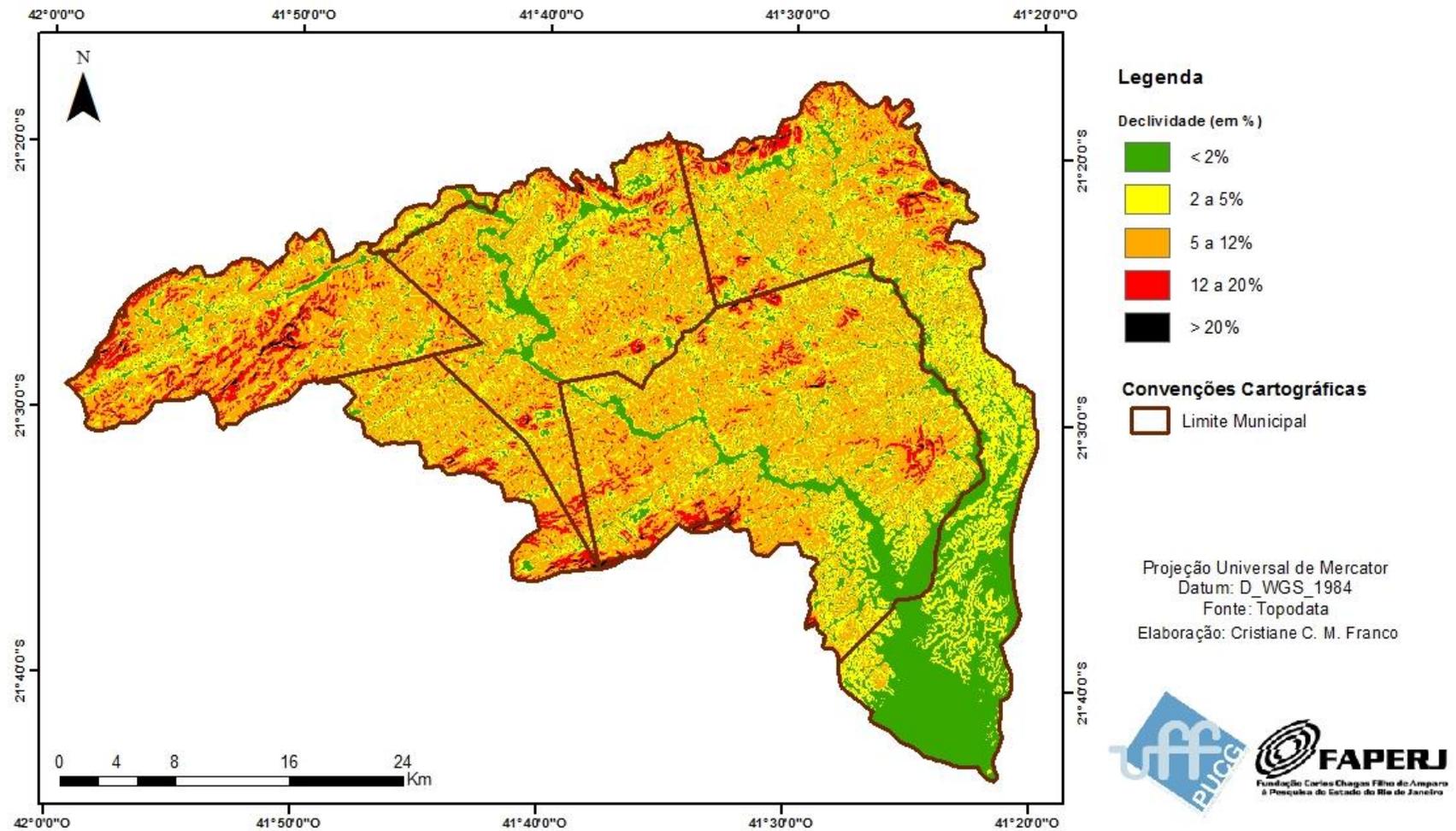


Figura 4 – Mapa Clinográfico do baixo curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé.

Fonte: Topodata

Elaboração: Cristiane Chapeta Mattoso Franco

Mapa de Relevo Sombreado do Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé

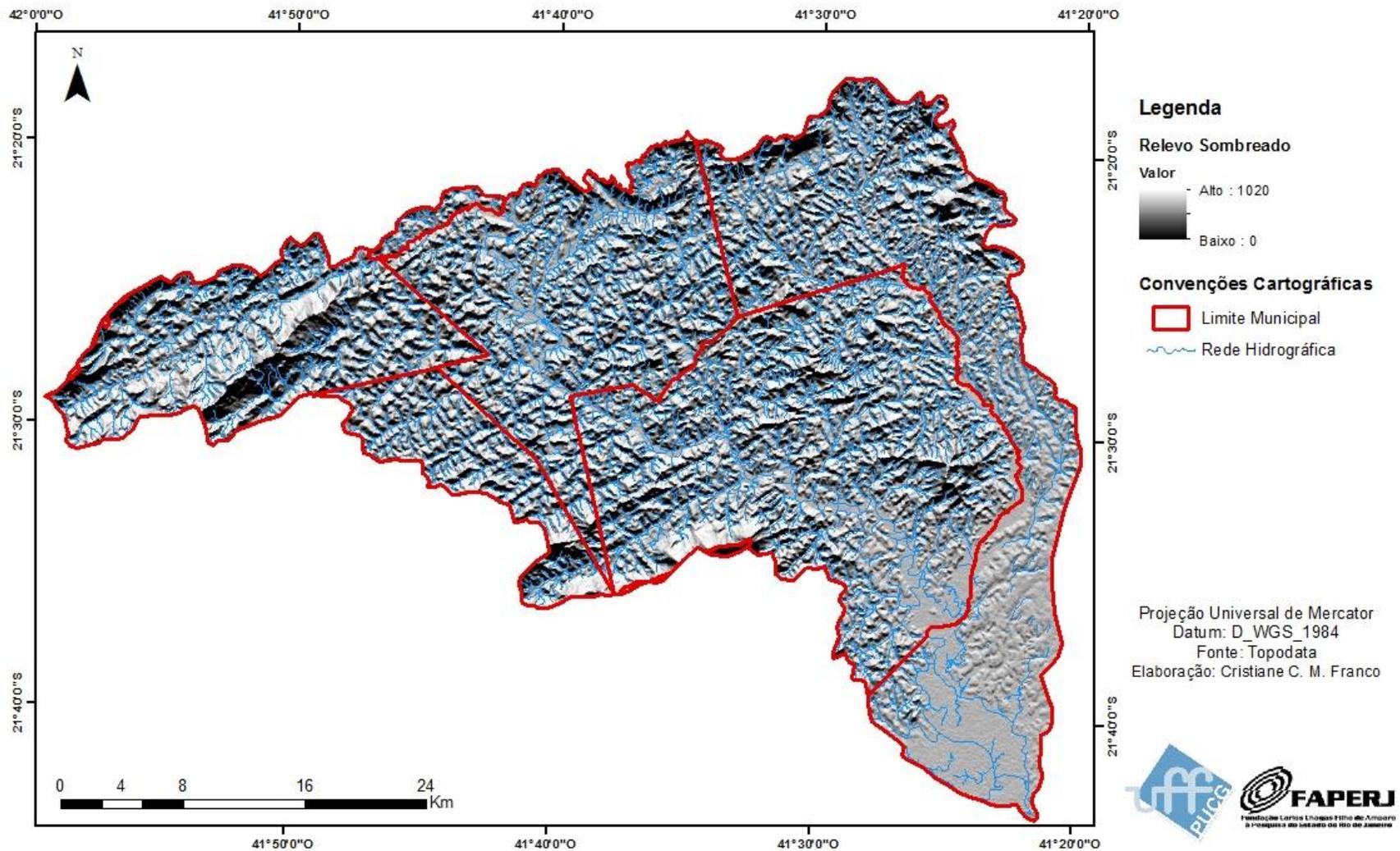


Figura 5 – Mapa de Relevo Sombreado do baixo curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé.  
Fonte: Topodata  
Elaboração: Cristiane Chapeta Mattoso Franco

A partir da correlação entre os Mapas Hipsométrico (Figura 3), Clinográfico (Figura 4) e Relevo Sombreado (Figura 5), além da interpretação das espacialidades entre as curvas de nível e a elaboração de perfis, pode-se fazer análises morfométricas que auxiliaram na definição das formas de relevo. Cabe ressaltar, que antes da classificação das formas de relevo, foi necessário definir os domínios morfoestruturais do relevo que foram obtidos do conjunto de cartas geológicas disponíveis em formato *raster* na escala 1:50.000 elaboradas pelo DRM-RJ entre as décadas de 1970 e 1980. Cada carta geológica foi georreferenciada no software *Arc GIS 10.3*, a partir do qual foram organizados em tabelas: informações sobre os ciclos geotectônicos, litologia e estratigrafia, além de aspectos morfoestruturais como a ocorrência de dobramentos e falhamentos.

Os dados geológicos deram suporte na delimitação dos domínios morfoestruturais, e foram também correlacionados os padrões de idade e o tipo de litologia obtidos a partir dos mapas geológicos. Também foram utilizadas as informações referentes às deformações de rochas, ou seja, as áreas com ocorrência de dobras e falhas.

Para delimitar os aspectos morfoesculturais, o primeiro passo foi por meio da classificação automática por máxima verossimilhança da imagem produzida após a interpolação dos *Layes* dos pontos extraídos dos MDEs.

Para tal, foi necessário acessar no *Arc GIS 10.3* o módulo *ArcToolbox* na extensão “*Spatial Analyst Tools*”, e selecionar o módulo “*Multivariate*” > “*Create Signature*”, que originou um arquivo \*.GSC. Em seguida foi necessário utilizar a ferramenta “*Spatial Analyst Tools*” > “*Multivariate*” e selecionar o comando “*Maximum Likelihood Classification*”. Na nova janela, denominada “*Input raster bands*” selecionou-se a imagem raster, produto da interpolação dos *Layes* das cartas topográficas e, posteriormente em “*Input signature file*” buscou-se o arquivo \*GSG gerado no procedimento anterior.

A organização do mapa geomorfológico foi elaborada com o uso do software *Arc GIS 10.3*, seguindo os seguintes passos:

### **1) Delimitação das Unidades Morfoestruturais**

A partir do mapa geológico da área em estudo, agrupou-se por período de gênese das unidades geológicas e por características da litologia os diferentes domínios morfoestruturais. Foi criado para cada uma das unidades morfoestruturais, um arquivo *shapefile*

individualizado, que na área em estudo deram origem a três arquivos: Depósitos Sedimentares Quaternários, Depósitos Sedimentares Terciários e o Cinturão Orogênico do Atlântico.

## **2) Separação por Unidades Morfoestruturais a Imagem Classificada, a Imagem SRTM e a Imagem Sombreada**

Este procedimento foi adotado para facilitar a interpretação dos dados morfométricos por Domínio Morfoestrutural. Para tal foi necessário gerar um arquivo para cada domínio morfoestrutural. Depois, selecionou-se o arquivo ao modelo digital de terreno, e extraiu-se as informações referentes à altimetria, ao relevo sombreado, a reclassificação do MDE e à declividade para cada Domínio Morfoestrutural.

Já com as imagens individualizadas de cada morfoestrutura, partiu-se para a identificação dos Compartimentos de Relevo, que segundo IBGE (2009) são geradas pela ação climática no decorrer do tempo geológico e possuem dimensões e idade inferiores às das Unidades Morfoestruturais. Para a identificação dos diferentes Compartimentos de Relevo, tomou-se como referência a diferenciação de sombra e rugosidade representadas pela imagem sombreada, correlacionando-as com os diferentes patamares altimétricos, ou seja, a partir das curvas de nível. Este procedimento requereu a interpretação visual, sendo que algumas feições estruturais por si mesmas já constituem unidades esculturais. Outra forma de identificação dos compartimentos de relevo foi com o auxílio de perfis topográficos, importantes por representar um corte transversal da superfície demonstrando os diferentes padrões altimétricos ao cortar várias unidades de relevo.

Para delimitar os Compartimentos de Relevo foi necessário sobrepor as curvas de nível à imagem sombreada, e assim, identificando as diferenciações de sombra e rugosidade e associando-as com as curvas de nível que possam limitar essas diferenciações.

Ao observar os mapas relacionados acima, foi possível identificar três classes altimétricas que diferenciam sombra e rugosidade. Este resultado é possível de ser verificado, também, por meio de perfis topográficos.

Deste modo, com as classes definidas, foi necessário fazer uma reclassificação supervisionada a partir da imagem classificada.

O próximo passo foi transformar essa imagem Raster em *shapefile* para que fosse possível editar os polígonos e acrescentar informações a eles.

Com o arquivo *shapefile* criado, pode-se observar que a imagem apresenta vários polígonos, sendo que, alguns representam a mesmo Compartimento de Relevo e outros, apesar de estarem na mesma classe altimétrica fazem parte de unidades diferentes.

Para editar os polígonos lhes conferindo informações distintas foi necessário, primeiramente, inserir uma nova coluna na tabela de atributos do *shapefile* em questão. Anteriormente ao início da edição, deve-se possuir esquematizada, a nomenclatura dos diferentes compartimentos de relevo. Essa classificação levou em consideração os atributos morfométricos, relacionados aos valores topográficos, e os atributos morfológicos, relacionados à geometria/tipologia das formas.

Como o arquivo *shapefile* gerado tinha muitos polígonos representando a mesma informação, utilizou-se a ferramenta “Dissolver”, para generalizar os polígonos semelhantes, escolhendo como atributo comum entre eles a coluna “compartment”

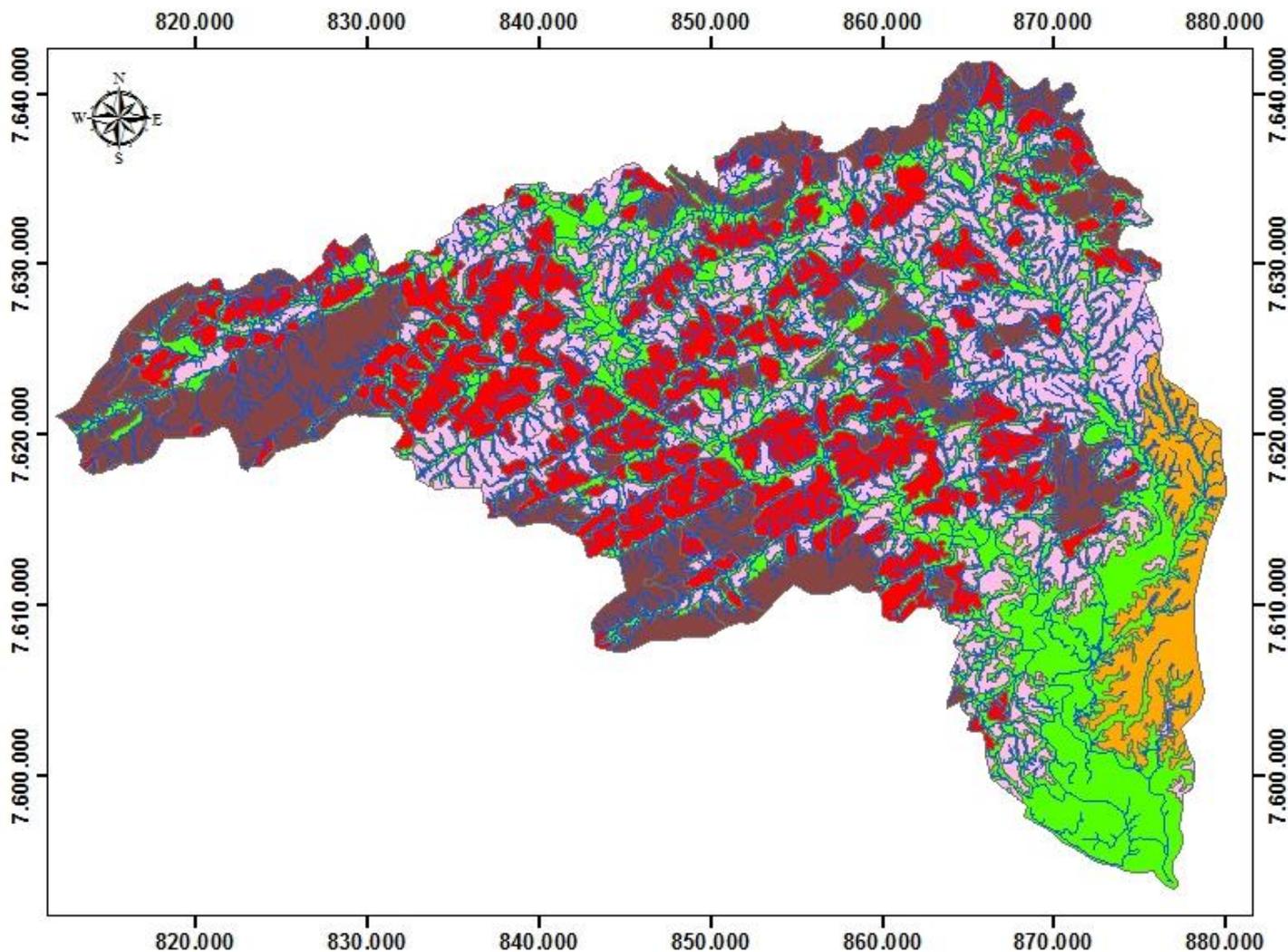
As formas semelhantes foram identificadas a partir da interação entre Morfoestrutura x Compartimentos e o formato das curvas de nível e interpretação do relevo sombreado. Para confirmar as feições predominantes, realizou-se a interpretação visual de imagens de satélite RapidEye, do ano de 2014 no software ArcGIS 10.3, adquiridas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e cedidas para o uso do Laboratório de Geomorfologia, Geotecnologias e Análise Ambiental (LAGEOA), do Instituto de Ciências da Sociedade e Desenvolvimento Regional (ESR) da Universidade Federal Fluminense (UFF).

Após a elaboração dos mapas, os dados foram correlacionados com os dados obtidos na revisão bibliográfica, levando então à discussão e análise do modelado da área em estudo.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Ao fim da elaboração do mapa geomorfológico do baixo curso da bacia do rio Muriaé, foram descritas três classes distintas de Domínios Morfoestruturais, cada qual relacionada com seu respectivo Domínio Morfoescultural, destacando também as formas de relevo predominantes na área mapeada (Figura 6).

# MAPA GEOMORFOLÓGICO DO BAIXO CURSO DO RIO MURIAÉ-RJ



## LEGENDA

| Domínios Morfoestruturais           | Domínios Morfoesculturais                      | Formas de relevo predominantes   |
|-------------------------------------|--|--|
| Depósitos Sedimentares Quaternários | Formas de acumulação                           | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #00FF00; border: 1px solid black;"></span> Planícies Fluviais |
| Depósitos Sedimentares Terciários   | Formas de dissecação em depósitos sedimentares | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFA500; border: 1px solid black;"></span> Tabuleiros         |
| Cinturão Orogênico do Atlântico     | Formas de dissecação em estruturas cristalinas | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFC0CB; border: 1px solid black;"></span> Colinas            |
|                                     |  | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FF0000; border: 1px solid black;"></span> Morros             |
|                                     |  | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #8B0000; border: 1px solid black;"></span> Escarpas Serranas  |

## Convenções Cartográficas

Rede de Drenagem



Figura 6- Mapa Geomorfológico do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé.

Afim de facilitar a discussão dos processos relacionados a gênese e evolução das formas de relevo da área de estudo, este trabalho propõe a sua análise a partir dos processos morfogenéticos atuantes: as formas derivadas do processo de dissecação e as formas originadas dos processos de acumulação.

### **5.1. Formas de relevo derivadas do processo de dissecação**

As formas de relevo derivadas do processo de dissecação são comuns em áreas em que a ação fluvial é atuante na individualização de formas. Os rios são responsáveis pelos processos de entalhamento dos vales, a partir do processo de denudação.

Observando o Mapa Geológico da área em estudo (Figura 7) nota-se que nas áreas em que as rochas datadas do período Pré-cambriano e do período Terciário foram ao longo do tempo geológico dissecados pela ação fluvial individualizando formas relacionadas as Escarpas, Morros, Colinas e Tabuleiros (Figura 6).

Almeida *et al.* (1976) e Heilbron *et al.* (1995) *apud* CPRM (2000) dizem que o Cinturão Orogênico do Atlântico representa uma das significativas feições geotectônicas da fachada atlântica brasileira, que se estende do estado de Santa Catarina até o norte da Bahia. É composto por diversas faixas de dobramento, que podem ser identificadas em todo o estado do Rio de Janeiro. Esse cinturão constitui-se em um conjunto diverso de rochas graníticas e gnáissicas, submetidas a diversos eventos orogênicos ao longo do Pré-Cambriano.

Segundo CPRM (2000, p. 6):

Após um longo período de estabilidade tectônica no Paleozóico e início do Mesozóico, esses terrenos sofreram uma tectônica extensional associada à reativação Wealdeniana a partir do Jurássico (Almeida, 1967). Essa tectônica extensional prolongou-se pelo Terciário, gerando uma série de falhamentos normais, que produziram os maciços costeiros e as escarpas serranas, tais como as serras do Mar e da Mantiqueira (Almeida, 1976; Asmuse Ferrari, 1978).

Observando as Figuras 6 e 7 nota-se que as rochas do Cinturão Orogênico do Atlântico fazem limite a sudeste com a Formação Barreiras, que forma os Depósitos Sedimentares Terciários. Também se observa que nas margens dos rios formam-se depósitos quaternários decorrentes da ação fluvial, que neste trabalho denominamos de Depósitos Sedimentares Quaternários.

Para caracterizar geologicamente o Cinturão Orogênico do Atlântico, organizaram-se com base no mapeamento geológico realizado pelo DRM-RJ, as Unidades Geológicas a partir da sua gênese e evento geotectônico responsável por sua formação.

# MAPA DE UNIDADES GEOLÓGICAS DO BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MURIAÉ-RJ

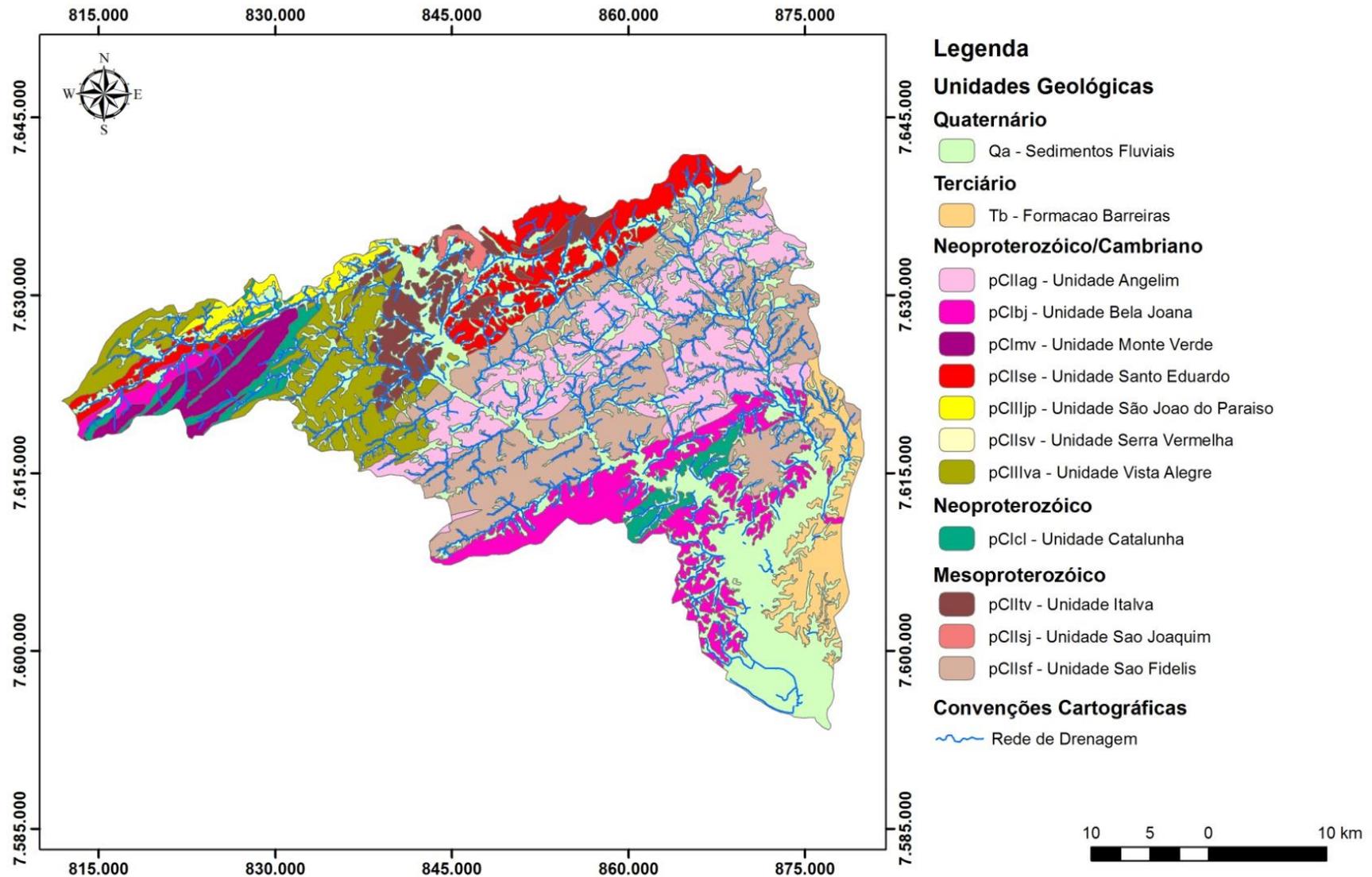


Figura 7 – Mapa Geológico do baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé

Fonte: DRM

Organização: Cristiane Chapeta Mattoso Franco

Segundo dados da CPRM (2000), as unidades geológicas de Italva e São Joaquim foram agrupadas no projeto por serem semelhantes, e datam das Eras Meso/Neoproterozóico. A principal característica apontada é a presença de mármore:

os mármore representam o produto sob condições de metamorfismo de grau forte, de sedimentos químicos marinhos, tipificando o extremo de uma série com ‘excesso de carbonato’. Podem ocorrer muito puros (...), com variações para termos dolomíticos ou contêm impurezas de quartzo (AMORIM, 2014, p. 32).

Já unidade São Fidélis, também datada das Eras Meso/Neoproterozóico, representa parte significativa da área de estudo mapeada, diferencia-se pela presença de “paleomigmatitos” heterogêneos (dominantes) e homogêneos (...). Apresentam-se com intercalações de faixas cinza-claras que exibem um bandamento gnáissico bem definido, milimétrico a centimétrico, faixas esbranquiçadas (...) e intercalações quartzosas” (AMORIM, 2014, p. 32).

Já a unidade Serra Vermelha, tem sua gênese entre Neoproterozóico/Cambriano, sendo caracterizada pela existência de rochas expostas presentes nas áreas da Serra Vermelha e Serra das Águas Quentes. Nesta unidade podem ser encontrados mármore e gnaisses (CPRM, 2000).

A unidade Catalunha, por sua vez, datada do Neoproterozóico/Cambriano, apresenta metamorfitos e migmatitos foliados, com recorrente presença de óxidos de ferro e manganês. Destaca-se ainda a presença de corpos de mármore dolomíticos, comumente sob a forma de lentes alongadas. A unidade Santo Eduardo de origem do Neoproterozóico/Cambriano, é composta por “paleo-migmatitos” heterogêneos, apresentando domínios homogêneos, porfiroblásticos e domínios gnáissicos bandados. Faixas leptiníticas de espessura variável são recorrentes, tal qual intercalações de rochas calcossilicatadas, de anfibólio, de quartzitos e corpos de mármore (CPRM, 2000).

A unidade Bela Joana também formada durante o Neoproterozóico/Cambriano, é composta essencialmente por rochas maciças e homogêneas, granulação média a grosseira, apresentando ainda algumas variações para os tipos gnáissicos. Por fim, encontra-se na unidade Angelim, originada no Neoproterozóico/Cambriano, rochas micro, meso e macroscopicamente homogêneas, de estrutura maciça ou fracamente orientada, textura porfiroblástica e semiporfiroblástica. A coloração do material varia entre cinza claro, médio ou escuro, de acordo com o menor ou maior teor de máficos.

Este conjunto de diferentes rochas, com resistências diferenciadas aos processos erosivos e de denudação deram origem a formas de relevo na área em estudo: as escarpas serranas, os morros e as colinas.

A individualização dessas formas de relevo deu-se por conta da presença da rede de drenagem, principal agente de dissecção do relevo e responsável pela modelagem das estruturas atuais. É caracterizada como densa e não apresenta padrão específico de drenagem, uma vez que é condicionado pela estrutura litológica.

As escarpas serranas são caracterizadas como formas de altas elevações no terreno, apresentam topos angulares predominantemente, e altas declividades. Estas formas são estabelecidas com altitude acima de 300 metros. A maior recorrência de serras pode ser observada nas margens oeste, sudoeste e nordeste do mapa, apresentando ainda algumas formas em contato com morros, colinas e planícies na porção mais central do mapa, conforme observa-se na Figura 8.

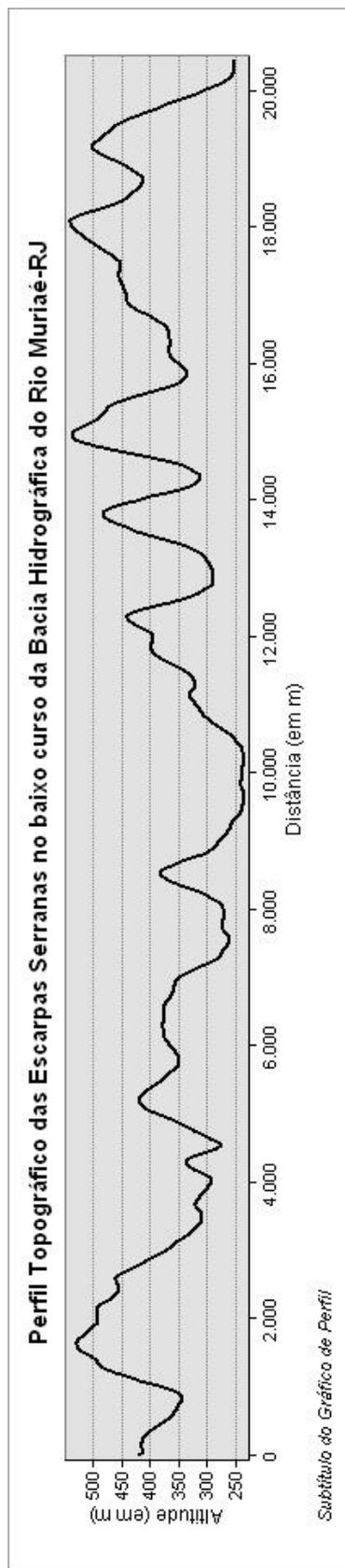


Figura 8 – Perfil Topográfico das escarpas serranas no baixo curso da bacia Hidrográfica do rio Muriaé.

Fonte: Topodata

Organização: Cristiane Chapeta Mattoso Franco

Define-se como Morro, médias elevações do terreno, com domínio de topos arredondados, amplitudes entre 100 e 200m e declividades altas (GUERRA e GUERRA, 2005). Caracterizaram-se como morros as formas que apresentam amplitude entre 100 e 200 metros. Essa forma de relevo é encontrada principalmente em contato com as planícies fluviais, onde se percebe certa concentração, e ainda em conjuntos mais isolados em diferentes porções da área mapeada (Figura 9). Na área em estudo, a presença dos morros circundados por colinas é decorrente da maior resistência ao desgaste do material pelos processos erosivos.

Finalmente, as colinas sendo formas residuais dos processos de dissecação, apresentam topos arredondados e baixas declividades, foram assumidas como colina as formas com amplitude entre 20 e 100 metros. A intensa atuação dos processos meteóricos, principalmente relacionados ao clima tropical, com médias elevadas de precipitação e altas temperaturas formam espessos mantos de alteração, e por conta dos processos erosivos, tais feições são esculpidas de forma a reduzir cada vez mais a sua altura e diminuindo a sua declividade (Figura 10).

As colinas estão presentes de maneira significativa, conforme representação do mapa geomorfológico (Figura 6) e apresenta-se em todas as unidades geológicas (Figura 7).

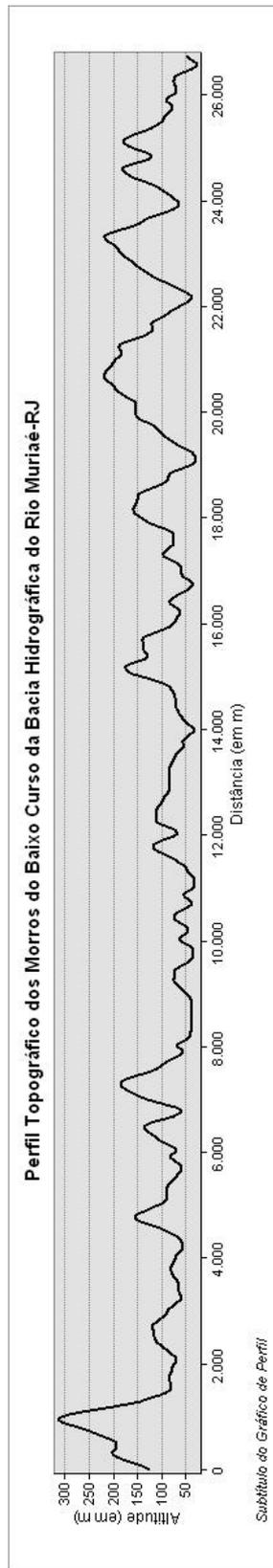


Figura 9 – Perfil Topográfico dos morros no baixo curso da bacia Hidrográfica do rio Muriaé.  
 Fonte: Topodata  
 Organização: Cristiane Chapeta Mattoso Franco

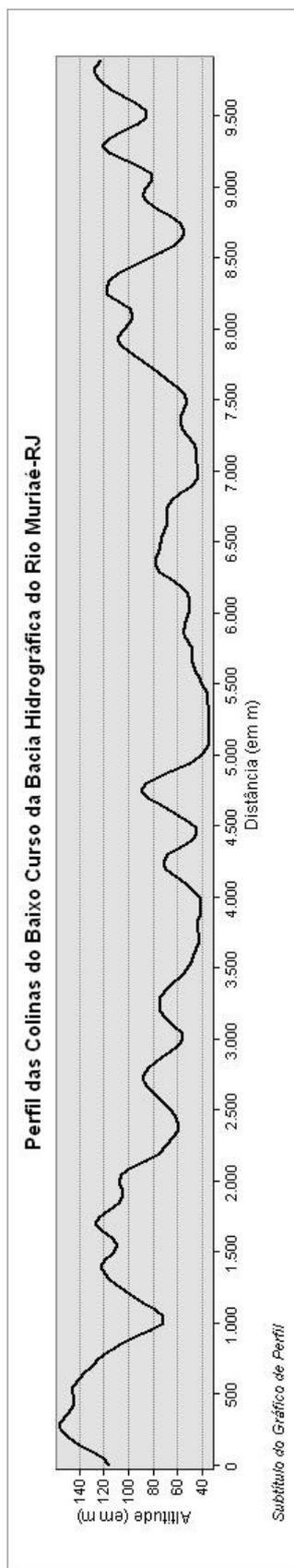


Figura 10 – Perfil Topográfico das colinas no baixo curso da bacia Hidrográfica do rio Muriaé.

Fonte: Topodata

Organização: Cristiane Chapeta Mattoso Franco

O segundo Domínio Morfoestrutural mapeado foram os Depósitos Sedimentares Terciários, no qual a Formação Barreiras aflora na região do delta do rio Paraíba do Sul, nos municípios de Campos dos Goytacazes e São Francisco de Itabapoana (CPRM, 2000).

A origem da Formação Barreiras está diretamente relacionada aos processos de Reativação Wealdeniana, responsáveis pelos processos distintivos que fragmentaram o continente Sul-Americano e o continente Africano, que originou diversas bacias sedimentares ao longo da Costa Atlântica, preenchidas por sedimentos de idade cretácea e terciária (SUGUIO, 2005).

Conforme Nunes (2011, p. 18-19):

Segundo Cesero (1997), no início do Mesozóico (Triássico) a plataforma Afro-brasileira apresentava-se recoberta, em grande parte, por sedimentos continentais fluviais e eólicos depositados em condições de grande quietude tectônica. Porém, um continuado levantamento epirogenético deu origem à formação de uma antéclise, sendo responsável pela erosão da delgada capa de sedimentos neopaleozóicos e paleozóicos, expondo uma área extensa do embasamento (CESERO, 1997).  
(...)

No final do Terciário, o ajustamento isostático produziu o soerguimento das bordas do Atlântico Sul, havendo um basculamento das placas em direção ao interior dos continentes, expondo à erosão uma faixa de 100 km a 300 km de largura ao longo dos litorais de ambos os continentes, que serviu de fonte de sedimentos para as bacias interiores e costeiras. Esta ampla epirogênese terciária ao longo da costa, associada à alta energia do Atlântico, foi responsável pela sedimentação predominantemente terrígena na plataforma continental (BRASIL, 1983; CESERO, 1997; COSTA JÚNIOR, 2008).

Na área em estudo, mais precisamente na área do baixo curso do Rio Muriaé encontra-se os Tabuleiros Costeiros. Essa formação é caracterizada por três unidades lito-estratigráficas conforme Ferrari *et al* (1981) *apud* CPRM (2000): sedimentos com textura na fração areia grossa a conglomerática, com matriz caulínica e estruturas de estratificação cruzada planar na base do pacote; uma unidade intermediária composta de interlaminações de areias grossas quartzosas com matriz areno-argilosa e argilas arroxeadas levemente arenosas; e, no topo do pacote, um nível de argilas caulínicas com cores variando entre o vermelho e branco.

Para CPRM (2000, p. 67):

No modelo de evolução paleogeográfica e paleoclimática proposto por Martin *et al.* (1997), para o litoral norte do estado do Rio de Janeiro, a sedimentação Barreiras ocorreu provavelmente durante o Plioceno, quando o clima era semiárido, sujeito a chuvas esporádicas torrenciais. Dessa forma, teriam formando-se amplas faixas de leques aluviais no sopé das encostas constituídas pelas rochas do embasamento (GHIGNONE, 1979). Nessa época o nível do mar era mais baixo que o atual, e os sedimentos do Grupo Barreiras entulharam a plataforma continental (BIGARELLA e ANDRADE, 1964). A sedimentação Barreiras foi interrompida quando o clima passou a ser mais úmido (Vilas-Boas *et al.*, 1979), e, no Pleistoceno, uma transgressão marinha começou a erodir a porção mais externa do Grupo Barreiras, formando as falésias que ocorrem no Nordeste do Brasil.

Um consenso entre os pesquisadores era de que a Formação Barreiras tinha origem apenas de origem continental. Arai (2006) afirma que em trabalhos recentes, surgiram evidências de influências marinhas para a gênese da Formação Barreiras. Dentre os dados levantados, estão informações de cunho paleontológico e sedimentológico.

Segundo Nunes (2011, p. 19):

A análise estratigráfica integrada permitiu relacionar a origem do Grupo Barreiras com a elevação eustática global que teve seu máximo no intervalo do Burdigaliano ao Serravaliano (12 – 20 Ma), no Mioceno médio. A sedimentação do Barreiras sofreu uma interrupção no Tortoniano, quando houve um rebaixamento eustático global que ocasionou um extenso evento erosivo nas áreas emersas e a formação de cunhas fortemente progradantes na porção submersa das bacias submersas. Com a retomada da subida eustática no Plioceno (Zancleano, 4 – 5 Ma), depositou-se o segundo ciclo (Barreiras Superior). A erosão e o retrabalhamento do Grupo Barreiras no Quaternário devem ter sido responsáveis, em parte, pela atual configuração da plataforma continental (ARAI, 2006).

No compartimento de relevo Tabuleiros Costeiros, distinguem-se formas de relevo distintas, de topo aplainado e de topo convexos. Diferente das áreas próximas ao litoral, à medida que se adentram a Formação Barreiras ao interior, sua cota altimétrica é superior a 20m, chegando a atingir 120 metros (Figura 11), apresentando elevada densidade de drenagem predominantemente nos padrões paralelo a dendrítico.

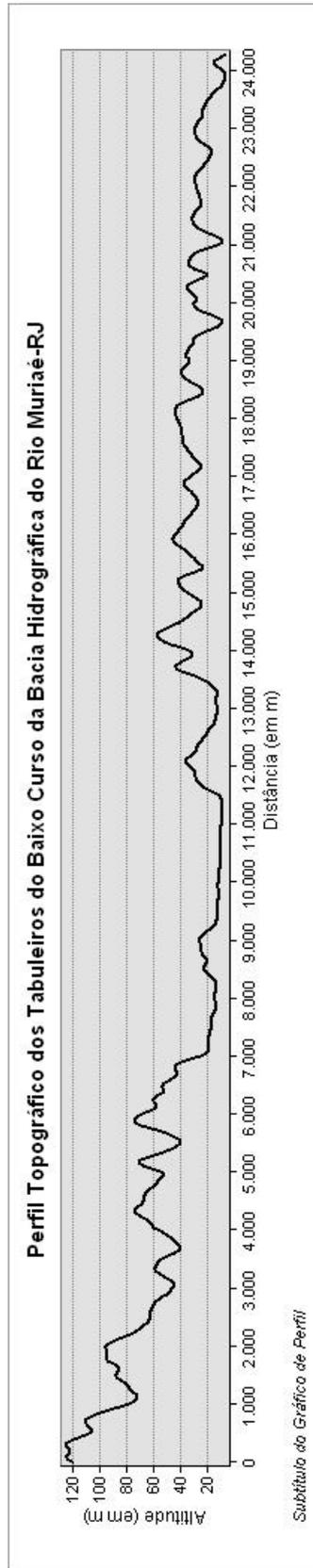


Figura 11 – Perfil Topográfico dos tabuleiros no baixo curso da bacia Hidrográfica do rio Muriaé.

Fonte: Topodata

Organização: Cristiane Chapeta Mattoso Franco

## 5.2 – Formas de Acumulação

Os Depósitos Sedimentares Quaternários tiveram sua origem através de sucessivos processos de deposição e acumulação de sedimentos.

Na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul o Domínio Morfoestrutural Depósitos Sedimentares Quaternários tem sua origem em eventos associados a série de ambientes de sedimentação quaternária. Tais eventos estão relacionados a processos de acumulação decorrentes tanto a gênese continental e também transicional/marinho.

No baixo curso do rio Muriaé esses processos deposicionais fazem limite, na porção continental, com rochas do embasamento de diferentes litologias e idades, e também a depósitos da Formação Barreiras.

Segundo o mapeamento geológico realizado pelo DRM-RJ, destacam-se 02 (dois) litologias associadas à tal Domínio Morfoestrutural:

- Qp – Argilas e siltesmicáceos, de coloração cinza-acastanhada, associadas às planícies de inundação, conglomerados e areias quartzosas, podendo conter feldspato, geralmente mal-selecionadas, de coloração branco-amarelada, ou acinzentada, com estratificações cruzadas de canais fluviais;
- QI – Argilas associadas à depósitos orgânicos de cor cinza a cinza-negra, e depósitos de Turfa em lagos, pântanos e brejos.

Destaca-se que as planícies fluviais no baixo curso do rio Muriaé margeiam os canais fluviais, mas que na proximidade com a sua confluência com o rio Paraíba do Sul, esta área por conta da baixa cota altimétrica e baixa declividade configura-se uma planície de inundação. Essas formações coincidem com as áreas com declividade inferior a 2% e vales encaixados sujeitos às inundações periódicas. A principal característica dessas formas de acumulação é a presença de terrenos mal-drenados, associados a acúmulo de materiais argilo-arenosos fluviais e alúvio-coluviais.

Reis e Amorim (2014) destacam a recorrência dos fenômenos de inundações no baixo curso do rio Muriaé, principalmente nos municípios de Cardoso Moreira, Italva e Itaperuna. Os autores afirmam que o fenômeno ocorre durante o período mais úmido, entre os meses de novembro a março, e que, os episódios de inundações são agravados por conta da ocupação das margens dos rios tanto por áreas urbanas como por áreas rurais.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vale ressaltar que o tutorial elaborado por Silva e Rodrigues (2009) utilizado para aprendizagem e acompanhamento na elaboração do mapa geomorfológico do trabalho apresentado, foi adaptado para melhor atender os objetivos propostos. O mapa proposto pelo tutorial, por exemplo, tem escala menor, 1:250.000, enquanto o mapa geomorfológico do baixo curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé foi elaborado na escala 1:50.000. Assim como a versão do *software* utilizado no Tutorial de Cartografia Geomorfológica (*ArcGIS9.2*) é anterior a versão utilizada (*ArcGIS10.3*) para a elaboração do mapa geomorfológico deste trabalho, desse modo, foi necessária a consulta e pesquisa acerca das ferramentas do *software* que haviam sido atualizadas, renomeadas e/ou realocadas.

Os dados geológicos, tal qual o mapa de relevo sombreado e da rede de drenagem presente na área de estudo, permitiram observar pouco controle estrutural da litologia em relação aos canais da bacia, sendo predominante o padrão de drenagem dendrítico.

A partir do mapa geomorfológico do baixo curso da bacia do rio Muriaé elaborado e dos resultados obtidos, em conjunto com os conceitos e processos apresentados que dizem respeito a gênese e modelagem do relevo, pode ser compreendido que a área mapeada possui formações antigas que remetem a diferentes Eras geológicas, tendo presenciado também diferentes climas. Tais formações, no entanto, são atingidas atualmente por fortes processos de dissecação, entre eles, a incisão dos canais da rede de drenagem presente na área, como também processos de acumulação, através das inundações periódicas dos canais que depositam sedimentos originários da intemperização de outras formas. Fica evidente, portanto, que o relevo estudado se encontra em condições morfoclimáticas que estão sendo responsáveis pelo desenvolvimento de uma nova configuração das suas formas, seja através do desgaste ou da deposição. Vale destacar que os processos aqui mencionados são, geralmente, lentos quando observados em escala histórica, mas de grande importância na compreensão do funcionamento do relevo a fim de melhor planejar futuros usos e ocupações de determinados espaços.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS CONSULTADAS

- AB'SÁBER, A. N. **Formas de relevo**: Texto básico. São Paulo, FUNBEC/Edart, 80p., 1975
- AMORIM, R. **Mapeamento Geomorfológico da Região Norte Fluminense na Escala 1:50.000**. RELATÓRIO DE PESQUISA. Fundação Carlos Chagas de Amparo a pesquisa do estado do Rio de Janeiro. Campos dos Goytacazes: Universidade Federal Fluminense, 2014.
- AMORIM, R.; Reis, C.; Ferreira, C. **Mapeamento dos Geossistemas e dos Sistemas Antrópicos como Subsídios de Áreas com Riscos a Inundações e Alagamentos no Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé (Rio de Janeiro – Brasil)**. No prelo, 2016
- ARAI, M.A. **Grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras**. Geologia USP. Série Científica, São Paulo, v.6, n.2, p. 1-6, 2006.
- ARGENTO, M. Mapeamento Geomorfológico. In: GUERRA, Antônio José Teixeira e CUNHA, Sandra Baptista da (Orgs.) **Geomorfologia**: uma atualização de Bases e Conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 4. ed., 2001.
- CASSETI, V. **Geomorfologia**. Livro digital, 2005. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>> Acesso em: 03 de março de 2016
- COELHO NETTO, Ana L. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, Antônio José Teixeira e CUNHA, Sandra Baptista da (Orgs.) **Geomorfologia**: uma atualização de Bases e Conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007, p. 93-148
- CPRM, Companhia Brasileira de Recursos Minerais. **Projeto Rio de Janeiro**. Brasília: Serviço Geológico do Brasil, 2000, v. 1-8
- CUNHA, C. **A Cartografia Geomorfológica em Áreas Litorâneas**. Junho de 2012, 119 f. Tese de Livre Docência – Universidade Estadual Paulista, São Paulo.
- FLORENZANO, T.G. **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008
- GUERRA, A. J.; GUERRA, A. J. T. **Dicionário geológico-geomorfológico**. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009
- NUNES, E.; Oliveira, R.; Santos, G. **Mapeamento Geomorfológico**: Considerações Metodológicas Utilizando Recursos de Modelos Digitais de Elevação. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Curitiba - PR: INPE, 2011.
- PRADO, R.B.; DANTAS, M.E; FIDALGO, E.C.C.; GONÇALVES, A.O.; SILVEIRA, M.M.L.; GUIMARÃES, P.V.; FERRAZ, R.P.D.; MANSUR, K.L., DOURADO, H.V.F. **Diagnóstico do meio físico da Bacia Hidrográfica do rio Muriaé**. Rio de Janeiro, EMBRAPA, 2005
- REIS, C. H; AMORIM, R. R. Uso de sensores remotos com diferentes resoluções espectrais para a caracterização do uso e ocupação das terras de áreas com risco à inundação dos municípios de Itálva e Cardoso Moreira, Rio de Janeiro, Brasil. In: RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança. (org.). **Multidimensão e Territórios de Risco**. 1ed.Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2014, v. 1, 2014. p. 123-128.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. D.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia da paisagem: uma visão geossistêmica da análise ambiental.** Fortaleza: EDUFC, 2004.

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

ROSS, J.L.S. **O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo.** In: Revista do Departamento de Geografia. Nº 06, FFLCH/USP. São Paulo, 1992

ROSS, J.L.S. **Relevo Brasileiro: uma nova proposta de classificação.** Revista do Departamento de Geografia, São Paulo nº 4, p. 25-39, 1985

SANTOS, R. **Planejamento Ambiental: teoria e prática.** 4. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SILVA, T. I.; RODRIGUES, S. C. Tutorial de Cartografia Geomorfológica. **Revista Geográfica Acadêmica.** Volume 3, Número 2 - Dezembro 2009. 64p.

TORRES, F.; MENEZES, S.; NETO, R. **Introdução à Geomorfologia.** São Paulo: Cengage Learning, 2012.