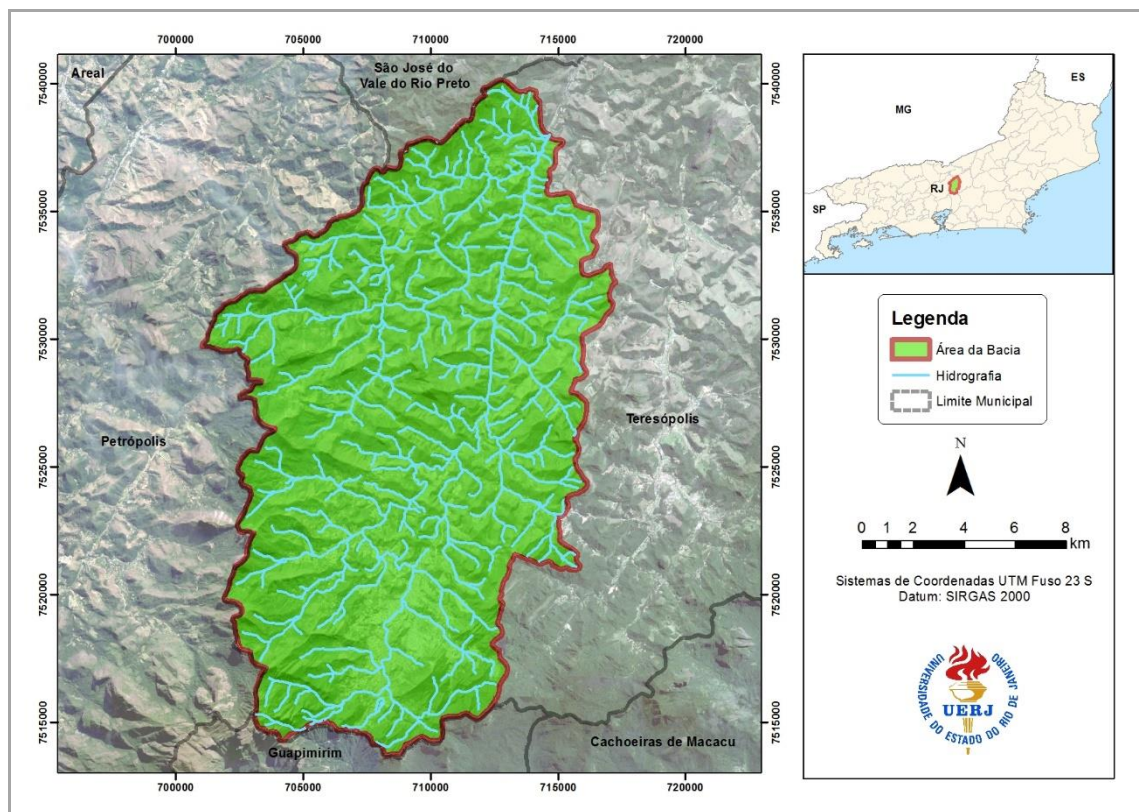


3 ÁREA DE ESTUDO

3.1. Localização

A bacia hidrográfica do Rio Paquequer está inserida na porção oeste do município de Teresópolis (VIEIRA & CUNHA, 2008), microrregião Serrana do Estado do Rio de Janeiro (Figura 11). Compreendendo uma área de aproximadamente 269 km², encontra-se limitada entre as coordenadas 43°03'19" a 42°55'00" de longitude e 22°28'35" a 22°12'56" de latitude que abrangem os distritos de Teresópolis (sede) e Vale do Paquequer (DOURADO, 2006).

Figura 11 - Mapa de localização da Bacia do Paquequer



Fonte: A autora, 2015.

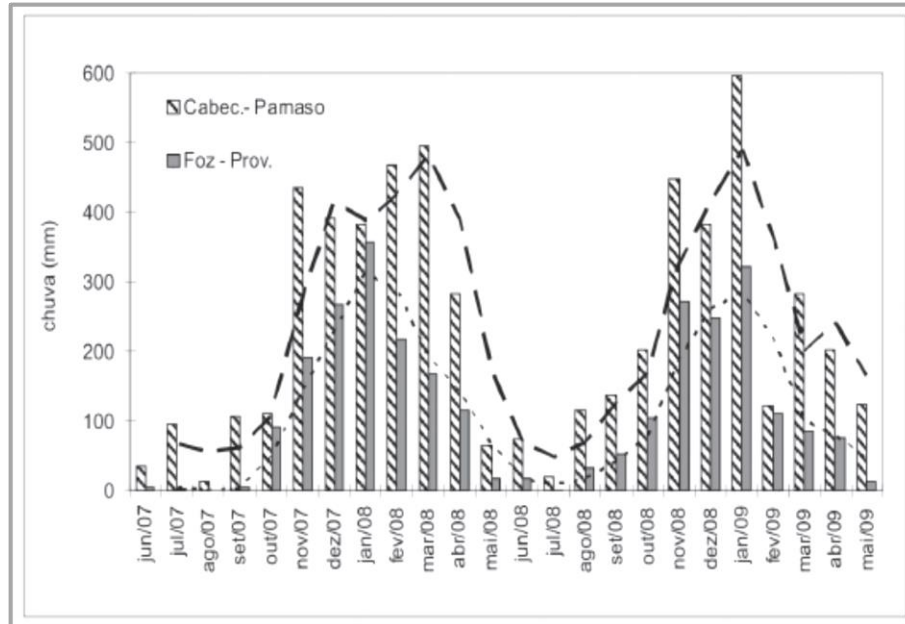
O município, segundo dados do IBGE (2013), tem aproximadamente 169.800 habitantes, densidade demográfica de cerca de 212 habitantes por km², e limita-se com os municípios de Cachoeiras de Macacu, Guapimirim, Nova Friburgo, Petrópolis, Sapucaia, São José do Vale do Rio Preto e Sumidouro.

3.2 Clima

De acordo com Shumm (2007), o clima é mesotérmico brando úmido a super úmido, (subtropical do tipo Cwa e tropical do tipo Aw), com temperatura média de 18° C, e pluviosidade média anual na faixa de 1500 mm a jusante da bacia, chegando a 3000 mm na cabeceira (SILVEIRA & SOUZA, 2012).

Segundo Silveira & Souza (2012) as classes de chuvas significativas têm ocorrência limitada aos os meses de outubro a abril, e as classes forte e muito forte são restritas ao verão, quando podem atingir até 10% da frequência das chuvas. A distribuição destas classes forte e muito forte tem padrão oposto ao da classe sem chuva, ou seja, ela é mais expressiva nos meses em que ocorre o mínimo de dias sem chuva (Figura 12).

Figura 12 - Distribuição mensal da chuva na cabeceira (Parnaso) e na foz (Providência) da Bacia do Paquequer, acompanhadas de suas respectivas médias-móveis no período de junho de 2007 a maio de 2009.



Fonte: Adaptado de SILVEIRA & SOUZA, 2012.

3.3. Hidrografia

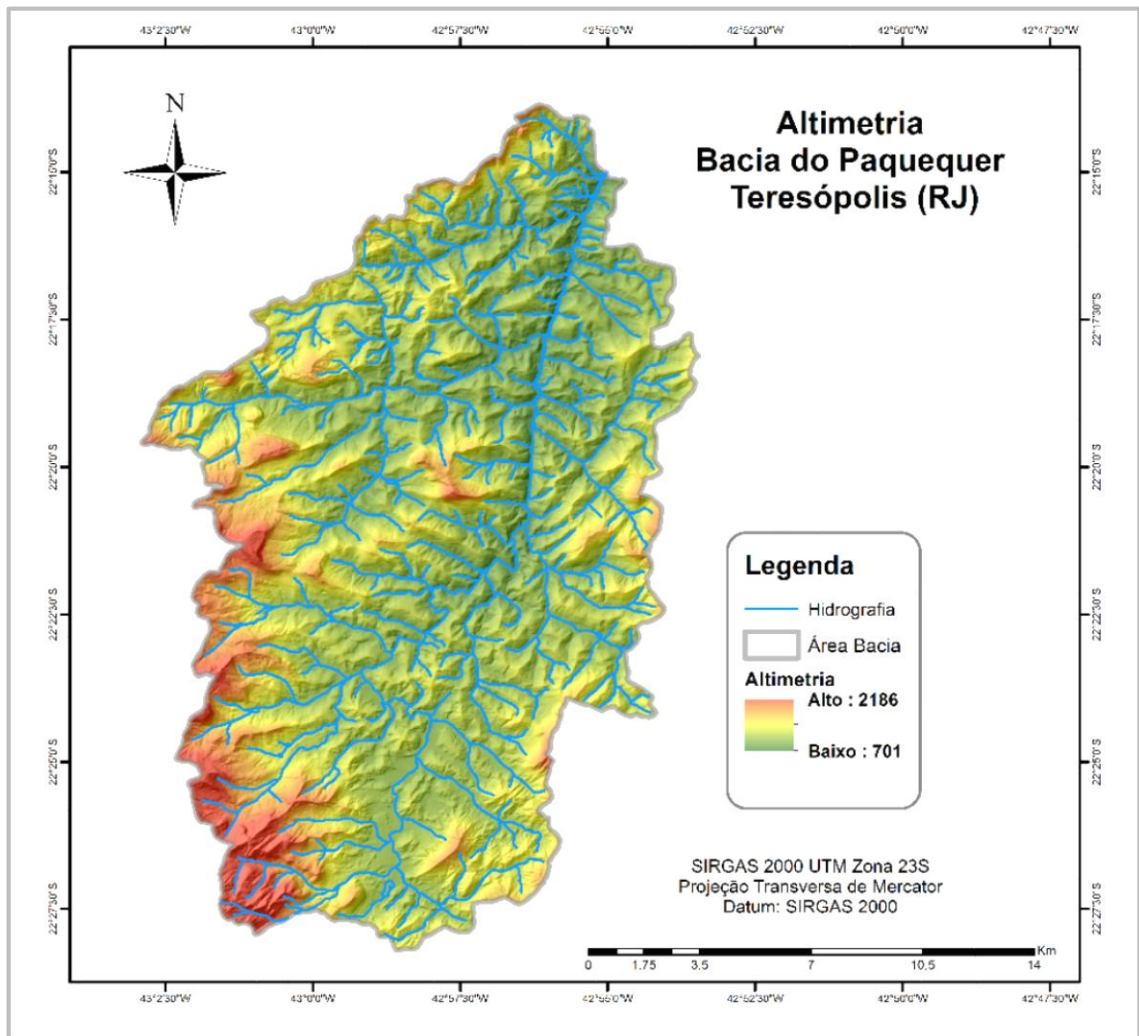
A Bacia do Paquequer, possui um relevo montanhoso ao longo de toda a sua área, que varia entre 700 e 2000 metros e influencia diretamente o perfil longitudinal de seu rio principal, o rio Paquequer. Este, que possui 38 km de comprimento e tem a nascente localizada no Parque Nacional da Serra dos órgãos, apresenta uma acentuada inclinação em seu início, com altitudes variando entre 900 e 2000 metros (Figura 13), e uma leve inclinação no restante, com cerca de 900 e 750 metros (SILVEIRA & SOUZA, 2012).

O padrão de drenagem da bacia caracteriza-se pela forma retilínea ao longo do compartimento das escarpas e serras reafeiçoadas, sendo marcada por uma expressiva incisão na parte mais elevadas das serras, formando vales profundos e encaixados. Por sua vez, nas partes onde ocorrem o predomínio de colinas, o padrão da hidrografia apresenta-se na forma de treliças, em associação a zona de cisalhamento da área (TUPINAMBÁ et al., 2012).

Além do mais, a rede de drenagem está fortemente condicionada por estruturas de direção SSW-NNE, onde segue até a localidade de São José do Vale do Rio Preto, já no rio Preto, que por sua vez altera o sentido para WSW-ENE, seguindo uma estrutura até desembocar no rio Piabanha.

Sua importância para o município de Teresópolis é representada pelo seu grau de utilidade com as diversas atividades econômicas que vão desde o lazer, até a captação de água para o abastecimento urbano e agrícola (SILVEIRA & SOUZA, 2012).

Figura 13 - Mapa de Altimetria da Bacia do Paquequer



Fonte: A autora, 2015.

3.4. Vegetação e Uso do Solo

Em Teresópolis, originalmente, predominava-se o ecossistema da Mata Atlântica, representado pelo domínio Ombrófila Densa. Com a crescente ocupação antrópica, boa parte desta vegetação foi retirada, restando ainda remanescentes nas formações Montana e Altimontana, principalmente na borda sul, sudoeste e sudeste da Bacia do Rio Paquequer (SILVEIRA & SILVA, 2010; OLIVEIRA FILHO, 2012).

Das regiões impactadas por essas ocupações, restaram vegetações secundárias em diferentes estágios de sucessão ecológica. As demais, são representadas por formações aluviais, vegetações rupestres e campos de altitude (SILVEIRA & SILVA, 2010).

Segundo (SILVEIRA & RAMOS, 2007), a população da Bacia do Paquequer possui um perfil majoritariamente urbano (em torno de 96%) e se concentra no distrito de Teresópolis. Por outro lado, ainda existe um contingente populacional rural relacionado a atividade olerícola no Distrito do Paquequer Pequeno.

Em decorrência de suas características fisiográficas, a ocupação de seu território deu-se inicialmente nos bairros da Várzea e do Alto e, posteriormente, com o desenvolvimento urbano, migrou para regiões mais próximas dos vales encaixados, próximos a redes de pequenos afluentes do Rio Paquequer, agravando a degradação dos rios e matas ciliares do entorno.

Vale destacar, que as camadas mais pobres da população tendem a ocupar as áreas mais periféricas, em virtude do encarecimento e valorização dos centros urbanos do município. Estas zonas, acomodam um grande contingente populacional de forma desordenada, gerando uma intensa pressão sobre o solo, e impactando não somente área de encostas, como também cabeceiras de drenagem e os remanescentes florestais de mata atlântica (SILVEIRA & SILVA, 2010).

3.5. Pedologia

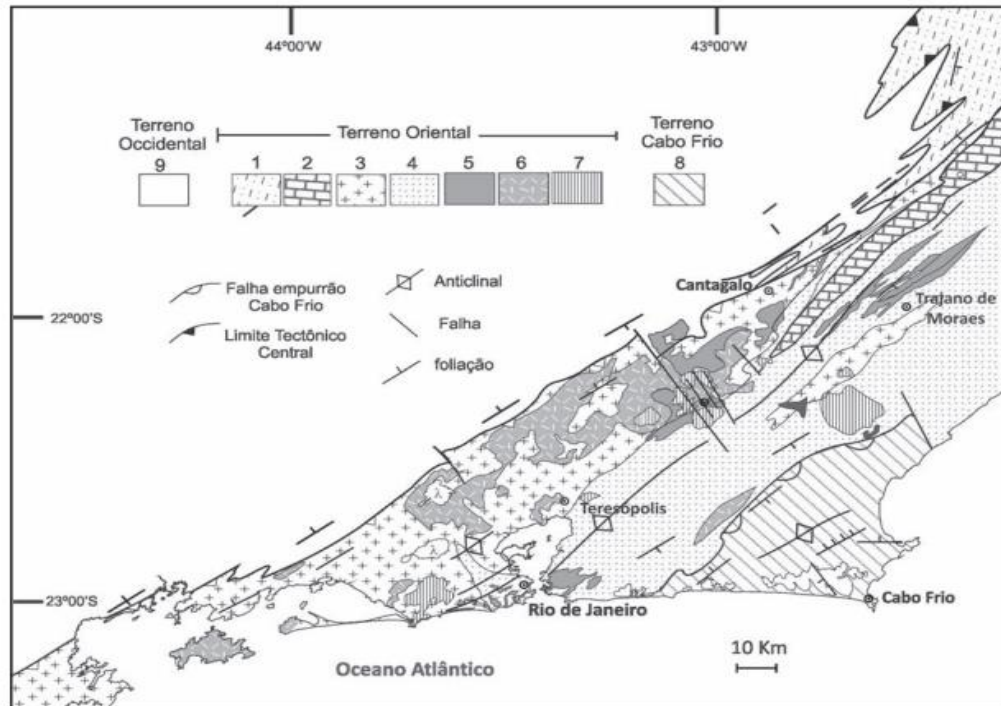
No município de Teresópolis, entre as montanhas e escarpas, ocorre o predomínio de solos bastante lixiviados, tais como Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos, e em uma menor parcela, Latossolos Vermelho-Amarelos. Na Bacia do Paquequer, os Cambissolos e os Latossolos Vermelho-Amarelos têm predominância, sendo que os primeiros, chegam a corresponder por 76% da área total, seja a partir da associação entre os latossolos vermelho-amarelos ou através da associação entre os Neossolos Litólicos (SILVEIRA & RAMOS, 2007; SILVEIRA & SOUZA, 2012).

É importante salientar que os Cambissolos e Latossolos Vermelho-Amarelos podem ser encontrados nos interflúvios, e os Neossolos Flúvicos, que são associados a solos aluviais, estão presente em apenas 15% da área total da bacia, especialmente regiões de várzea (SILVEIRA & RAMOS, 2007).

3.6 Geologia

Constituída por gnaisses granitóides, paragnaisses e granitos, a Região Serrana Fluminense faz parte da porção Oriental da Faixa Ribeira (HEILBRON et al., 2004, HEILBRON & MACHADO, 2003), na qual compreende um complexo cinturão de dobramentos e empurrões gerados no Neoproterozóico/Cambriano, durante a Segunda Orogênese Brasileira na Borda sul/sudeste do Cráton de São Francisco (Figura 14).

Figura 14 - Mapa geológico do Terreno Oriental da Faixa Ribeira na Região Serrana Fluminense



Legenda: 1 – Grupo Bom Jesus de Itabapoana; 2: Grupo Italva; 3: Complexo Rio Negro; 4: Grupo São Fidélis; 5: Suíte Cordeiro; 6: Suíte Serra dos Órgãos; 7: Suíte Nova Friburgo; embasamento e cobertura dos terrenos: 8, Terreno Cabo Frio; 9, Ocidental.

Fonte: Adaptado de TUPINAMBÁ et al., 2011 e TUPINAMBÁ et al., 2012.

Com sedimentos de forearc e magmatismo pré-, sin-, tardi- e pós- colisional (TUPINAMBÁ et al., 2012), o compartimento oriental é caracterizado como um arco magmático maduro alojado em uma cobertura sedimentar de margem passiva onde, dentro deste contexto, incluem-se as unidades: Complexo Rio Negro, Suíte Serra dos Órgãos, Suíte Cordeiro (TUPINAMBÁ, 2012), Suíte Nova Friburgo, Diques e Coberturas Aluvionares (DOURADO, 2006; SILVEIRA & RAMOS, 2007; CPRM & UERJ, 2009).

- 1) Suíte Serra dos Órgãos – Anteriormente denominada Batólito Serra dos órgãos (BARBOSA & SAD, 1985; DOURADO, 2006), ela mantém predominância na bacia, ocupando cerca de 60% do total. É composta por granito pré-cambriano, metamorfozido, com foliação NE-SW (DOURADO, 2006).

- 2) Complexo Rio Negro – Ocupa aproximadamente 33% da bacia, principalmente em sua porção superior e média. É composto por migmatito alternado com gnaiss. Sua presença, segundo Silveira & Souza (2012), se diferencia na paisagem por conta da expressiva ocorrência de elúvios e colúvios, poucos afloramentos rochosos, predominância de latossolos e vales fluviais alargados, que evidenciam uma maior evolução deste relevo frente as outras litologias.
- 3) Suíte Nova Friburgo – Representa cerca de 6% da área, composta de Hornblenda-biotita, especialmente no médio curso da bacia e em sua parte mais ao sul. Sua litologia está relacionada a alta declividade, juntamente com a presença de inúmeros afloramentos rochosos, depósitos coluviais e solos litólicos (DOURADO 2006; SILVEIRA & SOUZA, 2012).
- 4) Suíte Cordeiro – Correspondendo a aproximadamente 10% da bacia, se distribui em uma larga extensão de direção NE, concentrando-se em sua maior parte na borda do Complexo Rio Negro, especialmente no limite NW. Seu interior é ocupado por uma grande intrusão da Suíte Serra dos órgãos e corpos expressivos de granito provenientes do magmatismo Cambro- Ordoviciano (TUPINAMBÁ et al., 2012).

Vale destacar que ainda ocorre, mesmo em baixo percentual (cerca de 1% da área), a presença de Diques de Basalto de direção NE-SW e Coberturas Aluvionares, encontrados dispersos o longo da bacia (SILVEIRA & SOUZA, 2012).

Relacionado aos movimentos de massa, não somente esta área, como em toda a Serra do Mar, eventos ocorrem frequentemente ao longo de juntas e falhas, podendo estas serem associadas ao tectonismo iniciado no Jurássico-Cretáceo, com a abertura do Atlântico Sul (RODRIGUES et al., 2012). Da mesma forma, este processo foi reativado e tornou-se o principal agente formador dos grábens, bacias sedimentares e blocos montanhosos controlados por falhas (ALMEIDA & CARNEIRO, 1998; RODRIGUES et al. 2012). Estes últimos por sua vez, são exemplificados pela Serra do Mar, visto que esta é considerada uma escarpa de falha, de caráter transtraccional ou normal (TUPINAMBÁ, 2012; RODRIGUES et al., 2012).

3.7 Geomorfologia

Segundo a proposta de Ab´Sáber (2003), esta região está inserida no Domínio Morfoclimático dos Mares de Morros, correspondendo a áreas de climas tropicais e subtropicais úmido (estas responsáveis pela modelagem do relevo) na porção da zona da mata atlântica sul-oriental. Do mesmo modo, caracteriza-se por possuir um relevo fortemente acidentado, com poucas áreas aplainadas, alguns setores serranos e afloramentos rochosos (OLIVEIRA FILHO, 2012).

Figura 15 – Morfologia do relevo de parte da Bacia do Paquequer



Fonte: <http://www.viaseaventuras.com/news>

No alto e médio curso dos rios Paquequer e Bengalas, predomina o relevo montanhoso (Figura 15), que está incluso na região das escarpas e reverso da Serra do Mar, caracterizado pela Suíte Serra dos Órgãos (TUPINAMBÁ et al., 2012).

Além do mais, a escarpa reversa da Serra do Mar apresenta um relevo de destaque, onde a partir da linha de cumeada da Serra dos Órgãos, são projetadas vertentes íngremes e rochosas em direção à zona montanhosa do planalto, entre 1400 e 2200 metros, e linha de base variando de 800 a 1100 metros. Nesta localidade, a área montanhosa abrange uma grande extensão, atingindo o nível mínimo de 1000 metros e máximo de 1800 metros de altitude (DANTAS, 2001).

Vale destacar a presença de alinhamentos serranos de direção WSW-ENE, com picos elevados e paredões rochosos. Ao Norte, a superfície dos morros apresenta cotas entre 700 e 1000 metros, e um importante desnivelamento de 400 metros, indicando uma alta amplitude do relevo na Serra do Paquequer (DANTAS, 2001).

O clima tropical úmido, afeta diretamente a região, influenciando não apenas na decomposição de rochas cristalinas como também nos processos erosivos e de movimentos de massa, que variam desde fluxos rápidos, com deslizamentos e intensos depósitos de tálus, e são agravados pela ocupação irregular de encostas, principalmente em áreas de maior declividade (OLIVEIRA FILHO, 2012).

3.8 O Megadesastre na Região Serrana

Entre os dias 11 e 12 de janeiro de 2011, a Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro foi palco do maior desastre natural já registrado no país. O Megadesastre (Figura 16), como ficou conhecido, afetou sete cidades desta região. Mais de 900 pessoas morreram, cerca de 400 ainda estão desaparecidas e outras milhares ficaram desabrigadas, em decorrência de enchentes e movimentos de massa generalizados provocados pela intensidade das chuvas (AMARAL et al., 2011; DOURADO et al., 2012) (Tabela 3).

Figura 16 - Áreas atingidas pelo Megadesastre na Região Serrana.

(A)



(B)



Legenda: (A) Localidade afetada pelas corridas de lama. (B) Ocorrência de movimentos de massa generalizados

Fonte: O Globo, 2011.

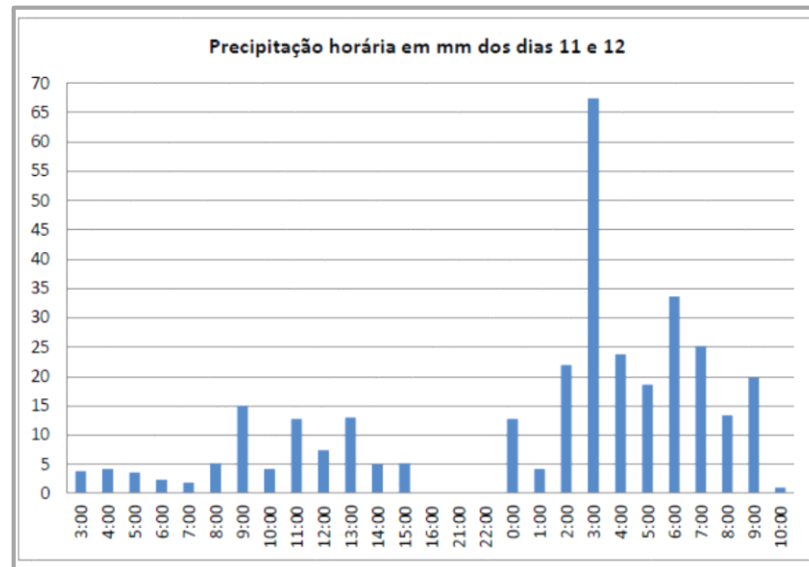
Tabela 5 – Consequências humanas oriundas do Megadesastre na Região Serrana

Município	Desalojados	Desabrigados	Óbitos	Total
Nova Friburgo	4528	789	429	5476
Cordeiro	17	26	-	43
Macuco	28	24	-	52
Bom Jardim	1186	632	2	1820
São Seb. Do Alto	32	75	-	107
Sta. Maria Madalena	284	44	-	328
Petrópolis (Itaipava)	6956	187	71	7214
S. J. do Vale do R.P.	300	174	2	474
Areal	-	8	-	8
Teresópolis	9110	6727	392	16229
Sumidouro	163	109	22	294
TOTAL	22604	8795	918	32317

Fonte: Adaptado de MMA, 2011.

Segundo Amaral et al., (2011) e Dourado et al., (2012), no município de Teresópolis a pluviosidade manteve-se constante, porém com baixa intensidade no final de dezembro de 2010, mudando drasticamente entre os dias 11 e 12 de janeiro de 2011, onde foi gerado um pico de pluviosidade inédito nos registros pluviométricos oficiais. De acordo com Coelho Netto (2011), o volume acumulado registrado em todas as estações da Região Serrana, aproximou-se do valor esperado para o mês, em um período de aproximadamente 10 horas, como o demonstrado em uma estação de Nova Friburgo (Figura 17).

Figura 17 - Pico pluviométrico registrado em Nova Friburgo.



Fonte: Adaptado de RODRIGUES, 2013.

Conforme o Relatório fornecido pelo MMA (2011), as fortes chuvas que atingiram a região serrana no Rio de Janeiro afetaram bairros urbanos e também áreas rurais. Embora as enchentes e os movimentos de massa tivessem atuado com muito mais intensidade nas áreas às margens dos cursos d'água e nas encostas com alta declividade, foi observado, segundo o DRM (2011), que estes dois processos assumiram um caráter mais generalizado, atingindo também encostas suaves, sejam as compostas por solos residuais e transportados, bem como as com afloramentos rochosos ou depósitos de movimentos de massa pretéritos.

Por sua vez, ainda que o principal fator efetivo para a ocorrência de movimentos de massa tenha sido a intensidade das chuvas, Coelho Netto (2011) sugere que relâmpagos poderiam ser outro fator deflagrador, mesmo que em menor proporção, uma vez que, de acordo com relatos de moradores locais, imediatamente após a ocorrência deste fenômeno houve deslizamentos de terra. Isto corrobora com a ideia de Lacerda (1997) apud Coelho Netto (2011), da qual afirma que os sons dos relâmpagos podem causar vibrações que propiciam o colapso em encostas íngremes.

Para o DRM (2011) e Dourado et al. (2012), os principais movimentos de massa gerados foram as corridas de massa e os escorregamentos/deslizamentos. A diversidade destes últimos foi tão grande que o DRM (2011), sugeriu uma

classificação específica para este evento de tamanha magnitude. Assim, os escorregamentos foram definidos como o apresentado na tabela 6:

Tabela 6 - Movimentos de massa gerados no desastre da Região Serrana

Escorregamentos	Características do movimento
Parroca	Elevação da poro-pressão da camada no topo da escarpa, provocando queda de material nas encostas que potencializado pela energia cinética, se dissipa na base da escarpa e gera um novo movimento de massa de maior intensidade.
Rasteira	Erosão fluvial na base dos taludes, ocasionando desestabilização a montante, que podem gerar tanto material terroso que contribuem nas corridas ou represamento em pontos de estrangulamento nas drenagens.
Catarina	Movimento de alta velocidade gerado pela subida de poro-pressão na base da concavidade de encostas.
Vale Suspenso	Movimentos circulares, profundos e planares, que ocorrem em vales ou drenagens, apresentando um pequeno alcance que chega a grandes intensidades.

Fonte: DOURADO et al., 2012.

Todos os municípios foram afetados de alguma forma pela variedade de impactos gerados (mortos, feridos, desaparecidos, desabrigados, destruição de infraestruturas, etc.) neste desastre, porém, os que mais sofreram foram Nova Friburgo, Petrópolis e Teresópolis. Neste último município, por exemplo, morreram cerca de 390 pessoas, 80 ficaram desaparecidas e milhares desabrigadas.

A tragédia só não foi ainda maior em Teresópolis, segundo Dourado et al. (2012) em função da maioria da população habitar o centro da cidade (boa parte em condições precárias), área essa que foi uma das menos afetadas por movimentos de massa generalizados.

Por outro lado, na área rural, os Distritos de Bonsucesso e Vieira (Figuras 18 e 19, respectivamente), segundo relatório do MMA (2011), foram severamente afetados, com dezenas de habitações destruídas, mortos e grandes prejuízos econômicos. De acordo com a Secretaria Estadual de Agricultura do Rio de Janeiro, os prejuízos na agricultura da região já somavam 269 milhões de reais.

Figura 18 - Localidade de Bonsucesso em Teresópolis/RJ, afetada pela enxurrada



Fonte: MMA, 2011.

Figura 19 - Área afetada pela corrida de lama e inundação com destruição de residências localizadas na margem do rio, no Vieira, em Teresópolis.



Fonte: MMA, 2011.

De todo modo, é importante frisar que o rápido crescimento da população entre 1950 e 2010, nos municípios mais atingidos (em Petrópolis triplicou, Nova Friburgo quadruplicou e Teresópolis quintuplicou) demonstra que a ocupação desordenada, principalmente em encostas e margens de rios, pode oferecer um maior risco de ocorrência de movimentos de massa e enxurradas (DOURADO et al., 2012). Os processos de degradação ambiental e ocupação, associados as características geológicas e hidrometeorológicas da região (alta pluviosidade), podem elevar a sua suscetibilidade e, assim, ameaçar milhares de vidas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados os seguintes materiais:

- a) Dados SRTM oriundos do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA), refinados por meio de *Krigagem*, apresentando resolução de 30 m, contendo altimetria, declividade, orientação e forma do terreno;
- b) Mapeamento geológico do município de Teresópolis, na escala 1:100.000, desenvolvida pela CPRM em parceria com a UERJ (2012);
- c) Mapas de inventário de escorregamentos da Região da Bacia do Rio Paquequer (DOURADO, 2006) e do município de Teresópolis fornecido pelo DRM (2014);
- d) Utilização do Banco de Dados Geográfico do Projeto Teresópolis (2007) (LABGIS/FGEL/UERJ), para a geração dos Planos de Informação referentes a Pedologia e Formações Superficiais na escala 1:50.000;
- e) Base de dados de sistema viário do município de Teresópolis, na escala 1:50.000, elaborado por Dourado (2006);
- f) Dados de Uso e Cobertura do Solo e Morfologia do Relevo na escala de 1:100.000, disponibilizadas pelo INEA (2011);
- g) Uso de imagens de satélite de alta resolução disponibilizadas pelo Google Earth, para identificar as cicatrizes de escorregamento, como as geradas pelo Megadesastre ocorrido em janeiro de 2011, na Região Serrana do estado do Rio de Janeiro.

É válido ressaltar que no conjunto de fatores selecionados para o desenvolvimento do trabalho, não foi possível a obtenção de dados relativos a pluviometria - em virtude de sua indisponibilidade na área de estudo - inviabilizando a análise deste fator e sua influência na ocorrência de movimentos de massa.

4.2 Programas

- a) ArcGis 10.2.2, utilizado para edição de arquivos vetoriais e matriciais, geração de mapas temáticos, análise multicritério e o mapa final de suscetibilidade;
- b) Microsoft Excel 2013, para geração de tabelas e processos estatísticos.

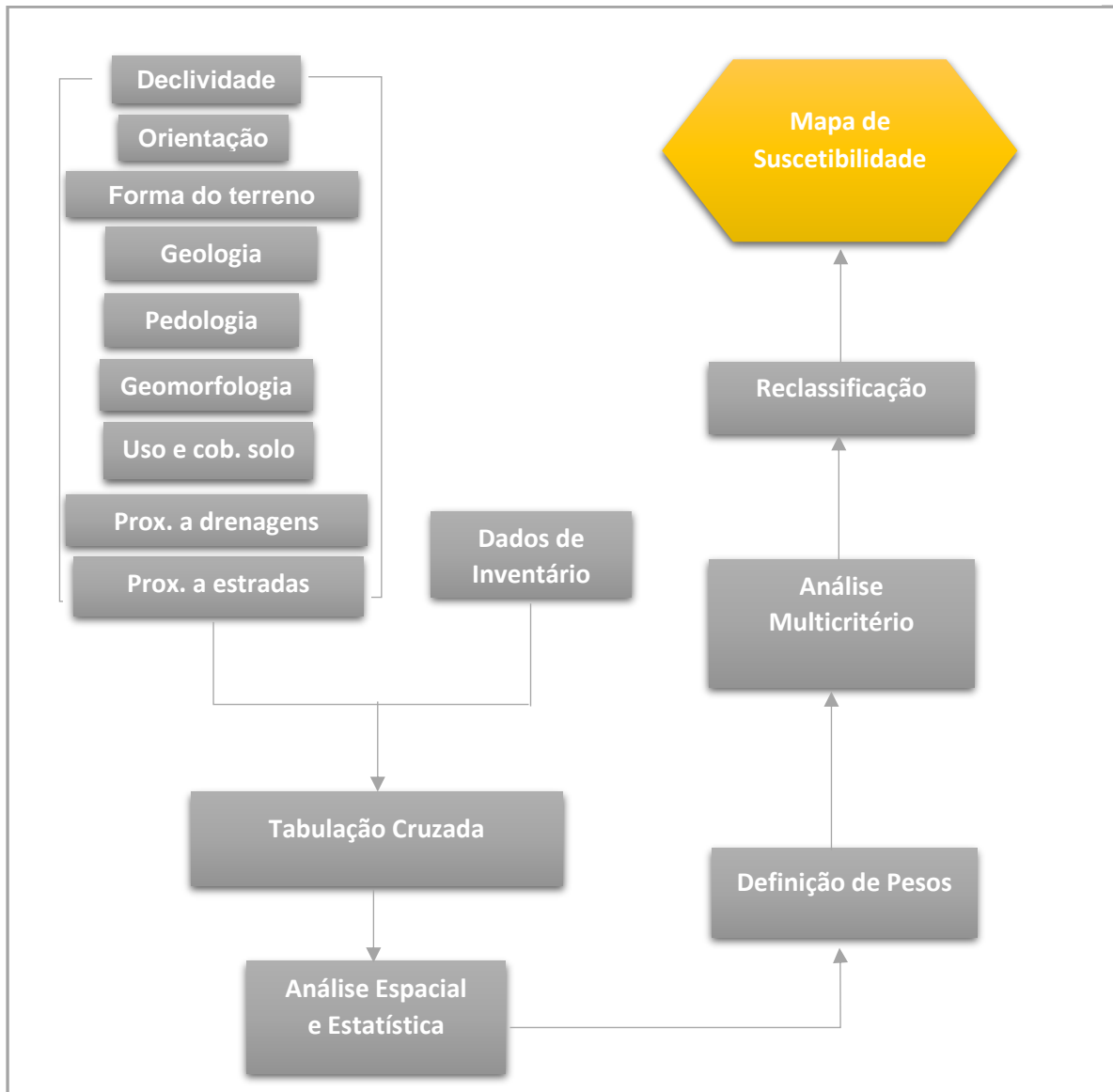
4.3 Métodos

Os métodos aplicados neste trabalho basearam-se na proposta de Soeters & Van Westen (1996) que também foi empregada por Marcelino (2003); Vanacôr (2006) e Vanacôr & Rolim (2012) e Rodrigues (2013); tanto para análise estatística e espacial, quanto para análise multicritério. Diferentes trabalhos os recomendaram para o desenvolvimento de estudos relacionados a modelagem de fenômenos naturais, tais como os associados aos movimentos gravitacionais.

Para o presente trabalho, buscou-se apresentar um mapa de suscetibilidade sob uma perspectiva regional e, para isso, foi utilizada a escala 1:100.000 em grande parte dos planos de informação selecionados como base para a geração do produto final. Embora não apresente um nível de detalhamento tão amplo quanto em uma escala maior, possibilita uma expressiva análise das condicionantes x movimentos de massa, quando observados no mapa resultante.

Desse modo, foram definidas as etapas fundamentais para a geração do produto final, que serão apresentadas resumidamente no fluxograma a seguir (Figura 20):

Figura 20 - Fluxograma das etapas do trabalho



Fonte: A autora, 2015.

4.3.1. Variáveis Geomorfométricas

No projeto TOPODATA desenvolvido por Valeriano (2005), os dados SRTM disponibilizados para a América do Sul, foram corrigidos e interpolados, passando de uma resolução de 3 arco-segundos para 1 arco-segundo, ou seja, de 90 para 30 metros, gerando como produto final um Modelo Digital de Elevação (MDE) e suas variáveis geomorfométricas locais.

Estas variáveis (declividade, curvatura vertical e horizontal e orientação de vertentes), correspondem aos principais elementos sobre os quais se fundamentam as técnicas de interpretação e análise do relevo, tornando-se assim, peças-chave no estudo geomorfométrico da área em questão (VALERIANO, 2008).

Neste sentido, as derivadas provenientes dos dados de altimetria do TOPODATA foram utilizadas no presente trabalho como Planos de Informação, pois são consideradas, de acordo com Rodrigues (2013), alguns dos principais fatores diretamente relacionados a ocorrência de movimentos de massa.

4.3.1.1 Mapa de Declividade

Segundo Valeriano (2008), a declividade pode ser definida como o ângulo de inclinação da superfície do terreno em relação a horizontal. Seus valores podem variar no entre 0 e 90° (ou 0 e 100%) e sua estimativa será baseada na análise dos desníveis entre os pixels vizinhos.

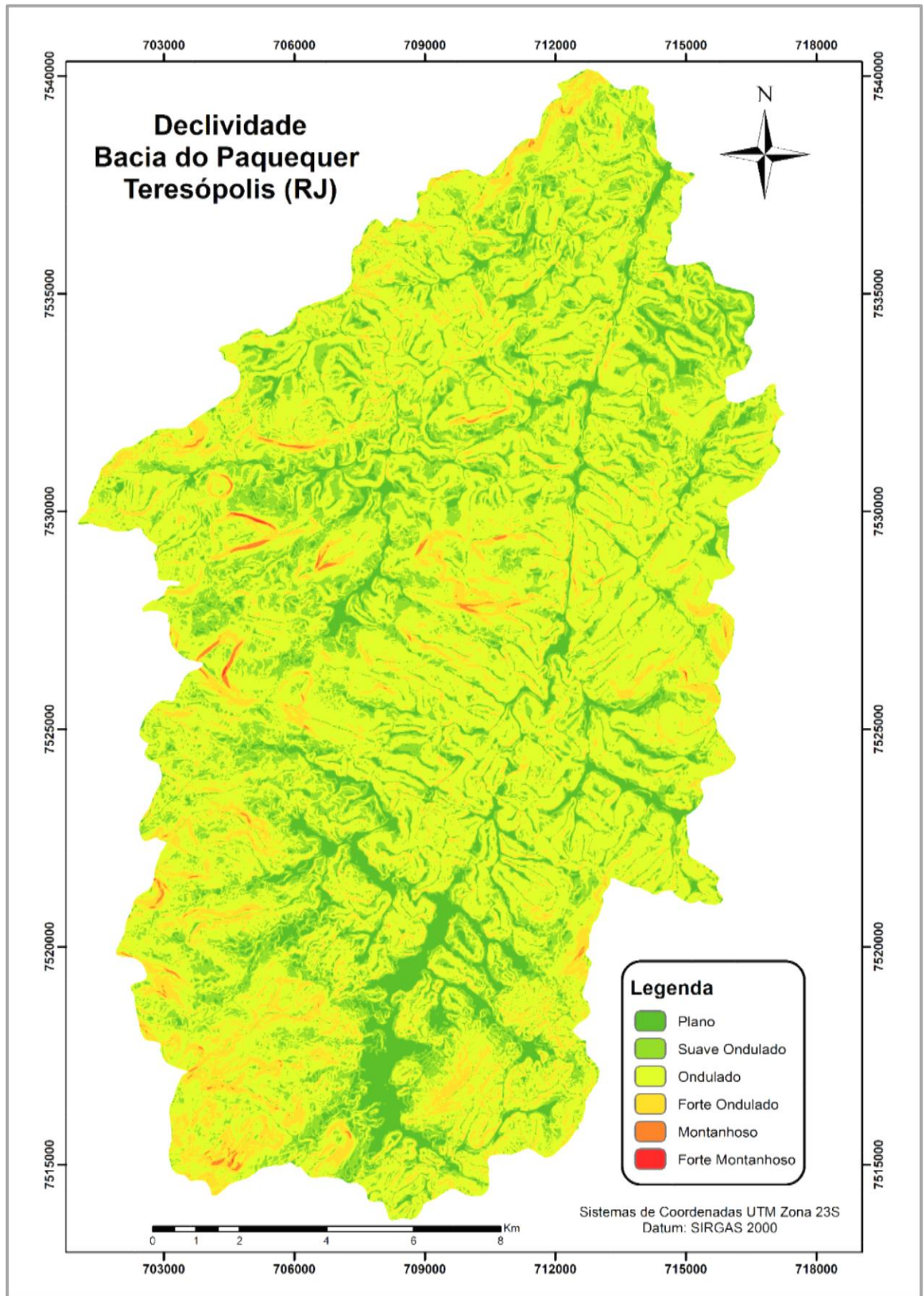
Para gerar o mapa de declividade (Figura 21), foi inserido o *raster* de altimetria proveniente do TOPODATA e utilizada a ferramenta Slope da Extensão Spatial Analyst do software ArcGIS 10.2.2. O *raster* foi reclassificado, definindo-se assim as classes de declividade, segundo os critérios propostos pela Embrapa (1999) (Tabela 7).

Tabela 7 - Distribuição de classes de acordo com a classificação do relevo

Classes	Morfologia
0 a 3% (Plano)	Baixo desnivelamento, planície aluvial, terraço fluvial.
3 a 8% (Suave Ondulado)	Topografia pouco movimentada, com conjunto de colinas e declividades suaves. Leves ondulações, fundos de vale e superfícies tabulares.
8 a 20% (Ondulado)	Topografia pouco movimentada, com conjunto de colinas e declividades acentuadas. Encostas de morro.
20 a 45% (Forte Ondulado)	Topografia movimentada, declividades fortes. Encostas Serranas.
45 a 75% (Montanhoso)	Topografia acidentada, constituídas por montanhas, maciços montanhosos e altas declividades.
>100 (Forte Montanhoso)	Topografia com predomínio de formato abrupto, com a presença de escarpas e vertentes de declive muito forte de vales encaixados.

Fonte: Adaptado de EMBRAPA, 1999.

Figura 21 - Mapa de declividade da área de estudo.



Fonte: A autora, 2015.

Ao analisar a distribuição das declividades, observa-se que classe que possui predominância na área é o relevo ondulado, correspondendo a cerca de 60% do total. Já a classe fortemente montanhosa, ocorre em pequenas proporções, chegando a apenas 0,01% da bacia (Tabela 8).

Tabela 8 - Distribuição de classes de Declividade por área

Classes	Área (km ²)	%
Plano	22,98	8,54
Suave Ondulado	57,63	21,42
Ondulado	162,03	60,21
Fortemente Ondulado	25,45	9,46
Montanhoso	0,92	0,34
Fortemente Montanhoso	0,03	0,01
TOTAL	269,09	100

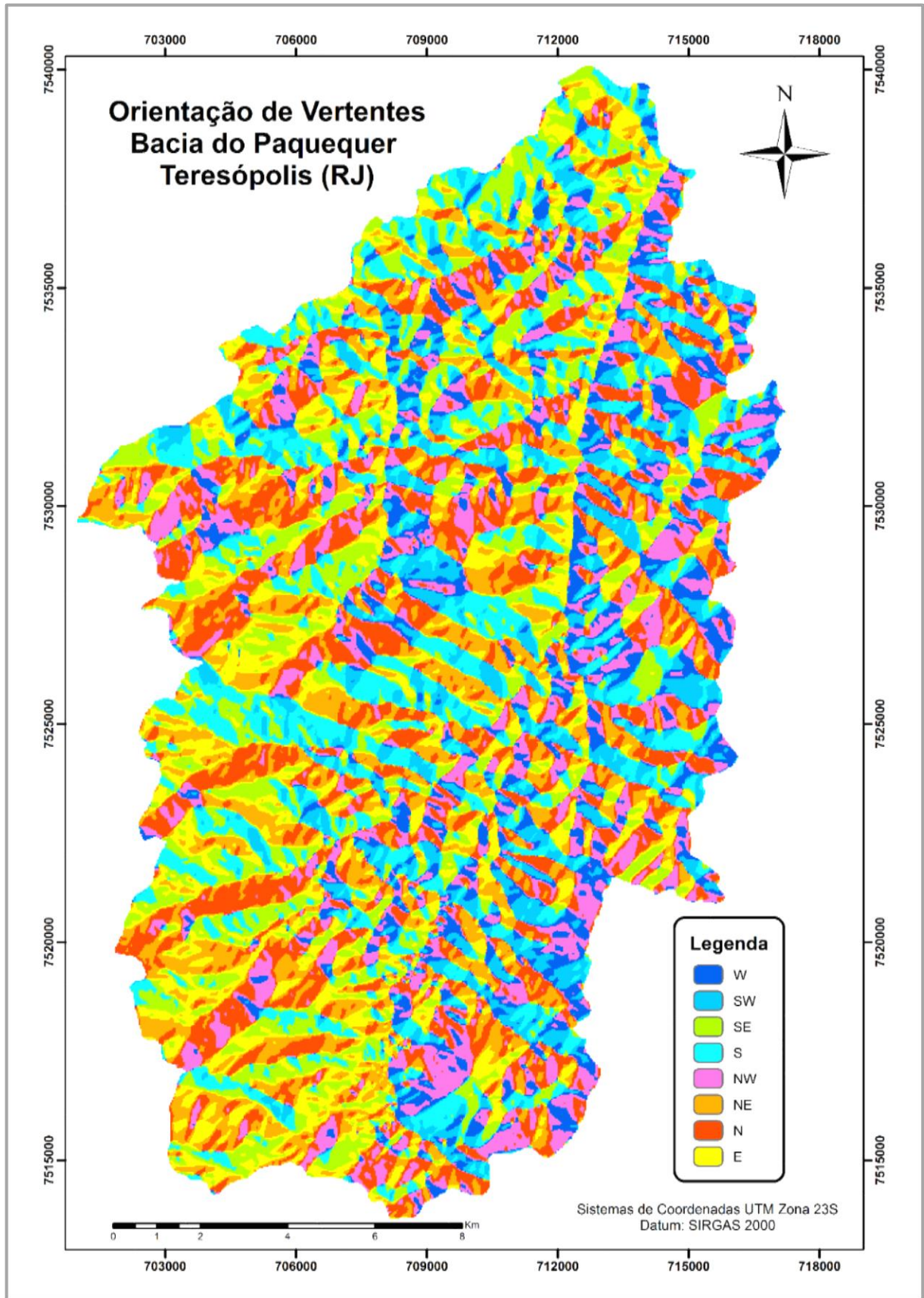
Fonte: A autora, 2015.

4.3.1.2 Mapa de Orientação das Vertentes

A orientação das vertentes representa a maior inclinação do terreno no sentido descendente, definida por um ângulo azimutal. Ela vai compor, juntamente com a declividade da área estudada, a geometria de exposição de sua superfície, através da representação do relevo sombreado, expresso em graus (VALERIANO, 2008).

Para elaborar o Mapa de Orientação das Vertentes (Figura 22), o respectivo dado foi inserido no ArcGIS, reclassificado e, posteriormente, dividido (360° por 8), correspondente aos pontos cardeais e colaterais. A área foi dividida segundo os octantes: N (337,5°- 22,5°), NE (22,5°- 67,5°), E (67,5°-112,5°), SE (112,5°-157,5°), S (157,5°- 202,5°), SW (202,5°-247,5°), W (247,5°-292,5°) e NW (292,5°- 337,5°).

Figura 22 - Mapa de Orientação das vertentes da área de estudo



Fonte: A autora, 2015.

A tabela 9 indica a distribuição por área de cada classe no geral encontra-se equilibrada, tendo apenas uma leve predominância da orientação na direção Norte (N), com cerca de 16% do total, e minoritariamente a direção Oeste (W), de aproximadamente 8,4%.

Tabela 9 - Distribuição por área de cada classe de Orientação de Vertentes

Classes	Área (km ²)	%
SE	37,97	14,11
S	35,37	13,14
E	32,58	12,11
SW	25,66	9,53
NE	39,66	14,74
W	22,43	8,33
NW	32,22	11,98
N	43,08	16,01
TOTAL	269,09	100

Fonte: A autora, 2015.

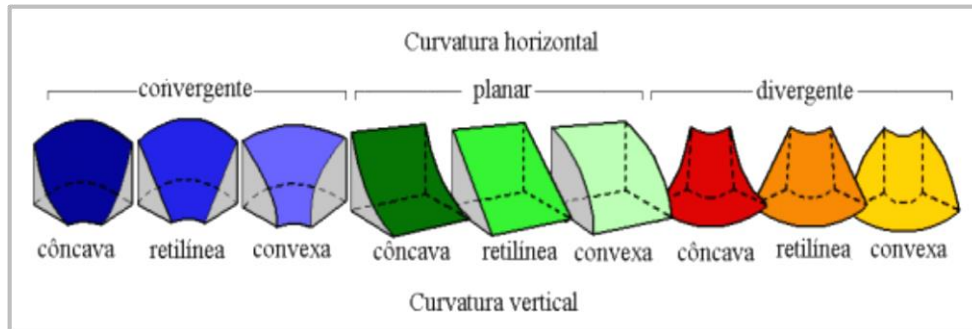
4.3.1.3 Mapa de Forma do Terreno

Guerra & Cunha (2000) afirmam que a morfologia de uma bacia pode ser um fator agravante para a sua degradação. A rugosidade topográfica, associada a um declive acentuado propiciam uma instabilidade nestes locais e conseqüentemente o processo de erosão e movimentos de massa.

Para promover o entendimento destes processos sob as diferentes influências (tais como condições climáticas, geológicas e antrópicas), torna-se fundamental conhecer a localização e a quantificação dos fluxos d'água em encostas. Para isso, foram obtidos dados da Forma do Terreno da área de estudo, a partir do TOPODATA. Estes, foram inseridos no ArcGIS 10.2.2 e reclassificados, de acordo com a proposta de Valeriano (2008) (Figura 23).

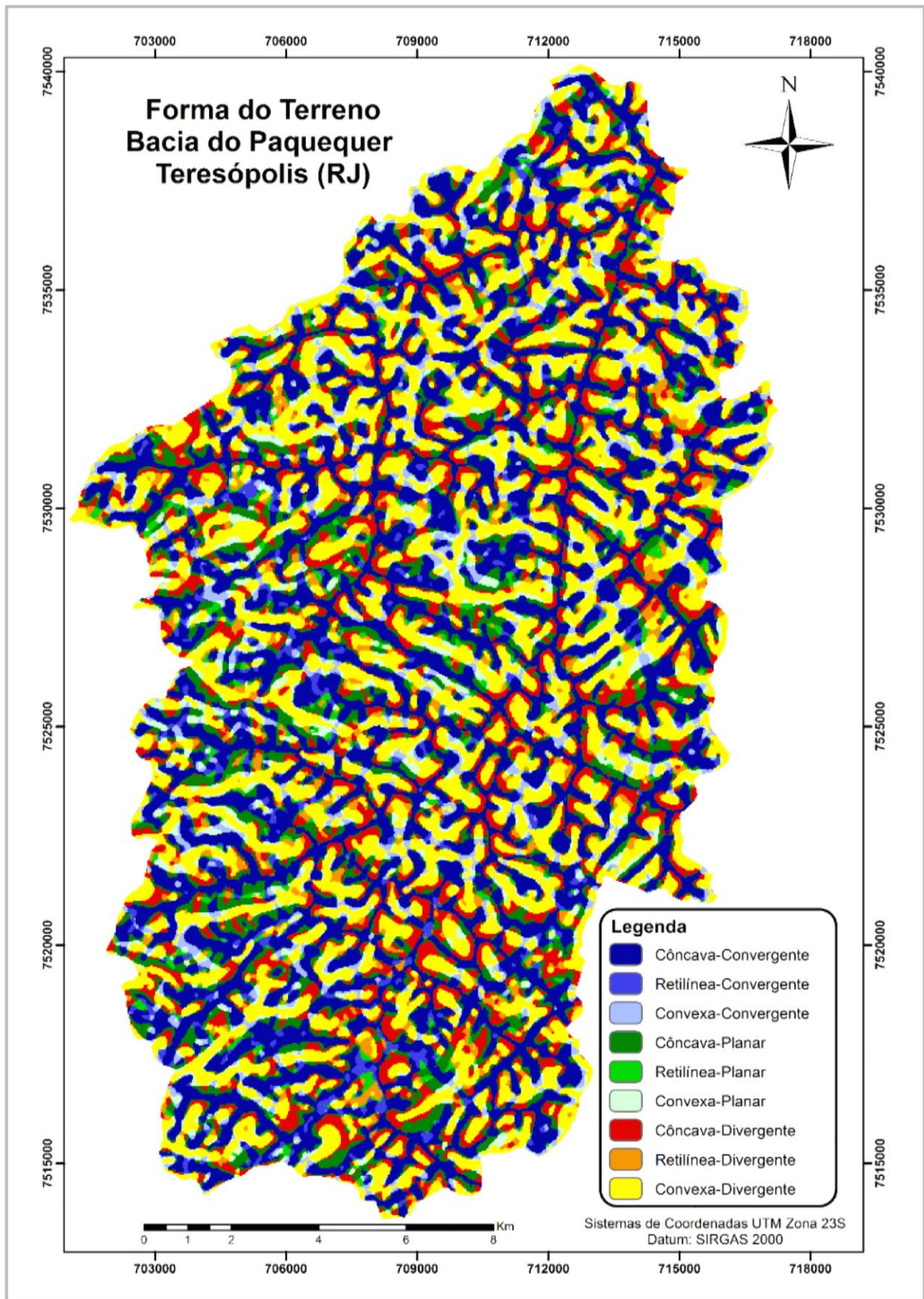
Seguindo a classificação, foi gerado o mapa de forma do terreno, indicando os diferentes tipos de morfologia que abrangem a área de estudo (Figura 24).

Figura 23 - Legenda de cores para representação da Forma do Terreno



Fonte: Adaptado de VALERIANO, 2008.

Figura 24 - Mapa de Forma do Terreno da área de estudo



Fonte: A autora, 2015.

A tabela 10 a seguir, indica que a maior classe por área total da bacia é a Convergente Côncava, correspondendo a aproximadamente 31%, seguida da divergente-convexa com cerca de 27%. Já a classe planar retilíneo apresenta pouco mais de 1%, ou seja, a menor porção do local.

Tabela 10 - Distribuição por área de cada classe da Forma do Terreno

Classes	Área (km ²)	%
Côncava-convergente	82,67	30,72
Retilínea-convergente	6,40	2,38
Convexa-convergente	12,22	4,54
Côncava-divergente	34,27	12,73
Convexa-divergente	71,97	26,74
Retilínea-divergente	8,50	3,16
Côncava-planar	33,47	12,43
Convexa-planar	14,58	5,41
Retilínea-planar	4,95	1,84
TOTAL	269,09	100

Fonte: A autora, 2015.

4.3.2 Banco de Dados Geográfico

Foram gerados mapas temáticos dos diferentes dados vetoriais obtidos para o desenvolvimento desta pesquisa, com o propósito de expor e compreender, mesmo que em média escala, as respectivas características de cada fator escolhido como condicionante no processo de análise da suscetibilidade a movimentos de massa, bem como as das próprias cicatrizes geradas em eventos passados. Estes dados foram dispostos a seguir: