

5. Área de estudo

A Bacia do rio São Pedro está localizada em São Pedro da Serra, distrito do município de Nova Friburgo no Rio de Janeiro, região serrana do estado. Esta bacia possui 23km² e está inserida num bioma de Mata Atlântica, numa área de proteção ambiental chamada Macaé de Cima (Figura: 10). Estudos nesta área vem propiciando um entendimento da dinâmica das paisagens , entre eles podemos destacar Silva (2005) que contribuiu com análise da influencia do pousio nas propriedades físicas e químicas do solo, Lima (2006) estudou o carbono orgânico e a solução do solo; Chaves(2008) analisou a precipitação interna em fragmento de mata atlântica, Santos (2009) estudou os solos agrícolas sob pousio e resultantes hidroerosivas, Soares(2013) estudou a pluviosidade e o potencial matricial da água no solo em área de pousio, Asevedo (2012) realizou um mapeamento da área dos movimentos de massa ocorridos em 2011 e Souza (2012) realizou um diagnóstico dos movimentos de massa ocorridos em janeiro de 2011, ao qual dará continuidade nesta presente pesquisa.

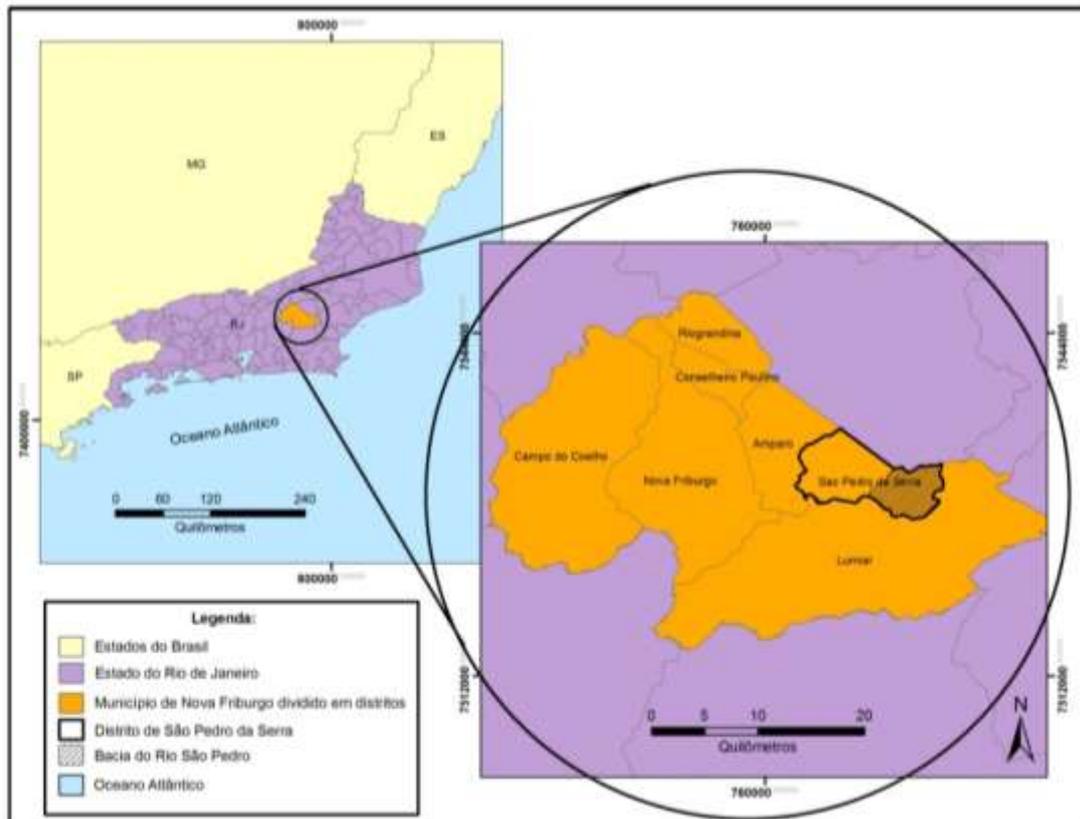


Figura 10: Localização do município de Nova Friburgo dentro do estado do Rio de Janeiro, destacando a bacia do rio São Pedro.

O distrito São Pedro da Serra possui grande parte da sua extensão com presença de cobertura vegetal que estão subdivididas em áreas de floresta e áreas agrícolas (plantio convencional e pousio) e também presença de pastos como podemos perceber na figura 11.

As áreas de floresta apresentam-se, margeada pelos pequenos córregos da bacia do rio Macaé e apresentam significativo adensamento de espécimes arbóreos, cujas alturas estão em torno de 15 metros do solo e este, por sua vez, apresenta grossa camada de serrapilheira.

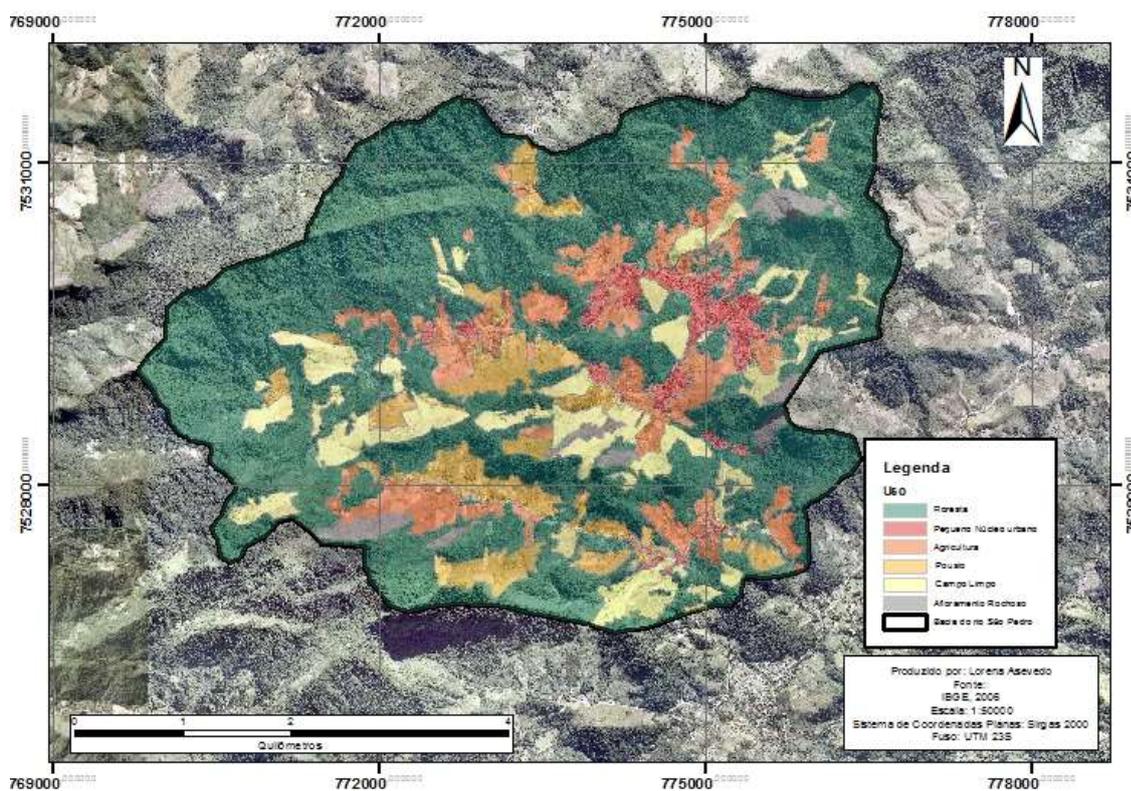


Figura 11: 1 Mapa de uso do solo da bacia do rio São Pedro com rede hidrográfica

Tabela: 5 Porcentagem do tipo de uso do solo na bacia do rio São Pedro em São Pedro da Serra e o valor representativo em área por km²

Uso	Porcentagem (%)	Area (km ²)
Floresta	64,03	15,95
Agricultura	11,28	2,81
Campo limpo	11,12	2,77
Pousio	7,91	1,97
Pequeno Núcleo Urbano	3,57	0,89
Afloramento Rochoso	2,09	0,52
Total	100	24,91

A hidrografia da região de São Pedro da Serra é composta por uma das principais microbacias hidrográficas do município de Nova Friburgo, a bacia hidrográfica do Rio Macaé (Figura:12), que divide os distritos de Lumiar e São Pedro da Serra e deságua no Oceano Atlântico (Morett e Mayer, 2003).

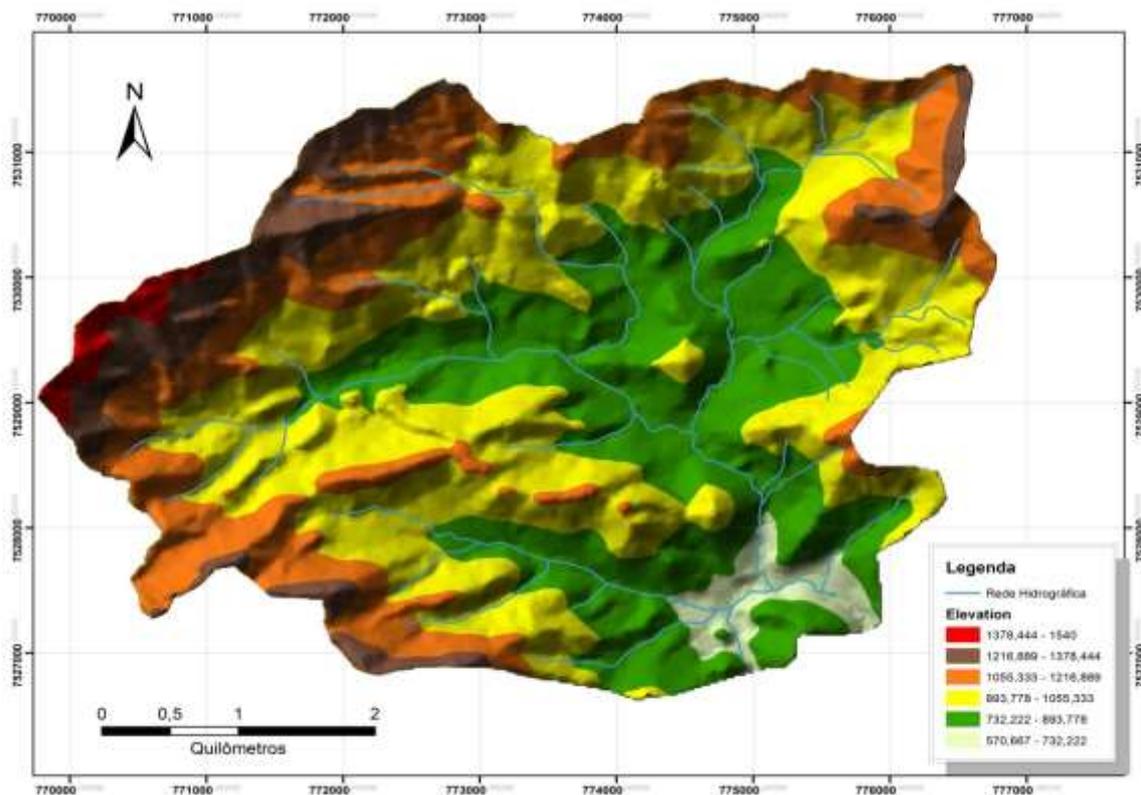


Figura 12: Mapa de elevação da bacia do rio São Pedro destacando a rede hidrográfica do rio Macaé.

O clima varia de mesotérmico brando super úmido, que é caracterizado por altos índices de pluviosidade ao subsequente úmido, que ocorre nas regiões menos elevadas. O índice pluviométrico e a umidade relativa do ar são bastante elevados,

com o período de chuva entre os meses novembro e março. (DNPM-CPRM,1980). A região presencia grandes precipitações por distintos fatores, entre eles as barreiras formadas pelas serras, constituindo chuvas orográficas de significativa intensidade. Também apresenta um período chuvoso entre outubro a março, coincidindo com as precipitações de verão, período que ocorrem chuvas convectivas frequentes. As entradas de massa de ar provenientes da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) também ocorrem na área (Figura 13) também gerando precipitações.

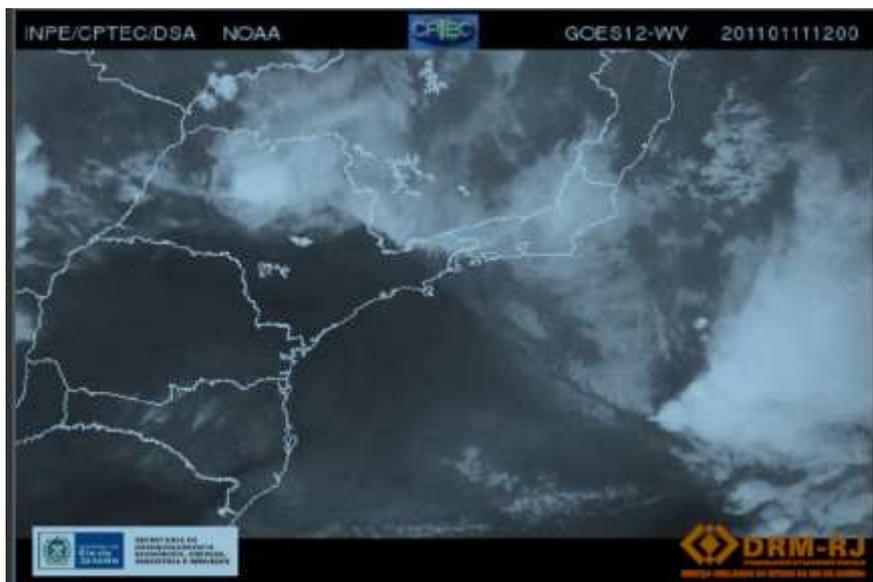


Figura 13:2 Entradas de massa de ar, na região serrana do Rio de Janeiro.

Fonte: DRM, 2011

Pereira (2008), destaca que na APA do Macaé de cima o período mais chuvoso se dá entre novembro e abril, e o mais seco em junho-julho-agosto. Com o auxílio das estações pluviométricas de Piller e Gaudinópolis, localizadas dentro da APA, é possível fazer um levantamento do total pluviométrico nos últimos 60 anos (Figura 14).

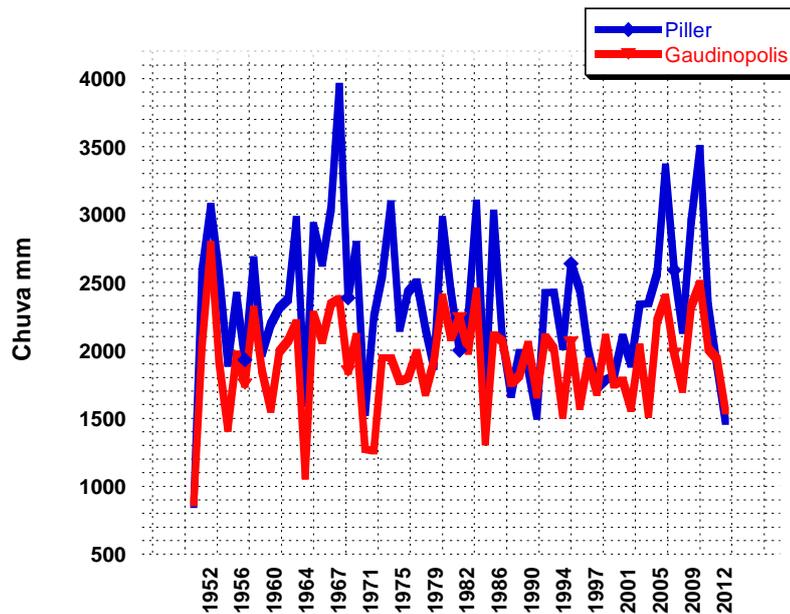


Figura 14: Total de precipitação mensurado nas estações pluviométricas de Piller e Gaudinópolis entre 1952 e 2012.

Fonte: CPRM.

A média dos índices pluviométricos da bacia do rio São Pedro, presente na área de proteção de Macaé de Cima, destaca 1.826 mm em um monitoramento de oito anos. Os índices pluviométricos não apresentam alterações extremas, como pode ser observado na figura abaixo:

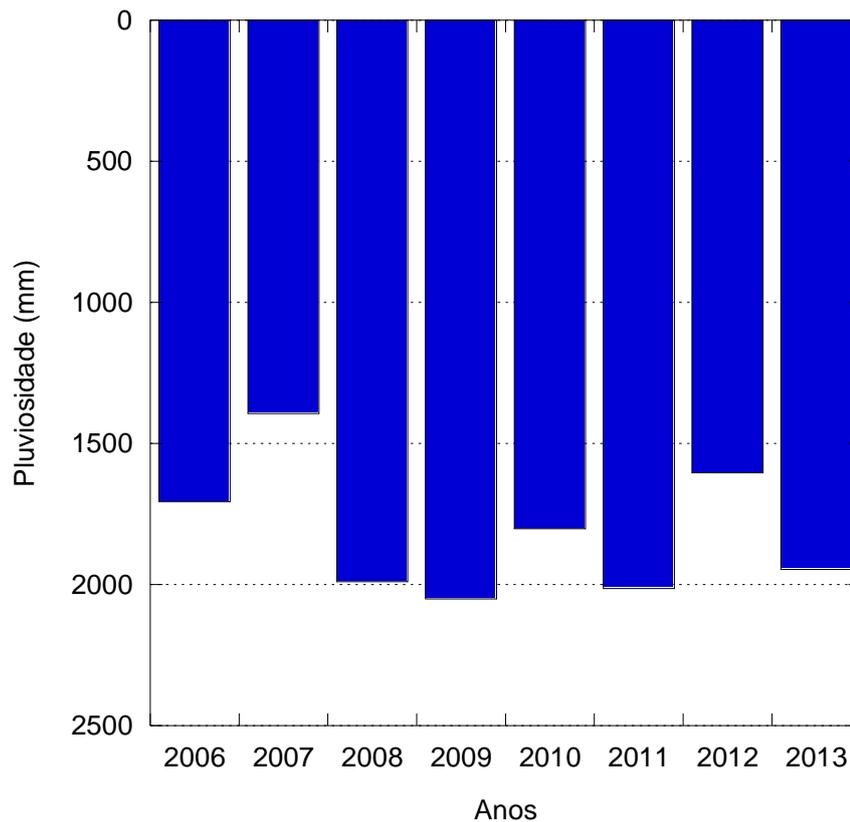


Figura 15: Total anual da pluviosidade de 2006 a 2013.

A região apresenta um período úmido (novembro a abril), de maior ocorrência de chuvas; e um período seco (maio a outubro), de menor ocorrência de chuvas, como é apresentado nas figuras a seguir (Figura 16 e 17).

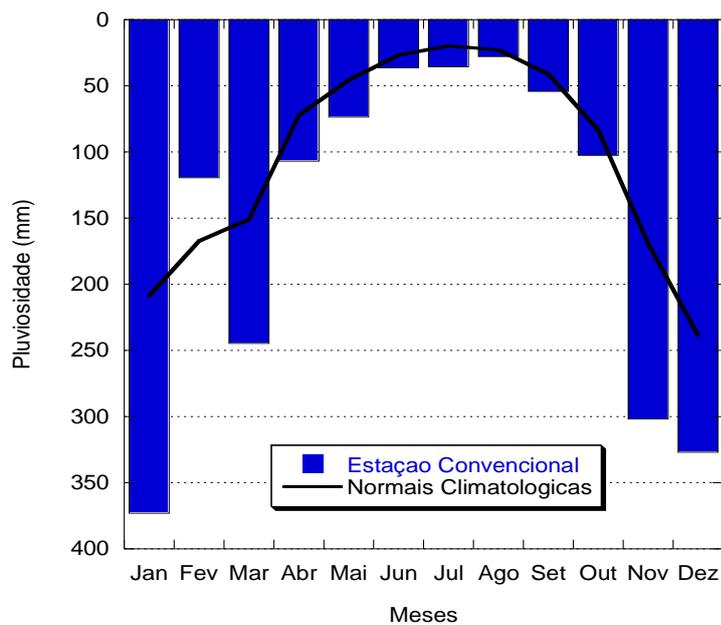


Figura 16: Precipitação mensal média da estação convencional (2006-2013) e Normal Climatológica (1961-1990).

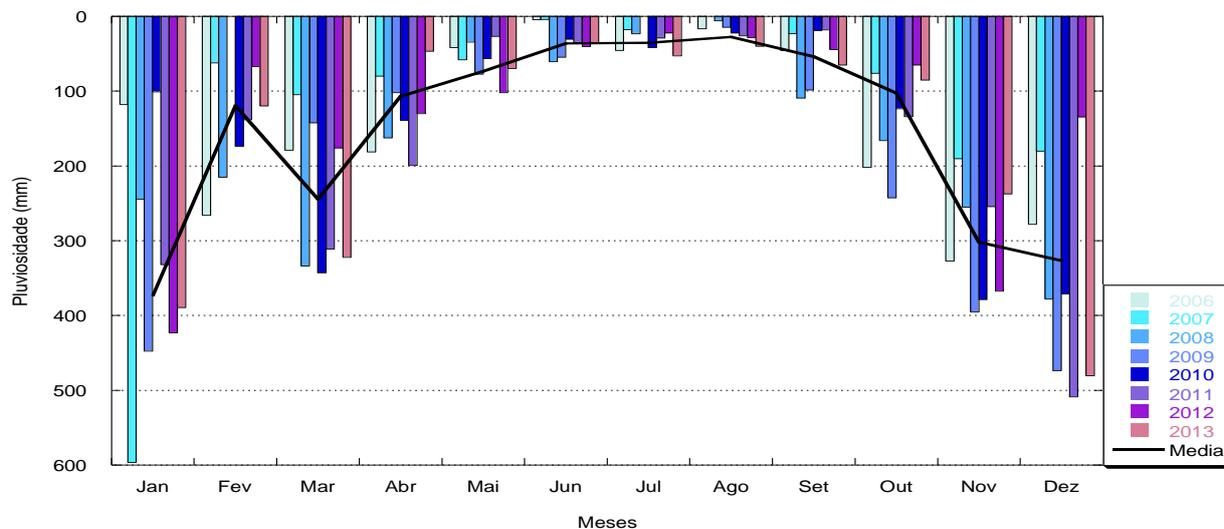


Figura 17: Total da precipitação mensal de 2006 a 2013, com a média de 2006 a 2013.

O mês de dezembro apresenta a maior concentração de chuvas na frequência maior que 50 mm, seguido dos meses de janeiro e novembro que também apresentam as maiores concentrações de chuvas na mesma frequência. Os meses de janeiro, novembro e dezembro se destacam também por índices elevados na frequência de 10 a 20 mm. Já as frequências de 0 a 10 mm, 30 a 40 mm e de 40 a 50 mm destacam-se com maiores médias nos meses anteriores, e também em março, abril e outubro, meses do período classificado como úmido. (Tabela:6)

Tabela 6: Classificação da média mensal de 2006 a 2013 de frequência de chuva.

Meses	0 - 10 mm	10 - 20 mm	20 - 30 mm	30 - 40 mm	40 - 50 mm	Maior que 50 mm
JAN	41	26	16	13	7	14
FEV	23	12	7	1	4	3
MAR	51	21	8	11	4	9
ABR	42	18	9	3	2	3
MAI	38	9	4	3	0	0
JUN	30	9	2	0	0	0
JUL	21	3	1	2	0	0
AGO	36	1	1	0	0	0
SET	35	11	2	1	0	0
OUT	61	16	10	2	4	2
NOV	51	30	16	7	4	12
DEZ	51	23	15	9	3	20

Através do histórico realizado dos dias de chuva (24h) no período de 2006 a 2013(Tabela:7) foi permitido que se classificasse a frequência em milímetros de cada evento (Tab:5) . O que fica claro através da análise é que na região 70% das chuvas apresentam frequência de 0 a 10 mm e de 10 a 20 mm, e pouco mais de 7% das chuvas apresentam intensidade acima de 50mm, sendo mais representativas que chuvas de 40 a 50mm.

Tabela 7: Classificação da frequência de dias (24h) de chuva (mm) de 2006 a 2013.

Frequência(mm)	Total Eventos	%
0 –10 mm	408	50,1
10 - 20 mm	179	21,6
20 - 30 mm	91	10,5
30 - 40 mm	52	6,3
40 - 50 mm	28	3,8

O aumento das frequências em milímetros de chuva aumenta a concentração nos meses úmidos, enquanto que as chuvas de até 10 mm encontram-se bem distribuídas em todos os meses.

Mais de 90% das chuvas, registradas na região são de intensidade Leve, enquanto que aproximadamente 7% das chuvas são de intensidade Moderada. As chuvas classificadas como forte e muito forte representam menos de 1% das chuvas no período de outubro de 2009 a dezembro de 2013, conforme os dados obtidos através da estação automatizada THIES. (Tabela 9). Destaca-se na área o mês de dezembro pela maior concentração de chuvas classificadas como Leve, Moderada e Forte. O mês de março também se destaca pela segunda maior concentração de chuvas Leve e Moderada. Os meses de janeiro, outubro e novembro também se destacam com médias altas de chuvas Leve, Moderada e Forte (Tabela 8).

Tabela 8: Intensidade de chuva de outubro de 2009 a setembro de 2013 (GeoRio).

MESES	INSIGNIFICANTE	LEVE	MODERADA	FORTE	MUITO FORTE
JAN	0	431	52	2	0
FEV	0	139	22	1	2
MAR	0	594	44	1	0
ABR	0	317	27	1	0
MAI	0	323	9	1	1
JUN	0	201	6	0	0
JUL	0	278	3	2	0
AGO	0	232	7	0	0
SET	0	214	3	0	0
OUT	0	272	22	2	0
NOV	0	478	45	2	0
DEZ	0	530	69	8	1

Tabela 9: Classificação da intensidade de chuva (GeoRio) de outubro de 2009 a dezembro de 2013.

INTENSIDADE	TOTAL	%
Insignificante	0	0
Leve	4009	92,3
Moderada	309	7,1
Forte	20	0,4
Muito Forte	4	0,09

Observa-se que chuvas classificadas como Muito Forte são atípicas na região e se distribuem nos meses de fevereiro, maio e dezembro. O mês de maio se encontra no período seco e com baixa concentração de chuva quando

comparado aos demais meses, e também apresenta índices baixos nas intensidades Leve e Moderada, sendo o evento classificado como Muito Forte pouco relevante quando somado as demais intensidades.

Segundo o CIDE (2000), há predomínio de rochas ígneas e metamórficas pré-cambrianas. O seu substrato compreende basicamente, gnaisses, granitos e migmatitos, rochas estas metamórficas com grande presença de fraturas, constituindo um relevo com muitas cicatrizes.

A região serrana do Estado do Rio de Janeiro está inserida no Terreno Oriental do Segmento Central da Faixa Móvel Ribeira (Figura 18) onde ocorrem unidades Neoproterozóicas pertencentes ao Ciclo Brasileiro / Pan-Africano. A Faixa Ribeira constitui um sistema orogênico, que se estende por 1400 km ao longo da costa S-SE do Brasil, resultado da colisão entre o paleocontinentes (crátons) São Francisco–Congo com a parte ocidental do Cráton da Angola, envolvendo também outras microplacas. Se desenvolveu ao longo de vários episódios de convergência da Orogenia Brasileira-Panafricana durante o Neoproterozóico–Cambriano com estágios finais no Ordoviciano Inferior (Heilbron et al., 2008). A Faixa Ribeira está inserida na Província Mantiqueira, sendo limitada ao norte pela Faixa Araçuaí, a W-NW pela porção meridional do Cráton do São Francisco, a SW pela Faixa Brasília Meridional e a sul pelo Cráton de Luiz Alves (Heilbron et al., 2004).



Figura 18: Localização da Faixa Ribeira no contexto da Província Mantiqueira segundo Heilbron et al. (2004, 2008) e Tupinambá et al. (2007).

Fonte: CPRM (2012).

Encontram-se rochas ortoderivadas intercaladas a faixas de gnaisses paraderivados e são constituídas principalmente por: ortognaisses e migmatitos do Complexo Rio Negro, associados aos ortognaisses granodioríticos do Batólito Serra dos Órgãos; leucognaisses e rochas metassedimentares do Grupo Paraíba do Sul; e rochas ígneas de composição granodiorítica a granítica, mais raramente gabrítica. (Mendes et al. 2004).

Dantas (2001) detalhando o relevo do estado estabelece uma subdivisão em unidades morfoestruturais e morfoesculturais (Figura 19). Reconheceu a partir da análise integrada a dados geológicos duas unidades morfoestruturais: o Cinturão Orogênico do Atlântico e as Bacias Sedimentares Cenozóicas. A unidade Cinturão Orogênico do Atlântico corresponde, litologicamente, a rochas metamórficas e ígneas de idade pré-cambriana, e foi subdividida nas unidades morfoesculturais: Superfícies Aplainadas nas Baixadas litorâneas, Escarpas Serranas, Planaltos Residuais, Depressões Interplanálticas e Alinhamentos Serranos Escalonados. Estas, por sua vez, foram individualizadas e subdivididas em unidades geomorfológicas distintas por guardar variações morfológicas próprias. As bacias sedimentares Cenozóicas, caracterizadas por rochas sedimentares pouco litificadas e, sedimentos inconsolidados neocenozóicos, foram subdivididas nas unidades morfoesculturais: tabuleiros de bacias sedimentares, planícies flúvio-marinhas (Baixadas) e planícies costeiras (CPRM, 2012).

Na bacia do rio São Pedro encontramos serras escarpadas, serras isoladas locais e morros como podemos observar na Figura:20 .

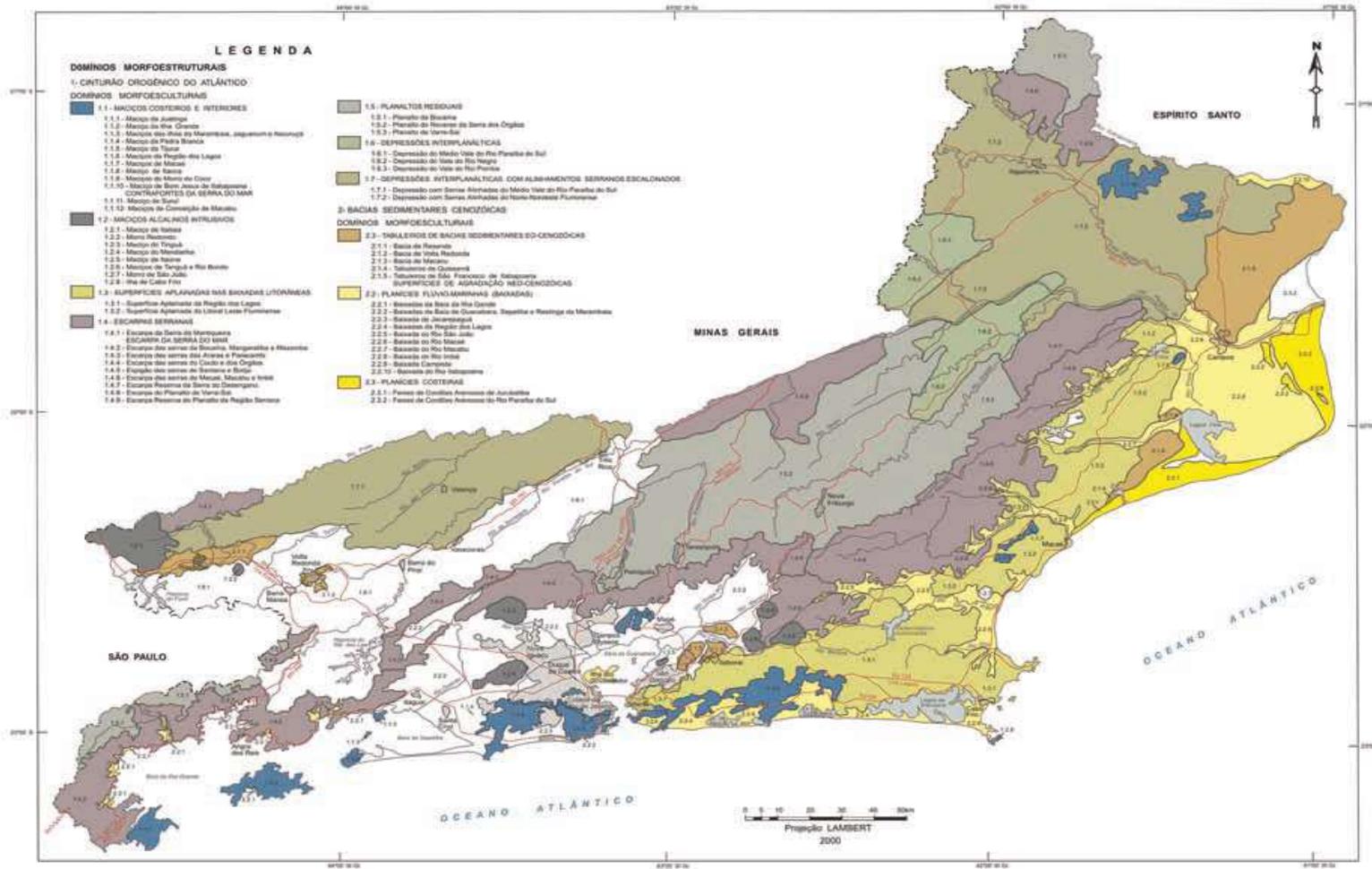


Figura 19 Síntese da compartimentação geomorfológica do estado do Rio de Janeiro propostos por Dantas/CPRM (2001).

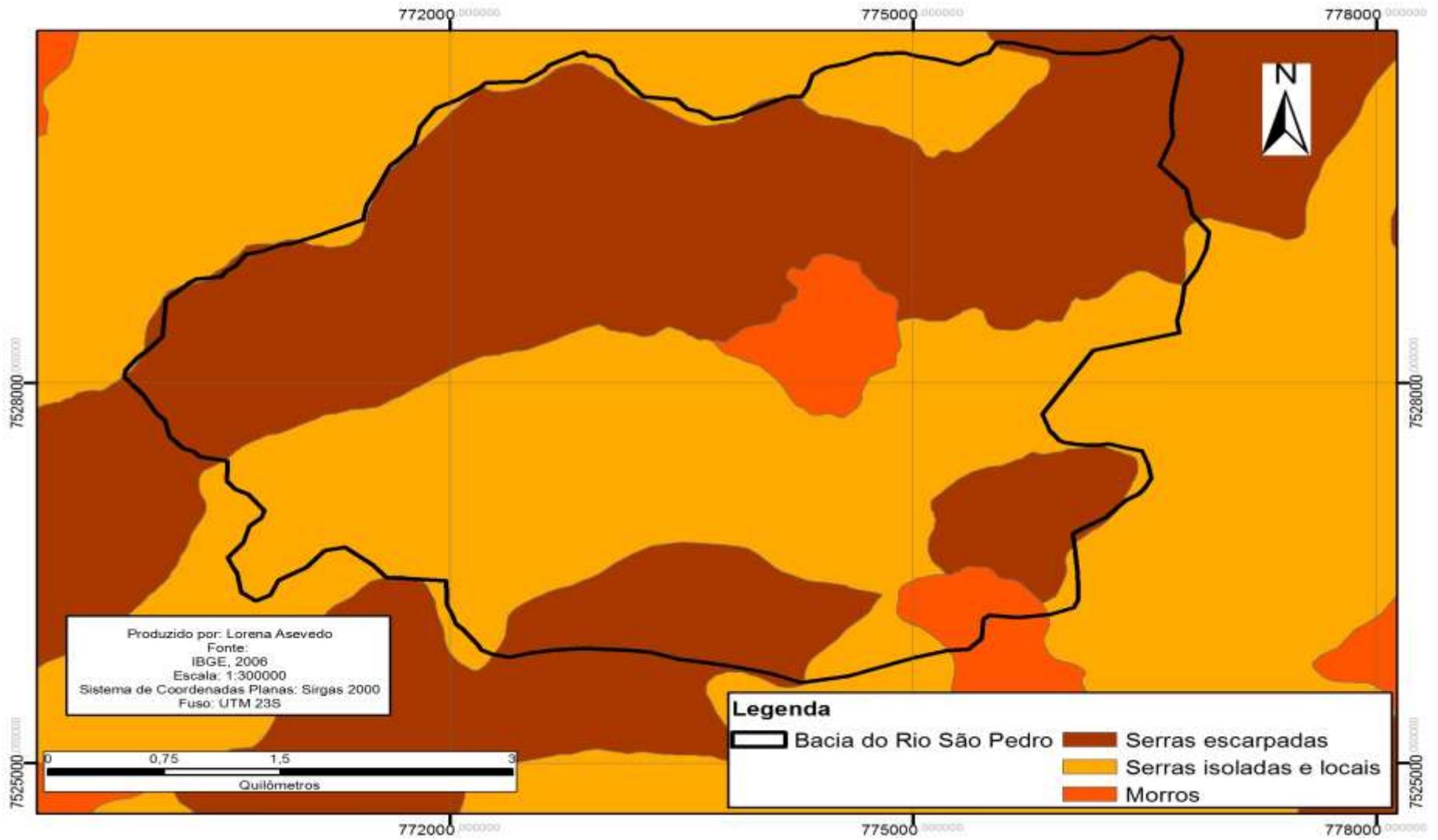


Figura 20 Síntese da compartimentação geomorfológica da bacia do rio São Pedro.

O relevo apresenta-se fortemente ondulado com grande presença de encostas e escarpas (Figura 21) originando em muitos casos solos pouco espessos.

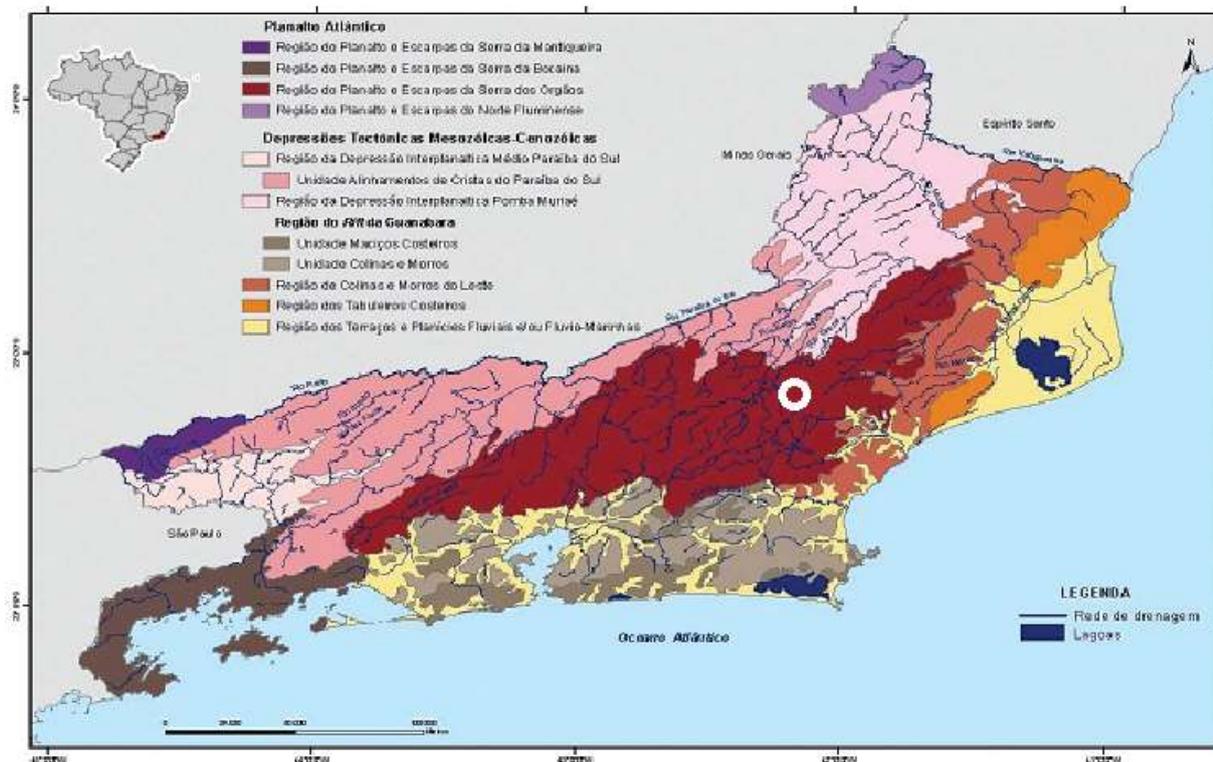


Figura 21 Mapa dos Domínios Morfoestruturais para o Estado do Rio de Janeiro propostos por Silva (2002), destacando a região de interesse.

Fonte: CPRM (2012).

Segundo INEA, 2010, 50% da APA são composta por LATOSSOLO Vermelho-Amarelo. Essa classe tem como característica geral solos minerais profundos, com horizonte A moderado, horizonte B latossólico (Bw) e geralmente caráter distrófico e ácido. Apresentam pequena diferenciação entre seus horizontes, textura argilosa, porosidade e permeabilidade moderadas devido à estabilidade dos agregados, conferindo-lhes boa capacidade de infiltração e drenagem. 40% são formadas por CAMBISSOLO Háplico, composta por solos minerais pouco desenvolvidos, em estágio incipiente de evolução, apresentando sequência de horizontes A-Bi-C. Esta classe de solo possui geralmente perfil raso ou pouco profundo, em relevo ondulado a forte ondulado e montanhoso. São solos não hidromórficos, moderado a acentuadamente drenados, apresentando na maioria dos casos baixa saturação em bases, textura média ou argilosa, com argila de atividade baixa. Os outros 10% são compostos por afloramentos rochosos e

neossolos litólicos o que corrobora com o diagnóstico da EMBRAPA, 1999 que traz o solo da área constituído como CAMBISSOLOS, seguido de LATOSSOLOS associados aos relevos montanhosos e fortemente ondulado apresentando ainda afloramentos rochosos comuns em topografias mais acidentadas. A figura: 22, nos mostra as tipologias de solos encontradas na bacia do rio São Pedro.

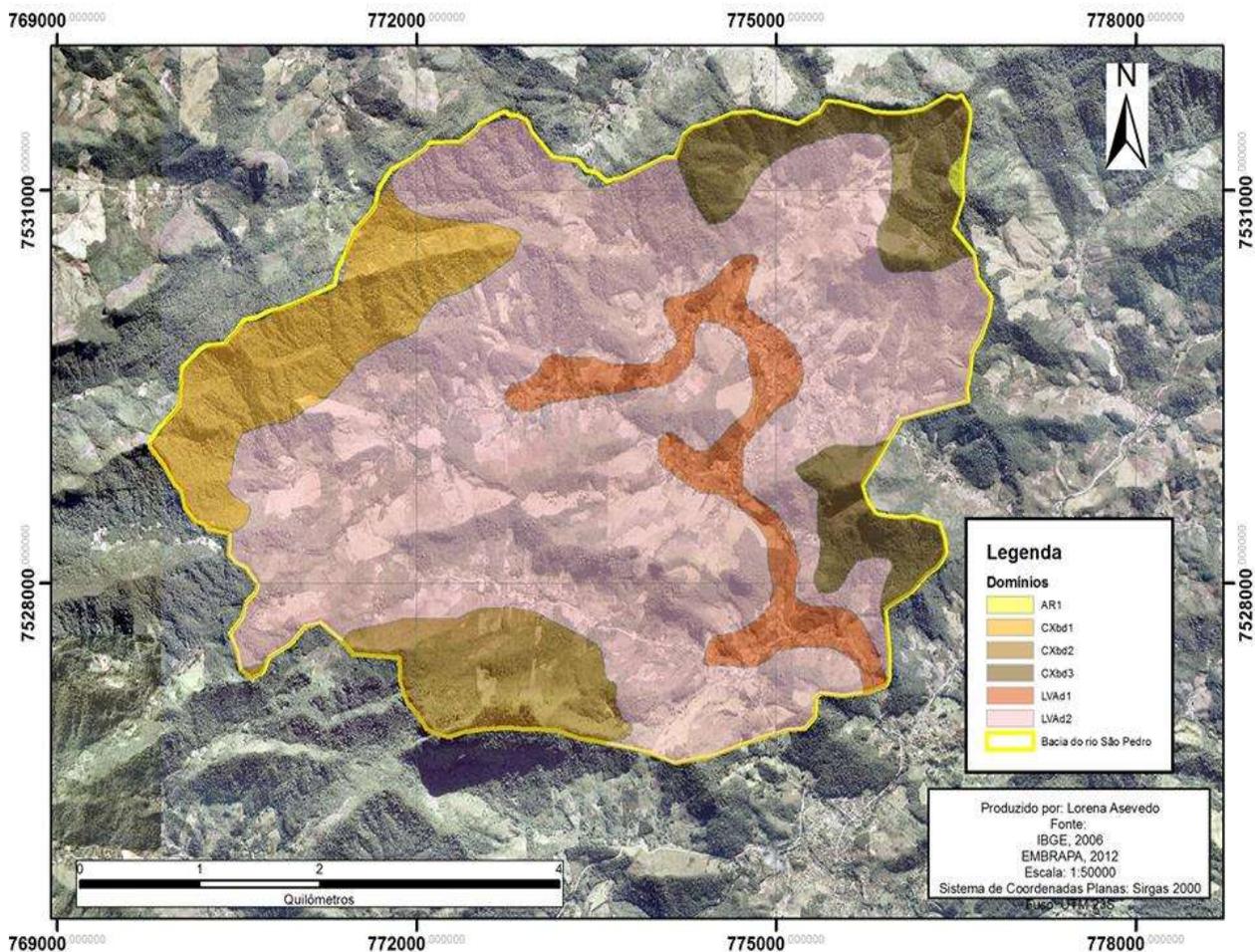


Figura 22 Mapa Pedológico da bacia do rio São Pedro.

A área de estudo é suscetível a movimentos de massa e segundo o DRM possui domínio de riscos muito alto aos escorregamentos como podemos perceber no mapa na figura 23, fato este comprovado por Souza (2011), que diagnosticou trinta e três pontos de movimentações entre os anos de 2011 e 2012, referente aos eventos ocorridos em janeiro de 2011, e destes, a sua maioria apresentava tal denominação, como pode ser visto na Tabela 10.

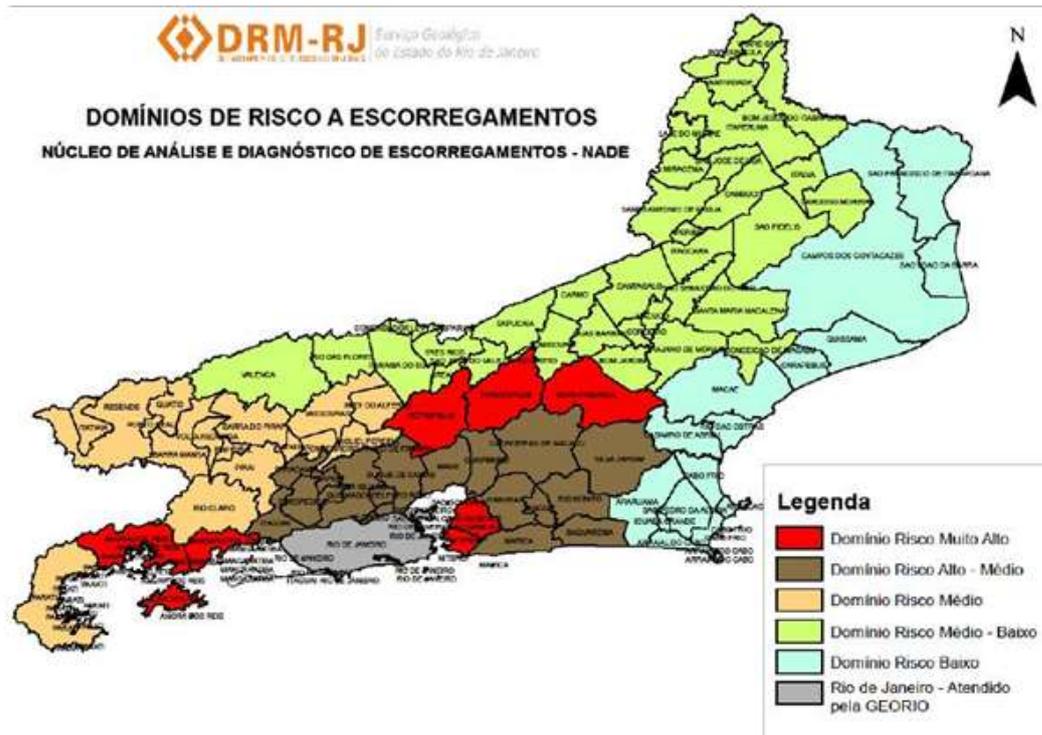


Figura 23: Mapa do Rio de Janeiro com destaque da área de estudo enfatizando os domínios de área de risco a escorregamentos (slides).

Fonte: DRM (2010).

Tabela 10 – Classificação e propriedades morfológicas dos movimentos de massa em São Pedro da Serra – Nova Friburgo.
Fonte: Souza, 2011.

Ponto	Latitude (UTM)	Longitude (UTM)	Classificação do Movimento (1)	Classificação do Movimento (2)
01	7530600,320	773582,767	Movimento translacional em contato solo-rocha	Slide
02	7530669,100	773709,270	Movimento translacional em contato solo-rocha	Slide
03	7530715,353	773797,836	Movimento translacional em contato solo-rocha	Slide
04	7530503,380	774056,512	Movimento translacional em contato solo-rocha	Slide
05	7530413,930	774163,190	Movimento translacional em contato solo-rocha	Slide
06	7530395,097	774276,476	Desmoronamento de barranco (pequeno fluxo de detritos)	Debris-Flow
07	7530378,544	774273,716	Movimento translacional em contato solo-rocha	Slide
08	7530194,800	774437,566	Movimento translacional em contato solo-rocha	Slide
09	7529668,500	774050,916	Movimento translacional em contato solo-rocha	Slide
10	7529580,634	774061,600	Movimento translacional em contato solo-rocha	Slide
11	7529438,266	773763,960	Movimento translacional em contato solo-rocha	Slide
12	7529432,289	773748,300	Movimento translacional em contato solo-rocha	Slide
13	7529429,700	773748,917	Movimento translacional em contato solo-rocha	Slide
14	7529152,890	772032,955	Movimento translacional em contato solo-rocha	Slide
15	7529099,133	771939,388	Movimento translacional em	Slide

			contato solo-saprolito	
16	7529040,194	771756,815	Movimento translacional em contato solo-saprolito	Slide
17	7529166,385	771670,661	Desmoronamento de barranco (pequeno fluxo de detritos)	Debris-Flow
18	7529188,050	771687,950	Desmoronamento de barranco (pequeno fluxo de detritos)	Debris-Flow
19	7528896,735	771677,920	Movimento translacional em contato solo-rocha	Slide
20	7528805,374	771397,988	Movimento translacional em contato solo-rocha	Slide
21	7528817,100	771370,830	Movimento translacional em contato solo-rocha	Slide
22	7528911,450	772120,850	Movimento translacional em contato solo-rocha	Slide
23	7528710,566	771470,492	Queda de Lascas	Rock-Slide
24	7528644,650	771351,260	Movimento translacional em contato solo-rocha e queda de blocos	Slide + Rock-Fall
25	7528900,650	771500,260	Movimento translacional em contato solo-rocha	Slide
26	7528633,600	771489,500	Movimento translacional em contato solo-saprolito	Slide
27	7528623,700	771515,600	Movimento translacional em contato solo-rocha	Slide
28	7528618,252	771542,700	Movimento translacional em contato solo-saprolito	Slide

29	7528444,254	771379,800	Movimento translacional em contato solo-saprolito	Slide
30	7528265,983	771224,371	Movimento translacional em contato solo-saprolito	Slide
31	7528249,506	771132,425	Movimento translacional em contato solo-saprolito	Slide
32	7528255,545	771094,755	Movimento translacional em contato solo-saprolito	Slide
33	7528200,548	770870,548	Movimento translacional em contato solo-saprolito	Slide