

UFF – UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SOCIEDADE E DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA DE CAMPOS  
CURSO DE BACHARELADO EM GEOGRAFIA

**YURI BRAGA DA SILVA SOMBRA**

**AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÕES E A MOVIMENTOS DE  
MASSA DO BAIXO CURSO DA BACIA DE DRENAGEM DO RIO MURIAÉ (RJ)  
COM BASE NO GEOPROCESSAMENTO**

CAMPOS DOS GOYTACAZES

2017

UFF – UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

**AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÕES E A MOVIMENTOS DE  
MASSA DO BAIXO CURSO DA BACIA DE DRENAGEM DO RIO MURIAÉ (RJ)  
COM BASE NO GEOPROCESSAMENTO**

**YURI BRAGA DA SILVA SOMBRA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal  
Fluminense como requisito parcial  
para a obtenção do grau Bacharel  
em Geografia.

**ORIENTADOR: PROF. DR. THIAGO PINTO DA SILVA**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES**

2017

**YURI BRAGA DA SILVA SOMBRA**

**AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÕES E A MOVIMENTOS DE  
MASSA DO BAIXO CURSO DA BACIA DE DRENAGEM DO RIO MURIAÉ (RJ)  
COM BASE NO GEOPROCESSAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal  
Fluminense como requisito parcial  
para a obtenção do grau Bacharel  
em Geografia.

Aprovada em 19 de dezembro de 2017

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof Dr Thiago Pinto da Silva - Orientador  
UFF – Universidade Federal Fluminense

---

Profª Drª Danielle Pereira Cintra  
UFF – Universidade Federal Fluminense

---

Profª Drª Maria Carla Barreto Santos  
UFF – Universidade Federal Fluminense

**CAMPOS DOS GOYTACAZES**

2017

A minha Mãe, Pai, Irmã e Sobrinha. Sou eternamente grato!

## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível pelo apoio de amigos, familiares e professores. A todos que contribuíram de forma direta ou indireta, muito obrigado!

Agradeço imensamente ao orientador Dr. Thiago Pinto da Silva, por aceitar o desafio de me orientar numa situação delicada da minha vida acadêmica. Obrigado pelos diálogos, incentivos e rigorosidade de correção.

Aos amigos: Alex Lemos, Gabriel Guanabaran, Antônio Ivo, Renata Cabral e Priscila Cardoso, pelos apoios diretos na elaboração deste trabalho, colaborando em estadia, diálogos e preciosas dicas.

Aos Docentes e Discentes (amigos também) do Núcleo de Pesquisas e Estudos Socioambientais (NESA), no qual pude participar por quase dois anos de projetos, vivências e reuniões. Estes fatos colaboraram para meu desenvolvimento profissional e como ser humano.

Aos grandes amigos da Universidade Federal Fluminense (pólo de Campos dos Goytacazes) por todos os incentivos e vivências.

Por fim, a todos os amigos de longa data e familiares por todo apoio financeiro, dicas e incentivos para jamais desistir de finalizar este trabalho.

**SUMÁRIO**

<b>RESUMO</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>xi</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b>	<b>xi</b>
<b>LISTA DE SIGLAS</b>	<b>xi</b>
1) INTRODUÇÃO	1
2) OBJETIVOS	3
3) ÁREA DE ESTUDO	4
3.1) LOCALIZAÇÃO	4
3.2) GEOLOGIA	6
3.3) GEOMORFOLOGIA	10
3.4) CLIMA	13
3.5) HIDROGRAFIA	14
3.6) SOLOS	15
3.7) VEGETAÇÃO	16
3.8) ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E QUESTÕES AMBIENTAIS	18
4) ENFOQUE CONCEITUAL	20
4.1) SUSCETIBILIDADE	20
4.2) RISCOS	21
4.3) INUNDAÇÃO	24
4.4) MOVIMENTOS DE MASSA	27
4.5) GEOPROCESSAMENTO E SUAS APLICAÇÕES A SUSCETIBILIDADE, RISCOS E AOS DESASTRES	32

5) PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	36
5.1) EXTRAÇÃO DA DRENAGEM E DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	36
5.2) ELABORAÇÃO DE MAPA TEMÁTICOS	36
5.3) MAPEAMENTO ESPAÇO TEMPORAL DE USO DA TERRA	36
5.4) GERAÇÃO DE MAPAS DE HIPSOMETRIA E DECLIVIDADES	38
5.5) MAPEAMENTO DE SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÃO E A MOVIMENTOS DE MASSA	39
6) RESULTADOS	41
6.1) MAPAS DE USO DA TERRA	41
6.2) HIPSOMETRIA E DECLIVIDADE	45
6.3) MAPAS DE SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÃO E A MOVIMENTOS DE MASSA	50
7) CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
8) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo a avaliação da suscetibilidade a inundações e a movimentos de massa do baixo curso da bacia de drenagem do rio Muriaé (RJ), tendo como subsídio as técnicas do Geoprocessamento e parâmetro principal a declividade. A bacia do rio Muriaé se constitui como uma das principais contribuintes da bacia do rio Paraíba do Sul, abrangendo aproximadamente 8200 km<sup>2</sup>. Já seu baixo curso, se desenvolve entre o Noroeste e Norte Fluminense, atingindo aproximadamente 1500 km<sup>2</sup>, sobre rochas metamórficas (paraderivadas e ortoderivadas), depósitos sedimentares cenozoicos e classes de relevo desde planícies a serras escarpadas. Como procedimentos metodológicos foram utilizadas técnicas do Geoprocessamento para elaboração de mapas temáticos, mapeamento espaço temporal de uso da terra, geração de mapas de hipsometria, declividade e de suscetibilidade a inundações e a movimentos de massa. O mapeamento de uso da terra procurou avaliar a evolução e dinâmica dos usos nos anos de 1995, 2005 e 2015, compreendendo um período de 20 anos. Verificou-se o aumento da vegetação rasteira (cultivos agrícolas e pastagens), contribuindo dessa forma, para o aumento da produção de sedimentos e dos leitos fluviais. O mapa hipsométrico apresentou topografia mediana, ocorrendo elevações maiores em áreas específicas. Já o mapa de declividade apresentou maior representatividade espacial de relevo forte ondulado. Na suscetibilidade a inundações, as áreas de menor altimetria, correspondendo as planícies fluviais e flúviomarinhas estão entre as mais sujeitas a tais processos. A suscetibilidade a movimentos de massa apresenta ser não muito forte, tendo as áreas mais elevadas e declivosas expostas a estes processos. A bacia hidrográfica do rio Muriaé possui uma área grande, com extensos corpos hídricos e diversidade ambiental. As ações do poder público devem ser direcionadas ao planejamento consistente. A suscetibilidade a inundações é mais intensa, porém é preciso maior atenção aos movimentos de massa. As técnicas do Geoprocessamento se mostraram eficazes para a obtenção mais precisas, no entanto, há uma necessidade de estudos mais específicos envolvendo mais parâmetros.

**Palavras-chave:** Suscetibilidade; Riscos; Inundações; Movimentos de Massa; Geoprocessamento



## ***ABSTRACT***

The present work has the objective of evaluating the susceptibility to floods and mass movements of the low course of the drainage basin of the river Muriaé (RJ), having as a subsidy the Geoprocessing techniques and main parameter the slope. The Muriaé river basin is one of the main contributors to the Paraíba do Sul river basin, covering approximately 8200 km<sup>2</sup>. Its low course, developed between the Northwest and Northern Fluminense, reaching approximately 1500 km<sup>2</sup>, on metamorphic rocks (paradivars and orthyderivatives), cenozoic sedimentary deposits and relief classes from plains to steep mountains. As methodological procedures, Geoprocessing techniques were used to prepare thematic maps, mapping the temporal space of land use, generating hypsometric maps, declivity and susceptibility to floods and mass movements. The land use mapping sought to evaluate the evolution and dynamics of uses in the years 1995, 2005 and 2015, covering a period of 20 years. There was an increase in the undergrowth (agricultural crops and pastures), thus contributing to the increase of sediment production and river beds. The hypsometric map showed a median topography, with higher elevations in specific areas. On the other hand, the slope map showed greater spatial representativity with strong undulating relief. In the susceptibility to floods, the areas of lower altimetry, corresponding to the fluvial and fluvial plains are among the most subject to such processes. The susceptibility to mass movements appears to be not very strong, with the highest and sloping areas exposed to these processes. The watershed of the river Muriaé has a large area, with extensive water bodies and environmental diversity. The actions of the public power should be directed to the consistent planning. The susceptibility to flooding is more intense, but greater attention is needed to mass movements. The techniques of Geoprocessing proved to be more efficient for obtaining more precise, however, there is a need for more specific studies involving more parameters.

**Key-words:** Susceptibility; risks; Floods; Mass Movements; Geoprocessing

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé	4
Figura 2: Localização da Área de Estudo	5
Figura 3: Subdivisão do Sistema Orogênico Mantiqueira	7
Figura 4: Mapa Geológico da área de estudo	9
Figura 5: Panorama do relevo do baixo curso do rio Muriaé	11
Figura 6: Mapa Geomorfológico da área de estudo	13
Figura 7: Mapa Hidrográfico da área de Estudo	15
Figura 8: Mapa de Vegetação	17
Figura 9: Rompimento da BR 356 em janeiro de 2012, próximo a Três Vendas	19
Figura 10: Estruturação do SACE	20
Figura 11: Estruturação do Alerta de cheias	20
Figura 12: Diagrama sobre a relação entre risco, vulnerabilidade, perigo e desastre	24
Figura 13: Ilustração sobre um rio em situação normal, de enchente e com inundação	25
Figura 14: Hidrograma hipotético	26
Figura 15: Inundação do Rio Muriaé, na qual afetou a localidade de Três Vendas, no município de Campos dos Goytacazes em 2012	27
Figura 16: Rastejo	29
Figura 17: Deslizamentos	30
Figura 18: Movimentos de blocos. Queda, tombamento, deslocamento e rolamento	31
Figura 19: Exemplificação de uma corrida de massa	32
Figura 20: Técnicas vinculadas ao Geoprocessamento	33
Figura 21: Parâmetros que envolvem uma análise de risco	34
Figura 22: Rios Elbe e Mulde em Dessau, Alemanha	34
Figura 23: Variáveis de segmentação: Similaridade 5 x Área 200	37
Figura 24: Mapa de uso da terra do ano de 1995	42
Figura 25: Mapa de uso da terra do ano de 2005	43
Figura 26: Mapa de uso da terra do ano de 2015	44
Figura 27: Mapa Hipsométrico	47
Figura 28: Mapa de declividade	49
Figura 29: Mapa de suscetibilidade a inundação	51
Figura 30: Mapa de Suscetibilidade a Movimentos de Massa	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Proporção de área da Bacia do rio Muriaé em cada município de seu baixo curso	6
Tabela 2: Classes hipsométricas estabelecidas	38
Tabela 3: INCRA (2012) com base em Lepsch (1983)	39
Tabela 4: Relação entre declividade e processos de inundação e movimentos de massa	40
Tabela 5: Classes de suscetibilidade a inundações e suas características	40
Tabela 6: Classes de Suscetibilidade a movimentos de massa	41
Tabela 7: Áreas pertencentes às classes para o ano de 1995	42
Tabela 8: Áreas pertencentes às classes para o ano de 2005	43
Tabela 9: Áreas pertencentes às classes para o ano de 2015	45
Tabela 10: Áreas das classes de Hipsometria	46
Tabela 11: Áreas das classes de declividade	48
Tabela 12: Áreas das classes de Suscetibilidade a inundação	50
Tabela 13: Áreas das classes de suscetibilidade a movimentos de massa	52

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Etapas de ações de gestão de riscos e desastres utilizando Geoprocessamento	35
---	----

## LISTA DE SIGLAS

BCRM- Baixo Curso do Rio Muriaé
CPRM- Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais/ Serviço Geológico do Brasil
IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEA- Instituto Estadual do Ambiente (RJ)
INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MDE- Modelo Digital de Elevação
M- Metros
QGIS- <i>Quantum GIS</i>
SACE- Sistema de Alerta de Cheias
SIG- Sistema de Informação Geográfica
SPRING- Sistema de Processamento de Informações Geográfica
SRTM- <i>Shuttle Radar Topography Mission</i>

## 1) INTRODUÇÃO

A preocupação com os efeitos de eventos extremos sobre a sociedade se tornou uma pauta de grande relevância nos últimos tempos. A marca do ser humano sobre o ambiente contribuiu para a alteração da dinâmica dos sistemas naturais. Sobre este fenômeno, Santos (2006), declara:

“Quando a natureza ainda era inteiramente natural, teríamos, a rigor, uma diversificação da natureza em estado puro. O movimento das partes, causa e consequência de suas metamorfoses, deriva de um processo devido unicamente às energias naturais desencadeadas.

A primeira presença do homem é um fator novo na diversificação da natureza, pois ela atribui às coisas um valor, acrescentando ao processo de mudança um dado social. Num primeiro momento, ainda não dotado de próteses que aumentem seu poder transformador e sua mobilidade, o homem é criador, mas subordinado. Depois, as invenções técnicas vão aumentando o poder de intervenção e a autonomia relativa do homem ao mesmo tempo em que se vai ampliando a parte da diversificação da natureza socialmente construída” (pág. 85).

A urbanização, a modernização das técnicas e das tecnologias, contribuiu para o aumento os impactos ambientais, levando a sociedade nos dias atuais, a rever suas ações, elaborando assim, medidas de conscientização e prevenção. A partir destes fatos, o sociólogo alemão Ulrich Beck (1992 *apud* HANNIGAN, 2009), expôs e abordou sobre a tese da sociedade de risco. Mesmo sendo uma obra com um tom “mítico” e “catastrófico”, apresenta reflexões interessantes sobre a modernização na sociedade atual.

“A tese de Beck começa com a premissa de que as nações ocidentais se deslocaram de uma ‘sociedade industrial’ ou de ‘classe’, na qual a questão central é como a riqueza socialmente produzida pode ser distribuída de uma maneira socialmente desigual enquanto ao mesmo tempo minimiza os efeitos colaterais negativos (pobreza e fome) para o paradigma de uma ‘sociedade de risco’, na qual os riscos e perigos produzidos como parte da modernização, especialmente a poluição, devem ser prevenidos, minimizados, dramatizados e canalizados. No último caso, o risco é visto como sendo muito mais igualmente distribuído do que era o primeiro caso. Como Beck argumenta, ‘a fome é hierárquica, a poluição é democrática’. Apesar disso, ambas, a primeira ‘sociedade de distribuição de riqueza’ e a emergente ‘a sociedade de distribuição de risco’, contêm desigualdades e se estendem a áreas tais como centros industriais do Terceiro Mundo” (HANNIGAN, 2009, pág. 44).

Os riscos possuem aspectos sociais e ambientais, e sobre outro olhar, é um fator geográfico. É geográfico não só pela relação sociedade e natureza, que é imbricada, mas também pela produção de novas configurações socioespaciais e territorialidades.

Os estudos geográficos sobre os riscos, de maneira geral, se iniciaram pela década de 1920, classificando-os como estudo de “*natural hazards*” (perigos naturais). “Esta tradição surge, portanto, muito antes dos apelos mundiais acerca da degradação ambiental planetária ou mesmo antes dos apelos mais recentes ao resgate da qualidade de vida urbana” (MARANDOLA JR. e HOGAN, 2004, pág. 96). Em um primeiro momento, os geógrafos que realizavam estudos com ênfase nos aspectos físicos, foram os que iniciaram as contribuições relativas a visão e aplicação da geografia nos “*Hazards*”. Mesmo assim, mantinham uma análise de interface com a geografia humana.

“...nos estudos dos primeiros geógrafos envolvidos com os *natural hazards* (perigos naturais), assim como nos trabalhos dos preocupados com a saúde pública, demonstrava não apenas a esperança de disciplinar a incerteza, mas também de, através do conhecimento científico, fornecer bases seguras para a ação política” (MARANDOLA JR. e HOGAN, 2004, pág. 30)

Até a década de 1970, os estudos eram feitos de forma técnica. De acordo com Marandola Jr. e Hogan (2005) entre as décadas de 1980 e 1990, pesquisadores começaram a destacar os aspectos sociais, valorizando assim, uma maior preocupação com a vulnerabilidade, como os trabalhos de Timmerman (1981), Jones (1993), Watts e Bohle (1993) e Cutter (1996).

As inundações e os movimentos de massa representam no cenário atual, uns dos processos naturais que mais geram efeitos negativos sobre a sociedade (RIFFEL *et al.*, 2016), portanto estão diretamente ligados a questão do risco. Porém, como sendo processos de ordem hidrológica e geomorfológica, o estabelecimento dos riscos a estes fenômenos possuem diversos parâmetros e análises. Um desses parâmetros é a suscetibilidade (TOMINAGA *et al.*, 2009). Analisá-la, se torna um ponto crucial para o esclarecimento do grau de influência de tais eventos sobre as populações (TOMINAGA *et al.*, 2009)

A partir da década de 1970, ocorreu à intensificação do processo da urbanização no Brasil, sem a implementação de políticas adequadas de moradia. Ao longo do tempo e espaço, diversas transformações ocorreram nas cidades sem que acontecesse um planejamento adequado, contribuindo para o aceleração destes processos. Exemplo desta afirmação são os desastres de Angra dos Reis, em 2010 e da Região Serrana Fluminense, em 2011, levando a óbito milhares de pessoas. No Brasil estes fenômenos são os mais recorrentes e que também causam enormes danos (RIFFEL *et al.*, 2016).

No ano de 2012, foi aprovada a lei 12.608, sobre a política nacional de defesa civil, tornando os riscos e desastres, presentes de forma definitiva nas pautas das políticas públicas da União. A presente lei aborda a redução e prevenção dos riscos e desastres, mapeamento de suscetibilidade, entre outros aspectos.

O presente trabalho trata da suscetibilidade a inundações e a movimentos de massa no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé, localizado no norte e noroeste do Estado do Rio de Janeiro.

A presente área de estudo sofre periodicamente com os efeitos das inundações e possui muitas áreas com atividades de pastagem, que contribuem para o aumento dos processos erosivos e no desencadeamento de movimentos de massa. Possuem ocupações muito próximas ao Rio Muriaé e seus tributários. Há uma carência de estudos sobre a bacia do rio Muriaé, em especial sobre seu baixo curso. Estudos recentes sobre esta área estão relacionados a diagnósticos ambientais e análise sobre as inundações (com base na perspectiva do planejamento e gestão), a exemplo de Prado *et al.* (2005), AGEVAP (2013), Reis e Amorim (2014) e de Ferreira *et al.* (2015).

A partir disso, a promoção de estudos sobre estes fenômenos utilizando as técnicas de Geoprocessamento, é de fundamental importância para a espacialização de informações, realização de medidas mitigadoras na gestão dos riscos e na análise da suscetibilidade.

## **2) OBJETIVOS**

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a suscetibilidade a inundações e a movimentos de massa e seus condicionantes no baixo curso da bacia de drenagem do Rio Muriaé. A avaliação tem como subsídio o uso de técnicas do Geoprocessamento e tem como parâmetro principal a declividade.

Como objetivos específicos, o trabalho visa:

- Contribuir para o avanço das pesquisas sobre a Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul, assim como ajudar nas ações preventivas da população;
- Gerar mapas de uso da terra para avaliar a relação dos usos com os sistemas de drenagem;
- Gerar mapas de suscetibilidade a inundação e a movimentos de massa.

### 3) ÁREA DE ESTUDO

#### 3.1) LOCALIZAÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé localiza-se entre os Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro (Figura 1). Possui cerca de 8200 km<sup>2</sup> e abrange 33 Municípios.

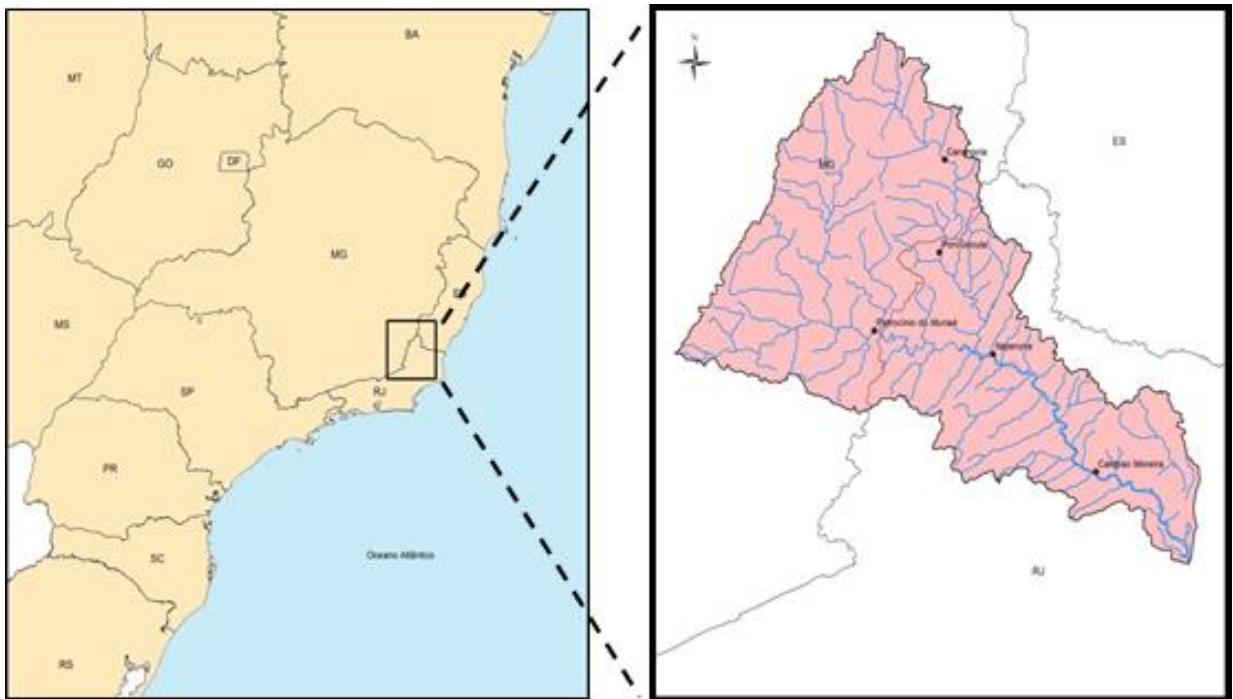


Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Muriaé. Fonte: CPRM. Disponível em <[http://www.cprm.gov.br/sace/index\\_bacias\\_monitoradas.php#](http://www.cprm.gov.br/sace/index_bacias_monitoradas.php#)>.

O baixo curso desta bacia está localizado nos municípios de Itaperuna, Cardoso Moreira, Cambuci, São Fidélis, Campos dos Goytacazes e uma ínfima porção de Itaperuna (Figura 2 e Tabela 2). Está situado na Região Hidrográfica do Baixo Paraíba do Sul. Possui uma área de aproximadamente 1500 km<sup>2</sup> e é cortado pela Rodovia BR 356, que liga o Norte Fluminense com a Zona da Mata Mineira.

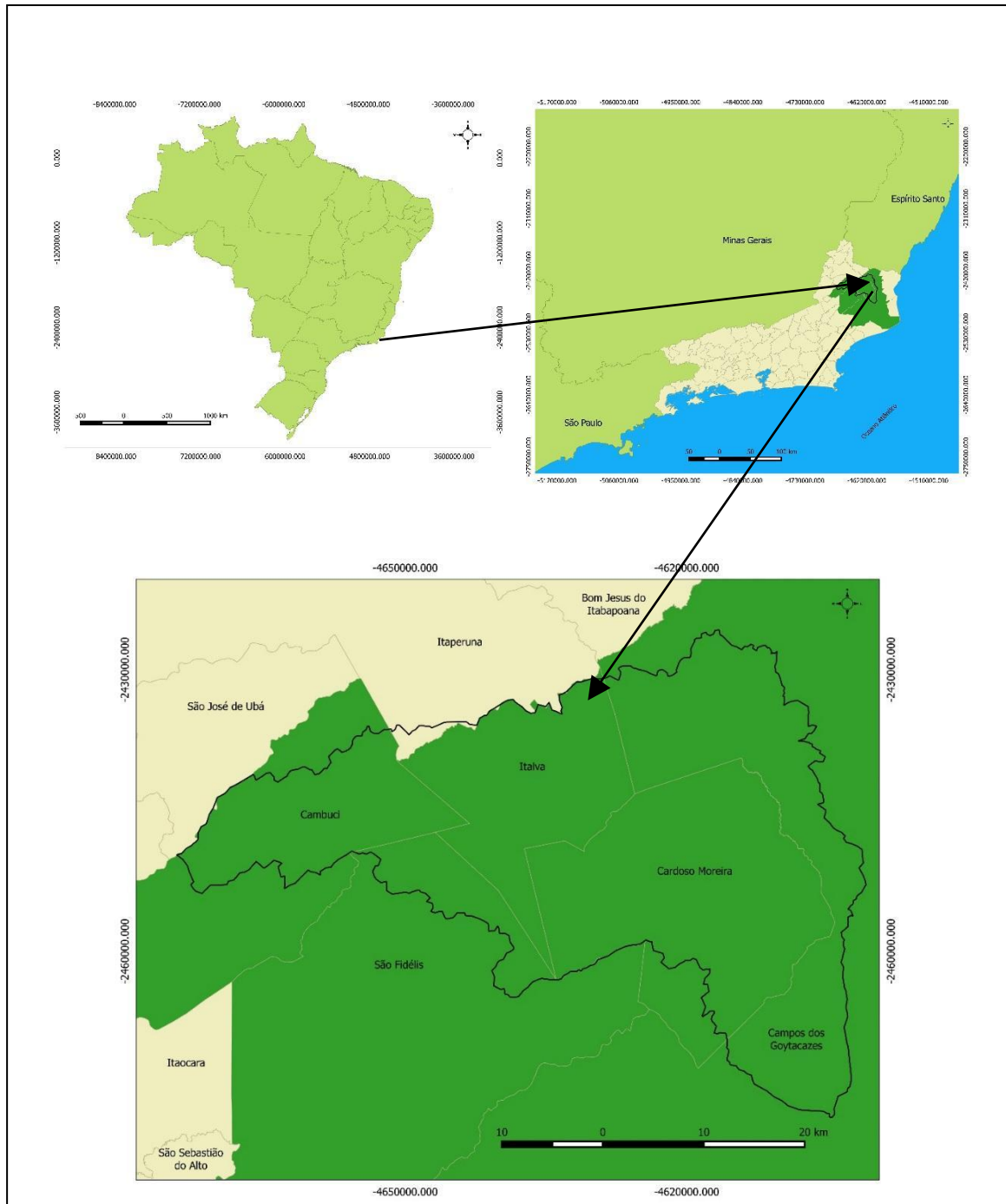


Figura 2: Localização da Área de Estudo.



Tabela 1: Proporção de área da Bacia do rio Muriaé em cada município de seu baixo curso. Fonte: Prado et al (2005).

<b>Município</b>	<b>Área da Bacia do Rio Muriaé no município (em porcentagem)</b>	<b>Área do município abrangida pela bacia (em porcentagem)</b>
Cambuci	7,54	50,65
Campos dos Goytacazes	11,02	10,32
Cardoso Moreira	12,32	90,40
Italva	7,71	98,36
São Fidélis	2,59	9,49

### 3.2) GEOLOGIA

O baixo curso do rio Muriaé está localizado na porção setentrional da Faixa Ribeira, abrangendo o terreno oriental, formado pelos Domínios Cambuci, Costeiro e Italva. A Faixa Ribeira, segundo Almeida *et al.* (1973), constitui uma entidade geotectônica do Neoproterozóico. É caracterizada pela presença marcante de rochas metamórficas (ortoderivadas e paraderivadas). Sua formação remonta a orogênese Brasileira/Pan-africana, ocorrendo processos convergentes em margens ativas. Na área de estudo, o processo ocorrido foi o ciclo orogênético Brasileiro I (<600Ma) (CPRM, 2001). Está inserida na Província Mantiqueira, parte meridional do Cratón São Francisco (Figura 3).

“Todos os domínios sofreram efeitos das orogêneses neoproterozóicas, caracterizadas pelo metamorfismo e fusão parcial das rochas supracrustais e infracrustais, pela deformação contracional de baixo e alto ângulo, seguida de cisalhamento transcorrente de expressão regional, e pela colocação de diversos corpos granitóides de dimensões muito variadas” (CPRM, 2001, pág.8).

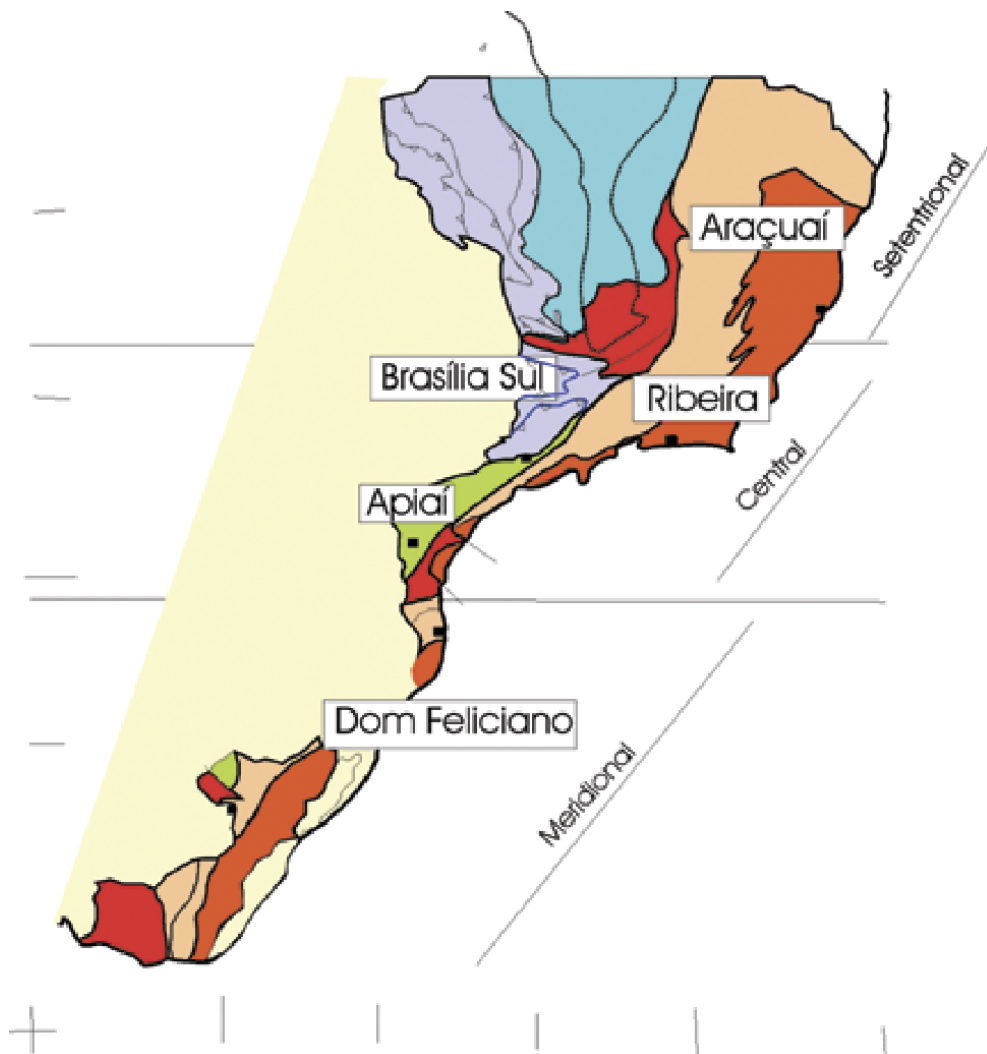


Figura 3: Subdivisão do Sistema Orogênico Mantiqueira: o segmento setentrional é o Orógeno Araçuaí; o segmento central inclui a porção sul do Orógeno Brasília e os orógenos Ribeira e Apiaí; e o segmento meridional inclui os orógenos Dom Feliciano e São Gabriel. As cores roxo e laranja indicam os terrenos que alojam os arcos magmáticos neoproterozóicos (HEILBRON *et al.*, 2004, pág. 207).

O Domínio Cambuci possui contigüidade com o Domínio Juiz de Fora (Terreno Ocidental). O contato é representado por uma zona de cisalhamento de baixo a médio ângulo, fortemente dobrada (Tupinambá *et al.*, 2007, pág.74). Sua caracterização, de acordo com Tupinambá *et al.* (2007), é composta por uma sucessão metavulcanossedimentar metamorfizada em fácies anfibolito a granulito, invadida por diversas gerações de rochas granitóides.

O Domínio Costeiro está em contato com os Domínios Juiz de Fora e Cambuci. Tupinambá *et al.* (2007), afirma que esta compartimentação tectônica apresenta sucessões metassedimentares em fácies anfibolito a granulito, invadidas por diversas gerações de rochas

granitóides como os ortognaisses, os leucogranitos/leucocharnockitos e granitóides a charnockitóides porfiróides e granitos tardi a pós-tectônicos.

O Domínio Italva abrange a parte superior do Terreno Oriental. Tupinambá *et al* (2007) declara que este compartimento ocorre como uma *klippe* sinformal sobre o Domínio Costeiro.

“Na base da *klippe* encontram-se dioritos, gabros e tonalitos do Complexo Rio Negro, e o restante do pacote é ocupado por rochas do Grupo Italva. Na região noroeste fluminense, próximo a Italva, seu contato basal está mais próximo ao Domínio Cambuci, já que os ortognaisses do Complexo Rio Negro afloram em uma faixa muito estreita entre estes dois compartimentos” (Tupinambá *et al*, 2007, pág. 76).

Na presente área de estudo, a montante são encontradas diversas unidades (associações de rochas metamórficas). Na parte ajusante é caracterizada pela presença de dois depósitos sedimentares cenozoicos, representados pelo grupo barreiras, que possuem origem terciária, tendo sua formação compreendida entre o Mioceno e o Pleistoceno inferior (NUNES *et al.*, 2011) e por sedimentos flúviomarinhos formados no período Quartenário (CPRM, 2001).

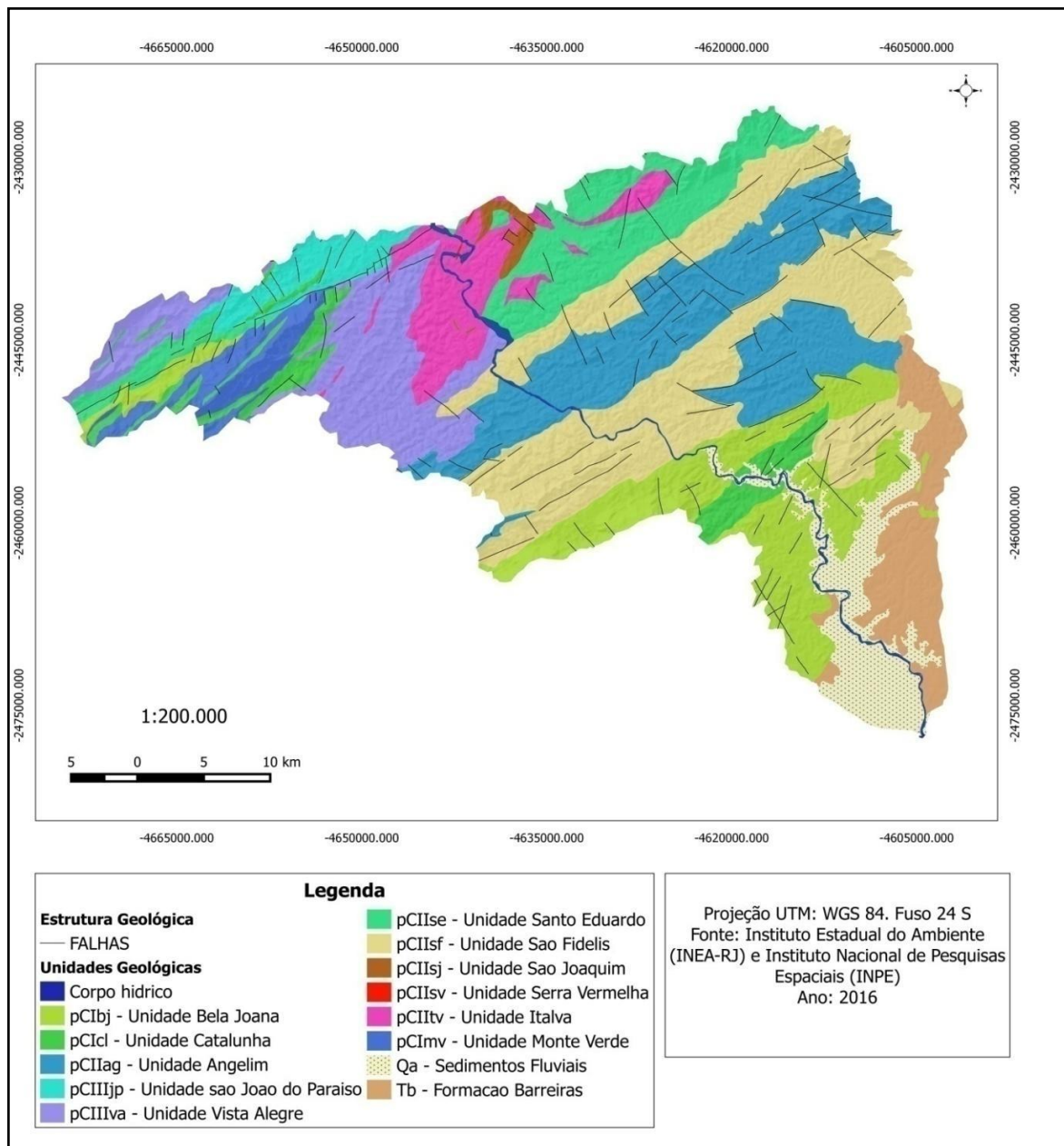


Figura 4: Mapa Geológico da área de estudo. Legenda- **Unidade bela Joana:** Charnockitóides e Granitóides Porfíricos foliados. 575-565 Ma (TUPINAMBÁ *et al.*, 2007 ); **Unidade Catalunha:** Migmatitos com estruturas bandadas e nebulíticas foliadas. idade indefinida (RÊGO, 1989); **Unidade Angelim:** Granada-hornblenda ortognaisses. idade indefinida (TUPINAMBÁ *et al.*, 2007); **Unidade São João do Paraíso:** Leuco-Charnokitos e charno Enderbitos. 580 Ma (TUPINAMBÁ *et al.*, 2007); **Unidade Vista Alegre:** migmatitos e metamorfitos representados por (granada), biotita, (ortoclásio), (microclina), plagioclásio gnaisses e leptinitos. Idade indefinida (INEA, 2011); **Unidade Santo Eduardo:** milonitos gnaisses e blastomilonito com intercalações de anfíbolios. idade indefinida (INEA, 2011); **Unidade São Fidélis:** biotita gnaisses granatíferos, com sillimanita e, localmente, cordierita, idade indefinida (TUPINAMBÁ *et al.*, 2007); **Unidade São Joaquim:** Mármore, aproximadamente 848 Ma (PEIXOTO e HEILBRON, 2010); **Unidade Serra Vermelha:** descrição e idade indefinidas; **Unidade Italva:** granada-hornblenda gnaisses, mármore e anfíblitos. 840-600 Ma. (TUPINAMBÁ *et al.*, 2007); **Unidade Monte Verde:** Ortognaisses e charnockitóides. 596 Ma (CPRM/UERJ, 2012); **Sedimentos Fluviais:** camadas areno-lamosas, areias biodetríticas e lamosas de fundo lagunar. 120.000 anos-5.100 anos (CPRM, 2001); **Formação Barreiras:** sequência de sedimentos detríticos, siliciclásticos, de origem fluvial e marinha. 20-12 Ma (ARAI, 2006).

### 3.3) GEOMORFOLOGIA

O relevo do baixo curso do rio Muriaé (Figuras 5 e 6) se desenvolve em duas Unidades Morfoestruturais (CPRM, 2000). A primeira é o Cinturão Orogênico do Atlântico. A morfoestrutura na área de estudo é denominada Unidade Morfoescultural Depressões Interplanálticas com Alinhamentos Serranos Escalonados. No contexto local é representado pela Depressão do Norte- Noroeste Fluminense (DANTAS *et al.*, 2005), conhecida também por Depressão Pomba-Muriaé. A segunda Unidade Morfoestrutural é representado pelas Bacias Sedimentares Cenozóicas. Na área de estudo, esta feição abrange os tabuleiros do Grupo Barreiras e planície flúvio-marinha.

De acordo com CPRM (2000, pág. 11) o Cinturão Orogênico do Atlântico

“representa uma das importantes feições geotectônicas da fachada atlântica brasileira, estendendo desde Santa Catarina até o norte da Bahia. Compõe-se de diversas faixas de dobramento, dentre as quais destaca-se a Faixa de Dobramentos Ribeira, que abrange todo o estado do Rio de Janeiro. Esse cinturão constitui-se em um conjunto diversificado de rochas graníticas e gnáissicas, submetidas a diversos eventos orogênicos ao longo do Pré-Cambriano (ALMEIDA *et al.*, 1976; HEILBRON *et al.*, 1995)”.

A Unidade Morfoescultural Depressões Interplanálticas com Alinhamentos Serranos Escalonados é caracterizada pela presença de áreas colinosas alternadas com cristas serranas alinhadas e de alta amplitude. CPRM (2000) expõe que se trata de uma extensa unidade caracterizada por colinas, morrotes e morros baixos de baixa amplitude de relevo, com vertentes convexo-côncavas de gradiente suave a médio e topos arredondados e nivelados. Os alinhamentos Serranos possuem predominantemente a direção WSW-ENE, com alta declividade.

A Depressão Norte- Noroeste Fluminense possui uma alternância brusca das colinas e morros com as serras alinhadas. De acordo com CPRM (2000) grande parte da drenagem tributária possui também o padrão direção WSW-ENE, evidenciando o controle estrutural. Já o rio Muriaé segue pela direção NW-SE, percorrendo de maneira ortogonal o substrato.

A Unidade Morfoestrutural Bacias Sedimentares Cenozóicas possuem origem pela tectônica pós-cretácea. Possuem idade terciária. Compreendem bacias sedimentares tafrogênicas, originadas entre o paleoceno e oligoceno juntamente com os sedimentos do grupo Barreiras, que abrange em sua maior parte as áreas costeiras, tendo no Estado do Rio de

Janeiro seus afloramentos compreendidos pelos tabuleiros costeiros e falésias. A última unidade são as planícies flúviomarinhas e costeiras, que remontam às épocas Pleistocênica e Holocênica (período Quartenário).



Figura 5: Panorama do relevo do baixo curso do rio Muriaé. Ponto localizado próximo a divisa de Cardoso Moreira com Campos dos Goytacazes. Fonte: Panoramio. Disponível em: <<https://www.panoramio.com/photo/101243045>>.

Os tabuleiros possuem como característica apresentarem superfícies dissecadas “por uma rede de drenagem paralela de baixa densidade, formando vales encaixados em ‘U’, ou em colinas tabulares, principalmente quando a densidade de drenagem torna-se maior, próximo ao contato com o substrato pré-cambriano (CPRM, 2000, pág. 46). São constituídos por topos suaves, baixa amplitude, gradiente suave recoberto por colúvio. Estas feições presentes na área de estudo são denominadas como tabuleiros de São Francisco do Itabapoana, que segundo CPRM (2000) possuem amplitudes de relevo muito baixas e cotas que variam entre 15 e 80 m, sendo crescentes a partir da linha de costa e da calha do rio Paraíba do Sul. Esses compartimentos no baixo rio Muriaé apresentam formas com topos prolongados, arredondados e contato gradual com colinas de substrato pré cambriano.

As planícies flúvio-marinhas, também denominadas baixadas, “são caracterizadas por uma sedimentação de interface entre ambientes continentais e marinhos ou transicionais”

(CPRM, 2000, pág. 50). Esta unidade Morfoescultural compreende as planícies flúviolagunares, flúviomarinhas e costeiras. Suas atuais feições estão relacionadas aos dois últimos máximos transgressivos, que de acordo com CPRM (2000), são datadas de aproximadamente 120.000 anos A.P. (Pleistoceno Superior), e a última de 5.100 anos A.P.(Holoceno). Na presente área de estudo, essas feições são conhecidas como Baixada Campista. Está vinculada à planície do delta do rio Paraíba do Sul.

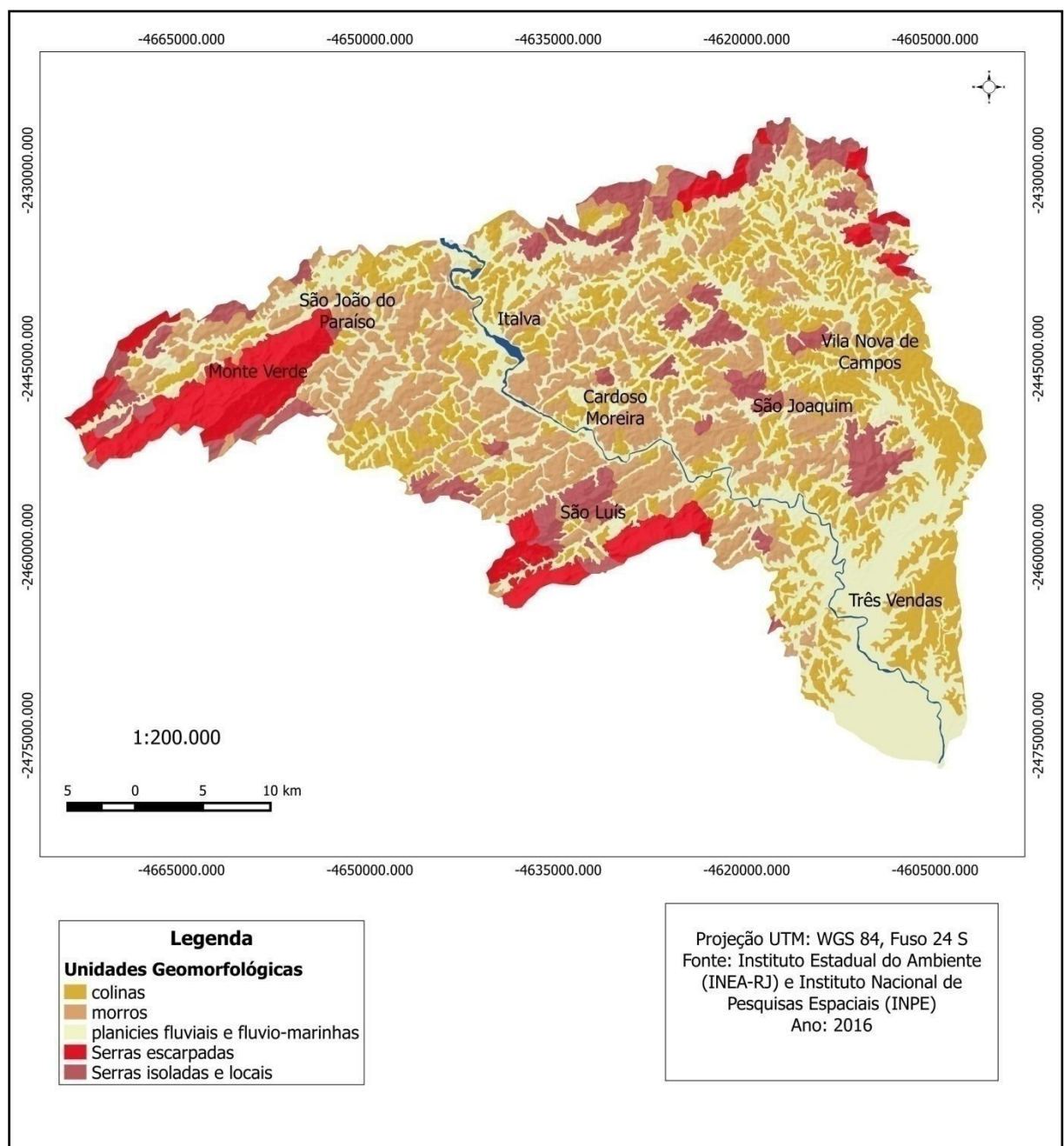


Figura 6: Mapa Geomorfológico da área de estudo.

### 3.4) CLIMA

Prado *et al.* (2005) declaram que a região Sudeste do Brasil está exposta ao fluxo meridional de ar frio oriundo do Pólo Sul sobre as águas quentes do oceano, ocorrendo invasões de frentes frias e de linhas de instabilidade tropicais, uma vez que ela está sob a trajetória preferida portais correntes. De forma geral, esta região está sobre a presença da massa tropical atlântica. Esta massa apresenta altas taxas de temperatura, radiação e umidade. Predominam os ventos na direção NE.

O clima na bacia do rio Muriaé, segundo Koeppen (1948 *apud* Prado *et al.*, 2005) apresenta tipologia do tipo Aw, representada pelo clima tropical chuvoso, caracterizado por possuir um verão úmido com altas taxas pluviométricas e inverno seco com baixas taxas pluviométricas. Já a temperatura, as médias altas ocorrem entre janeiro e março e as menores entre junho e agosto.

De acordo com ANA (2011), na presente área de estudo a precipitação apresenta taxas entre 1000 e 1250 mm/ano, valores bem inferiores em relação a outras regiões do Estado do Rio de Janeiro.

### 3.5) HIDROGRAFIA

O rio Muriaé possui cerca de 300 km de extensão e é um dos principais afluentes do rio Paraíba do Sul. Segundo AGEVAP (2013) é formado pela confluência dos ribeirões Bom Sucesso e Samambaia, em Mirai (MG), cujas nascentes estão a uma altitude de 900 m.

Ao longo do tempo e espaço, a hidrografia (Figura 7) sofreu intensas transformações devido a intervenções antrópicas, que foram diminuindo o espelho d'água das lagoas, a dinâmica natural dos rios e criação de canais voltados para a agropecuária. São encontrados também, brejos, nos quais são utilizados para beneficiamento de atividades agropastoris (PRADO *et al.*, 2005).

Quando a economia canavieira era importante na região, houve a organização de intervenções nos rios, ocorrendo a captação de água para estas atividades. Um exemplo deste fato se deu pela ação realizada pelo antigo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), que de acordo com Siqueira (2013), realizou a construção de um dique para minimizar os impactos das inundações, próximo a localidade de Três Vendas.



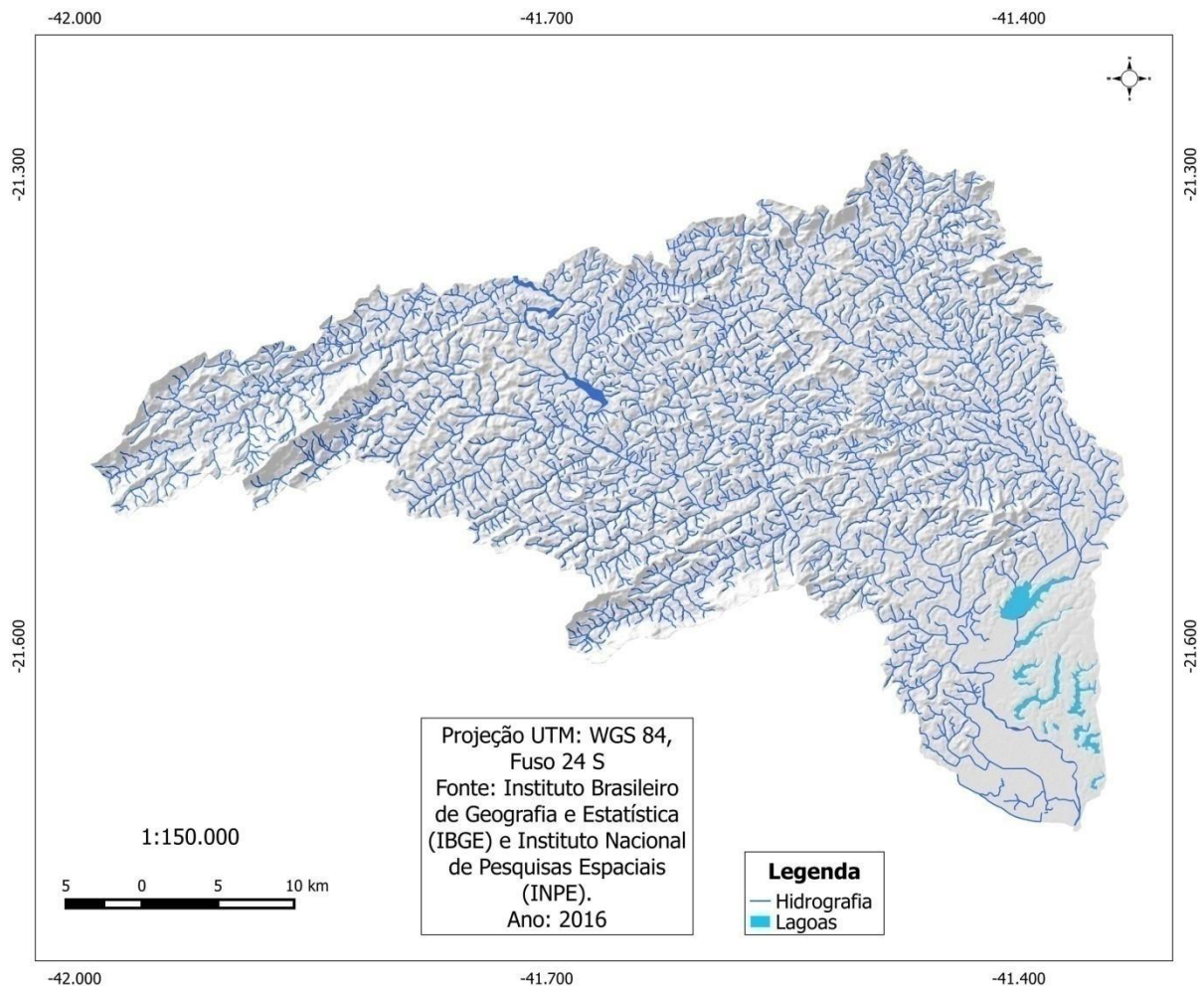


Figura 7: Mapa Hidrográfico da área de Estudo.

### 3.6) SOLOS

No que concerne aos aspectos pedológicos, são encontrados na planície flúviomarinha, Neossolos flúvicos, que são característicos de áreas que ocorreram sedimentação quaternária, apresentando granulometria heterogênea e pouca progressão pedogenética. Prado *et al* (2005) declara que também ocorrem Cambissolos e Gleissolos.

Nos Tabuleiros e nas Colinas, estão presentes os Argissolos amarelos, apresentando forte acidez e baixa fertilidade. Prado *et al* (2005), afirma que apesar das limitações químicas são solos recomendados para expansão da agricultura irrigada, com correção do solo, devido à relativa baixa suscetibilidade à erosão.

Nas áreas vinculadas a Depressão do Norte-Noroeste Fluminense, são encontrados de forma predominante os Argissolos, com coloração vermelha, amarela e vermelha-amarela. De forma mais específica, nos Morros encontrados nesta área há ocorrências de Argissolos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuros eutróficos, com fertilidade média e “apresentam deficiência hídrica prolongada e o relevo movimentado constituindo em fatores limitantes às atividades agrícolas” (PRADO *et al*, 2005, pág. 34).

Nas Planícies Fluviais ocorrem solos do tipo Gleissolos eutróficos, Planossolos eutróficos e especificamente em algumas áreas do Município de Italva, há a presença de Neossolos flúvicos salinos (PRADO *et al*. 2005).

### **3.7) VEGETAÇÃO**

A cobertura florestal original é a Mata Atlântica. De maneira geral, predominam três classes de vegetação (Figura 8): Floresta Estacional Semidecidual Submontana (maior ocorrência), Floresta Estacional Semidecidual Montana (menor ocorrência) e Floresta Estacional Semidecidual de terras baixas, que estão assentadas na Planície Flúviomarinha (INEA, 2011).

A maior parte da vegetação original foi retirada, para fins de pastagens e agricultura. Prado *et al* (2005) declara que as pastagens são predominantemente voltadas para a pecuária de leite e corte. Já a agricultura é voltada para a produção canavieira e pequenos produtores agrícolas.

Nos dias atuais, grande parte da vegetação que ainda está presente é secundária e possui alto nível de fragmentação (COPPETEC, 2008), havendo a presença de ocupações e atividades econômicas em áreas importantes para a preservação, como as matas ciliares.

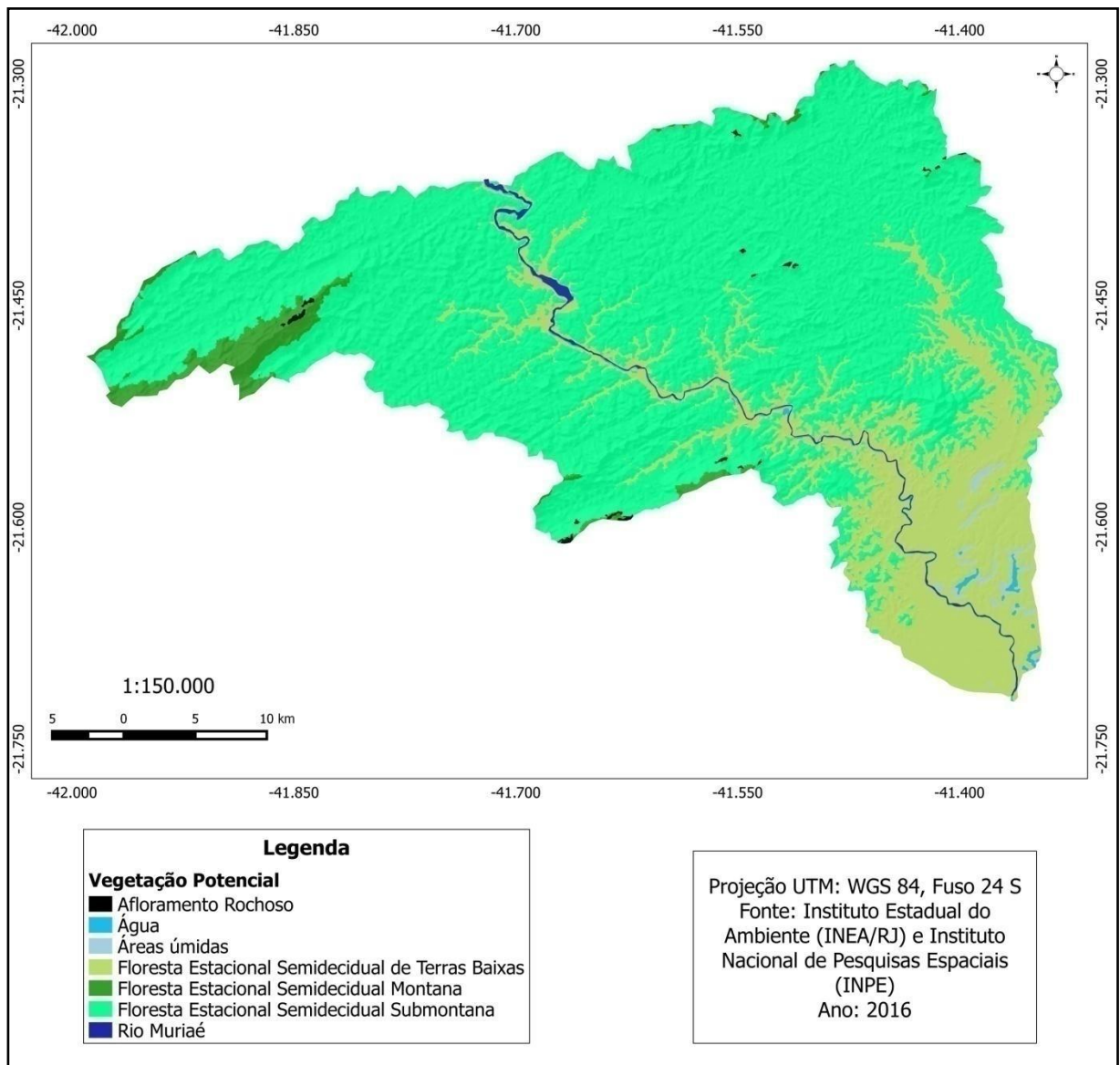


Figura 8: Mapa de Vegetação.

Em relação ao índice de conectividade ecológica (ICE), COPPETEC (2008) expõe que 41% apresentam ICE médio, 34,4% apresentam ICE baixo, 18,5% e 6,5% possuem ICE alto e muito alto. De acordo com COPPETEC (2008) cerca de 90% do sistema é recoberta por áreas de gramíneas, que constituem a maior parte da matriz, que estão distribuídas ao longo dos domínios colinosos, montanhosos e de planícies fluviais. Ainda de acordo com os autores “ao longo da margem do rio Muriaé ocorrem áreas de baixo e médio ICE, com áreas de ICE alto para as zonas montanhosas no contato com a área deltáica do Paraíba do Sul” (pág. 248).

### 3.8) ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E QUESTÕES AMBIENTAIS

Grande parte das localidades do baixo rio Muriaé eram pertencentes ao Município de Campos Dos Goytacazes. O Município de Italva se emancipou no ano de 1986. Já o Município de Cardoso Moreira se emancipou no ano de 1993. As porções dos Municípios de São Fidélis e Cambuci pertencentes a área de estudo são áreas rurais, afastadas do centro da cidade. São áreas marcadas pela Agropecuária, atividade responsável por grande parte da devastação da cobertura florestal primária e “responsável pela consolidação da ocupação de seu território” (AGEVAP, 2013, pág. 220).

Possui uma população de mais de 30.000 pessoas e tem como principais atividades econômicas o comércio, indústria e agropecuária. Com exceção de Campos dos Goytacazes, todos os Municípios são classificados como de pequeno porte, sendo este considerado como área polarizadora.

Sobre a base econômica, AGEVAP (2013) afirma:

“possui características que associam áreas de maior dinamismo e áreas de acentuado vazio econômico, onde prevalecem as atividades terciárias e rurais. Esse contexto na realidade expressa o processo de organização desse território nos termos da configuração de sua rede urbana na qual se destaca a presença de algumas cidades pólos que tendem a liderar a economia regional” (Pág. 247)

Atividades como extração de mármore (no município de Italva), extração de areia fluvial e lançamento de efluentes domésticos nos rios, conduzem à cenários de desgaste ambiental.

Nos ano de 2006 houve o vazamento de lama com produtos tóxicos em Miraf (MG), que prejudicou o abastecimento de água, afetando inclusive o rio Paraíba do Sul. A lama era produto de rejeitos de atividades de mineração. Já em janeiro de 2007, ocorreu novamente o vazamento de rejeitos. O evento foi intensificado pelas fortes chuvas ocorridas naquele mês.

Há muitas ocupações localizadas nas várzeas dos rios, apresentando forte exposição ao risco a inundação. Exemplo disso são os centros dos Municípios de Italva e Cardoso Moreira, na qual grande parte de suas áreas são inundáveis. Segundo Ferreira *et al* (2015), a infraestrutura pública que poderia dar suporte à população durante episódios de inundações também está situada nas áreas vulneráveis, o que dificulta o apoio e assistência à população em geral.

Ocorrem registros de episódios de desastres relacionados à inundação que datam do início do século 20. Um exemplo é a localidade de Três Vendas, pertencente ao Município de Campos dos Goytacazes, que foi bastante afetada em janeiro de 2012 (Figura 9), e que deixou a localidade conhecida pelo país, através da mídia. O evento de alta magnitude ocasionou o rompimento da BR 356, justamente em uma parte que a rodovia está assentada sobre diques.



Figura 9: Rompimento da BR 356 em janeiro de 2012, próximo a Localidade de Três Vendas. Fonte: Skyscrapercity. Disponível em: <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1676024>> .

Há estudos feitos pelo poder público para a intervenção no rio Muriaé através de obras para controle de inundações e o programa Rio Rural, do Governo Estadual que realiza atividades de apoio a agricultores, correção e proteção do solo na bacia.

A CPRM possui um Sistema de Alerta de Eventos Críticos (SACE) dentro da bacia, informando dados sobre o nível dos rios (Figura 10), expondo os níveis verde (situação normal), amarelo (cota de atenção), laranja (cota de alerta) e vermelho (cota de inundação). Existe um ponto de monitoramento na presente área de estudo, localizado em Cardoso Moreira. O INEA possui o Sistema de Alerta de cheias (Figura 11), possuindo ponto de monitoramento em Italva. Nesse sistema o nível normal do rio é de 3,44 m, a cota de transbordamento é 6,5 m e a cota de 93% representa 6,045 m.

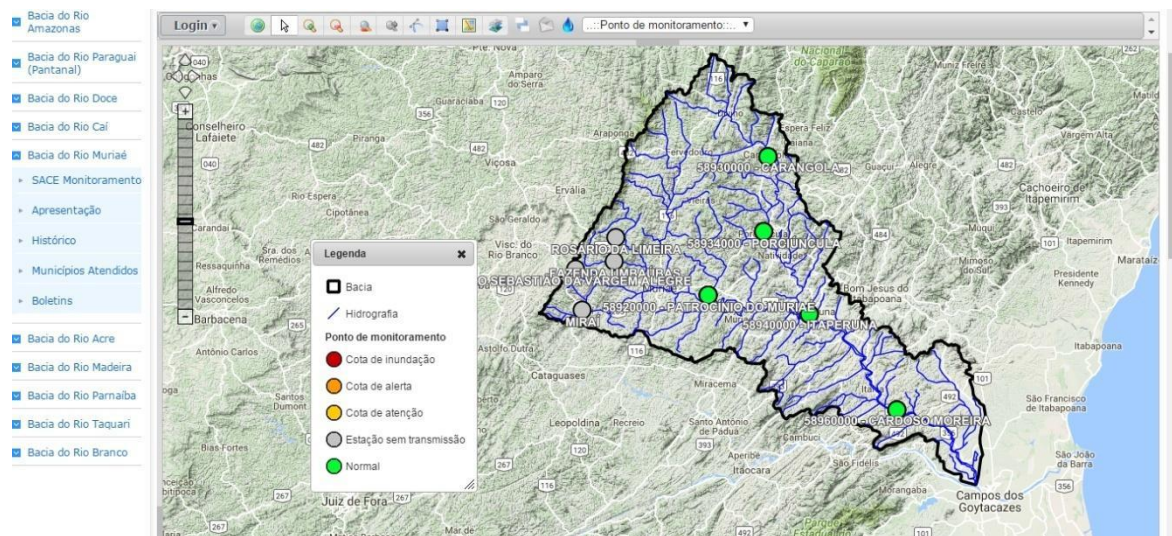


Figura 10: Estruturação do SACE. Fonte: CPRM. Disponível em: [http://www.cprm.gov.br/sace/index\\_bacias\\_monitoradas.php#](http://www.cprm.gov.br/sace/index_bacias_monitoradas.php#).

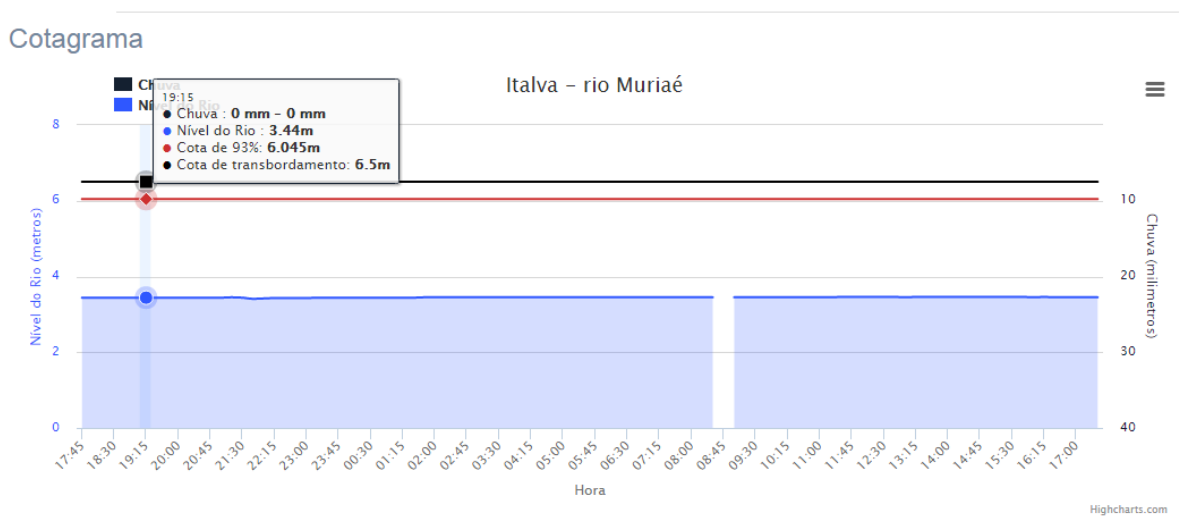


Figura 11: Estruturação do Alerta de cheias. Fonte: INEA. Disponível em: [http://www.alertadecheias.com.br/alertadecheias/baixo\\_paraiba\\_do\\_sul.html](http://www.alertadecheias.com.br/alertadecheias/baixo_paraiba_do_sul.html).

## 4) ENFOQUE CONCEITUAL

### 4.1) SUSCETIBILIDADE

A suscetibilidade é a predisposição para que um determinado fenômeno ocorra. Segundo Cunha e Ramos (2013) significa uma:

“Incidência espacial de um processo perigoso. Representa a propensão para uma área ser afetada por um processo perigoso, em tempo indeterminado, sendo avaliada através dos fatores de predisposição para a ocorrência de processos ou ações, não contemplando o seu período de retorno ou a probabilidade de ocorrência” (pág.23)

De acordo com Reckziegel (2012) a melhor forma de analisar a suscetibilidade se dá pela cartografia e possui diferentes métodos e técnicas. No que se refere aos fatores geodinâmicos, são avaliados características físico-ambientais (declividade, relevo, solo, geologia etc) para obter a resposta sobre a suscetibilidade de determinado evento. Ainda de acordo com Reckziegel (2012), esta perspectiva exalta que a análise da suscetibilidade busca avaliar a característica inerente do meio.

#### 4.2) RISCOS

Os riscos representam uma corrente científica que vem sendo cada vez mais estudada ao longo dos anos. Os primeiros estudos sobre risco datam do ano de 1921. Possuem diversas variações, como riscos sociais, tecnológicos, financeiros, naturais, ambientais etc, porém estes se relacionam de forma profunda, como salienta Faugères (1991, *apud* REBELO, 2003), afirmando que os riscos são de toda ordem, desde os naturais aos socioeconômicos ou aos tecnológicos, e analisá-los em separado vem se tornando tarefa difícil, pois se constituem em verdadeiros complexos de riscos.

De forma geral, o risco é a possibilidade de perigo, ou seja, a chance de que ocorra um fenômeno que traga danos a sociedade. Existem definições variadas. Almeida (2011) afirma que o risco pode ser tomado como categoria de análise associada às noções de incerteza, exposição ao perigo, perda e prejuízos materiais e humanos, atrelados não só a processos naturais, mas também a processos oriundos das atividades humanas.

Já para Anéas de Castro (2000):

*El concepto incluye la probabilidad de ocurrencia de un acontecimiento natural o antrópico y la valoración por parte del hombre encunto a sus efectos nocivos (vulnerabilidad). La valoración cualitativa puede hacers e cuantitativa por medición de pérdidas y probabilidad de ocurrencia. Cuando se cuenta com los datos adecuados para realizar un cálculo de probabilidades se puede definir el riesgo. En cambio, cuando no existe posibilidad de calcular probabilidades, sino que solo existe intuición o critério personal, se está frente a una incertidumbre (pág. 1).*

É preciso olhar o risco não somente com um viés de valorização dos aspectos físicos, mas também buscando a ótica sociocultural, pois muitas vezes o poder público enxerga que a melhor solução é a retirada da população que vivem em áreas de risco. É preciso considerar suas vivências e suas visões acerca dos processos físico-ambientais, dos riscos e dos desastres.

Sobre isso, Veyret (2007 *apud* ESTEVES 2011) afirma que:

Ele existe apenas em relação a um indivíduo e a um grupo social ou profissional, uma comunidade, uma sociedade que o apreende por meio de representações mentais e com ele convive por meio de práticas específicas. Não há risco sem uma população ou indivíduo que o perceba e que poderia sofrer seus efeitos. Correm-se riscos, que são assumidos, recusados, estimados, avaliados, calculados. O risco é a tradução de uma ameaça, de um perigo para aquele que está sujeito a ele e o percebe como tal (pág. 65).

A vulnerabilidade, o perigo e o desastre estão conectados ao entendimento sobre o risco e a suscetibilidade, porém é preciso diferenciá-los (Figura 12).

Sobre a vulnerabilidade, Nossa (2012) afirma que envolve um conjunto de fatores que podem diminuir ou aumentar os riscos no qual o ser humano está exposto nas diversas situações da sua vida. Também estão incluídas no conceito de vulnerabilidade, a capacidade da população conviver com os riscos, na qual “envolve aquelas condições (sociais, econômicas, demográficas, geográficas, etc.) que afetam a capacidade de responder à exposição. É a capacidade de responder ao perigo e ao risco” (HOGAN e MARANDOLA JR., 2007).

O perigo, que em muitas ocasiões é confundido com o conceito de risco, é o fenômeno/evento causador do dano, que sempre ocorre na interface sociedade-natureza (DE PAULA E MARANDOLA JR., 2011). Pode ser de origem natural ou antrópica. O segundo vem apresentando um aumento relevante, “que têm atingido um grande número de pessoas, sobretudo no atual momento histórico” (MELO *et al.*, 2008, pág. 168). É preciso salientar que tanto os sociais como ambientais se relacionam. De acordo com Melo *et al.* (2008) a idéia de perigo ambiental inclui perigos naturais agravados pela ação do ser humano, perigos antrópicos agravados pela natureza, perigos antrópicos que afetam a natureza, dentre outros. A todo instante, perigo e risco se cruzam, sendo categorias que se complementam, sendo “tanto o fenômeno potencial (quando da existência do risco) quanto o fenômeno em si.



Significa dizer que não há perigo sem risco, nem risco sem perigo” (Marandola e Hogan, 2004, pág. 103). De forma mais abrangente podemos destacar que para que um

“fenômeno natural venha a ser considerado um perigo, além de romper o equilíbrio natural do sistema, tem que afetar uma determinada população, ou seja, precisa ocorrer na interface sociedade-natureza, não sendo um perigo natural por si só, mas só a medida que afeta a sociedade. E só recebem a denominação de perigos naturais pelo fato de terem origem nos elementos geofísicos. Por sua vez, os danos às populações são causados pela forma de ocupação do território e pela não consideração dos impactos que tal uso ou o próprio local podem gerar a si mesmos” (Melo et al, 2008).

Os desastres vêm se intensificando ao longo dos anos. Muitas vezes tido como fenômeno natural, alguns pesquisadores contribuíram para desconstruir esta classificação. Pode ser definido como um evento que impacta a sociedade, surgido de um padrão específico de interação entre um evento natural e uma organização social (MATTEDI e BUTZKE, 2001, pág. 15). A análise sobre os desastres requer a consciência da relação mútua entre sociedade e natureza, pois há estudos que enfocam o tecnicismo e fatores físicos e outros que retratam somente a perspectiva social. Não se pode esquecer esta imbricação.

A partir do momento em que os riscos se tornam concretos tem-se os desastres, os quais são situações ou contextos de perdas e danos de diversos tipos, ocasionados pelo impacto de uma ameaça sobre determinadas condições de vulnerabilidade (ARAÚJO, 2012, pág. 677).

Alexander (2011), ressalta que a cultura é um fator crucial para as reflexões e ações relacionadas aos desastres.

“A cultura é importante para qualquer entendimento do significado e do papel dos desastres no mundo moderno, uma vez que determina a forma como a percepção é interpretada, podendo mesmo determinar o que é apercebido. Assim, compreendemos os desastres através de um filtro perceptual e cultural que tem muitos níveis, desde o individual – através da família, de grupos de pares, de organizações, da comunidade, da região e da nação – até as formas éticas internacionais da cultura popular. A título de exemplo, as formas de redução de desastres baseadas na comunidade devem ter em conta o modo como os membros dessa comunidade se associam uns aos outros, incluindo a sua forma própria de se reunirem e de debaterem os problemas (a socialização do problema), as estruturas de poder que a constituem e os pontos de origem da autoridade. Todos estes elementos são, até certo ponto, culturalmente determinados” (pág. 16).



Figura 12: Diagrama sobre a relação entre risco, vulnerabilidade, perigo e desastre (MARANDOLA JR., 2008).

### 4.3) INUNDAÇÃO

Inundação é o processo caracterizado pelo extravasamento do volume d'água fluvial, provocado pelo aumento da vazão (Figura 13). Em muitas ocasiões se torna uma preocupação, pois pode afetar o cotidiano da sociedade, se caracterizando como um desastre. Para Kobiyama *et al.* (2006), a inundação, que é popularmente tratada como enchente,

“é o aumento do nível dos rios além da sua vazão normal, ocorrendo o transbordamento de suas águas sobre as áreas próximas a ele. Estas áreas planas próximas aos rios sobre as quais as águas extravasam são chamadas de planícies de inundação. Quando não ocorre o transbordamento, apesar de o rio ficar praticamente cheio, tem-se uma enchente e não uma inundação” (Pág. 45).

Pode ocorrer de forma brusca ou gradual. A brusca ocorre de maneira intensa, com um grande volume de pluviosidade em um dado momento e escoamento forte. Já a gradual, ocorre quando há uma taxa de pluviosidade que cresce de forma gradativa e o nível d'água se eleva lentamente.



Figura 13: Ilustração sobre um rio em situação normal, de enchente e com inundação (SAUSEN e NARVAES, 2013, pág. 7).

Nos dias atuais, o processo de urbanização ajuda a modificar o formato e a dinâmica dos sistemas fluviais (Figuras 14 e 15). “As enchentes e inundações geram problemas ainda maiores quando há moradias nas margens dos cursos d’água. Estas áreas serão atingidas primeiramente quando ocorrer à elevação da água no canal do rio” (REIS, 2011, pág. 9). O desmatamento, a pouca ocorrência de mata ciliar e os maus usos da terra contribuem para reduzir o estoque de água nos mananciais, aumento da produção de sedimentos, erosão das margens e assoreamento nos leitos. Com isso, há um desequilíbrio entre as taxas de interceptação e infiltração. A retirada da vegetação e a impermeabilização do solo fazem com que a infiltração seja saturada rapidamente, contribuindo para o aumento do escoamento superficial, que eleva o nível d’água dos canais e assim aumentando a ocorrência de enchentes (cheias) e inundações. “O volume que escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido pelas plantas, com a urbanização, passa a escoar no canal, exigindo maior capacidade de escoamento das seções” (TUCCI, 1995, pag. 16). Sobre esses mecanismos, Santos (2012) declara:

“Além da deficiência no monitoramento e medidas de mitigação das áreas de risco por parte do poder público, as ações da população com ocupação desordenada, o descarte de lixo nas áreas de vertentes e no leito dos rios, favorecem a aceleração de perda de solo (pelos processos erosivos e movimentos de massa), e diminui a capacidade de escoamento dos canais de drenagem (pág. 1)”

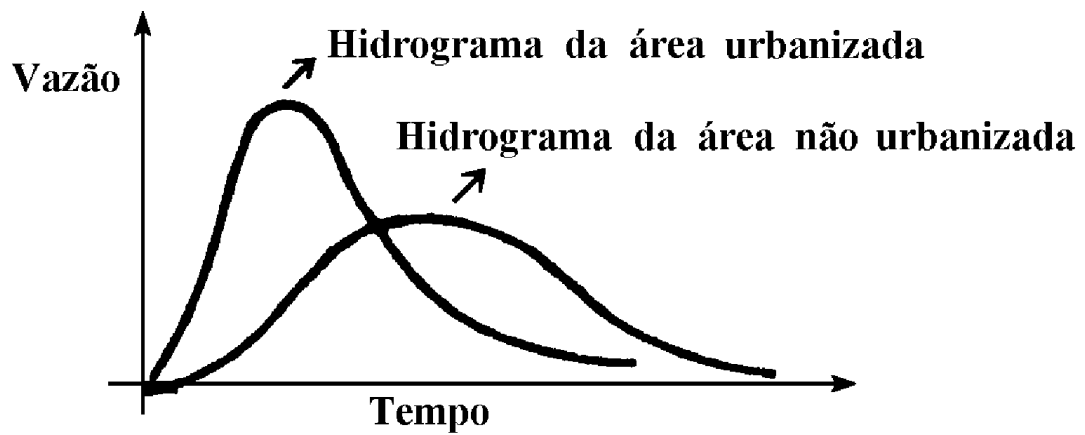


Figura 14: Hidrograma hipotético (TUCCI, 1995, pág. 17).

O asfaltamento, a falta de manutenção de bueiros, galerias pluviais, ruas e rodovias, auxiliam na formação de alagamentos, que são processos de acumulação de água em áreas que possuem drenagem deficiente. Há também a formação de enxurradas, que ocorrem naturalmente e são potencializadas pelas atividades humanas. São representadas pelo intenso escoamento, em áreas com declividade acentuada. De acordo com Ministério das Cidades/IPT (2007) enxurradas são definidas como o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais.



Figura 15: Inundação do Rio Muriaé, na qual afetou a localidade de Três Vendas, no município de Campos dos Goytacazes em 2012. Fonte: Jornal do Brasil. Disponível em <<http://www.jb.com.br/fotos-e-videos/galeria/2012/01/05/prefeita-de-campos-rosinha-garotinho-sobrevoa-a-cidade-alagada-pelo-rio-muriae/>>.

Devido a essas situações, são implantados os controles de inundações, que segundo Tucci (1995) são divididas em medidas estruturais e não estruturais. As estruturais representam as obras de engenharia hidráulica, “tais como barragens, diques e canalização” (pág. 20). E as não estruturais são ações de prevenção, “tais como zoneamento de áreas de inundação, alerta e seguros” (pág. 20). As transformações antrópicas na paisagem geram novas configurações e novas medidas para lidar com este fenômeno. Cabe a todas as instâncias da sociedade, realizar a promoção de atividades para que se tenha uma correta compreensão do fenômeno e quais as melhores decisões a serem tomadas.

#### **4.4) MOVIMENTOS DE MASSA**

Os movimentos de massa são fenômenos naturais, que vem sendo potencializados cada vez mais pelas ações antrópicas. Estes fenômenos são “reconhecidos como os mais importantes processos geomorfológicos modeladores da superfície terrestre” (RECKZIEGEL, 2012, pág. 17). Segundo Riffel *et al.* (2016) são todo e qualquer movimento de materiais terrosos ou rochosos, não importando sua forma, sua velocidade e nem o processo que o

gerou. Bigarella (2003 *apud* RECKZIEGEL, 2012) afirma que constituem-se no deslocamento de material (solo e rocha) vertente abaixo sob influência da gravidade, desencadeado pela interferência direta de outros agentes independentes.

Os fatores que contribuem para a ocorrência desses processos estão relacionados a declividade, estrutura geológica, índice pluviométrico, retirada da vegetação e solos rasos. Estes fenômenos possuem como característica marcante a movimentação conjunta de solo, rocha e matéria orgânica. A água não é seu principal agente, porém contribui no desencadeamento e no grau de magnitude. De acordo com Ministério das cidades/IPT (2007) são classificados em quatro grupos: rastejos (*creep*), escorregamentos ou deslizamentos (*slides*), quedas (*falls*) e corridas (*flows*).

Os rastejos (Figura 16) são os movimentos de massa mais lentos, com deslocamentos pequenos, que variam desde milímetros a centímetros por ano. “Esse processo atua sobre os horizontes superficiais do solo, bem como, nos horizontes de transição solo/rocha e até mesmo em rocha, em profundidades maiores” (MINISTÉRIO DAS CIDADES/IPT, 2007, pág. 33). Não possuem uma área de movimentação estabelecida. As principais evidências relacionadas a este fenômeno são postes, cercas e troncos de árvores inclinados e trincas no solo.

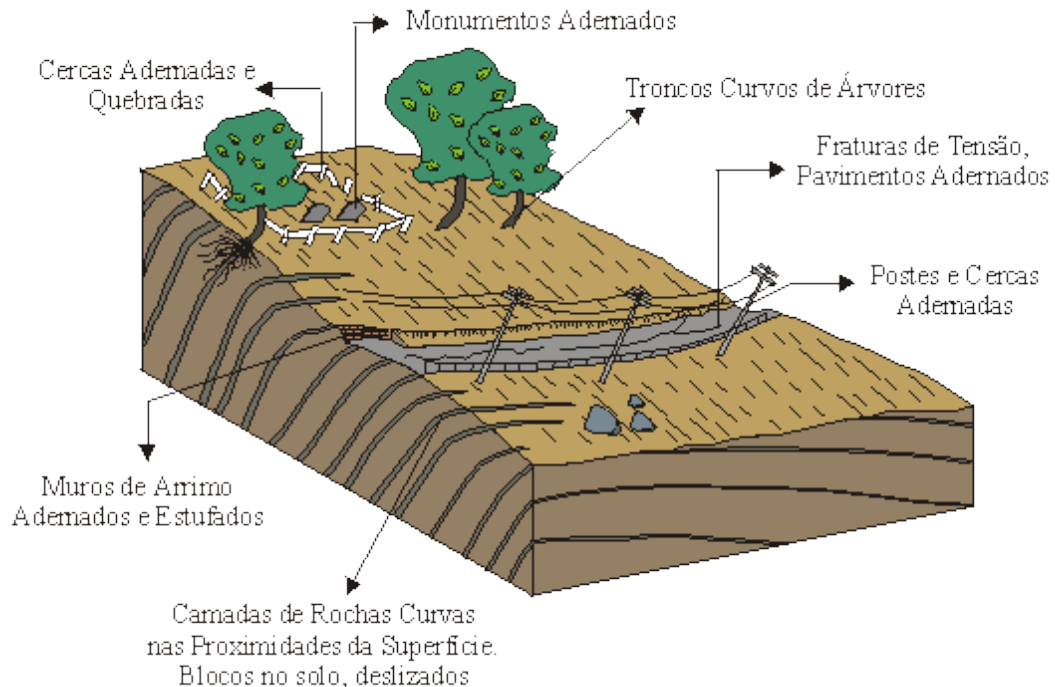


Figura 16: Rastejo. Fonte: Instituto de Geociências e Ciências Exatas— UNESP. Disponível em <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter09a.html>>.

Os deslizamentos (Figura 17) são movimentos rápidos que possuem volume e ponto de ruptura bem definidos. Esse processo gera a mobilização do material para fora da vertente e formam cicatrizes. Sua principal subdivisão são deslizamentos rotacionais, translacionais, em cunha e induzidos, que se diferem de acordo com a geometria. Riffel *et al.* (2016) declara que a geometria destes movimentos varia em função da existência ou não de estruturas ou planos de fraqueza nos materiais movimentados que condicionam a formação das superfícies de ruptura.

Os deslizamentos rotacionais são caracterizados segundo Fernandes e Amaral (1996) por possuírem superfície de ruptura curva, côncava, ao longo da qual se dá um movimento rotacional da massa do solo, e as condições que favorecem esses processos são a existência de solos espessos e homogêneos.

Os translacionais apresentam pontos de ruptura rasos e tendo o movimento acompanhando a superfície da vertente, tendo maior raio de alcance do que os rotacionais.

Já os em cunha são deslizamentos que ocorrem em vertentes que possuem dois planos de ruptura. Segundo Ministério das Cidades/IPT (2007) estes processos são mais comuns em

taludes de corte ou encostas que sofreram algum processo natural de desconfinamento, como erosão ou deslizamentos pretéritos.

Os induzidos são movimentos que possuem origem nas ações humanas, como por exemplo, a retirada da cobertura vegetal e cortes nas encostas. Em muitas ocasiões, há a mobilização de materiais produzidos pelas atividades antrópicas.

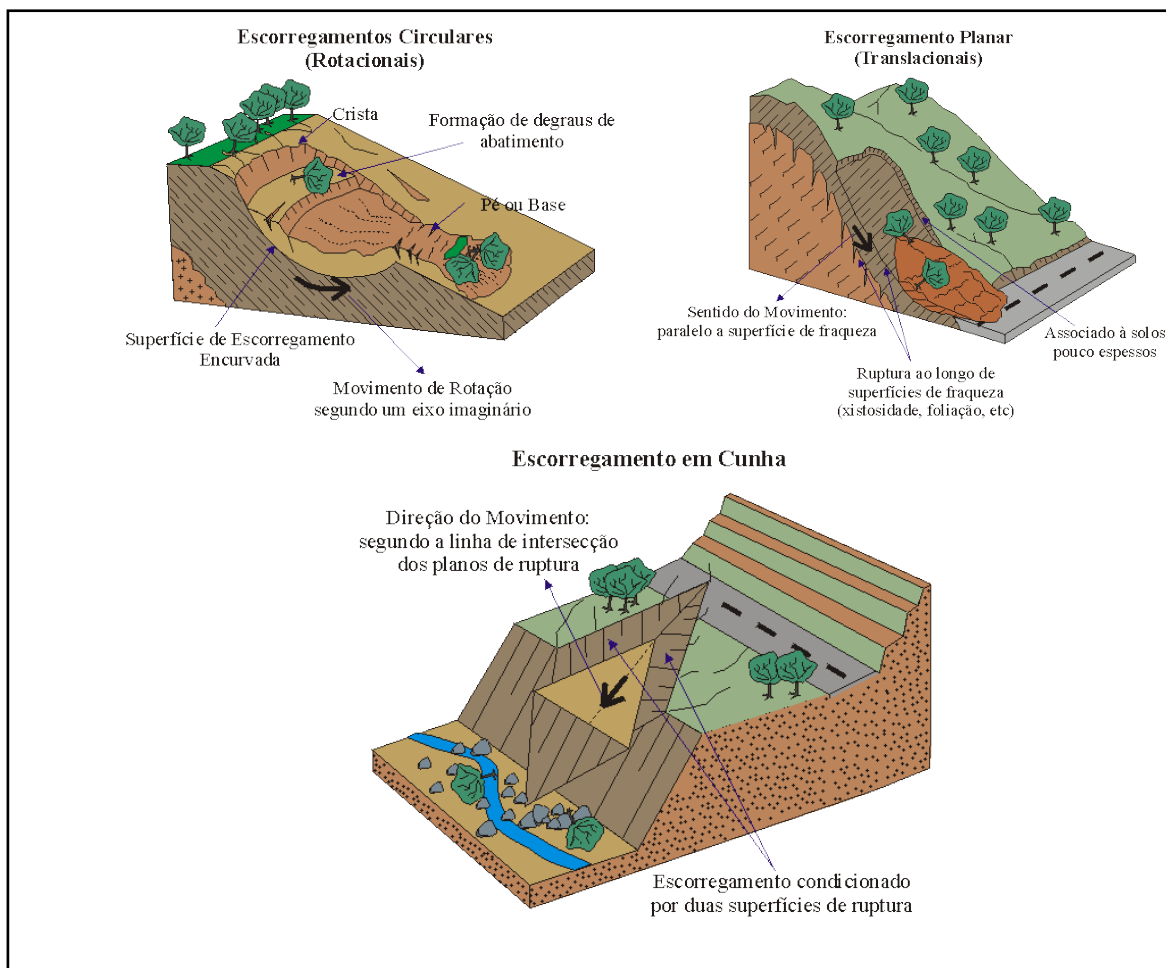


Figura 17: Deslizamentos. Fonte: Instituto de Geociências e Ciências Exatas-UNESP. Disponível em <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter09.html#1>>.

As quedas também são movimentos rápidos, que se caracterizam pela ocorrência de movimentação de rochas em queda livre (Figura 18). Geralmente ocorrem em áreas de afloramentos rochosos com alta inclinação. Os movimentos associados a este processo são tombamentos de blocos, deslocamentos e rolamentos de blocos. Os tombamentos representam movimentos rotacionais de fragmentos rochosos. Ocorrem em vertentes abruptas, onde as fraturas das rochas aumentam e posteriormente ficam enfraquecidas. Já os



desplacamentos ocorrem quando há desprendimento da rocha, provocados por alívio de tensão e/ou variação de temperatura, apresentando superfícies descontínuas. Os rolamentos ocorrem quando os blocos rochosos perdem apoio e se movimentam pela encosta.

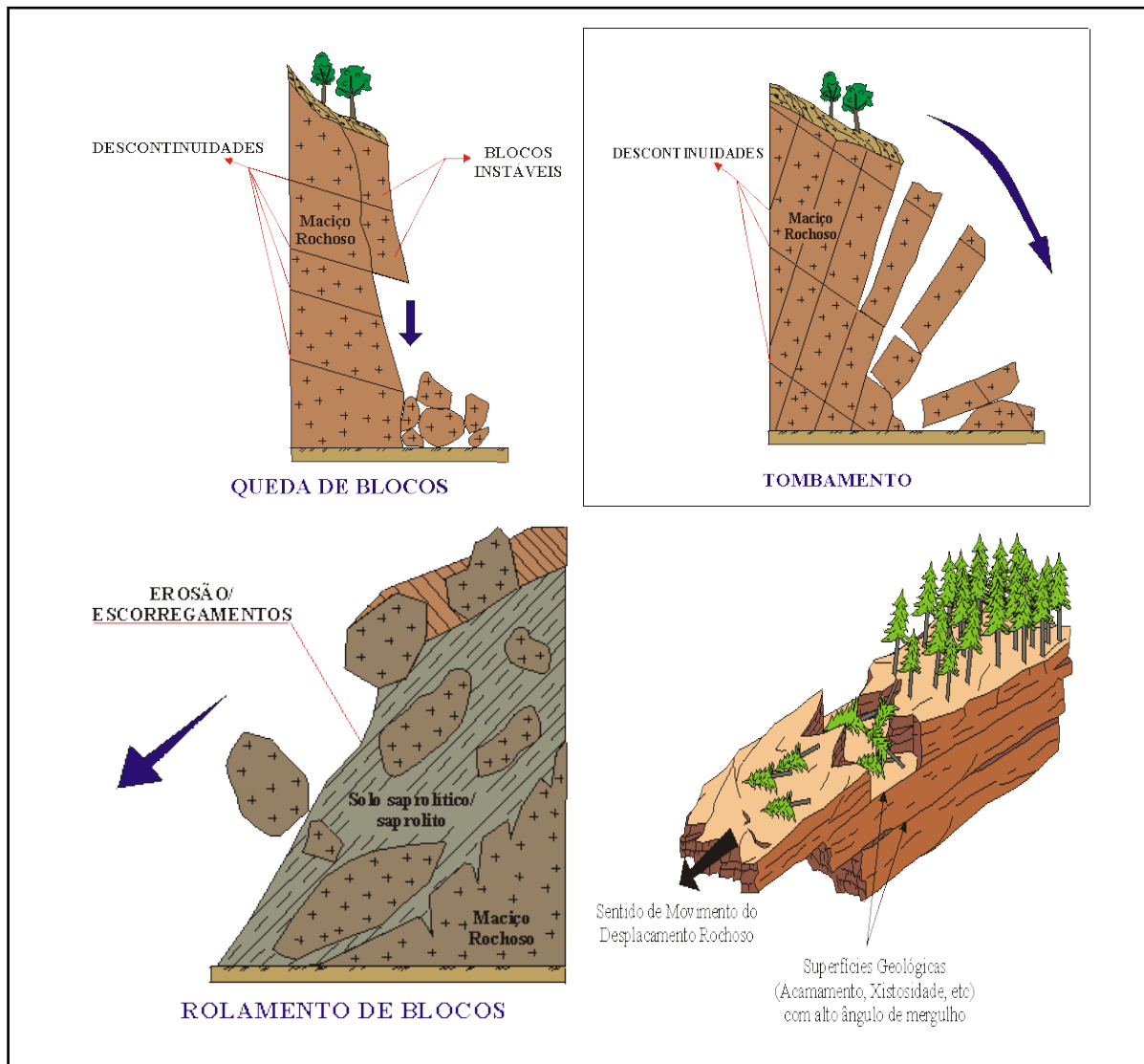


Figura 18: Movimentos de blocos. Queda, tombamento, deslocamento e rolamento. Fonte: Instituto de Geociências e Ciências Exatas-UNESP. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter09.html#1>>.

As corridas de massa (Figura 19) são consideradas os movimentos de massa mais devastadores, pois possuem um longo raio de alcance. Se movimentam ao longo das vertentes e alcançam os canais fluviais, carregando um fluido viscoso com rochas, solos, troncos de

árvores, materiais de alvenaria entre outros. São encontradas outras terminologias na literatura, como por exemplo, fluxo de massa e de detritos (FRAIFELD e FREITAS, 2013).

“Em diversos casos a origem de uma corrida está associada a um tipo de escorregamento, que pode definir a concentração excessiva de fluxos para os eixos de drenagem, com consequências no entalhe e erosão das margens dos canais fluviais e na varredura das planícies de inundação” (FRAIFELD e FREITAS, 2013, pág. 2).



Figura 19: Exemplificação de uma corrida de massa. Fonte: CPRM. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/scdi/>>.

#### **4.5) GEOPROCESSAMENTO E SUAS APLICAÇÕES À SUSCETIBILIDADE, RISCOS E DESASTRES**

As recentes problemáticas ambientais e os novos métodos de planejamento buscam ferramentas que possam auxiliar nas tomadas de decisão, e umas destas ferramentas é o Geoprocessamento.

O Geoprocessamento representa um conjunto de técnicas para representações, análises e monitoramento de diferentes aspectos da superfície terrestre. Silva (2000) define como um conjunto de técnicas computacionais que opera sobre uma base de dados (que são registros de

ocorrências) georreferenciados, para os transformar em informação (que é um acréscimo de conhecimento) relevante. Já para Câmara *et al.* (2001) denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica.

Há uma série de técnicas dentro do Geoprocessamento. Suas ferramentas computacionais são os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) que “permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos” (CÂMARA *et al.*, 2001, pág. 1). Outras conhecidas são o Sensoriamento Remoto, GPS e Fotogrametria.

Esta área do conhecimento se desenvolve de forma absoluta, com novas tecnologias, em que muitas podem ser usadas por pessoas que não são do ramo. Ferramentas como GPS, o *software Google Earth*, sites com serviços de *web mapping*, SIG livre, o aprimoramento de imagens de satélites e novas tecnologias Geodésicas são exemplos de avanços atuais (Figura 20).

É preciso destacar que são técnicas extremamente importantes para pesquisas, tomadas de decisão nas esferas públicas e privadas, porém são meios para se conseguir um objetivo. É necessário possuir um forte embasamento teórico-conceitual e prático em diversas áreas de estudos, para que a utilização do Geoprocessamento se torne eficaz.



Figura 20: Técnicas vinculadas ao Geoprocessamento. Fonte: Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás. Disponível em <<http://www2.sieg.go.gov.br/post/ver/169642/geoprocessamento>>.

Nas interpretações sobre os riscos, são avaliados diversos condicionantes, como drenagem, habitação, atividades industriais, pedologia, relevo e cobertura vegetal (Figuras 21

e 22). Os condicionantes físicos estão relacionados a suscetibilidade (foco deste trabalho). Por exemplo, a utilização de SIG, Sensoriamento remoto e GPS, ajudam a melhorar a qualidade das informações, identificando e analisando as espacialidades, saber qual caminho deve seguir para a prevenção e armazenamento de dados.

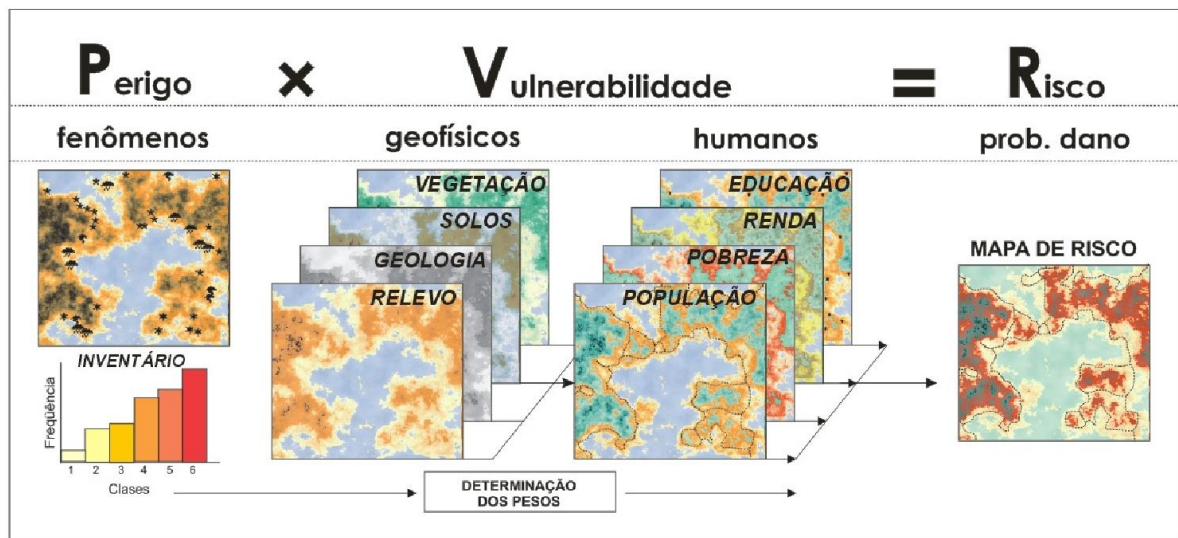


Figura 21: Parâmetros que envolvem uma análise de risco (MARCELINO, 2008, pág. 30)

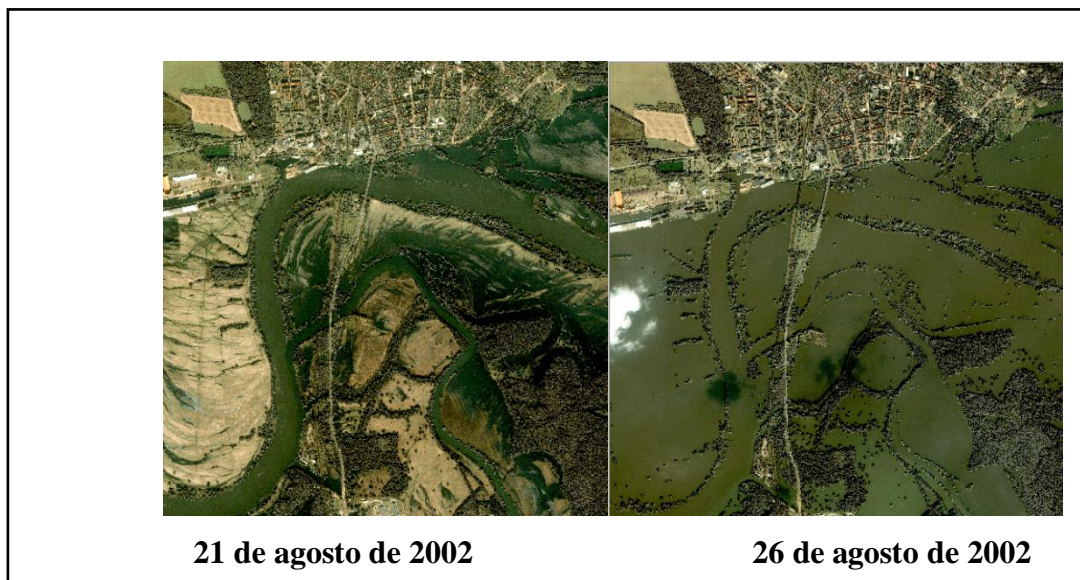


Figura 22: Rios Elbe e Mulde em Dessau, Alemanha. A primeira imagem é o momento antes da inundação e a segunda foto é o período da inundação. Imagens do Satélite IKONOS (SAUSEN e NARVAES, 2013, pág. 16).

Tanto nos riscos como nos desastres, o estabelecimento de etapas se torna necessário para a contribuição do Geoprocessamento nos projetos de políticas públicas e para que cause o menor dos danos às populações (Quadro 1). De acordo com Marcelino (2008), as etapas se dividem em quatro: prevenção, preparação, resposta e reconstrução.

Quadro 1: Quatro etapas de ações de gestão de riscos e desastres utilizando Geoprocessamento. Adaptado de Marcelino (2008, pág. 33 e 34).

<b>PREVENÇÃO</b>	Concentra-se basicamente nas avaliações de risco. Os dados geoambientais, que podem ser obtidos com o auxílio das imagens de satélite e GPS, são transformados em planos de informações no SIG.
<b>PREPARAÇÃO</b>	Momentos antes do impacto, as geotecnologias são utilizadas na definição de rotas de evacuação, identificação de abrigos e centros de operações de emergência, criação e gerenciamento de sistemas de alerta e elaboração de modelos meteorológicos e hidrológicos utilizados na previsão. As imagens de satélites (orbitais) são a base para essa etapa, pois contribuem para o entendimento das áreas de intervenção.
<b>RESPOSTA</b>	Com um SIG é possível gerenciar de maneira eficiente e rápida, as situações mais problemáticas, como as ações de combate a sinistros (conter efeitos adversos) e de socorro às populações afetadas (busca e salvamento). No SIG, um banco de dados associados a um mapa da área urbana, poderá fornecer informações completas sobre abrigos, hospitais, polícia, bombeiro, entre outros. Já o GPS é extremamente útil nas operações de busca e salvamento em áreas que foram devastadas. Essas áreas ficam muitas vezes descaracterizadas dificultando a orientação e a localização de ruas e edificações.
<b>RECONSTRUÇÃO</b>	Realização do inventário, avaliação dos danos e na identificação de áreas seguras para a relocação e reconstrução das comunidades afetadas. Informações estas que posteriormente são inseridas em um banco de dados para serem utilizadas novamente na fase de Prevenção e Preparação.

## **5) PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

### **5.1) EXTRAÇÃO DA DRENAGEM E DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

Os procedimentos destas atividades foram feitos manualmente para a obtenção de uma visão geral da área de estudo e identificação as alterações antrópicas nos sistemas fluviais da região. Como base, foram utilizados o *shape* (dado georreferenciado) de hidrografia do IBGE e a imagem do *Google Satellite*, fornecida pelo complemento *Open Layers plugin* do *QGIS*. Foi utilizado o *software QGIS 2.4*. Posteriormente foi realizada uma complementação da rede de drenagem e da delimitação utilizando o *shape* de hidrografia do IBGE. Além da imagem do *Google Satellite*, a imagem do satélite *RapidEye* e carta topográfica na escala 1:50.000, fornecida pelo complemento *DSG Tools* no *QGIS 2.10.1*, auxiliaram nesta etapa final de delimitação e georreferenciamento da drenagem.

### **5.2) ELABORAÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS**

Para esta etapa foram adquiridos *shapes* de geologia, geomorfologia e vegetação potencial do INEA/ RJ, produtos do projeto “O Estado do Ambiente”, realizado no ano de 2011. A criação destes mapas foi de suma importância para conseguir avaliar de forma geral a estruturação Físico-geográfica da bacia.

### **5.3) MAPEAMENTO ESPAÇO TEMPORAL DE USO DA TERRA**

Este mapeamento foi realizado para compreender a influência dos usos da terra nos sistemas fluviais. O período estudado foi de 20 anos, compreendendo os anos de 1995, 2005 e 2015. Foram utilizados para o anos de 1995 e 2005, imagens *landsat 5* (sensor TM). Já para o ano de 2015 foi utilizado imagem do satélite *Landsat 8* (sensor OLI). O software utilizado foi o *SPRING 5.2.7*. Os procedimentos no *SPRING* foram recorte do plano de informação, contraste, segmentação e classificação.

No recorte foi adicionado o *shape* da delimitação da área de estudo. O contraste é uma etapa importante, pois ajuda a melhorar a qualidade da imagem, permitindo uma melhor análise. Para cada imagem, foram estabelecidos graus de contraste. De acordo com Cruz *et al*

(2009) a segmentação é o processo de separação automatizada da imagem em áreas que englobam “*pixels*” semelhantes nas direções X e Y do plano cartesiano. Essa etapa é essencial para a realização de uma classificação por região. Foram utilizados os valores de 5 para similaridade e 200 para área, que conseguiu detectar de forma clara as amostras (Figura 23). Essa variação apresenta “regiões bem definidas tematicamente e agrupadas adequadamente” (CRUZ *et al* 2009, pág. 6857).



Figura 23: Variáveis de segmentação: Similaridade 5 x Área 200.

No processo de classificação, inicialmente foi realizado o treinamento para posteriormente estabelecer a classificação de fato. No treinamento são selecionadas amostras para as classes do mapeamento. É importante que sejam selecionadas uma quantidade considerável. Após este procedimento é feito a classificação, pelo classificador de *Bhattacharya*, que “utiliza a distância de *Bhattacharya* para medir a separabilidade estatística entre cada par de classe espectral. A separabilidade é calculada através da distância média entre as distribuições de probabilidades de classes espectrais” (LEÃO *et al.*, 2007, pág. 940). Houve um novo treinamento para correção de alguns erros. Com a classificação correta, ocorreu à pós-classificação para o refinamento das informações. Por último ocorreu à identificação das porcentagens de cada classe e transformação da imagem classificada em vetor (criação da camada *shape*), no *software QGIS*.

#### 5.4) GERAÇÃO DE MAPAS DE HIPSOMETRIA E DECLIVIDADES

Para realização desta etapa foi adquirido imagem *SRTM* do banco de dados geomorfométricos do Brasil (Projeto TOPODATA) disponibilizadas gratuitamente na *internet* e coordenado pelo INPE. Como forma de melhor entendimento de tais variáveis foi gerado o sombreamento do relevo, que ficou realçado sobre os mapas.

A Hipsometria da área de estudo apresenta diferença significativa, ocorrendo variação de 0 a 1029 metros. Este tipo de análise é importante para o reconhecimento de áreas mais elevadas, sujeitas a ocorrência de movimentos de massa e a áreas deprimidas, expostas a ocorrência de inundações. Silva (2011) expõe que “O mapa hipsométrico, permite a representação de áreas que possuem a mesma medida de altura da superfície terrestre com relação a um determinado nível horizontal referencial ou datum, no caso, o nível médio do mar” (pág. 52).

O mapa hipsométrico foi gerado, realizando a classificação com as seguintes classes de valores:

Tabela 2: Classes hipsométricas estabelecidas.

1	0-10 m
2	10-50 m
3	50-100 m
4	100-300 m
5	300-500 m
6	500-700 m
7	700-900 m
8	Acima de 900 m

As três primeiras classes estão com menores valores de diferença para que se possa diferenciar melhor a transição entre as áreas planas e colinosas. Já as cinco últimas classes foram estabelecidas com diferença de 200 metros, que representa a transição entre o relevo de morros e montanhoso.



Já o de declividade foi criado utilizando a opção de gerar declividade com MDE do *QGIS*, sendo escolhida a opção de classificar em porcentagem Também apresenta variação significativa, ocorrendo entre 0,6% e 61%.

As classes de declividade foram expressas tendo como base a tabela a seguir:

Tabela 3: INCRA (2012) com base em Lepsch (1983).

Classes de relevo	Declividade	
	%	Graus
Plano	0-2	0° a 1°8'45"
Suave Ondulado	2-5	1°8'45" a 2°51'45"
Ondulado	5-10	2°51'45" a 5°42'38"
Moderadamente Ondulado	10-15	5°42'38" a 8°31'51"
Forte Ondulado	15-45	8°31'51" a 24°13'40"
Montanhoso	45-70	24°13'40" a 34°59'31"
Escarpado	>70	>34°59'31"

## 5.5) MAPEAMENTO DE SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÃO E A MOVIMENTOS DE MASSA

Em realizações dos mapeamentos de suscetibilidade a inundações e a movimentos de massa diversos autores utilizam a declividade como um dos parâmetros mais importantes. O presente trabalho seguiu esta linha de raciocínio, utilizando a declividade como fator crucial para estabelecer a suscetibilidade.

A tabela a seguir mostra a relação entre suscetibilidade a inundações e a movimentos de massa com a declividade.

Tabela 4: Relação entre declividade e processos de inundação e movimentos de massa. Adaptado de Tretin e Robaina (2005) e Prina e Tretin (2014).

<b>Classes</b>	<b>Descrição</b>
>2%	Áreas muito planas, e quando estão localizadas próximas as redes de drenagem se tornam sujeitas a inundação.
2- 5%	Áreas planas, características de processos deposicionais.
5- 15%	Áreas onduladas com processos de dinâmica superficiais erosivos moderados a acentuado.
>15%	Declividade com áreas propícias à ocorrência de escorregamentos e movimentos de massa.

Para a criação dos respectivos mapas, foi realizada a reclassificação da declividade, adaptando especificamente as classes para inundação e para os movimentos de massa. Para este processo, ocorreu a utilização da ferramenta *r.reclass*, fornecida pelo *plugin* do *GRASS GIS* no *QGIS*.

A suscetibilidade a inundação foi estabelecida conforme a tabela a seguir:

Tabela 5: Classes de suscetibilidade a inundações e suas características. Adaptado de Temporim *et al.* (2013)

<b>Classes de suscetibilidade a inundações</b>	<b>Declividade</b>
Muito alta	0-2%
Alta	2-5%
Média	5-10%
Baixa	10-15%
Muito baixa (neste trabalho é classificada como suscetibilidade desconsiderada)	Acima de 15%

Já a suscetibilidade a movimentos de massa, foi baseada no estudo feito por Moreno (2012), conforme a tabela a seguir:

Tabela 6: Classes de Suscetibilidade a movimentos de massa. Adaptado de Moreno (2012).

0 a 8% de declive	Suscetibilidade baixa
8 a 20% de declive	Suscetibilidade Moderada
20 a 45% de declive	Suscetibilidade Moderada a Alta
>45% de declive	Alta suscetibilidade
Escorregamentos pretéritos	Muito alta suscetibilidade

No presente trabalho, não foi utilizada a classe muito alta para os movimentos de massa, somente até suscetibilidade alta.

## **6) RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **6.1) MAPEAMENTO DE USO DA TERRA**

Foram estabelecidas quatro classes de mapeamento: drenagem, área urbana, vegetação rasteira (pastagens e culturas) e vegetação arbórea (mata primária, secundária e ciliar). O período analisado foi de 20 anos, mapeando imagens dos anos de 1995, 2005 e 2015.

No ano de 1995 (Figura 24) havia uma maior quantidade da classe arbórea, porém, a vegetação rasteira já dominava a maior porcentagem dos usos. Em relação à classificação da imagem, ocorreu 98,44 % de desempenho geral e 1,56 % de confusão média.

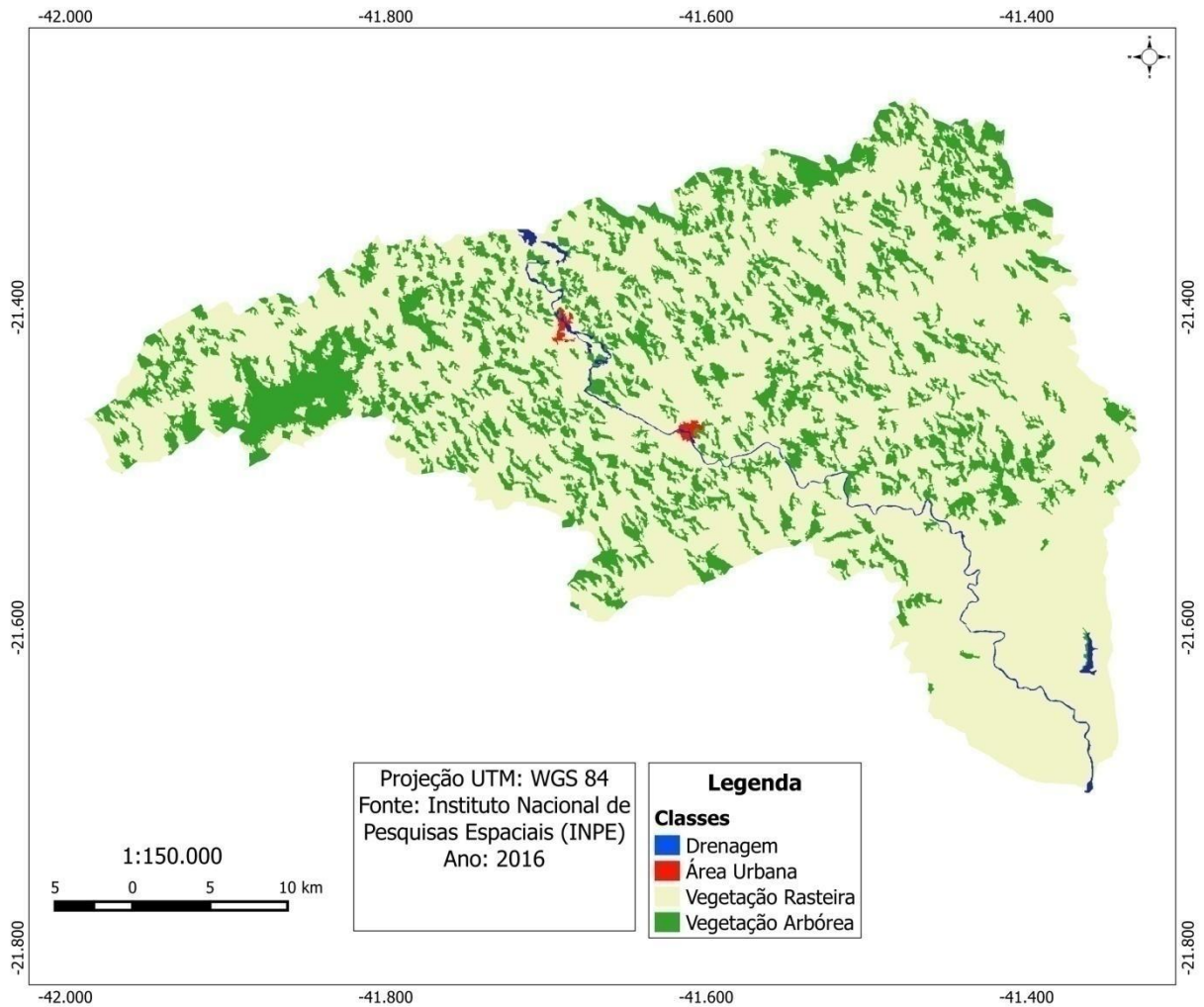


Figura 24: Mapa de uso da terra do ano de 1995.

Tabela 7: Áreas pertencentes às classes para o ano de 1995

Classes	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
Drenagem	10.739700	0,71
Área Urbana	2.493000	0,16
Rasteiro	1145.304000	75,72
Arbóreo	353.816100	23,40

Já no ano de 2005 (Figura 25) houve aumento da vegetação rasteira. É preciso salientar que na imagem classificada aparecem algumas porções de acúmulo de água nas margens dos

rios, devido a imagem está relacionada a um período chuvoso em que ocorreu inundação. O desempenho foi de 97,44% e a confusão média 2,56%.

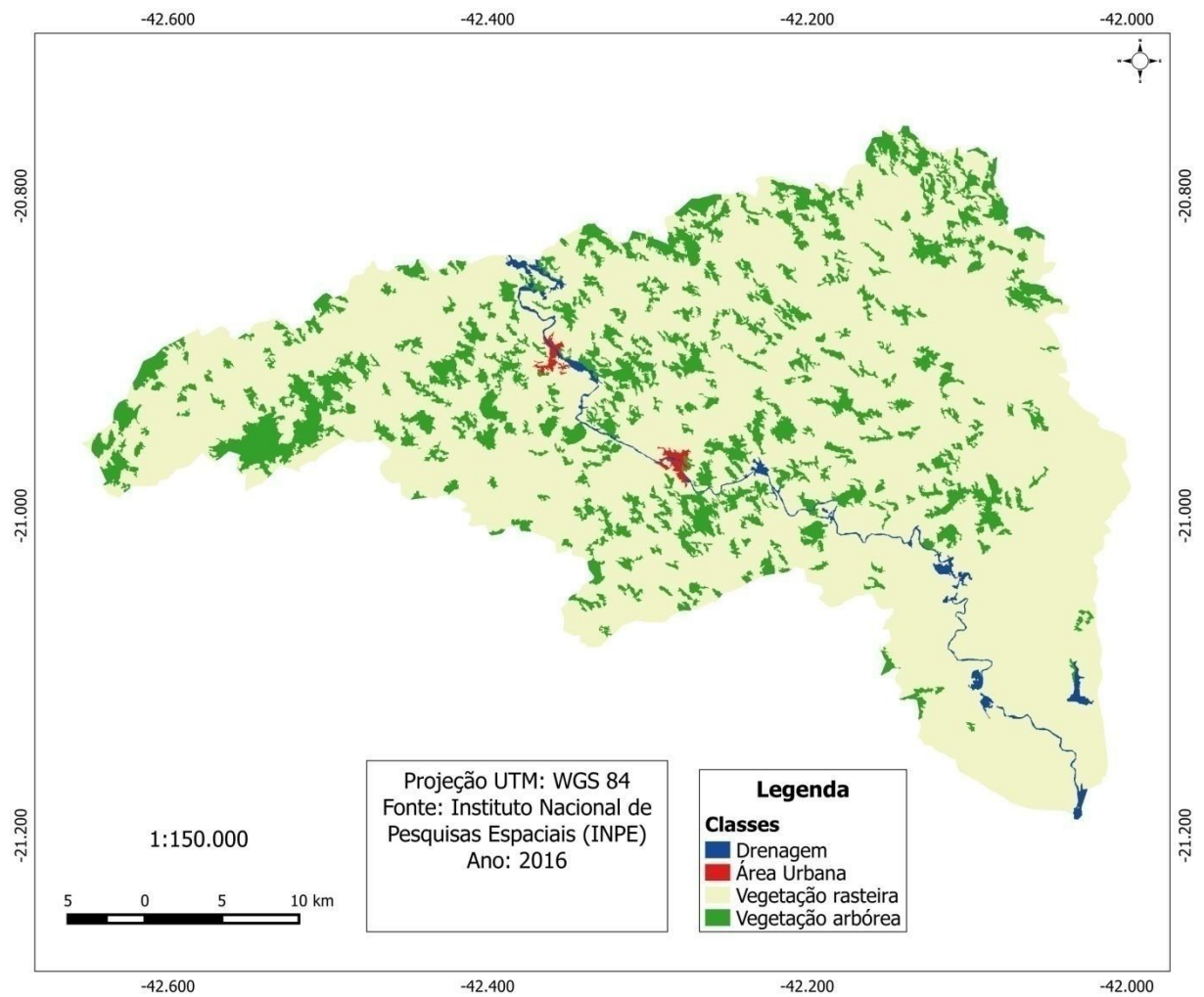


Figura 25: Mapa de uso da terra do ano de 2005.

Tabela 8: Áreas pertencentes às classes para o ano de 2005

<b>Classes</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Drenagem	16.987500	1,12
Área Urbana	3.870000	0,25
Rasteiro	1241.813700	82,11
Arbóreo	249.656400	16,5

No ano de 2015 (Figura 26) há também o aumento da classe rasteiro, porém, apresentando um diferencial: o reaparecimento de extintas lagoas. Tais corpos hídricos voltaram à paisagem na inundação do ano de 2008, e até hoje permanecem “vivas”, pois a usina de sapucaia não drenou mais águas das lagoas para o cultivo de cana. Outro detalhe importante, é que sobreviveram a fortes estiagens. O desempenho geral foi de 98,01% e a confusão média 1,99%.

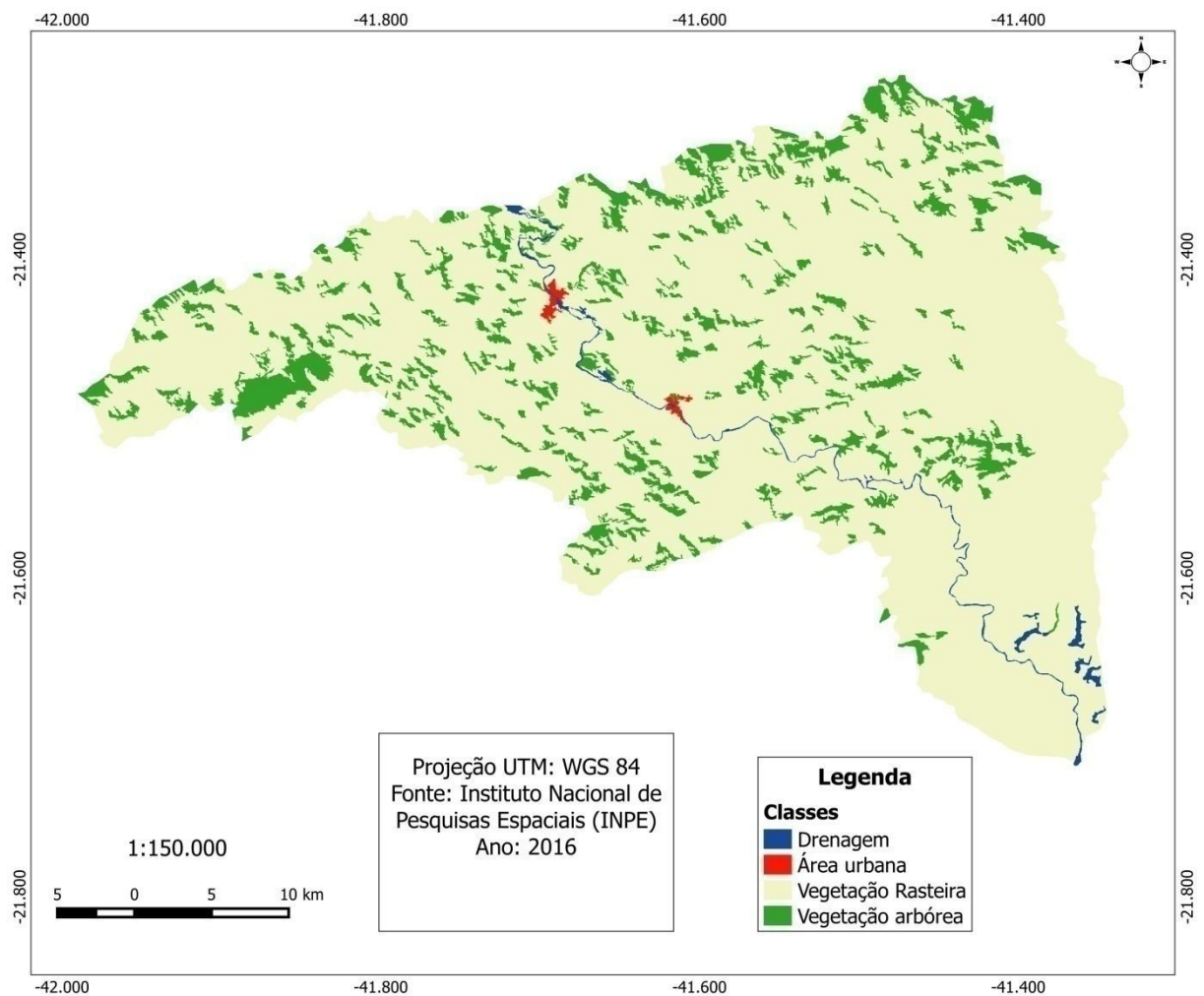


Figura 26: Mapa de uso da terra do ano de 2015.

Tabela 9: Áreas pertencentes às classes para o ano de 2015

<b>Classes</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Drenagem	13.200300	0,87
Área Urbana	3.081600	0,20
Rasteiro	1303.361100	86,18
Arbóreo	192.704400	12,74

A partir destas três classificações, constatou-se que a classe “vegetação rasteira” predomina na paisagem. Isto indica que há uma potencialização para a ocorrência de processos erosivos. Como consequência, há uma maior produção de sedimentos na bacia e aumento do aporte sedimentar nos canais fluviais, ocupando áreas naturais do fluxo d’água. Com isso ocorre assoreamento e um preenchimento mais rápido de água nos rios, contribuindo desta forma, nas ocorrências de inundações.

## **6.2) HIPSOMETRIA E DECLIVIDADE**

Os resultados sobre a hipsometria (Figura 27) mostraram serem importantes para o entendimento da diversidade altimétrica e geomorfológica da área de estudo (tabela 10). A tabela a seguir descreve os valores de área e de porcentagem encontrados para cada classe.

Tabela 10: Áreas e porcentagens das classes de Hipsometria

<b>Classe</b>	<b>Área km<sup>2</sup></b>	<b>Porcentagem (%)</b>
0-10 m	38.11470	2,51
10-50 m	303.06868	20
50-100 m	438.19279	29
100-300 m	613.15339	40,5
300-500 m	76.77422	5
500-700 m	31.49993	2
700-900 m	10.98195	0,72
Acima de 900 m	2.15592	0,14

A localidade que possui a maior altitude é a Serra de Monte Verde (Município de Cambuci), localizada no noroeste da área de estudo, atingindo a cota de 1029 metros, pertencente ao relevo de serras escarpadas (vide mapa geomorfológico). Seguido pelas Serras da Bandeira (entre Cardoso Moreira e São Fidélis) e Santo Eduardo (Campos dos Goytacazes), respectivamente, no noroeste e sudoeste da área de investigação e o maciço de Morro do Coco (Campos dos Goytacazes), na parte nordeste, que chegam até a classe de 700-900 m, sendo pertencentes aos relevos das serras escarpadas e Serras Isoladas ou Locais. As Serras da Onça e de São Joaquim, localizadas no Município de Cardoso Moreira, atingem a classe 500-700 m, se caracterizam como Serras Isoladas ou locais, sendo consideradas por Lamego (1945), uns dos resquícios da Serra do Mar, assim como, a Serra da Bandeira.

As áreas mais baixas são representadas pelas planícies flúviomarinhas (localizadas na parte sul) e fluviais, que se desenvolve sobre cotas altimétricas inferiores a 40 m (REIS e AMORIM, 2014), sendo, portanto áreas deprimidas, sujeitas a processos de deposição. As demais feições consideradas baixas são as colinas e os morrotes, que de acordo com Marques Neto (2012 *apud* IPT, 1981), são feições que possuem altitude inferiores a 100 metros.

As regiões de altitudes medianas estão vinculadas às classes de 100- 300 m e 300-500 m. A primeira, de acordo com Marques Neto (2012 *apud* IPT, 1981) são caracterizadas pelos



morros e morros com vertentes suavizadas e a segunda como o início de um relevo montanhoso.

A classe que mais que mais ocorre na área de estudo é a 100-300 m, com porcentagem de 40,5 %. Já a de menor ocorrência é a acima de 900 metros, com 0,14%. Portanto os morros são as feições mais recorrentes nesta região, indicando um relevo rebaixado, com poucas ocorrências de altitudes elevadas. Esta constatação mostra que o relevo nesta região é dissecado, porém com algumas elevações de destaque.

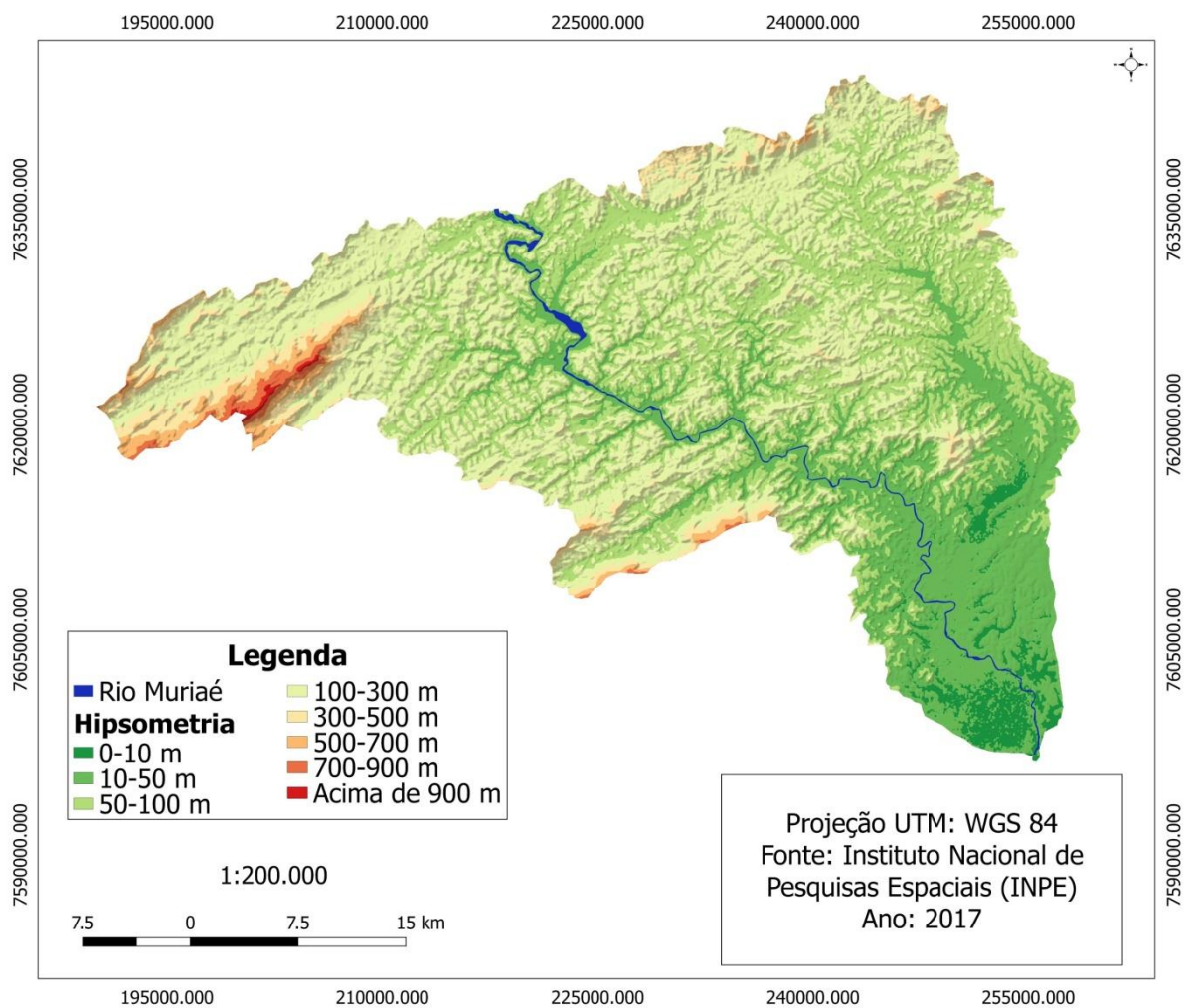


Figura 27: Mapa Hipsométrico

O mapa de declividades (Figura 28), indica que as áreas com declividades acentuada, pertencentes às classes forte ondulado e montanhoso (Tabela 10).

Tabela 11: Áreas das classes de declividades

<b>Classes</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Plano	79.35907	5,32
Suave Ondulado	145.33553	9,74
Ondulado	186.74767	12,52
Moderadamente Ondulado	186.25561	12,49
Forte Ondulado	780.58773	52,35
Montanhoso	112.55226	7,54

Na região noroeste da área, na Serra de Monte Verde, é aonde ocorre maior quantidade de pontos com declividades acentuadas. Outras áreas importantes vinculadas a esta classe são as Serras da onça (sudeste), Bandeira (sudoeste) e Santo Eduardo (nordeste), maciço de Morro do Coco (nordeste) e o Distrito de São João do Paraíso, a noroeste (Município de Cambuci).

As áreas com declividades menos acentuadas estão vinculadas as baixadas e tabuleiros da formação barreiras, devido às características planas e suavizadas. Importante destacar a parte sul da área de estudo, com a destacada planície fluviomarinha. Outros pontos importantes são as planícies fluviais a montante espalhadas em todos os setores do baixo curso, porém Reis e Amorim (2014) declaram ser descontínuas e restritas.

Em relação às classes, a que apresentou maior ocorrência foi Forte Ondulado, com valor de 52,35 %. Já a classe de menor abrangência é a plano, com 5,32%.

As classes forte ondulado e montanhoso (mais acentuadas) correspondem aos relevos de morros, morrotes e serras escarpadas e isoladas. Já as classes plano, suave ondulado e moderadamente ondulado (menos acentuadas) estão ligadas a relevos das planícies, assim como, segundo Marques Neto (2012 *apud* IPT, 1981) a relevo colinoso e de morros com vertentes suavizadas.

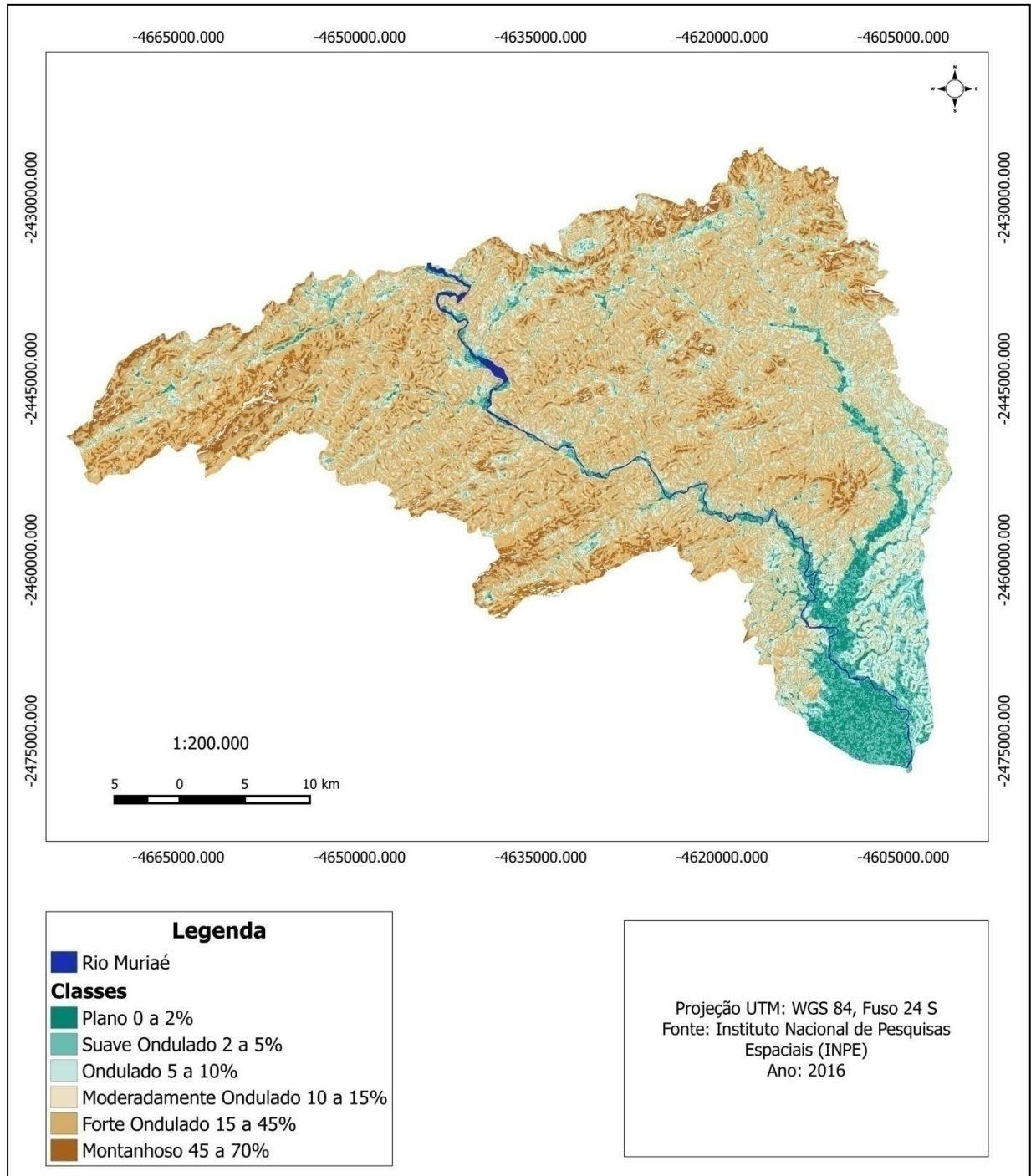


Figura 28: Mapa de declividades.

### 6.3) MAPAS DE SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÕES E A MOVIMENTOS DE MASSA

A suscetibilidade a inundações (Figura 29) foi classificada em cinco classes (Tabela 12), em função da área delimitada ser grande. As classes são muito alta, alta, média, baixa e suscetibilidade desconsiderada, segundo critérios de Temporim *et al.* (2013). Cabe ressaltar que a classe “muito baixa” (apresentada originalmente por TEMPORIM *et al.*, 2013), não foi aplicada e sim, renomeada como “suscetibilidade desconsiderada”, justamente por estar em áreas com predomínio de movimentos de massa, acima de 15% de declividade.

Tabela 12: Áreas das classes de suscetibilidade a inundações

<b>Classes</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Muito Alta	79.35907	5,28
Alta	145.33553	9,67
Média	186.74767	12,42
Baixa	186.25561	12,39
Suscetibilidade desconsiderada	904.94263	60,22

As classes “muito alta” e “alta” estão relacionada as áreas das planícies, contendo pontos de inundações mais próximos dos leitos fluviais e das lagoas, sendo a primeira classe a mais próxima e mais plana. As áreas em destaque destas classes são a planície flúvio marinha em Campos dos Goytacazes (ao sul do BCRM), as planícies que margeiam o rio Muriaé a montante (nos Municípios de Cardoso Moreira e Italva) e a planície do ribeirão da onça, na parte leste da área.

A classe “média” abrange locais onde o declive ocorre de forma suave e gradativa, como no relevo de colinas. As áreas de maior ocorrência estão na parte sudeste, próximo das lagoas, relevo associado a formação Barreiras e na parte leste próximo a localidade de Vila Nova de Campos (Campos dos Goytacazes), estando em altitudes inferiores a 50 m (vide mapa hipsométrico) e inclinação entre 5 a 10 % (relevo ondulado).

Já a classe “baixa”, se desenvolve em pontos onde estão relacionados áreas com declividades entre 10 a 15% (vide tabela 4), onde os processos erosivos são muito mais recorrentes. As áreas do BCRM que tal classe se destaca estão a noroeste, no Distrito de São João do Paraíso (Município de Cambuci), a norte, em Italva, a noroeste, na Serra de Santo Eduardo, a leste, em locais próximos ao maciço do Morro do Coco e sub bacia do ribeirão da onça, e a sudeste em determinados pontos dos tabuleiros.

As classes de maior representatividade espacial foram “média” e “baixa”, respectivamente, abrangendo 12,42% e 12,39%. Tais classes estão vinculadas áreas onduladas, que segundo os critérios de Marques Neto (2012 *apud* IPT, 1981) ocorrem a presença relevo colinoso e morros com vertentes suavizadas.

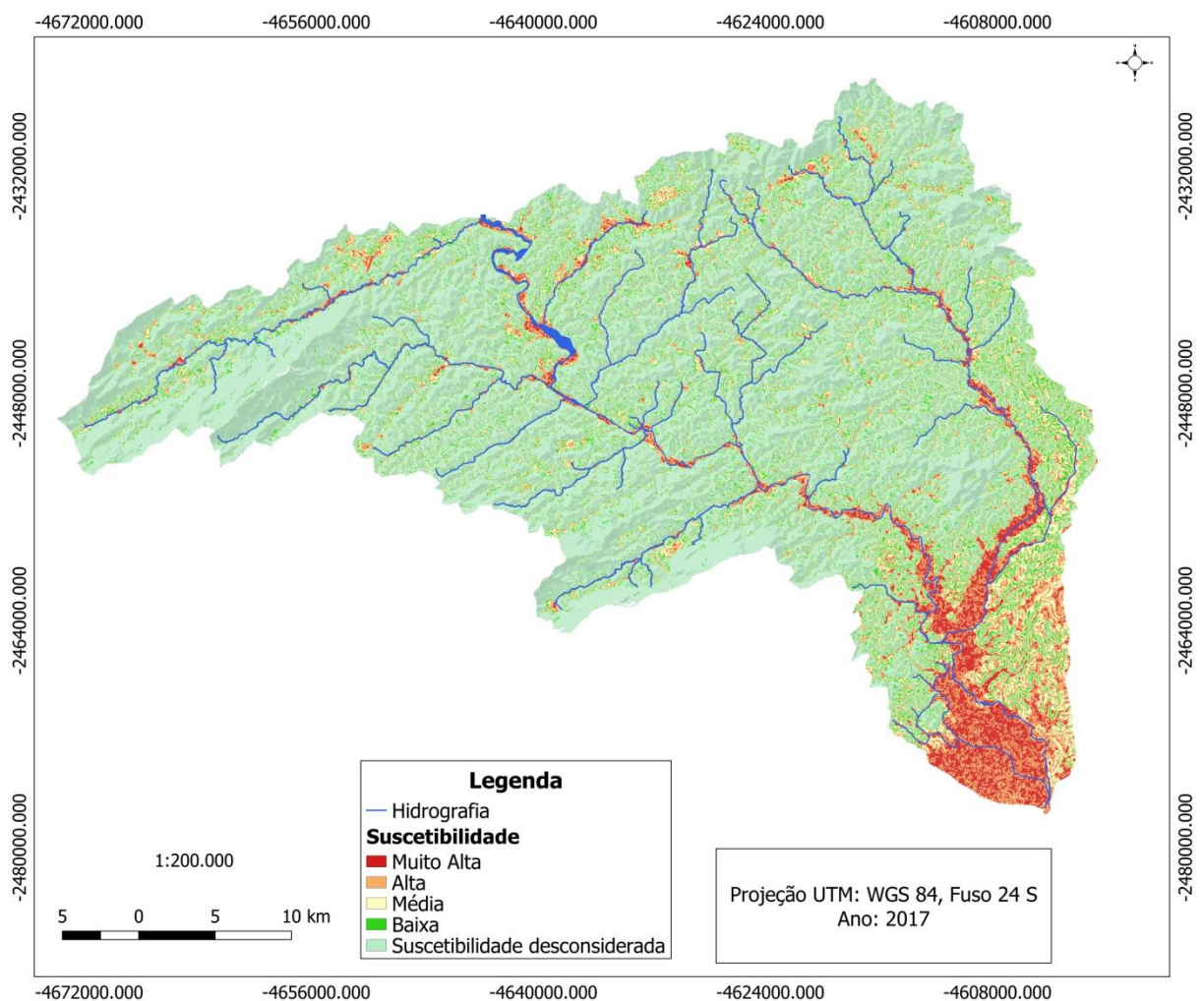


Figura 29: Mapa de suscetibilidade a inundação.

O mapa de suscetibilidade a movimentos de massa, apresenta as classes alta, moderada a alta, moderada e baixa, sendo pautadas no trabalho de Moreno (2012).

Tabela 13: Áreas das classes de suscetibilidade a movimentos de massa.

<b>Classes</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Alta	336.53514	22,39
Moderada a Alta	440.98605	29,34
Moderada	600.76442	40
Alta	124.35489	8,27

A classe “alta” ocorre em locais com declive extremamente acentuado, estando acima dos 45%. Também podendo estar relacionados a altitudes de relevo montanhoso, acima dos 300 m. Os pontos de destaque estão a nordeste, na Serra de Santo Eduardo e Maciço do Morro do coco, a noroeste, na Serra de Monte Verde, a sudoeste na Serra da Bandeira e a sudoeste na Serra da Onça.

Já a classe “moderada a alta” possui ligação com relevo de forte ondulado (vide mapa de declividades), com inclinação menor que a classe “alta” e altitudes que variam entre 100 e 300 m. Os locais de importante representatividade desta classe estão nos Municípios de Cardoso Moreira e Italva.

As classes “moderada” representa áreas de amplitudes topográficas não muito elevada, geralmente com a ocorrência colinas e declive entre 8 a 20%. As localidades que possuem forte presença de tal classe estão nos tabuleiro, na localidade de Vila Nova de Campos e no Município de Cardoso Moreira.

A última classe, “baixa”, representa locais de maior ocorrência deposição e inundação, porém, também possuem relação com locais onde há predomínio de erosão. Estão bem distribuída pelas planícies ou em relevo de transição entre planície e colinas/morros.

A classe que apresenta maior área é a “Moderada”, abrangendo 40% da região, evidenciando desta forma, que a presente área de estudo possui maior propensão aos processos erosivos, estando em declives de 8 a 20%. Dantas *et al.* (2005) descrevem que a bacia do rio Muriaé não apresenta suscetibilidade acentuada a erosão devido ao índice

pluviométrico baixo, porém, as intensas intervenções na trópicas na paisagem, auxiliam na sua potencialização, em especial, na ocorrência de erosão laminar e ravinamentos

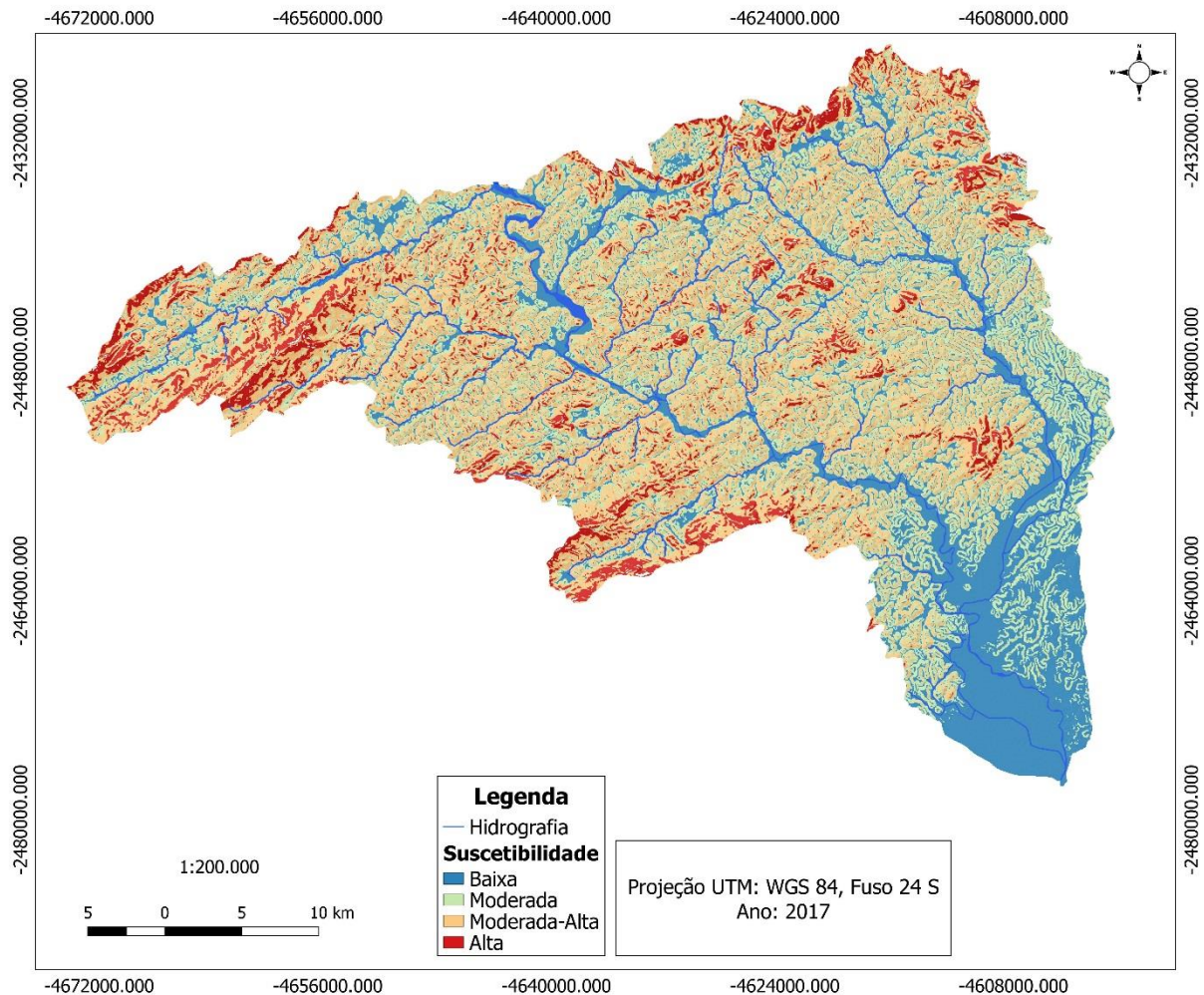


Figura 30: Mapa de Suscetibilidade a Movimentos de Massa

Por ser uma área de baixo curso e apresentar baixas amplitudes altimétricas, o processo de inundação é mais recorrente e é o que mais impacta a população, como é possível confirmar no estudo de Reis e Amorim (2014) e Ferreira *et al.* (2015). De acordo com Ferreira *et al.* (2015) “as inundações ocorrem tanto por conta do controle estrutural que condiciona a esculturação de um vale encaixado em rochas metamorquizadas com falhamentos, como por conta da ocupação nas áreas sujeitas a inundações” (pág. 21). Porém a suscetibilidade a movimentos de massa, também se mostrou como um processo que precisa de maior atenção, em especial nas áreas mais elevadas citadas neste trabalho, que de acordo com Prado *et al.* (2005), possuem solos rasos, fator que contribuem na ocorrência destes

movimentos, assim como as altas declividades destas áreas. As atividades antrópicas contribuem para a potencialização da suscetibilidade e dos riscos ambientais. A presente área de estudo é marcada por ciclos de estiagens e de alta pluviosidade, sobretudo no verão. Há períodos em que o leito do rio Muriaé fica extremamente seco. Tais eventos representam grandes catalisadores do risco.

De acordo com o mapeamento espaço temporal de uso da terra, entre os anos de 1995 e 2015, houve o aumento da vegetação rasteira (cultivo agrícola e principalmente pastagens). Em relação as inundações, esta constatação indica uma contribuição ao desencadeamento destas, pois ocorre o aumento do assoreamento nos sistemas de drenagem, onde os caminhos de fluxo d'água dão espaço aos sedimentos. Outro aspecto importante se dá pela pouca ocorrência de mata ciliar e ocupações nas margens do rio Muriaé e seus tributários.

Já no que concerne aos movimentos de massa e sua relação com os usos da terra, as áreas mais elevadas e declivosas, que são as mais propícias a ocorrência de tal evento, precisam ser preservadas, em especial, realizando o reflorestamento dos topos para que possa preservar as nascentes e o escoamento subsuperficial, pois estas ações contribuem para o aumento das taxas de interceptação, infiltração e alimentação do lençol freático. De acordo com Ministério das Cidades/IPT (2007) ações como desmatamento, corte de estradas (talude) e ocupação irregulares auxiliam na aceleração deste processo.

## **7) CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho objetivou estabelecer um panorama sobre a suscetibilidade a inundação e a movimentos de massa no baixo curso da bacia de drenagem do rio Muriaé. A elaboração de mapas temáticos foi de fundamental importância para entender o contexto da suscetibilidade. As técnicas do Geoprocessamento foram de extrema valia, contribuindo de maneira clara na espacialização das informações e na obtenção de conclusões mais precisas.

Os métodos utilizados contribuíram para o entendimento deste processo, porém é preciso que ocorram estudos de forma mais aprofundada, ou seja, estabelecendo mais parâmetros. A declividade é um parâmetro essencial. Para que se obtenha a respostas mais detalhadas, o cruzamento de informações se torna necessário.

Os mapas de uso da terra ajudaram a fazer uma ligação com as inundações e movimentos de massa, apontando também o aumento da degradação ambiental. Já os mapas



hipsométrico e de declividades subsidiaram a análise da suscetibilidade de maneira concisa. Os mapas de suscetibilidade apontam que o BCRM apresenta áreas sujeitas tanto a inundações como a movimentos de massa. Na áreas mais altas e de forte inclinação ocorre a maior suscetibilidade a movimentos de massa. Estes locais estão relacionados ao embasamento Pré-cambriano, que exerce controle estrutural sobre os alinhamentos serranos (serras escarpadas e isoladas/locais). Estão localizadas nas porções noroeste, nordeste, sudoeste e sudeste da bacia.

Nas áreas com as menores cotas altimétricas (inferiores a 50 m) e menos declivosas (inferiores a 10 %), formadas por depósitos sedimentares quaternários, correspondem as planícies flúviomarinhas e fluviais, sendo as mais propensas a ocorrência de inundações.

A evolução do usos, vistas nos mapas de uso da terra de anos de 1995, 2005 e 2015, revela que o desmatamento potencializa a susceptibilidade pois altera a dinâmica destes processos, ajudando portanto, no aceleração destes eventos. Nas inundações há o aumento da produção de sedimentos, assoreamento e um rápido preenchimento do fluxo d'água nos leitos fluviais. E nos movimentos de massa contribui para a acelerar a ocorrência destes fenômenos. É importante destacar que os processos erosivos estão mais propensos que os movimentos de massa, mesmo com as baixas taxas pluviométricas da região, tendo as atividades antrópicas auxiliando neste aspecto.

A bacia hidrográfica do rio Muriaé possui uma área grande, com extensos corpos hídricos e diversidade ambiental. As ações do poder público devem ser direcionadas ao planejamento consistente, em que há parcerias com diversos setores da sociedade. As questões sobre o risco precisam estar presentes no cotidiano cidadão. A percepção da população precisa ser vista de forma íntegra, valorizando o seu referencial histórico, pois a cultura e a memória social são fundamentais nas análises dos riscos ambientais. A suscetibilidade é apenas uma parte da avaliação do risco, porém apresenta informações que fornecem base para estudos específicos.

A presente área de investigação carece de estudos mais aprofundados, com isso, segue algumas recomendações:

- . Promoção de pesquisas sobre a vulnerabilidade social, em especial a nível municipal ou distrital;
- . Estudos sobre a percepção do risco, através de questionários e entrevistas;
- . Análise geográfica dando ênfase a categoria de lugar, pois enfoca a subjetividade humana;
- . Monitoramento fluvial;

- . Instalação de sistemas de alertas;
- . Investigações sobre a atuação da Neotectônica e seus reflexos sobre o relevo (Morfotectônica), segundo recomendação de CPRM/UERJ (2012);
- . Há necessidade de uma melhor investigação sobre as lagoas, buscando compreender seus mecanismos, seus fluxos subsuperficiais e a conexão com o rio Muriaé;
- . Para a avaliação da qualidade da água e maior detalhamento sobre a produção de sedimentos, se torna necessário pesquisar sobre os sedimentos em suspensão;
- . A realização de mapeamentos necessita de informações apuradas. Com isso, a realização de mapeamentos participativos e estudos utilizando a cartografia social contribuem para as análises socioambientais.

Grande parte da população do baixo curso do rio Muriaé está situada em áreas inundáveis, e uma menor parte, em áreas que ocorrem movimentos de massa. Haja visto que o fenômeno extremo mais recorrente são as inundações, é preciso uma maior atenção as populações de residem em áreas suscetíveis a este processo. A presente pesquisa segue em aberto para maiores contribuições.

## 8) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL- AGEVAP. *Avaliação Ambiental Integrada das Bacias dos rios Muriaé, Pomba, Piabanha, Paraibuna e Preto, afluentes do rio Paraíba do Sul*. Nova Lima, 2013.

ALEXANDER, D. *Modelos de vulnerabilidade social a Desastres*. Revista Crítica de Ciências Sociais, n. 93, p. 9-29, Junho 2011.

ALMEIDA, F.F.M.; AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. 1973. *The Precambrian evolution of the South American Cratonic Margin South of Amazonas River*. In: *The Ocean Basin and Margins* (Nairn & Stille, Eds.), 1:411-446, Plenum, New York.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Previsão de Eventos Críticos na Bacia do Rio Paraíba do Sul, R31 – Papel dos Afluentes nas Cheias e Pontos Críticos para o SIEMEC*. Engecorps - Brasília: ANA, SUM/SPR, 2011. 51p.

ANEAS DE CASTRO, S. D. *Riesgos y peligros: una visión desde La Geografía*. Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales, Barcelona, n. 60, p. 1-15, 2000.

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.

ARAÚJO JR, A. C. R. *Gestão de riscos naturais na Amazônia: ranços e avanços*. REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.1, N.4, p.676 – 686, 2012.

CÂMARA, G. *et al. Introdução a Ciência da Geoinformação*. INPE. São José dos Campos. 2001.

COMPANHIA DE PESQUISAS DE RECURSOS MINERAIS (CPRM); UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (UERJ). *Geologia e recursos minerais da folha Itaperuna*. Belo Horizonte, 2012.

COMPANHIA BRASILEIRA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). *Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro*. In: Projeto Rio de Janeiro. Brasília, CPRM, 2000.

\_\_\_\_\_. *Geologia do Estado do Rio de Janeiro*. In: Projeto Rio de Janeiro. Brasília, CPRM, 2ª ed., 2001.

\_\_\_\_\_. *Sistema de Alerta de Eventos Críticos*. Disponível em <[http://www.cprm.gov.br/sace/index\\_bacias\\_monitoradas.php#](http://www.cprm.gov.br/sace/index_bacias_monitoradas.php#)>. Acessado em 15/04/2016.

\_\_\_\_\_. *Sistema de cadastro de deslizamentos e inundações-SCDI*. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/scdi/>>. Acessado em 06/12/2016.

CRUZ, Z.Q; SILVEIRA, J.C; RIBEIRO, G.P. *Ensaio de segmentação e classificação digital de uma unidade de conservação com imagens CBERS utilizando o sistema SPRING. Estudo de caso: Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO)*. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14, 2009, Natal, RN, Brasil, 25 a 30 de abril de 2009. Anais... Natal, RN: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2009.

CUNHA, L; Ramos, A.M. *Riscos Naturais em Portugal: alguns problemas, perspectivas e tendências no estudo dos riscos geomorfológicos*. In: Riscos e Vulnerabilidades: teoria e prática no contexto Luso-Brasileiro. São Paulo, Cultura Acadêmica, 2013.

CUTTER, S.L. *Vulnerability to environmental hazards*. Progress in Human Geography, v.20, n.4, p. 529-539, dec., 1996.

DANTAS, M. E; SHINZATO, E; MEDINA, A.I.M ; SILVA, C.R ; PIMENTEL, J ; LUMBRERAS, J.F; CALDERANO, Sebastião Barreiros ; CARVALHO FILHO, Amaury de . *Diagnóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro*. In: Oficina Internacional de Ordenamento Territorial Mineiro, 2005, Rio de Janeiro. Anais da Oficina Internacional de Ordenamento Territorial Mineiro, 2005. p. 1-12.

DE PAULA, L.T. e MARANDOLA JR, E. *Memória e experiência no estudo da vulnerabilidade do lugar*. In: 12 Encontro de Geógrafos de América Latina, 2009, Montevideo. Anales. Montevideo: Gega, 2009.

ESTEVEES, C.J.O. *Risco e vulnerabilidade socioambiental: aspectos conceituais*. Cad. IPARDES. Curitiba, PR, v.1, n.2, p. 62-79, jul./dez. 2011.

FERNANDES, N.F.; AMARAL, C.P. *Movimentos de massa: uma abordagem Geológico-Geomorfológica*. In: Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1996.

FERREIRA, C.; AMORIM, R.R.; REIS, C. H. *Evidências de Riscos a Inundações e Alagamentos a partir da leitura da paisagem no Baixo Curso Da Bacia Hidrográfica Do Rio Muriaé (Rio De Janeiro, Brasil)*. In: Seminário da Rede Incêndios-Solo e I Simpósio Ibero-Afro-Americano de Riscos, 2015, Faro. Riscos, Incêndios Florestais e Território (Resumos). Coimbra. Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, 2015. v. 1. p. 57-57.

FRAIFELD, F.; FREITAS, M.M. *Considerações Geomorfológicas a respeito da corrida de massa do rio Vieira, Teresópolis –RJ*. Revista Geopuc.Rio de Janeiro, ano 5, n. 10, pág. 1-16, jan.-jun. 2013.

FUNDAÇÃO COORDENAÇÃO DE PROJETOS, PESQUISAS E ESTUDOS TECNOLÓGICOS – COPPETEC. *Análise e Qualificação Sócio-Ambiental do Estado do Rio de Janeiro (escala 1:100.000): subsídios ao ZEE -Zoneamento Ecológico Econômico*. Rio de Janeiro, 2008.

HANNIGAN, John. *Sociologia Ambiental*. Petrópolis: Vozes, 2009. 270 p.

HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A.C.; CAMPOS NETO, M.C.; SILVA, L.C.; TROUW, R.A.J.; JANSI, V.A. *Província Mantiqueira*. In: Mantesso-Neto. V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C.D.R.; Brito Neves. B.B. (orgs). 2004. Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. Beca, São Paulo, 647p.

IBGE- COORDENAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS E ESTUDOS AMBIENTAIS. *Manual Técnico de Geomorfologia*. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. *Alerta de Cheias*. Disponível em: <[http://www.alertadecheias.com.br/alertadecheias/baixo\\_paraiba\\_do\\_sul.html](http://www.alertadecheias.com.br/alertadecheias/baixo_paraiba_do_sul.html)> Acessado em 15/04/2016.

JONES, D. *Environmental hazards in the 1990s: problems, paradigms and prospects*. Geography, v.78, n.2, p. 161-165, 1993.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D.A.; MARCELINO, I.P.V.DE O; MARCELINO, E.V.; GONÇALVES, E.F; BRAZETTI, L.L.P.; GOERL, R.F;MOLLERI, G.S.F.; RUDORFF,F.M. *Prevenção de desastres naturais-Conceitos básicos*; Ed. Organic Trading, 1º Edição, Curitiba, PR, pp109, 2006.

LAMEGO, A.R. *O Homem e o Brejo*. Rio de Janeiro: IBGE, 1945.

LEÃO, C.; KRUG, L. A.; KAMPEL, M.; FONSECA, L. M. G. *Avaliação de métodos de classificação em imagens TM/Landsat e CCD/CBERS para o mapeamento do uso e cobertura da terra na região costeira do extremo sul da Bahia*. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. Anais, 2007.

MARANDOLA JR., E. *Habitar em risco: mobilidade e vulnerabilidade na experiência metropolitana*. Tese (Doutorado em Geografia). Campinas – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

MARANDOLA JR. e HOGAN, D.J. *O risco em perspectiva: tendências e abordagens*. Geosul, Florianópolis, v. 19, n. 38, p 25-58, jul./dez. 2004.

\_\_\_\_\_. *Vulnerabilidade e perigos naturais nos estudos de população e ambiente*. In: HOGAN, Daniel J. (Org.) *Dinâmica populacional e mudança ambiental*. Campinas: Nepo, 2007. p. 73-86.

MARCELINO, E. V. *Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos*. Projeto Cadernos Didáticos-Desastres Naturais e Geotecnologias. CRS/INPE. Caderno nº 1. 38 p. Santa Maria, 2008.

MARQUES NETO, R. *Estudo evolutivo do sistema morfoclimático e morfotectônico da bacia do Rio Verde (MG), sudeste do Brasil*. Tese (Doutorado em Geografia). Rio Claro- Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2012.

MATTEDI, A. e BUTZKE, I. *A relação entre o social e o natural nas abordagens de hazards e de desastres*. Ambiente e Sociedade (Campinas), Campinas, v. IV, n.9, p. 93-114, 2001.

MELO, J.A.B. et al. *Abordagem teórico-conceitual sobre riscos e perigos e sua manifestação no semiárido brasileiro através da desertificação*. Revista OKARA: Geografia em debate, v.2, n.2, p. 164-176, 2008.

MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. *Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios*. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007. 176 p

MORENO, D. A. *Mapeamento de Suscetibilidade a movimentos de massa*. Projeto Parques e Fauna: Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental Municipal da Ponta do Araçá. Florianópolis, 2012.

NOSSA, L.C. *População e áreas de risco: o caso das inundações na área central de São José do Rio Preto-SP*. Trabalho de Conclusão de curso (Bacharelado em Geografia). UNESP/Rio Claro, 2012.

NUNES, F. C.; SILVA, E. F.; VILAS BOAS, G. S. *Grupo Barreiras: Características, Gênese e Evidências de Neotectonismo*. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (Embrapa Solos. Online), v. 194, p. 1-31, 2011.

PANORAMIO. *Rio Muriaé*. Disponível em: <<https://www.panoramio.com/photo/101243045>>. Acessado em 17/11/17.

PEIXOTO, C.A; HEILBRON, M. *Geologia da Klippe Italva na Região entre Cantagalo e Itaocara, Nordeste do Estado do Rio de Janeiro*. Geociências (UNESP. Impresso), v. 3, p. 277-289, 2010.

PRADO, R.B. *et al. Diagnóstico do meio físico da bacia hidrográfica do Rio Muriaé*. Rio de Janeiro: Embrapa, 2005.

PRINA, B.Z.; TRENTIN, R. *Metodologia para mapeamento de áreas suscetíveis à inundação: estudo de caso para o município de Jaguari/RS*. Congresso Brasileiro de Cartografia, 26, 2014. Gramado, RS, Brasil, 03 a 07 de agosto de 2014. Anais... Gramado, RS: Sociedade Brasileira de Cartografia, 2014.

REBELO, F. *Riscos naturais e ação antrópica: estudos e reflexões*. Coimbra: Imprensa da Universidade, 2003.

RECKZIEGEL, E.W. *Identificação e Mapeamento das áreas com perigo de movimento de massa no Município de Porto Alegre, RS*. Dissertação (Mestrado em Geografia). Porto Alegre – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

REGO, I.T.S.F. 1989. *Petrologia e Geoquímica da unidade charnockítica Bela Joana, Região de São Fidelis, RJ*. São Paulo. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, USP, 348 p.

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 Italva e Cardoso Moreira, Rio de Janeiro, Brasil*. Congresso Internacional de Riscos, 3, 2014, Guimarães, Braga, Portugal, 5 a 7 de novembro de 2014. Anais...Guimarães, Braga: Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, 2014.

REIS, P.E. *O escoamento superficial como condicionante de inundação em Belo Horizonte, MG: estudo de caso da sub-bacia córrego do Leitão, bacia do ribeirão Arrudas*. Belo Horizonte: UFMG, 2011. 134 p. Dissertação (mestrado). Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

SANTOS, A. *Riscos Geomorfológicos e Hidrológicos em Aracaju*. Sergipe: UFS, 127 p. 2012. Dissertação (mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2012.

RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria Estadual do Ambiente. *O Estado do ambiente: indicadores ambientais do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: SEA; INEA, 2011, 160 p.

SANTOS, M. *A natureza do espaço – Técnica e tempo. Razão e emoção*. São Paulo: edusp, 2006.

SAUSEN, T. M; NARVAES, I.S. *Desastres Naturais e Geotecnologias: Inundação*. Projeto Cadernos Didáticos-Desastres Naturais e Geotecnologias. CRS/INPE. Caderno nº 7. 38 p. Santa Maria, 2013.

SILVA, T.P. *Modelo Geológico-Geomorfológico da evolução da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul*. Tese (Doutorado em Geologia). Rio de Janeiro – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

SIQUEIRA, A.M.M. *Proteção Social e Enchentes: desafios profissionais em questão*. In: Norma Valencio. (Org.). *Sociologia dos Desastres: Construção, interfaces e perspectivas no Brasil*. 1ed.São Carlos/SP: RiMa, 2013, v. III, p. 257-277.

SKYSCRAPERCITY. *Campos dos Goytacazes*. Disponível em: <<http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1676024>> Acesso em 15/03/2016.

TEMPORIM, F.A; ALVARENGA, C.A.T; FORTES, P.T.F.O. *Estudo de manchas de inundação utilizando imagem SRTM nas proximidades da área urbanizada da sede do município de Alegre-ES*. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16, 2013, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013. Anais... Foz do Iguaçu, PR: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2013.

TIMMERMAN, P. *Vulnerability, resilience and the collapse of society*. Toronto: Institute for Environmental Studies, University of Toronto, 1981 [Environmental Monograph n.1].

TRENTIN, R; ROBAINA, L.E.S. *Análise do relevo no alto curso da bacia hidrográfica do rio Itu/RS*. Interface. Porto Nacional/TO, V.2, N.2, P. 146-155, maio, 2005.

TUCCI, C. E. M. *Inundações Urbanas*. In: Carlos E. M. Tucci; Rubem La Laina Porto; Mário T. de Barros. (Org.). *Drenagem Urbana*. 1 ed. Porto Alegre, 1995, v. 1, p. 15-36.

TUPINAMBÁ, M. *et al. Geologia da Faixa Ribeira Setentrional: estado da arte e conexões com a Faixa Araçuaí*. Geonomos, V. 15, P. 67-79, 2007.

WATTS, M.J. e BOHLE, H.G. *The space of vulnerability: the causal structure of hunger and famine*. Progress in Human Geography, London, v.17, n.1, 1993.

XAVIER-DA-SILVA, J. *Geomorfologia, Análise Ambiental e Geoprocessamento*. Revista Brasileira de Geomorfologia, Rio de Janeiro, v. 1, p. 48-58, 2000.