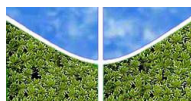


UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS – IH
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

APLICAÇÃO DE MODELO DE PREDIÇÃO DE ESCORREGAMENTOS PARA
GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES COMO SUBSÍDIO ÀS POLÍTICAS
PÚBLICAS LOCAIS NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA/ES.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS – IH
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

APLICAÇÃO DE MODELO DE PREDIÇÃO DE ESCORREGAMENTOS PARA
GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES COMO SUBSÍDIO ÀS POLÍTICAS
PÚBLICAS LOCAIS NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA/ES

ELIANE LIMA E SILVA

Orientador: Prof. Dr. Roberto Arnaldo Trancoso Gomes
Co-orientador: Prof. Dr. Renato Fontes Guimarães

Dissertação de Mestrado

Brasília-DF: Agosto/2011



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS – IH
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

**APLICAÇÃO DE MODELO DE PREDIÇÃO DE ESCORREGAMENTOS PARA
GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES COMO SUBSÍDIO ÀS POLÍTICAS
PÚBLICAS LOCAIS NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA/ES**

ELIANE LIMA E SILVA

Dissertação de Mestrado submetida ao Departamento de Geografia da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Geografia, área de concentração Gestão Ambiental e Territorial, opção Acadêmica.

Aprovado por:

Prof. Dr Roberto Arnaldo Trancoso Gomes, Universidade de Brasília
(Orientador)

Prof. Dr Renato Fontes Guimarães, Universidade de Brasília
(Co-Orientador)

Prof. Dr. Osmar Abílio de Carvalho Júnior, Universidade de Brasília
(Examinador Interno)

Prof. Dr. Leonardo José Cordeiro Santos, Universidade Federal do Paraná
(Examinador Externo)

Brasília-DF, 9 de agosto de 2011

Ficha catalográfica

SILVA, ELIANE LIMA E

Aplicação de modelo de predição de escorregamentos para gestão de riscos de desastres como subsídio às políticas públicas locais no município de Vitória/ES. 119 p., 297 mm, (UnB-IH-GEA, Mestre, Gestão Ambiental e Territorial, 2011).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Departamento de Geografia.

1. Políticas Públicas

2. Gestão de risco de desastres

3. Modelo de predição de escorregamento

4. Shalstab

I. UnB- IH-GEA

II. Título (série)

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Eliane Lima e Silva

Com amor e saudade, dedico este trabalho ao meu pai, que não pode estar aqui para acompanhá-lo, no entanto, senti sua presença por meio da lembrança de suas palavras, cada vez que se tornava difícil a jornada e a cada conquista. Obrigada papai.

AGRADECIMENTOS

Meus mais sinceros agradecimentos a todos que contribuíram com o resultado deste trabalho.

Primeiramente a Deus, porque sem ele nada disso seria possível.

À minha família pelo amor e carinho sempre presente, mesmo quando à distância;

Em especial, agradeço ao meu marido Marcelo, pelo incentivo e apoio e principalmente pela paciência e compreensão com os momentos de ausência;

Aos meus filhos do coração, Mickael, Guilherme e Giovanna;

Aos meus amigos;

Aos meus colegas de trabalho, que caminham juntos para melhorar as Políticas Públicas de Gestão de Risco de Desastres na área da Saúde;

À Prefeitura de Vitória pelos dados disponibilizados;

Ao Professor Roberto Arnaldo Trancoso Gomes, pela orientação e por manter sempre a serenidade;

Agradeço ainda aos demais professores e aos colegas do LSIE que contribuíram com este trabalho;

RESUMO

Define-se por desastre uma interrupção grave do funcionamento normal de uma comunidade ou sistema cujos efeitos nas pessoas, assim como as perdas e danos materiais ou ambientais, superam a capacidade de resposta e recuperação dessa comunidade. Muitos desses desastres são provocados por movimentos de massa, principalmente os escorregamentos. O Brasil está entre os 10 países mais atingidos por desastres naturais no mundo e os deslizamentos constituem-se num dos principais riscos geológicos do País, muitas vezes condicionado pela ocupação das encostas que provocam alterações ampliando a possibilidade dessas ocorrências. É necessário o fortalecimento da gestão de risco de desastres e a implementação de políticas públicas em nível local para reduzir os impactos desses eventos. Nesse aspecto, a gestão de risco de desastre é importante para que sejam desenvolvidas ações de redução do risco, manejo de desastre e recuperação dos seus efeitos, subsidiando a adoção de políticas públicas adequadas às necessidades identificadas em uma determinada região. Nesse contexto, apresenta-se como essencial a busca por ferramentas e instrumentos que permitam conhecer os riscos potenciais de determinadas áreas e com isso adotar medidas antecipatórias ou preventivas. Uma dessas ferramentas são os modelos de predição de áreas susceptíveis a escorregamentos. Desta forma, o objetivo deste trabalho é aplicar um modelo matemático de predição de escorregamentos para a gestão de riscos como subsídios às políticas públicas locais no Município de Vitória/ES. Para isso, foi definida como área de estudo a parte do município denominada Ilha de Vitória. Os materiais e métodos utilizados consistiram na obtenção e estruturação dos dados que possibilitou a edição de cartas topográficas e a geração do modelo digital de terreno (MDT) bem como seus mapas derivados, área de contribuição e de declividade, e a definição dos parâmetros de solo. Em seguida foi aplicado o modelo Shalstab, desenvolvido por Montgomery & Dietrich, que combina o modelo hidrológico com o modelo de estabilidade da encosta e possibilita a definição de áreas susceptíveis a escorregamentos. A partir desse mapa de susceptibilidade de escorregamento foi possível definir as áreas de atenção, prioritárias para o desenvolvimento e a priorização de ações de gestão do risco de desastres na região que corresponde a uma média de 15,34% da área de estudo.

Palavras-chave: gestão de risco de desastres; escorregamento; Shalstab; modelo de previsão; política pública

ABSTRACT

Disaster is a serious interruption of the usual operation in a community or system, the effects of which on people, as well as losses and material or environmental damages, overcome this community's response and recovery capacity. Many of such disasters are caused by mass movements, mainly landslides. Brazil is among the ten countries that are mostly affected by natural disasters in the world, and landslides are one of the main geological risks in the country, often conditioned by the occupation of hillsides, which causes alterations improving the possibilities for such occurrences. It is crucial to strengthen the disaster risk management and the implementation of public policies at local level to reduce the impacts of such events. In this aspect, the disaster risk management is important so risk reduction, disaster handling and recovery actions are developed, subsidizing the adoption of public policies adequate to the needs identified in a certain region. In this context, it is essential to search for tools and instruments that allow to know the potential risks of certain areas and hence to adopt early or preventive measures. An example of these tools is the models of prediction of slide-susceptible areas. Thus, this work aims to apply a slide prediction mathematical model for the risk management as a subsidy to local public policies in the municipality of Vitória, Espírito Santo State. Therefore, the study area was defined as the part of the municipality called Ilha de Vitória (Vitória Island). The materials and methods used consisted in obtaining and structuring data allowing for the edition of topographic charts and the generation of the terrain digital model (DTM), as well as the derived maps, contribution and declivity area, and the definition of soil parameters. The Shalstab model was then applied. It was developed by Montgomery & Dietrich and combines the hydrological and the hillside stability models, allowing for the definition of areas susceptible to landslides. From this slide susceptibility map, it was possible to define attention areas, which are a priority for developing and prioritizing disaster risk management actions in the region corresponding to an average of 15.34% of the study area.

Keywords: disaster risk management; landslide; Shalstab; prediction model; public policy

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	15
2.	REVISÃO TEÓRICA.....	19
2.1.	Movimentos de Massa.....	24
2.2.	Definição de estados prioritários baseado na ocorrência de movimentos de massa no Brasil.....	28
2.3.	Investigação e previsão de áreas instáveis.....	33
2.4.	A Gestão de Risco de Desastres.....	34
2.4.1.	Redução do risco.....	36
2.4.2.	Gerenciamento dos Desastres.....	37
2.4.3.	Recuperação dos efeitos.....	37
2.5.	As chuvas e sua influência sobre os movimentos de massa.....	38
2.5.1.	As chuvas no Brasil.....	39
2.6.	Previsão de escorregamentos.....	43
2.6.1.	O modelo de estabilidade de encosta.....	44
2.6.2.	Modelo SHALSTAB (modelo hidrológico e de estabilidade de encostas.....	46
3.	ÁREA EM ESTUDO.....	47
3.1.	Caracterização geral da Região Metropolitana da Grande Vitória e do Município de Vitória.....	48
3.2.	Territorialização – Organização político-administrativa.....	51
3.3.	Comportamento pluviométrico no Município de Vitória.....	58
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	60
4.1.	Obtenção e estruturação dos dados;.....	60
4.2.	Edição das cartas topográficas.....	61
4.3.	Modelo digital de terreno, mapas derivados e demarcação da área a ser aplicado o Modelo Shalstab.....	62
4.4.	Obtenção do mapa de área de contribuição e de declividade.....	62
4.5.	Obtenção dos valores dos parâmetros de propriedade dos solos.....	64
4.6.	Aplicação do modelo Shalstab.....	65
4.7.	Registros de escorregamentos.....	68
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	69
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
8.	ANEXOS.....	108

Anexos

Anexo 1. Dados diários de chuva do município de Vitória/ES em 2008.....	108
Anexo 2. Dados diários de chuva do município de Vitória/ES em 2009.....	109
Anexo 3. Dados diários de chuva do município de Vitória/ES em 2010.....	110
Anexo 4. Tabela com os resultados das simulações de 1 a 8 para a área 1 do município de Vitória.....	111
Anexo 5. Tabela com os resultados das simulações de 1 a 4, por bairro atingido por escorregamento, na área 1 do município de Vitória.....	112
Anexo 6. Tabela com os resultados das simulações de 1 a 4, por bairro atingido por escorregamentos, na área 1 do município de Vitória.....	116

TABELAS

Tabela 1. Classificação de desastres naturais e seus subtipos, adaptado de EM-DAT, 2008	21
Tabela 2. Comparação entre algumas propostas brasileiras de classificação dos movimentos de massa.....	26
Tabela 3. Principais grupos de fatores que influenciam na ocorrência de escorregamentos, adaptado de Cruden e Varnes, 1996.....	28
Tabela 4. Número de óbitos por deslizamentos, Brasil, 1988 a 2003 (Fonte: Ministério das Cidades, 2004).	31
Tabela 5. Síntese dos métodos de análise e previsão de escorregamentos, adaptado de Van Westen, 1993.....	43
Tabela 6. Regiões Administrativas do Município de Vitória	54
Tabela 7. Parte do ranking das combinações de parâmetros utilizado na geração do mapa de susceptibilidade de escorregamento.	65
Tabela 8. Classes geradas pelo Shalstab	67
Tabela 9. Registro de deslizamentos no Município de Vitória no período de 2008 a 2010	69
Tabela 10. Precipitação acumulada da estação de Vitória/ES no período de 2008 a .71	
Tabela 11. Resultados da Simulação 1 para a susceptibilidade de escorregamentos na Ilha de Vitória/ES.....	73
Tabela 12. Resultados da Simulação 2 para a susceptibilidade de escorregamentos na Ilha de Vitória/ES.....	74
Tabela 13. Resultados da Simulação 3 para a susceptibilidade de escorregamentos na Ilha de Vitória/ES.....	75
Tabela 14. Resultados da Simulação 4 para a susceptibilidade de escorregamentos na Ilha de Vitória/ES.....	76
Tabela 15. Resultados da Simulação 5 para a susceptibilidade de escorregamentos na Ilha de Vitória/ES.....	77
Tabela 16. Resultados da Simulação 6 para a susceptibilidade de escorregamentos na Ilha de Vitória/ES.....	78
Tabela 17. Resultados da Simulação 7 para a susceptibilidade de escorregamentos na Ilha de Vitória/ES.....	79
Tabela 18. Resultados da Simulação 8 para a susceptibilidade de escorregamentos na Ilha de Vitória/ES.....	80
Tabela 19. Apresentação das 8 simulações geradas pelo Shalstab comparando áreas de risco com deslizamentos registrados, por bairro, no período de 2008 a 2010.....	92
Tabela 20. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe e área de atenção, por simulação.....	93
Tabela 21. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe e área de atenção, por simulação.....	95

Tabela 22. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe e área de atenção, por simulação.....	96
Tabela 23. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe e área de atenção, por simulação.....	97
Tabela 24. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe e área de atenção, por simulação.....	99

FIGURAS

Figura 1. Tendências na ocorrência de desastres naturais e afetados, mundo, de 1989 a 2008.	20
Figura 2. Ranking de países distribuídos por vítimas e tipo de desastres segundo EM-DAT, 2008.	22
Figura 3. Percentual de desastres distribuídos por continente, segundo EM-DAT, 2008.	22
Figura 4. Classificação dos movimentos de massa de acordo com o grau de umidade e velocidade, adaptado de Summerfield, 1991.....	25
Figura 5. Foto exemplificando escorregamento rotacional em no Rio de Janeiro, 2011.	27
Figura 6. Foto exemplificando escorregamento translacional em Angra dos Reis/RJ.	27
Figura 7. Estados brasileiros com as mais numerosas e graves situações de risco associados a escorregamentos em áreas urbanas	29
Figura 8. Deslizamentos ocorridos na Enseada do Bananal, Angra dos Reis/RJ, 2010 - Secretaria Municipal de Defesa Civil de Angra dos Reis	32
Figura 9. Deslizamentos em Angra dos Reis/RJ, 2002 - Secretaria Municipal de Defesa Civil de Angra dos Reis.....	32
Figura 10. Parâmetros que envolvem uma análise de risco.....	35
Figura 11. Organograma das fases da gestão do risco de desastres, adaptado de NARVÁEZ et al, 2009.....	36
Figura 12. Normais climatológicas do Brasil, 1961-1990 – Precipitação acumulada anual em milímetros.	40
Figura 13. Normais climatológicas do Brasil, 1961-1990 – Precipitação acumulada mensal em milímetros, janeiro a junho.	41
Figura 14. Normais climatológicas do Brasil, 1961-1990 – Precipitação acumulada mensal em milímetros, julho a dezembro.	42
Figura 15. Representação dos efeitos da gravidade sobre o declive, adaptado de Crozier, 1986.....	45
Figura 16. Fluxograma de funcionamento modelo Shalstab	47
Figura 17. Localização da área de estudo.....	48
Figura 18. Representação do Município de Vitória.....	50
Figura 19. Média Dados médios de temperatura da série histórica da estação meteorológica localizada no município de Vitória-ES, 1976-2009.....	50
Figura 20. Distribuição populacional por bairro e por setor censitário	51
Figura 21. Organização regional de Vitória/ES.....	53
Figura 22. Normais climatológicas de Precipitação de Vitória/ES, por mês	58
Figura 23. Armazenamento de água no solo em Vitória/ES, de acordo com as normais climatológicas 31-60 e 61-90.....	59
Figura 24. Curvas de nível e rede geodésica, Ilha de Vitória/ES.....	61
Figura 25. Modelo digital do terreno da Ilha de Vitória/ES	62
Figura 26. Mapa de Declividade da Ilha de Vitória/ES.	63
Figura 27. Área de contribuição obtida a partir da metodologia de transferência de fluxo distribuída – TD.....	64
Figura 28. Razão a/b em função da $\text{tg}\theta$ (eixos em logaritmo). A linha tracejada representa o limite de saturação e a linha pontilhada é definida a partir dos valores obtidos pela equação 2	66
Figura 29. Divisão do município de Vitória para a aplicação do modelo Shalstab.....	67
Figura 30. Dados médios de precipitação anual da série histórica da estação meteorológica localizada no município de Vitória-ES (Coordenadas: LAT: 20,300S LON: 40,317W ALT: 36m)	70

Figura 31. . Precipitação acumulada da estação de Vitória/ES no período de 2008 a 2010, registrados na estação de medição localizada nas coordenadas geográficas Lat: 20,3156 S e Long.:40,3172 W.	71
Figura 32. Dados médios de dias chuvosos e precipitação da série histórica da estação meteorológica localizada no município de Vitória-ES, por mês, 1976 a 2009.	72
Figura 33. Mapa de susceptibilidade de escorregamentos rasos na Ilha de Vitória/ES conforme simulação 1.	73
Figura 34. Mapa de susceptibilidade de escorregamentos rasos na Ilha de Vitória/ES conforme simulação 2.	74
Figura 35. Mapa de susceptibilidade de escorregamentos rasos na Ilha de Vitória/ES conforme simulação 3.	75
Figura 36. Mapa de susceptibilidade de escorregamentos rasos na Ilha de Vitória/ES conforme simulação 4.	76
Figura 37. Mapa de susceptibilidade de escorregamentos rasos na Ilha de Vitória/ES conforme simulação 5.	77
Figura 38. Mapa de susceptibilidade de escorregamentos rasos na Ilha de Vitória/ES conforme simulação 6.	78
Figura 39. Mapa de susceptibilidade de escorregamentos rasos na Ilha de Vitória/ES conforme simulação 7.	79
Figura 40. Mapa de susceptibilidade de escorregamentos rasos na Ilha de Vitória/ES conforme simulação 8.	80
Figura 41. Percentual médio das de áreas com susceptibilidade de escorregamentos rasos na área de estudo.	81
Figura 42. Percentual médio das áreas geradas pelo modelo.	81
Figura 43. Áreas estáveis e de atenção para a gestão de risco de escorregamentos na área de estudo.	83
Figura 44. Bairros com mais de 5 registros de deslizamentos no período de 2008 a 2010.	83
Figura 45. Registros de deslizamentos em Vitória/ES, 2008 a 2010.	84
Figura 46. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe.	94
Figura 47. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe.	95
Figura 48. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe.	96
Figura 49. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe.	98
Figura 50. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe.	99

1. INTRODUÇÃO

Os desastres provocam uma interrupção grave do funcionamento normal de uma comunidade ou sistema cujos efeitos nas pessoas, assim como as perdas e danos materiais ou ambientais, superam a capacidade de resposta e recuperação dessa comunidade (EIRD,2008; UNDHA, 2001). Sua ocorrência está diretamente ligada às condições de riscos existentes em uma localidade e têm efeitos diferentes, porque cada região afetada apresenta condições sociais, econômicas, políticas, geográficas e sanitárias particulares. Conhecer esses riscos e as peculiaridades da região possibilita priorizar a adoção de políticas públicas voltadas para a prevenção, minimizando os impactos dos desastres sobre a população.

Em todo o globo já foram registrados grandes desastres naturais que deixaram milhares de mortos e desabrigados. Na China, cerca de 7.000.000 de pessoas morreram afogadas e 10.000.000 pereceram, subseqüentemente, por fome e doenças devido a uma devastadora inundação em 1332. Em 1755, ocorreu o terremoto de Portugal, que atingiu 8,6 graus na escala Richter, vitimando cerca de 50.000 pessoas, por decorrência dos tremores de terra, do tsunami e dos incêndios que devastaram Lisboa (BRYANT, 1997). Mais recentemente, outros desastres naturais impactaram diversas regiões, como a catástrofe ocasionada pelo Tsunami, de 26 de dezembro de 2004, que atingiu várias nações banhadas pelo Oceano Índico deixando mais de 170.000 mortos, 50.000 desaparecidos, 1.723.000 desalojados e 500.000 desabrigados¹. Em janeiro de 2011 um terremoto de 7 graus na escala Richter atingiu o Haiti deixando aproximadamente 230 mil mortos e, no mês seguinte, o Chile foi atingido por um abalo sísmico de 8,8 graus na escala Richter e provocou aproximadamente 800 óbitos.

O mais agravante é que se têm verificado que a partir da década de 50 houve um incremento significativo na freqüência e na intensidade dos desastres naturais (EM-DAT, 2008). Alguns autores defendem a hipótese que esse aumento esteja

¹ Desabrigado: pessoas cujas habitações foram destruídas ou danificadas pelo desastre, ou estão localizadas em área de risco eminente de destruição, e que necessitam de abrigos temporários para serem alojadas.

Desalojados: Pessoas cujas habitações foram danificadas ou destruídas, mas que, não necessariamente, precisam de abrigos temporários.

relacionado com maior estabelecimento da sociedade em áreas vulneráveis (Nicholls, 2001; Pielke, 2005).

Segundo a Organização das Nações Unidas no Brasil, o ano de 2010 foi marcado pelos desastres naturais. Neste mesmo ano, o Rio de Janeiro foi um dos estados atingidos pelos desastres naturais destacando-se as ocorrências de Angra dos Reis, onde foram registradas 53 vítimas fatais e, as chuvas do mês de abril que provocaram deslizamentos em diversos municípios do Estado culminando em mais de 200 óbitos (SESDEC/RJ, 2010).

A preparação para a atuação em situações de desastres tem sido objeto de diversas iniciativas que buscam melhorar a capacidade de resposta tanto em nível local como regional e internacional. Nesse processo, a Estratégia Internacional de Redução de Desastres da Organização das Nações Unidas surge com o objetivo de promover a discussão e mobilizar recursos em nível nacional, regional e internacional dos atores envolvidos nos Estados Parte das Nações Unidas para fortalecer a capacidade de resposta das comunidades por meio da implementação do Marco de Ação de Hyogo assinado em 2005 (ONU-Brasil, 2010).

O Marco de Hyogo traz para as agendas governamentais a discussão sobre a gestão de risco de desastres, principalmente com a promoção de ações voltadas para a sua redução e a ampliação da capacidade das comunidades responderem aos desastres de forma mais efetiva. Resultados dessa discussão podem ser observados no Brasil, quando se analisa as ações desenvolvidas na predição de deslizamento que é entendido como o desprendimento e transporte de solo e/ou material rochoso vertente abaixo. Dentre os fenômenos que mais causam prejuízos financeiros e humanos, este se destaca, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), como um dos mais impactantes.

No Brasil, o Sistema Nacional de Defesa Civil (SINDEC) que foi criado em 1988, e reorganizado pelo Decreto 5.376, de 17 de fevereiro de 2005, é coordenado pela Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC), do Ministério da Integração Nacional, e traz a organização governamental para prevenção, preparação e resposta aos desastres.

A Política Nacional de Defesa Civil (PNDC), publicada em 2007, é um documento de referência para todos os órgãos de Defesa Civil do País, em que são estabelecidos diretrizes, planos e programas prioritários para o desenvolvimento de ações de

redução da freqüência de desastres, bem como a prestação de socorro e assistência às populações afetadas. Baseia-se na gestão de risco onde são consideradas ações de prevenção, preparação para emergências, resposta aos desastres e reconstrução (BRASIL, 2007).

Outra iniciativa no âmbito governamental é o apoio ao mapeamento de áreas de risco de deslizamento, que tem integrado a agenda governamental por meio do desenvolvimento de projetos de identificação de áreas críticas em diversos estados do Brasil. Cita-se como exemplo, o Programa Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários, da Secretaria Nacional de Programas Urbanos do Ministério das Cidades, que conta com uma ação específica para apoiar os municípios na implementação de programas de prevenção e redução de riscos a deslizamentos de encostas (Brasil, 2007).

Neste Programa, diversos municípios brasileiros têm desenvolvido projetos para a identificação, mapeamento e elaboração de um plano de preparação e resposta a emergências e desastres associados aos deslizamentos, dentre os quais se encontra Vitória, no Estado do Espírito Santo (Brasil, 2007). A partir da estruturação do programa de gerenciamento das áreas de risco geológico-geotécnico de Vitória, as ações não estruturais para prevenção e redução de riscos bem como as intervenções estruturais tem se apresentado como importantes no desenvolvimento de políticas governamentais locais.

Apesar da inserção das ações de predição de deslizamento nas agendas governamentais ser relativamente recente, a preocupação com o tema no Brasil não é tão nova. Estudos sobre movimentos de massa ganharam impulso a partir da década de 60, principalmente após as chuvas que atingiram o Rio de Janeiro nos anos de 1966 e 1967 e que ganharam repercussão nacional e internacional (Meis & Silva, 1968; Barata, 1969; Costa Nunes, 1969; Jones, 1973; IPT, 1991; GEO-RIO, 2000). Foi nessa mesma época que, por meio do Decreto n° 609 de 12 de maio de 1966, o Governador do Estado da Guanabara criou o Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro, hoje, Fundação Geo-Rio, que, dentre suas atribuições legais, destacava-se a elaboração de planos emergenciais e, de longo prazo, para a proteção das encostas (GEO-RIO, 2000).

Importante destacar também os estudos e trabalhos desenvolvidos pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) que possui uma atuação

histórica na identificação, mapeamento e análise dos riscos associados aos deslizamentos. Realizam pesquisas e serviços que visam à elaboração de diagnósticos e prognósticos para a prevenção, estabilização e recuperação de áreas atingidas, propondo medidas de prevenção e mitigação estruturais e não-estruturais, e desenvolvendo planos de gerenciamento de áreas de risco (IPT, 1991).

A importância do desenvolvimento de ações preventivas desencadeou um processo onde a predição de deslizamento tem se apresentado como um método de gestão de risco que possibilita a adoção de medidas antecipatórias à ocorrência dos eventos, minimizando seus danos. Exemplos podem ser observados na utilização de geotecnologias no monitoramento de processos geológicos, gestão de riscos, recuperação de áreas degradadas, construção de obras civis, aproveitamento de recursos hídricos e mineração, dentre outros (Bitar, et al, 2000; Brasil, 2007; Fernandes *et al*, 2001; Gonçalves & Guerra, 2001; Dias & Herrmann, 2002; Ramos et.al, 2003; Macedo et al, 2004; Fernandes et al, 2004; Gomes et al, 2004; Redivo et. 2004; Ahrendt, 2005; Carvalho Júnior et al, 2005; Guimarães et. al, 2009).

O Brasil, ao longo de sua história, registra diversas ocorrências de deslizamentos e são identificados como mais atingidos os Estados de Pernambuco, Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina (Brasil, 2007).

Destacam-se recentemente o Brasil os desastres provocados por deslizamentos Rio de Janeiro (RJ) em Angra dos Reis e Ilha Grande no ano de 2010 bem como do Morro do Bumba. Em 2011, ainda no Rio de Janeiro, ocorreram diversos deslizamentos nos municípios de Nova Friburgo, Teresópolis, Petrópolis, Sumidouro e São José do Vale, computando mais de 800 óbitos e diversos impactos socioeconômicos.

Nesse contexto e considerando as semelhanças regionais, do ponto de vista geomorfológico, o objetivo deste trabalho será aplicar um modelo matemático de predição de escorregamentos para a gestão de riscos como subsídio às políticas públicas locais no Município de Vitória/ES.

2. REVISÃO TEÓRICA

Segundo a ONU (2004), desastre é uma interrupção grave do funcionamento de uma comunidade ou sociedade com perdas humanas e/ou importantes perdas materiais, econômicas ou ambientais que excedam a capacidade da comunidade ou sociedade afetada para fazer frente à situação utilizando seus próprios recursos. Com frequência, se descreve um desastre como o resultado da combinação da exposição a uma ameaça ou perigo com as condições de vulnerabilidades (ONU, 2004).

Para a SEDEC, desastre é o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. Os desastres são quantificados, em função dos danos e prejuízos, em termos de intensidade, enquanto que os eventos adversos são quantificados em termos de magnitude. A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado. Normalmente, o fator preponderante para a intensificação de um desastre é o grau de vulnerabilidade do sistema receptor (Castro, 1998).

Segundo o anuário estatístico do Centro Colaborador da Organização Mundial de Saúde (OMS) para a Investigação sobre a Epidemiologia dos Desastres (CRED), que mantém um banco de dados de Eventos de Emergência (EM-DAT), em 2008, 354 desastres naturais foram notificados na base de dados do EM-DAT. A partir destes desastres, 214 milhões de pessoas foram vitimadas, conforme Figura 1. Nesse ano, destacam-se dois eventos: o Ciclone Nargis que matou mais de 138 mil pessoas em Mianmar, sul da Ásia, e o terremoto de Sichuan, na China, que causou mais de 87 mil pessoas (EM-DAT, 2008).

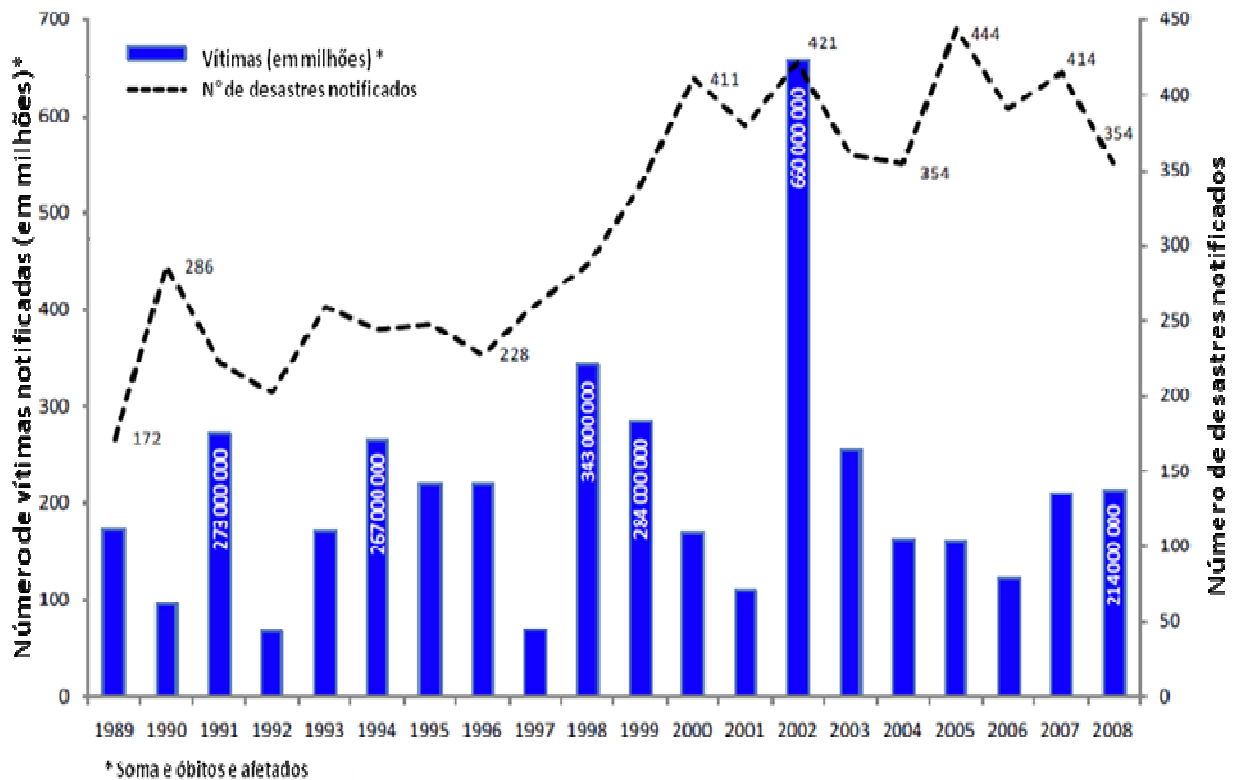


Figura 1. Tendências na ocorrência de desastres naturais e afetados, mundo, de 1989 a 2008.

Fonte: (EM-DAT, 2008).

A Ásia é o continente mais afetado por desastres naturais ao longo da história e o Brasil está entre os dez países mais afetados por desastres no mundo, segundo os critérios adotados pelo Centro de Pesquisa de Epidemiologia em Desastres (CRED) da Organização Mundial da Saúde (OMS), conforme *ranking* apresentado na Figura 2 (EM-DAT, 2008).

O EM-DAT classifica os desastres em duas categorias: naturais e tecnológicos. A categoria de desastres naturais é dividida em 5 sub-grupos que consideram os provocados por fenômenos geofísicos, climatológicos, hidrológicos, meteorológicos e biológicos abrangendo 12 tipos de desastres e mais de 30 sub-tipos². (EM-DAT, 2008), conforme tabela 1.

² Para mais detalhes da classificação consulte: <http://www.emdat.be/ExplanatoryNotes/classification>

Subgrupo	Definição	Tipo de ocorrência	Sub-tipo (exemplos)
Geofísico:	Provenientes de terra sólida	Abalo sísmico; Terremoto; Vulcão; Deslizamento (seco)	Terremoto Tsunami Erupção vulcânica; Queda de bloco/rocha Avalanche de neve Fluxo de detritos - <i>Lahar</i>
Meteorológico:	Causados por eventos atmosféricos de curta duração (de minutos a dias)	Tempestades	Tempestade tropical; Ciclone
Hidrológico:	Causados por desvios no ciclo da água normal e/ou transbordamento de corpos d'água	inundação, Deslizamento (molhado)	Alagamento Enchentes Inundações costeiras; Deslizamento de terra Subsidência
Climatológico:	Causados por eventos longa duração (variabilidade climática)	Temperaturas extremas, Seca	Onda de calor Onda de frio Incendios florestais
Biológico:	Causados por exposição a organismos vivos e substâncias tóxicas	Epidemia por exposição a substâncias tóxicas, Infestação de insetos, Debandada de animais	Doenças infecciosas Doenças parasitárias Infestação de gafanhotos

Tabela 1. Classificação de desastres naturais e seus subtipos, adaptado de EM-DAT, 2008

Para ser inserido nas estatísticas um evento deve contemplar ao menos um dos seguintes critérios:

- ✓ 10 ou mais pessoas mortas;
- ✓ 100 ou mais pessoas relataram afetados;
- ✓ declaração do estado de emergência;
- ✓ pedido de assistência internacional.

No continente asiático são registradas as maiores ocorrências, principalmente pelos desastres de origem geofísica (56%) seguidas de hidrológicos (41%), meteorológico (38%) e, por último os climatológicos (28%). As Américas são atingidas por 39% de desastres naturais provocados por fenômenos meteorológicos, 25% de geofísicos, 22% de hidrológicos e por último 13% de climatológicos. Para os demais continentes, apresenta-se na Figura 3 a sua distribuição (EM-DAT, 2008).

País	Tipo de desastre	Vítimas/ Pop. (%)	País	Tipo de desastre	Vítimas/ Pop. (%)
China		133.4	Djibouti		43.4
India		14.0	Tajiquistão		43.4
Estados Unidos		13.4	Somália		38.5
Tailândia		11.6	Eritréia		34.2
Filipinas		8.5	Antigua e Barbudas		30.7
Etiópia		6.5	Tailândia		17.3
Somália		3.4	Belize		15.0
Tajiquistão		2.8	Guyana		13.1
Mianmar		2.6	China		10.0
Brasil		1.8	Filipinas		9.4

Climatológico
 Geofísico
 Hidrológico
 Meteorológico

Figura 2. Ranking de países distribuídos por vítimas e tipo de desastres segundo EM-DAT, 2008.

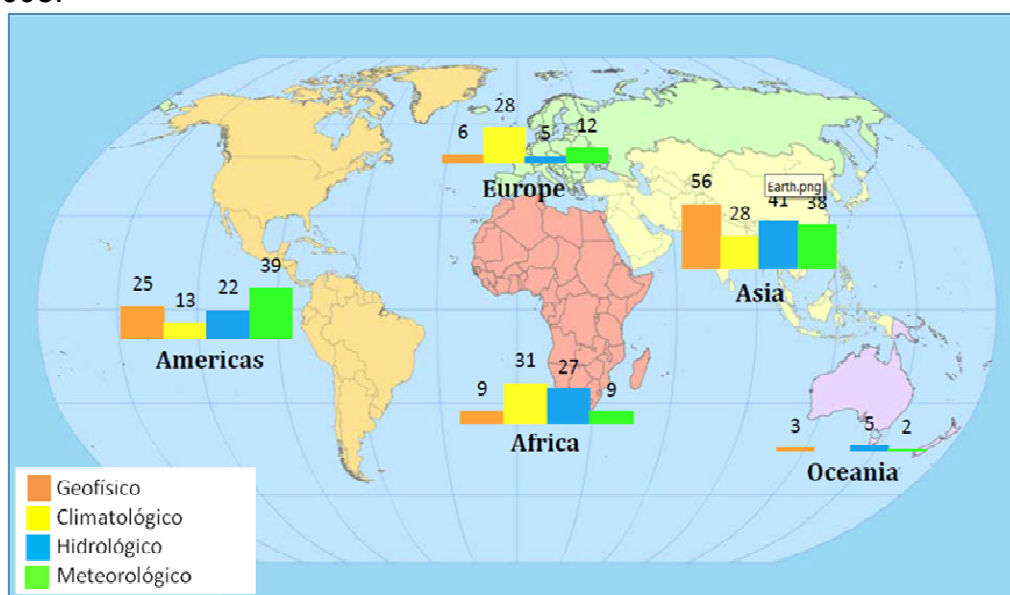


Figura 3. Percentual de desastres distribuídos por continente, segundo EM-DAT, 2008.

Os desastres naturais mais comuns no Brasil durante a década de 1991 a 2001 foram: estiagem 55,1%; secas 19,9%; enxurradas ou inundações bruscas 20,6%; enchentes ou inundações graduais 1,7%, vendavais ou tempestades 0,9%; vendavais muito intensos ou ciclones extratropicais 0,3%; incêndios florestais 0,4% além de granizos, alagamentos e outros 1,0% (GEO Brasil, 2002).

A realidade brasileira, nesse contexto, pode ser caracterizada pela frequência dos desastres naturais cíclicos, especialmente as inundações em todo o País, seca na região Nordeste e um crescente aumento dos desastres humanos ou antropogênicos (resultantes de ações ou omissões humanas e estão relacionados às atividades do homem como agente ou autor), devido às migrações internas e ao crescimento urbano desordenado e acelerado sem a disponibilidade dos serviços essenciais (Castro, 1999; Marcelino, 2008).

Existem diversas tipologias de desastres. Segundo a SEDEC (2004), os desastres classificam-se quanto à sua Intensidade, Evolução e Origem. Quanto à evolução, os desastres são classificados em:

- a) Desastres súbitos ou de evolução aguda: deslizamentos, enxurradas, vendavais, incêndios em instalações industriais e em edificações com grandes quantidades de usuários, abalos sísmicos, erupções vulcânicas e outros;
- b) Desastres de evolução crônica, ou graduais: seca, erosão, perda de solo agricultável, desertificação, salinização do solo e outros; e
- c) Desastres por somação de efeitos parciais: acidentes de trânsito, acidentes de trabalho, incremento da violência, tráfico de drogas, cólera, malária, síndrome da imunodeficiência adquirida.

Quanto à intensidade, os desastres são classificados como:

- a) Desastres de pequeno porte ou acidentes;
- b) Desastres de meio porte;
- c) Desastres de grande porte;
- d) Desastres de muito grande porte.

Quanto à origem ou causa primária do efeito causador, os desastres são classificados como:

- a) Naturais;
- b) Humanos ou antropogênicos;
- c) Mistos.

Os deslizamentos constituem-se num dos principais riscos geológicos do Brasil (Castro, 1998). O processo de crescimento urbano em áreas próximas às encostas, que são ocupadas pela população, promove alterações das características físicas do ambiente natural, a diminuição das áreas de vegetação, o acúmulo de lixo, drenagem muitas vezes inadequadas além de diversos outros fatores ampliando a possibilidade dessas ocorrências (Meis & Silva, 1968; Dias & Hermann, 2002).

Esses eventos são fenômenos que envolvem diversos parâmetros interrelacionados, seja de origem natural (chuva, topografia, litologia, características do solo, etc.) ou relacionados às atividades humanas (ocupação e uso do solo) o que tornam complexos os estudos e pesquisas relacionados ao tema.

2.1. Movimentos de Massa

Pode-se afirmar que um deslizamento é determinado por uma série de eventos com origem na formação da própria rocha e tem sua história geológica e geomorfológica como os movimentos tectônicos, intemperismo, erosão, ação antrópica, dentre outros. Esse processo é composto de diversas variáveis as quais atuam de forma interativa, não devendo ser analisadas de forma isolada sob o risco de inviabilizar as conclusões das observações. Citam-se como principais condicionantes dos movimentos de massa e processos correlatos na dinâmica ambiental brasileira: Clima e Vegetação; Geologia; Ação Antrópica e a Geomorfologia (Augusto Filho e Virgili, 1998; Guidicini e Nieble, 1976; Guidicini e Nieble, 1984; Fernandes e Amaral, 1996).

A definição do tipo de deslizamento é associada às características e condições locais onde são consideradas, por exemplo, a estrutura geológica, a declividade do terreno, a forma e orientação da vertente, a área de contribuição, a distribuição e intensidade da precipitação (Augusto Filho e Virgili, 1998; Fernandes e Amaral, 1996). Diversas

metodologias vêm sendo desenvolvidas visando à previsão dos movimentos de massa, a qual pode subsidiar os administradores públicos em atividades como a elaboração de planos de evacuação, elaboração de mapas de suscetibilidade, planejamento urbano e planejamento de traçado de rodovias, entre outros.

Devido a variedade de materiais, processos e fatores condicionantes e desencadeadores envolvidos na deflagração de um deslizamento, estes possuem diversas classificações que adotam como critérios de diferenciação o material mobilizado, a velocidade e o mecanismo do movimento, o modo de deformação da encosta, a geometria da massa movimentada e o presença de água, conforme representado na Figura 4 (Selby, 1993; Fernandes e Amaral, 1996; Guimarães et al, 2008).

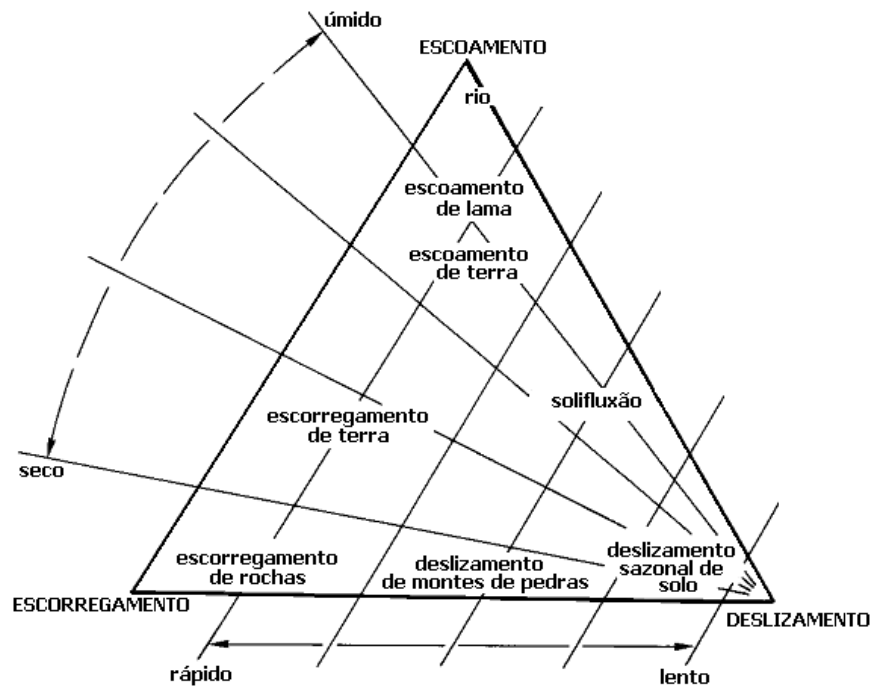


Figura 4. Classificação dos movimentos de massa de acordo com o grau de umidade e velocidade, adaptado de Summerfield, 1991.

Nas diferentes classificações, pode-se destacar as propostas por Sharpe (1938), Carson e Kirkby (1972), Varnes (1978) e Sassa (1989). No Brasil, destacam-se as desenvolvidas por Freire (1965), Guidicini e Neible (1984) e IPT (1991), que classificam os movimentos de massa em: queda de blocos, subsidências, escorregamentos (translacionais e rotacionais) e escoamentos (rastejos e corridas), conforme disposto na Tabela 2 (Fernandes e Amaral, 1996).

Freire (1965)	Guidicini e Nieble (1984)	IPT (1991)
Escoamentos: Rastejos e Corridas	Escoamentos: Rastejos e Corridas	Rastejos Corridas de Massa
Escorregamentos: Rotacionais Translacionais	Escorregamentos: Rotacionais, Transacionais, Quedas de Blocos e Quedas de Detritos	Escorregamentos Quedas/Tombamentos
Subsidências e Desabamentos	Subsidências: Subsidências, Recalques e Desabamentos Formas de Transição Movimentos Complexos	

Tabela 2. Comparação entre algumas propostas brasileiras de classificação dos movimentos de massa.

Neste trabalho será utilizada a classificação proposta por Guidicini & Nieble (1984), que de forma simplificada divide os movimentos de massa em escoamentos (rastejos e corridas), escorregamentos (rotacionais, translacionais, quedas de blocos e quedas de detritos), subsidências e movimentos complexos.

Os escorregamentos e as corridas de massa são os tipos de deslizamento mais freqüentes (Fernandes e Amaral, 1996; Borga et al, 1998; Guidicini & Nieble, 1984; IPT, 1991; Guimarães et. al, 2007). Na sua deflagração a chuva é considerada um importante fator, pois altera a estabilidade da encosta reduzindo a tensão cisalhante do solo e a tensão normal. (Guidicini & Nieble, 1984; IPT, 1991).

Os escorregamentos rotacionais possuem uma superfície de ruptura côncava, deslocando, de forma rotacional, grande quantidade de material (Guidicini; Nieble, 1984; IPT, 1991). Seu início, muitas vezes, pode ser associado ao desgaste natural da base da encosta ou a interferência antrópica, conforme representado na Figura 5, (disponível no g1.com.br).



Figura 5. Foto exemplificando escorregamento rotacional em no Rio de Janeiro, 2011.

O escorregamento translacional é caracterizado por ser de curta duração e apresentar ruptura plana e bem definida (Guidicini e Nieble, 1984; IPT, 1991). Esses movimentos ocorrem durante chuvas intensas, quando é elevada a poro-pressão em uma superfície de descontinuidade, conforme representação na Figura 6..



Figura 6. Foto exemplificando escorregamento translacional em Angra dos Reis/RJ.

A maioria desses fatores que contribuem para provocar escorregamentos pode ser reconhecida, caracterizada e até mapeada possibilitando entender como se dá os escorregamentos, os seus mecanismos deflagradores e compreender quando e onde eles ocorrem tornando as ferramentas de predição essenciais para a adoção de medidas preventivas, conforme demonstrado na Tabela 3 (Guidicini e Nieble, 1984; Fernandes e Amaral, 1996; Cruden e Varnes, 1996; Guimarães et al, 2003

Agentes geológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Materiais alterados, enfraquecidos ou intemperizados - Materiais cisalhados, fissurados ou fraturados (descontinuidades) - Contrastes de permeabilidade - Contrastes na espessura (material espesso e denso sobreposto a materiais plásticos)
Agentes morfológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Tectonismo ou vulcanismo - Qualquer tipo de erosão - Deposição no topo ou na base da encosta - Remoção da vegetação
Agentes físicos	<ul style="list-style-type: none"> - Chuva intensa ou excepcionalmente prolongada - Degelo repentino - Intemperismo por congelamento e degelo - Abalo sísmico - Erupção vulcânica - Intemperismo de material expansão
Agentes antrópicos	<ul style="list-style-type: none"> - Escavação de encosta ou da sua base (remoção do suporte) – urbanização - Sobrecarga no topo ou na encosta - Diminuição do nível dos reservatórios - Desmatamento - Irrigação - Mineração - Vibração artificial - Vazamentos

Tabela 3. Principais grupos de fatores que influenciam na ocorrência de escorregamentos, adaptado de Cruden e Varnes, 1996.

Considerando a Tabela 3, em relação ao meio físico encontrado no Brasil, pode-se dizer que os fatores físicos como a ocorrência de chuvas e os fatores antrópicos representados pelo processo de urbanização e desmatamento são os principais agentes causadores de escorregamentos.

2.2. Definição de estados prioritários baseado na ocorrência de movimentos de massa no Brasil

Em princípios de 1988, diversos deslizamentos ocorreram no Brasil, sendo os mais graves o de Petrópolis, com 171 óbitos, Rio de Janeiro com 53 óbitos e o litoral de São Paulo com 17 vítimas fatais, distribuídas entre Cubatão, Santos e Ubatuba (Macedo et al, 1998). Em 2003, segundo o Ministério das Cidades, deslizamentos foram identificados em oito estados brasileiros, sendo eles, Pernambuco, Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo e Santa Catarina, especialmente em suas regiões metropolitanas, conforme demonstrado na Figura 7.



Figura 7. Estados brasileiros com as mais numerosas e graves situações de risco associados a escorregamentos em áreas urbanas

Fonte: Cerri, 1993 in Brasil, 2007.

Em novembro de 2008, Santa Catarina foi atingida por um dos maiores desastres registrados no Estado provocados por inundações e deslizamentos em decorrência das chuvas frequentes que duraram cerca de três meses atingindo mais de 2 milhões

de pessoas e provocando 135 óbitos, sendo destes 97% por soterramento e aproximadamente 78 mil pessoas ficaram desabrigadas ou desalojadas em 63 municípios que decretaram situação de emergência e 14 em estado de calamidade pública, segundo a Defesa Civil do Estado (CEDEC-SC, 2009).

De acordo com o Ministério das Cidades (2004), os deslizamentos são um dos principais processos geradores de riscos sócio-ambientais no Brasil. No período de 1988 a 2003 ocorreram 1159 óbitos associados aos deslizamentos em diversos estados do Brasil, conforme registrado na Tabela 4.

UF	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2008	2010	2011	TT	
AL	21	12		1	4								5									43	
BA		31			11	4	14	54	33	10	4	15										176	
MG		3		4	48	5		21	9	28			10			26						154	
PE		8	10				11		50				8									87	
RJ	239	9	1		13	2	23	10	70	4	4	2	8	51	55	14						505	
SC			14					16												135	221	847	1233
SP	16	22		6	6	6	2	18	27	5	6	14	27		2	7	30	9				203	
Total	276	85	25	11	82	17	50	119	189	47	14	31	58	51	57	47						2401	

Tabela 4. Número de óbitos por deslizamentos, Brasil, 1988 a 2003 (Fonte: Ministério das Cidades, 2004).

O Estado do Rio de Janeiro é frequentemente atingido por desastres de origem natural, principalmente as inundações e os deslizamentos. Vale destacar, como mais o evento que atingiu Angra dos Reis, conforme representação dos deslizamentos nas Figuras 8 e 9. Conforme informações da Defesa Civil municipal, sete anos após o desastre ocorrido em 2002, que causou mortes e prejuízos, Angra dos Reis sofreu novamente em 2010 a sua segunda ocorrência de grande proporção. Do dia 30 de dezembro de 2009 até o dia 1º de janeiro de 2010 as chuvas ocasionaram, simultaneamente, dois grandes escorregamentos de terras, causando 53 mortes, mais de 4.500 pessoas desalojadas e aproximadamente 1.000 desabrigados. No desastre de 9 de dezembro 2002, o volume de água sobre essa região ocasionou o deslocamento de grandes blocos de rocha de aproximadamente 20 toneladas e árvores de grande porte que provocaram 40 vítimas fatais.



Figura 8. Deslizamentos ocorridos na Enseada do Bananal, Angra dos Reis/RJ, 2010 - Secretaria Municipal de Defesa Civil de Angra dos Reis



Figura 9. Deslizamentos em Angra dos Reis/RJ, 2002 - Secretaria Municipal de Defesa Civil de Angra dos Reis.

2.3. Investigação e previsão de áreas instáveis

A partir da década de 60, os estudos sobre deslizamento foram intensificados no Brasil, principalmente, como citado anteriormente, pela repercussão e os impactos das chuvas que atingiram o Rio de Janeiro em 1966 e 1967 (Meis & Silva, 1968, Barata, 1969; Costa Nunes, 1969; Jones, 1973, GEO-RIO, 2000). Entender a questão da previsão da ocorrência de movimentos de massa assume importância crescente que pode ser observada pelo interesse dos pesquisadores em conhecer melhor o tema.

Para entender o funcionamento do processo de movimentos de massa, buscando uma investigação e previsão de áreas instáveis e sujeitas à ocorrência desses fenômenos, diversos trabalhos têm promovido a análise de situações no Brasil, principalmente no Rio de Janeiro, Recife, Minas Gerais, Bahia e Santa Catarina (Meis & Silva, 1968; Wolle & Carvalho, 1989; Barroso & Barroso, 1996; Fernandes et al, 2001; Guerra, 2001; Gonçalves & Guerra, 2001; Dias & Herrmann, 2002; Ramos et al, 2003; Macedo et al, 2004; Fernandes et al, 2004; Gomes et al, 2004; Redivo et. 2004; Ahrendt, 2005; Carvalho Júnior et al, 2005; Gomes et al, 2008; Guimarães et. al, 2009).

Esses trabalhos buscaram analisar e determinar os fatores que influenciam a distribuição dos movimentos de massa, a descrição de aspectos geológicos, geomorfológicos e geotécnicos em encostas, o uso de geotecnologias para a determinação de áreas susceptíveis aos deslizamentos, a aplicação de modelos matemáticos para a identificação de áreas susceptíveis a elaboração de planos preventivos, dentre outros.

Além da identificação de áreas susceptíveis, foi estudada também a sua combinação, por meio de modelo empírico, dimensão, trajetória e área de deposição dos detritos ou massa (Gomes et. al, 2008).

Como resultados esses estudos possibilitaram aprofundar o conhecimento sobre os aspectos condicionantes e deflagradores dos deslizamentos e, ampliar a discussão sobre a utilização de ferramentas de identificação de áreas susceptíveis possibilitando a predição da ocorrência desses eventos e, com isso, o fortalecimento de ações preventivas que pode minimizar os impactos desses eventos no País. Considerando

ainda que, muitas vezes, o impacto de um deslizamento se dá, não no local de ruptura da encosta, e sim no percurso pelo qual passa o fluxo de detritos ou massa, devido à ocupação antrópica na vertente da encosta, conhecer essa trajetória apresenta-se como um direcionamento na definição de áreas prioritárias para os sistemas de alerta de risco.

2.4. A Gestão de Risco de Desastres

Importante destacar que, risco é considerado a medida de danos potenciais expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e intensidade de um evento. Já gestão de risco são as atividades desenvolvidas por instituições governamentais e não governamentais, sociedades e comunidades para implementar políticas e estratégias visando fortalecer sua capacidade para reduzir o impacto dos desastres (NARVÁEZ, et.al, 2009; Lavell, 2003).

O gerenciamento de risco é um conceito amplo aplicado em diversas áreas do conhecimento. Os riscos foram, inicialmente, concebidos como a possibilidade de que ocorram processos ou circunstâncias adversas que possam acarretar danos (NARVÁEZ, et.al, 2009; Lavell, 2003). Na década de 1980, começaram a surgir, nas áreas das ciências sociais, enfoques mais críticos, por meio de estudos em que os riscos foram trazidos para uma abordagem de cunho social e não apenas físico onde os riscos ambientais começaram a ser considerados como chaves para a compreensão das características, das transformações e dos limites da relação entre o homem e o meio em que vive (EIRD, 2004).

A Conferência das Nações Unidas no Rio de Janeiro (ECO-92), em 1992, trouxe uma mudança significativa na abordagem dos riscos, no sentido em que o conceito de sustentabilidade permitiu a reorientação da abordagem de problemas como os da contaminação, dos desastres ambientais e os da pobreza. Eles passaram a ser vinculados à questão do crescimento econômico e do desenvolvimento, como forma de tentar reverter a deterioração dos recursos naturais e a perda de biodiversidade. Na conferência, a comunidade internacional expressou o desejo de mudança nos padrões do crescimento global, com o compromisso de incorporação do conceito do

desenvolvimento sustentável nas políticas nacionais e nos processos de cooperação internacional.

Como reflexo da crescente preocupação internacional com o tema, a ONU declarou o decênio de 1990 como a Década Internacional para a Redução dos Desastres Naturais. E em virtude da identificação das relações entre os desastres ambientais e o nível de desenvolvimento dos países, o Banco Mundial promoveu, ainda em 1990, uma reunião em que se consolidou a noção de que as condições de pobreza dos países em desenvolvimento contribuem, sobremaneira, para o aumento de vítimas dos desastres de origem natural. Concluída em 2000, a Década Internacional para a Redução dos Desastres Naturais, a ONU criou um Secretariado Permanente tendo em vista impulsionar uma estratégia internacional para a redução dos desastres (ONU BRASIL, 2010).

Para isso, a idéia de gestão de risco no âmbito das políticas públicas ganhou mais espaço e foi fortalecida. Cabe reforçar que entende-se por risco uma probabilidade de consequências prejudiciais ou perdas esperadas (mortes, lesões, propriedades, meios de subsistência, interrupção de atividades econômicas ou deterioramento ambiental), resultado de interações entre ameaças ou perigos e as condições de vulnerabilidade de uma determinada localidade (EIRD, 2008). Logo, o risco pode ser determinado por uma equação que tenham a ameaça/perigo e a vulnerabilidade como variáveis principais, conforme exemplificado na Figura 10 (Marcelino, 2008).

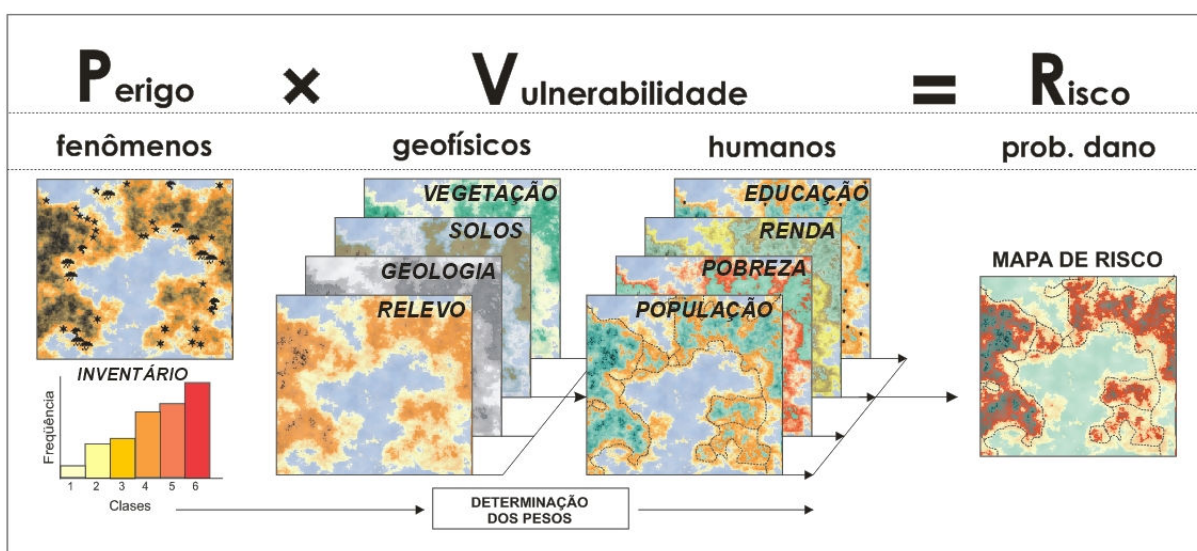


Figura 10. Parâmetros que envolvem uma análise de risco.

De acordo com a Estratégia Internacional de Redução de Desastres (EIRD), a gestão do risco de desastres traz uma concepção que integra o processo de planejamento, organização, implementação e controle dirigido à sua redução, ao gerenciamento do desastre e a recuperação dos seus efeitos, contemplando em todo o ciclo do desastre com ações voltadas para a redução do risco, o manejo do desastre e a recuperação dos seus efeitos, conforme demonstrado na Figura 11.



Figura 11. Organograma das fases da gestão do risco de desastres, adaptado de NARVÁEZ et al, 2009.

2.4.1. Redução do risco

As atividades realizadas nesta área destinam-se a eliminar ou reduzir o risco, de maneira que se possa reduzir o impacto dos desastres. O tema deve ser abordado intersetorialmente e de uma maneira pró-ativa e integral. Nesta fase podem-se distinguir três componentes (EIRD, 2008):

- a) *Prevenção*: compreende as ações destinadas a eliminar ou reduzir o risco, evitando a apresentação do evento ou impedindo os danos, por exemplo, evitar ou limitar a exposição das pessoas à ameaça. É difícil implementar medidas que neutralizem completamente um risco, sobretudo se é uma ameaça de origem natural de ocorrência de forma brusca, como um furacão ou um terremoto. A prevenção adquire sua maior importância e máxima aplicação nos processos de desenvolvimento futuro, quando se planeja, por exemplo, a construção de edificações incluindo o conceito de prevenção como uma variável a mais nos critérios de tomada de decisão.
- b) *Mitigação*: é o conjunto de ações destinadas a reduzir os efeitos gerados pela apresentação de um evento. Sua implementação tem como objetivo diminuir a

magnitude do evento e, conseqüentemente reduzir ao máximo os danos. Algumas de suas atividades são: a instrumentação e a investigação de fenômenos potencialmente perigosos, a identificação de áreas de risco e da população exposta, a elaboração de normas sobre o manejo dos recursos naturais, códigos de construção e a implementação de medidas para reforçar as estruturas e melhorar a proteção das edificações.

- c) *Preparação*: é o conjunto de medidas e ações encaminhadas a reduzir ao mínimo as perdas de vidas humanas e outros danos. Compreende atividades de desenvolvimento de planos de contingência ou de procedimentos segundo a natureza do risco e seu grau de afetação, bem como acompanhar a elaboração de planos para a busca, o resgate, o socorro e a assistência às vítimas.

2.4.2. Gerenciamento dos Desastres

Nesta etapa se prevê a melhor forma de enfrentar o impacto dos desastres e seus efeitos; engloba também a execução daquelas ações necessárias para uma resposta oportuna. Contempla dois componentes, a saber (EIRD, 2008):

- a) *Alerta*: é o estado gerado pela declaração formal da apresentação iminente de um desastre pela Meteorologia. Não somente se divulga a proximidade do desastre, mas também se desencadeiam as ações de preparação do setor saúde. As comunidades podem estabelecer redes locais de comunicação entre instituições que permitam alertar a população antes da ocorrência de um evento adverso. É importante que o setor saúde faça parte desta rede de comunicação para contar com a informação oportuna e oferecer atenção de forma imediata.
- b) *Resposta*: compreende as ações preparadas antes de um evento adverso e que tem por objetivo salvar vidas, reduzir o sofrimento humano e diminuir as perdas materiais. Alguns exemplos de atividades típicas dessa etapa são a busca e resgate das pessoas afetadas, a assistência médica, o abrigo temporário, distribuição da água de consumo humano, de alimentos, de roupas e a avaliação dos danos.

2.4.3. Recuperação dos efeitos

Nesta etapa implantam-se as medidas que iniciam o processo de restabelecimento das condições de vida da comunidade afetada. Engloba dois grandes aspectos, um que tende a restabelecer os serviços básicos indispensáveis, entre eles: o abastecimento da água e esgotamento sanitário, a energia elétrica, o sistema de comunicação, num curto prazo e de forma transitória, e no segundo momento, direcionam-se as soluções permanentes e de longo prazo. A recuperação é uma oportunidade para desenvolver e aplicar as medidas de redução de risco de desastres futuros (EIRD, 2008). Nesta etapa identificam-se dois componentes:

- a) Reabilitação: compreende o período de transição que se inicia ao final da resposta. Nesta fase, por exemplo, os serviços de saúde e de saneamento que forem atingidos devem ser reiniciado o seu funcionamento ou reconstruídos para continuar a prestar assistência aos afetados;
- b) Reconstrução: é o processo de reparação da infra-estrutura física e do funcionamento definitivo dos serviços da comunidade.

2.5. As chuvas e sua influência sobre os movimentos de massa

A relação entre os índices pluviométricos e os deslizamentos é encontrada em diversos estudos que analisam a influência da chuva em processos deflagradores de movimentos de massa (Guidicini e Iwasa, 1976; Tatizana et. al, 1987). De acordo com esses estudos, as chuvas possuem relação direta com a dinâmica das águas de superfície e subsuperfície e, portanto, influenciam a deflagração dos processos de instabilização de taludes e encostas (Augusto & Virgili, 1998).

A precipitação pode acarretar erosão intensa e deslizamento, muitas vezes de caráter desastroso, onde quase todos os episódios registrados estão associados às intensas precipitações. No entanto, nem toda chuva intensa é a única responsável por um deslizamento que pode ser provocado também pela baixa capacidade de retenção de água do solo, fatores topográficos e geomorfológicos da região, ocupação desordenada do solo e a ausência de vegetação (Guidicini e Nieble, 1984).

Existe uma correlação onde o deslizamento é associado ao registro pluviométrico diário elevado (Pichler, 1957; Barata, 1969; Vargas, 1970; Nunes, 1969). Além da ocorrência das chuvas, são decisivos para a ocorrência dos movimentos de massa,

os seguintes critérios de análise: intensidade de períodos de tempestade, quantidade de água acumulada antes e depois da tempestade e duração das chuvas. Afirma-se, também, que existe um valor limite para cada região, acima do qual surgirá a desestabilização dos taludes (Nielsen e Turner, 1975).

O monitoramento dos processos hidrológicos torna-se fundamental para compreender os mecanismos detonadores dos movimentos de massa em encostas (Fernandes et al, 2001). Estudos que procuram relacionar a precipitação aos deslizamentos são encontrados para diversas regiões do Brasil (Barata, 1969; Guidicini e Iwasa, 1976; Tatizana et. al, 1987; Fernandes e Amaral, 1996).

As chuvas intensas são responsáveis pela saturação do solo e com o solo saturado, chuvas com menor intensidade provocam deslizamento. Assim, cada região pode possuir um valor limite para dar início ao deslizamento (Nielsen e Turner, 1975).

2.5.1. As chuvas no Brasil

O comportamento das chuvas é associado às normais climatológicas, que descrevem características gerais de uma região em termos de temperatura, umidade relativa, insolação, nebulosidade, vento e precipitação pluviométrica. São obtidas por meio do cálculo das médias de parâmetros meteorológicos, obedecendo a critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Essas médias referem-se a períodos padronizados de 30 (trinta) anos, sucessivamente, de 1901 a 1930, 1931 a 1960 e 1961 a 1990. Como, no Brasil, somente a partir de 1910 a atividade de observação meteorológica passou a ser feita de forma sistemática, o primeiro período padrão possível de ser calculado foi o de 1931 a 1960 (Brasil, 1992). No Brasil, as normais climatológicas são disponibilizadas em valores médios mensais e anuais, por estação meteorológica, pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Apresenta, para o Brasil, no período de 1961 a 1990, uma variação na precipitação acumulada de 450mm até 3450mm e acumulados mensais destacando-se os meses de janeiro a abril com maior acúmulo de chuvas e os meses de junho a setembro como os mais secos, conforme figuras 12, 13 e 14. (INMET, 2010).

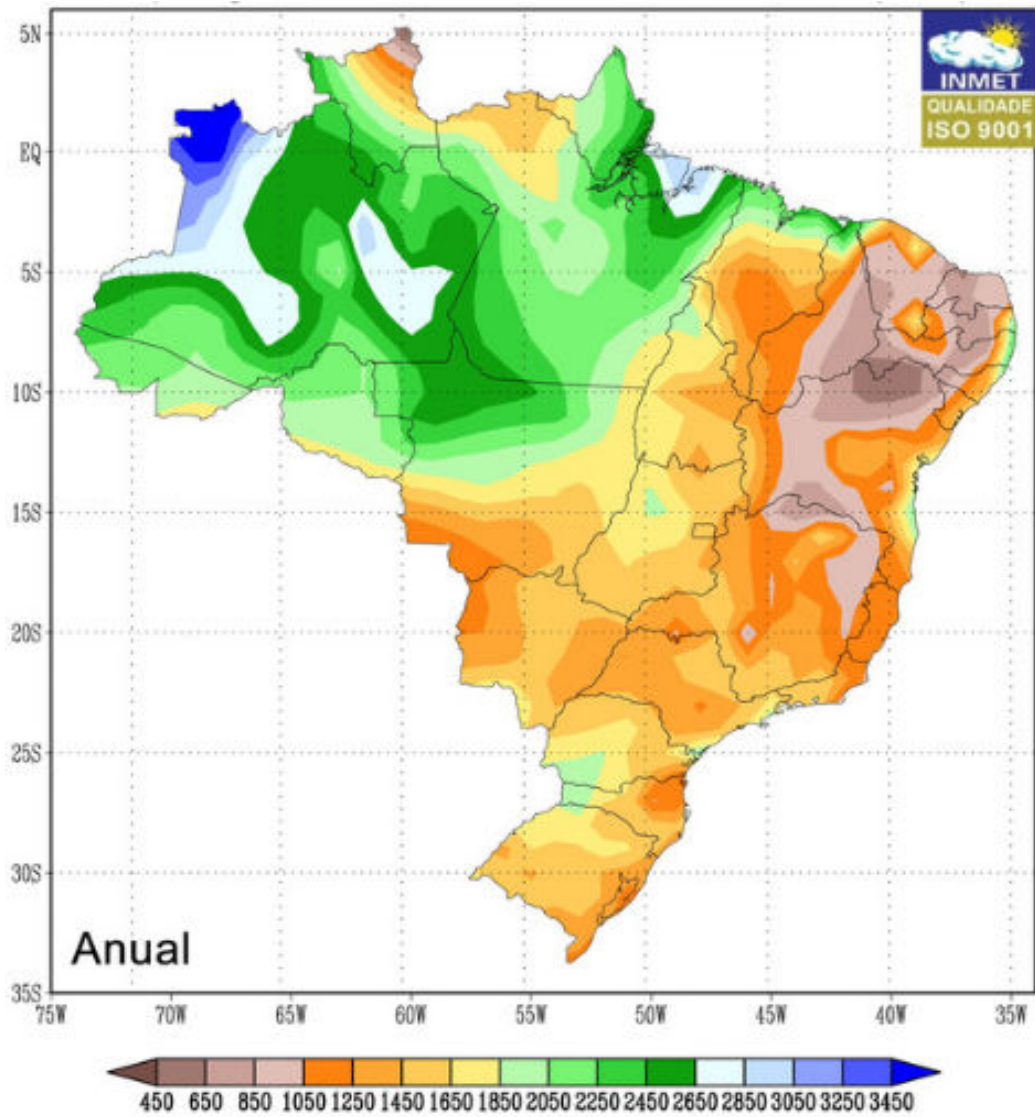


Figura 12. Normais climatológicas do Brasil, 1961-1990 – Precipitação acumulada anual em milímetros.

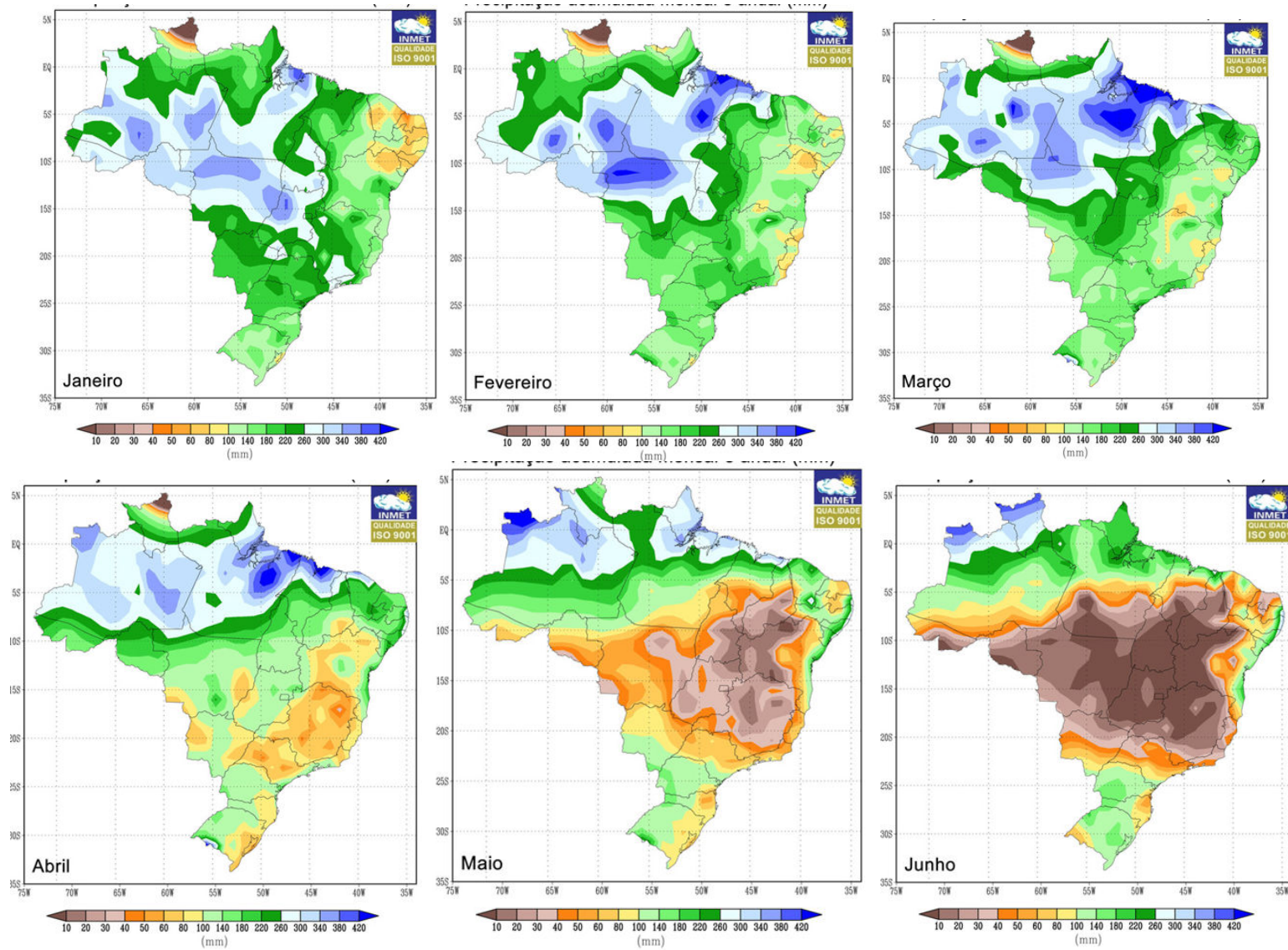


Figura 13. Normais climatológicas do Brasil, 1961-1990 – Precipitação acumulada mensal em milímetros, janeiro a junho.

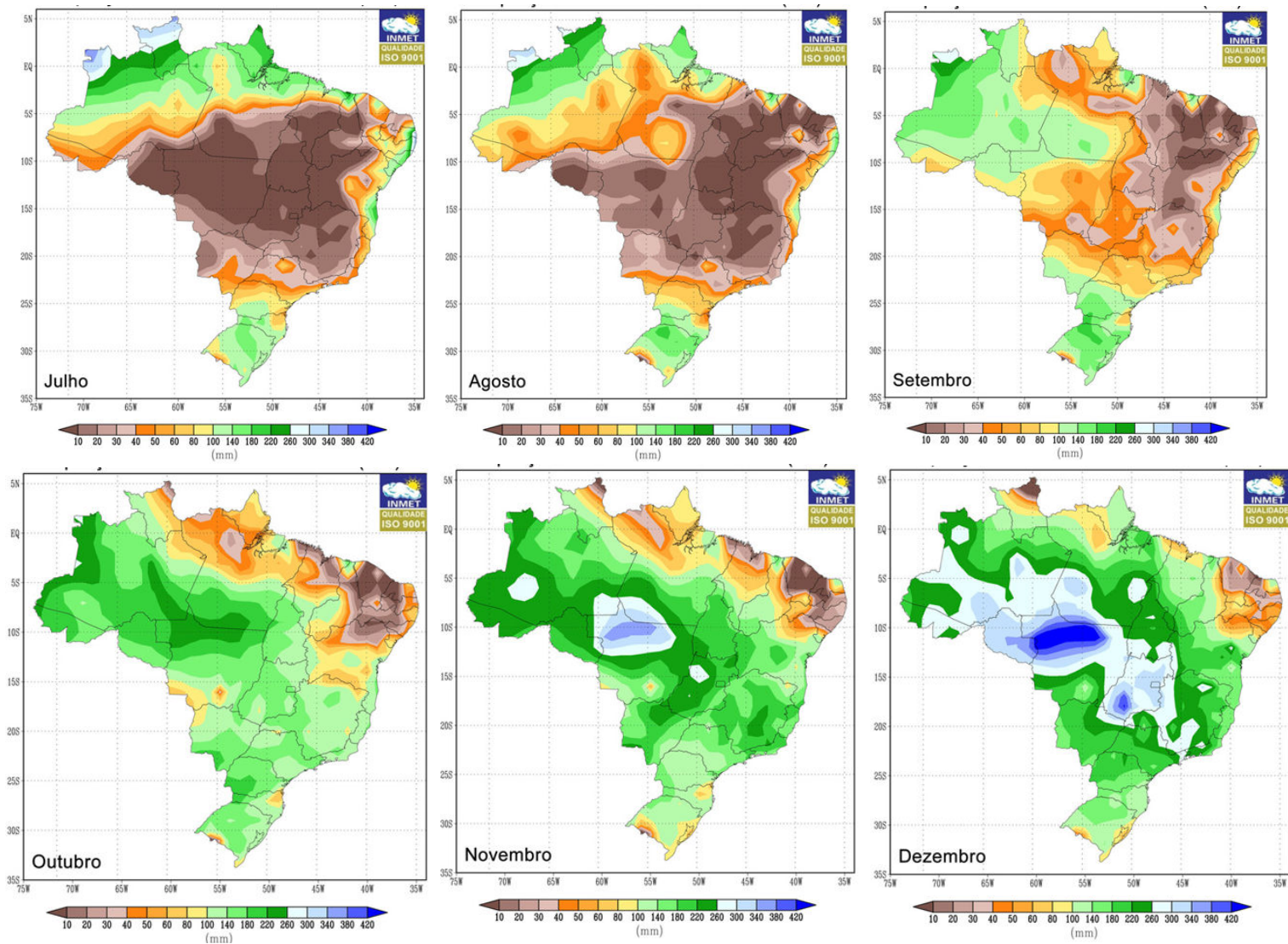


Figura 14. Normais climatológicas do Brasil, 1961-1990 – Precipitação acumulada mensal em milímetros, julho a dezembro.

2.6. Previsão de escorregamentos

Com o desenvolvimento dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) passou a existir uma quantidade maior de métodos que buscam identificar áreas suscetíveis a movimentos de massa na paisagem. Tais ambientes possibilitam correlacionar e sistematizar dados em diferentes escalas de trabalho, resultando em mapas de susceptibilidade a partir de abordagens diferentes (Van Westen, 1993; Alexander, 2008)

Tipo de análise de perigo a escorregamento	Característica principal
Análise de Distribuição	Método direto - mapeamento das feições do deslizamento em um mapa que dá informações apenas daqueles locais onde os escorregamentos ocorreram no passado (inventário de escorregamentos)
Análise Qualitativa	Método direto ou semi-direto - em que o mapa geomorfológico é renumerado para um mapa de perigo, ou diversos mapas são combinados em um único mapa usando a regra de decisão subjetiva, baseado sobre a experiência do pesquisador.
Análise Estatística	Método indireto - onde as análises estatísticas são usadas para obter uma previsão do perigo ao deslizamento a partir de um número de mapas de parâmetro.
Análise Determinística	Método indireto - são aqueles em que os mapas de parâmetros são combinados por meio do cálculo de estabilidade da vertente.
Análise de Frequência de escorregamento	Método indireto - são aqueles onde os registro de terremotos e/ou chuvas ou modelos hidrológicos são usados para correlacionar com datas de escorregamentos conhecidas, para obter valores de entrada com uma certa frequência.
Análise Heurística	Método direto ou semi-direto - onde fundamenta se sobre o peso atribuído por julgamento, permitindo realizar combinações de mapas.

Tabela 5. Síntese dos métodos de análise e previsão de escorregamentos, adaptado de Van Westen, 1993.

Com o desenvolvimento dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) passou a existir uma quantidade maior de métodos que buscam identificar áreas suscetíveis a movimentos de massa na paisagem. Tais ambientes possibilitam correlacionar e sistematizar dados em diferentes escalas de trabalho, resultando em mapas de susceptibilidade a partir de abordagens diferentes (Van Westen, 1993; Alexander, 2008)

O conhecimento da distribuição de cicatrizes de deslizamentos anteriores pode subsidiar estudos de predição de novos deslizamentos, uma vez que possibilita comparar os mapas de susceptibilidade com fatos ocorridos anteriormente. Esse método é definido como análise da distribuição no campo. Além desse, mais três procedimentos se destacam: a análise baseada em mapeamentos geomorfológicos e/ou geotécnicos; a aplicação de modelos de base estatísticas; e a aplicação de modelos matemáticos (Montgomery e Dietrich, 1994; Fernandes et al., 2001).

Os modelos matemáticos procuram reproduzir os sistemas ambientais em sistemas de informações geográficas (SIG), com base em equações matemáticas que buscam reproduzir o comportamento dos processos que influenciam os deslizamentos (Christofolletti, 1999).

Todos os modelos possuem limitações e a sua utilização deve levar em consideram as características dos locais estudados.

2.6.1. O modelo de estabilidade de encosta

A estabilidade de uma encosta pode ser expressada por meio da razão entre as tensões responsáveis pelo seu equilíbrio e as tensões responsáveis pela desestabilização. Esta análise é considerada pelo plano infinito do solo sobre um plano inclinado através de um contato abrupto, levando em consideração as tensões cisalhante e normal. A tensão vertical (V) pode ser decomposta em duas componentes agindo em ângulos retos entre si (S) e (N). A amplitude relativa de (N) e de (S) dependem de A , conforme representado na Figura 15.

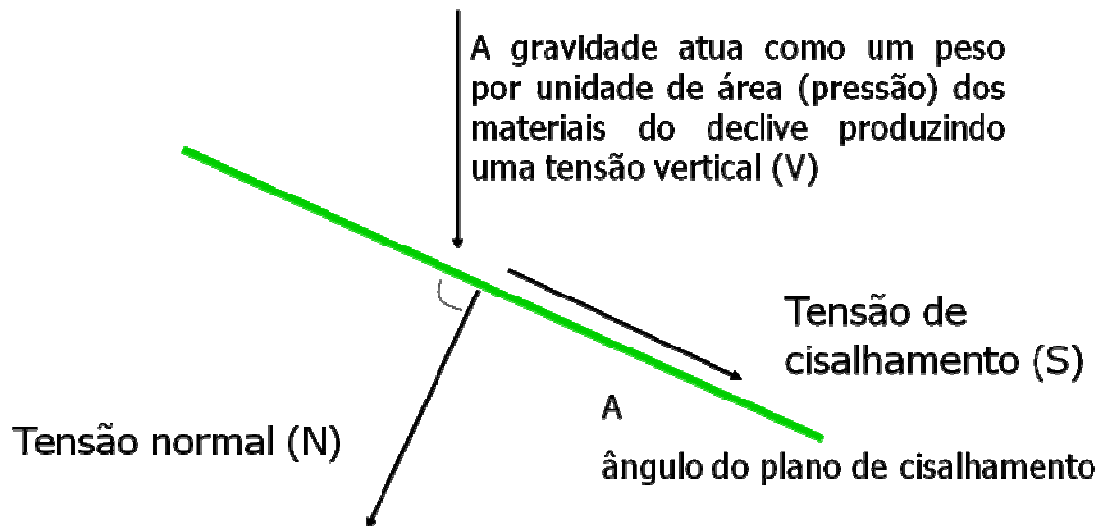


Figura 15. Representação dos efeitos da gravidade sobre o declive, adaptado de Crozier, 1986.

Na análise de previsão são utilizados modelos de estabilidade de encostas para calcular o fator de segurança dos taludes (Selby, 1993; Guimarães et al., 2008), que representa a relação entre as forças de resistência e as que favorecem a ocorrência do deslocamento do material em uma encosta. As análises de talude infinito têm sido amplamente aplicadas em investigações de estabilidade de encostas naturais, particularmente nas quais a espessura do manto do solo é muito menor que a do comprimento da encosta e o plano de ruptura é aproximadamente paralelos à superfície da encosta (Guimarães et al., 2008).

Muitos são os modelos preditivos desenvolvidos no intuito de prever a susceptibilidade da ocorrência de escorregamentos. Como exemplo, destacam-se o SHALSTAB (Montgomery & Dietrich 1994), SINMAP (Pack *et al.* 1998), TRIGRS (Baum et al. 2002), entre outros, que são modelos matemáticos que utilizam bases físicas, produzindo mapas a partir de equações que simulam os mecanismos deflagradores de deslizamento (Guimarães et al, 2009). Cada modelo citado anteriormente trabalha no sentido de ter como resultado um mapa de susceptibilidade de uma determinada área, considerando seus parâmetros topográficos e os fatores de propriedades dos solos, dentre outros.

Na definição dos parâmetros de solo, pode ser utilizada a determinação indireta, conforme estudo realizado no Rio de Janeiro (Guimarães *et al.*, 2003), em que foram realizadas 125 combinações de diferentes valores de coesão, espessura do solo,

ângulo de atrito e densidade do solo e, para a validação dos resultados, foram utilizados testes de campo e de laboratório além da associação ao mapa de cicatrizes dos escorregamentos ocorridos em fevereiro de 1996. A partir da comparação dos 125 mapeamentos das áreas susceptíveis de escorregamentos com o mapa de cicatrizes foi definido um ranking por ordem de desempenho de cada modelo e apontado que poderiam ser utilizados em regiões com condições similares às da Serra do Mar (Guimarães *et al*,2009).

2.6.2. Modelo SHALSTAB (modelo hidrológico e de estabilidade de encostas)

O modelo SHALSTAB (Shallow Stability) é uma metodologia, desenvolvida por Montgomery & Dietrich (1994), de predição de escorregamentos rasos, baseada na modelagem matemática em ambiente Sistema de Informações Geográficas (SIG), utilizando-se de Modelos Digitais de Terrenos (MDT) acoplados a uma combinação de um modelo hidrológico com um modelo de estabilidade de encostas.

Em termos gerais, o modelo SHALSTAB analisa, para cada célula dentro de um *grid* obtido a partir de um modelo digital de terreno, o resultado da combinação de um módulo hidrológico com um modelo de estabilidade. O primeiro módulo, baseado nos estudos pioneiros de Beven & Kirkby (1979) e O'Loughlin (1986), modela o balanço entre a concentração e a transmissão da água no solo caracterizando, em última análise, os locais na paisagem que estarão submetidos à saturação. O segundo módulo, baseado no clássico modelo de talude infinito simula a estabilidade de uma porção de solo situada diretamente sobre embasamento rochoso. Nas análises desses dois módulos são incorporados parâmetros topográficos (declividade, área de contribuição), estes obtidos a partir de um modelo digital de terreno; climáticos (precipitação); além de diversas propriedades do solo (espessura, condutividade hidráulica saturada, densidade, coesão e ângulo de atrito, conforme representação na Figura 16.

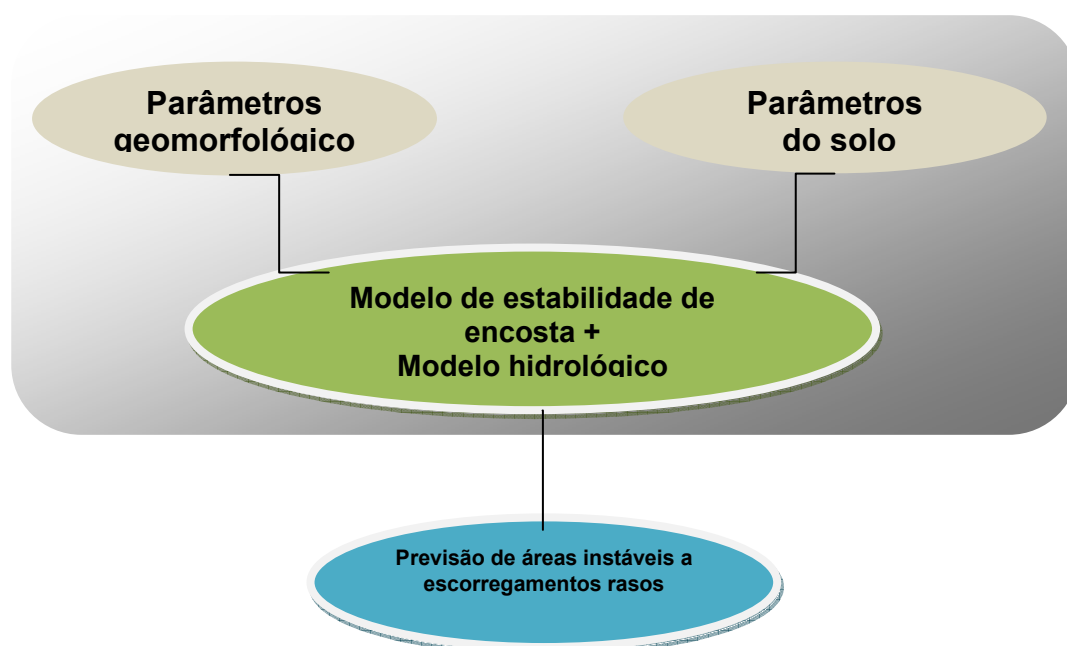


Figura 16. Fluxograma de funcionamento modelo Shalstab
 Fonte: Adaptado de Guimarães et al., 2008.

Conforme demonstrado na Figura 16, é necessário inicialmente obter o modelo digital de terreno da área a ser estudada para a geração dos parâmetros geomorfológicos (área de contribuição e declividade). Exemplos de aplicação desse modelo no Brasil estão disponíveis em trabalhos como os realizados nas Bacias dos rios Quitite e Papagaio, na cidade do Rio de Janeiro; Bairro do subúrbio ferroviário de Salvador, na Bahia; Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais; Estrada Rio-Teresópolis, em Magé, Rio de Janeiro (Ramos et al., 2003; Guimarães et al., 2003; Carvalho Júnior et al., 2005; Gomes et al., 2008).

3. ÁREA EM ESTUDO

A área de estudo para este trabalho é a Ilha de Vitória, localizada no Município de Vitória, que se localiza no Estado do Espírito Santo na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), conforme figura 17.

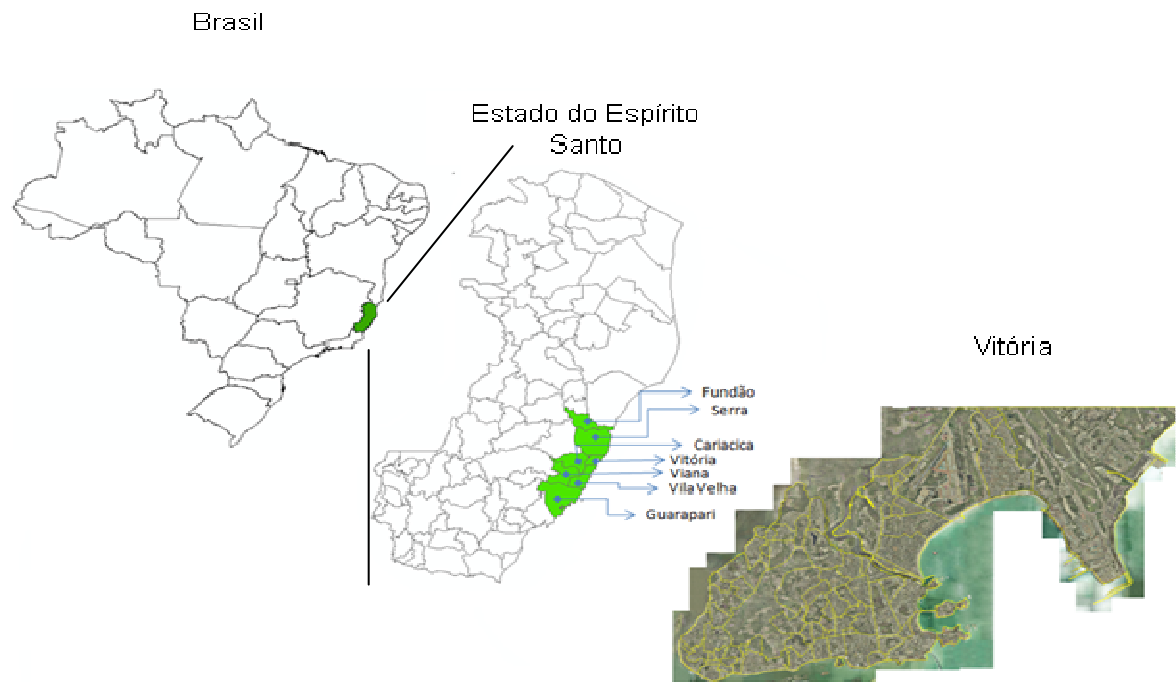


Figura 17. Localização da área de estudo

3.1. Caracterização geral da Região Metropolitana da Grande Vitória e do Município de Vitória

A Região Metropolitana da Grande Vitória possui uma área é de 2.331km², que corresponde a 5,05% do território do Espírito Santo, e foi oficialmente criada pela Lei Complementar n° 58 de 1995, integrando os municípios de Vitória, Cariacica, Serra, Viana e Vila Velha. Posteriormente, foram incorporados Guarapari (LC n° 159/1999) e Fundão (LC 204/2001) e instituído o atual sistema gestor, por meio das Leis Complementares n° 318 e n° 325, ambas de 2005 (IJSN, 2009).

Seu relevo é fortemente montanhoso e possui superfícies escarpadas com médias a grandes amplitudes altimétricas dividindo-se em seis classes de declividade: relevo plano (0-3%), relevo suavemente ondulado (3-8%), relevo ondulado (8-20%), relevo fortemente ondulado (20-45%), relevo montanhoso (45-75%), relevo fortemente montanhoso (>75%) (Embrapa, 1979).

A sua constituição geológica pode ser simplificada em três domínios básicos de aspectos morfológico-estruturais: os terrenos do complexo cristalino pré-cambriano, os depósitos arenosos correspondentes à formação barreiras e os sedimentares quaternários.

As formações cristalinas da zona serrana apresentam topografia acidentada com variações morfológicas que vão desde a Serra do Mar, alguns prolongamentos formando blocos montanhosos isolados, conjuntos intermediários entre o planalto e a serra, e os afloramentos rochosos isolados na orla ou mesmo cercados pelo mar, compondo a paisagem de morros e ilhas da Baía de Vitória (IJSN, 2009).

Os tabuleiros são quase planos, que se estendem desde as formações cristalinas até o mar. As regiões costeiras compreendem feições morfológicas como dunas, estuários, baías e recifes. Afloramentos rochosos ou argilosos esporádicos constituem os morros isolados e o próprio arquipélago de Vitória. Junto à orla correm faixas arenosas de restinga, que formam as praias (IJSN, 2009)..

Na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) há o predomínio de duas classes de solos na bacia sendo a primeira o Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e/ou álicos, encontradas principalmente nos planaltos dissecados desde o plano e suave ondulado até montanhoso. A segunda classe é o Argissolo (Podzólico) Vermelho-Amarelo ocorrendo desde relevo plano e suave ondulado até o forte ondulado e montanhoso, com predominância do último. Outros solos que ocorrem em menor proporção são: Latossolo Ácrico, Cambissolo, Neossolo Litólico e Neossolo Regolítico. (EMBRAPA,1999)

O município de Vitória está localizado entre as coordenadas geográficas 20°14'22" e 20°19'48" latitude Sul e 40°12'47" e 40°22'02" longitude Oeste, com uma área de 99 km² e 325.453 habitantes. Originalmente era formado por 50 ilhas que passaram por processos de aterramento ao longo do tempo e foram agregadas à ilha maior resultando em 34 ilhas e uma parte continental, conforme, figura 18 (IJSN, 2008).

Neste município, a Ilha de Vitória é a porção insular de maior extensão e onde se concentra a maior parte da população do município e as maiores altitudes. O aumento populacional de Vitória ocorreu entre as décadas de 60 e 70, devido à transferência da base econômica, essencialmente cafeeira, para a atividade industrial e esse aumento culminou, em muitos casos, na ocupação desordenada do solo, inclusive em encostas, ampliando o risco de deslizamentos (IJSN, 2008).



Figura 18. Representação do Município de Vitória

O clima da área é classificado como tropical úmido, com maior quantidade de chuvas entre os meses de outubro a março (primavera e verão) e um período seco entre abril e setembro (outono e inverno). A temperatura média anual é de 22°C, com máximas entre 28°C e 30°C, e mínimas em torno de 15°C, conforme figuras 19 (Nimer 1989; INCAPER, 2010).

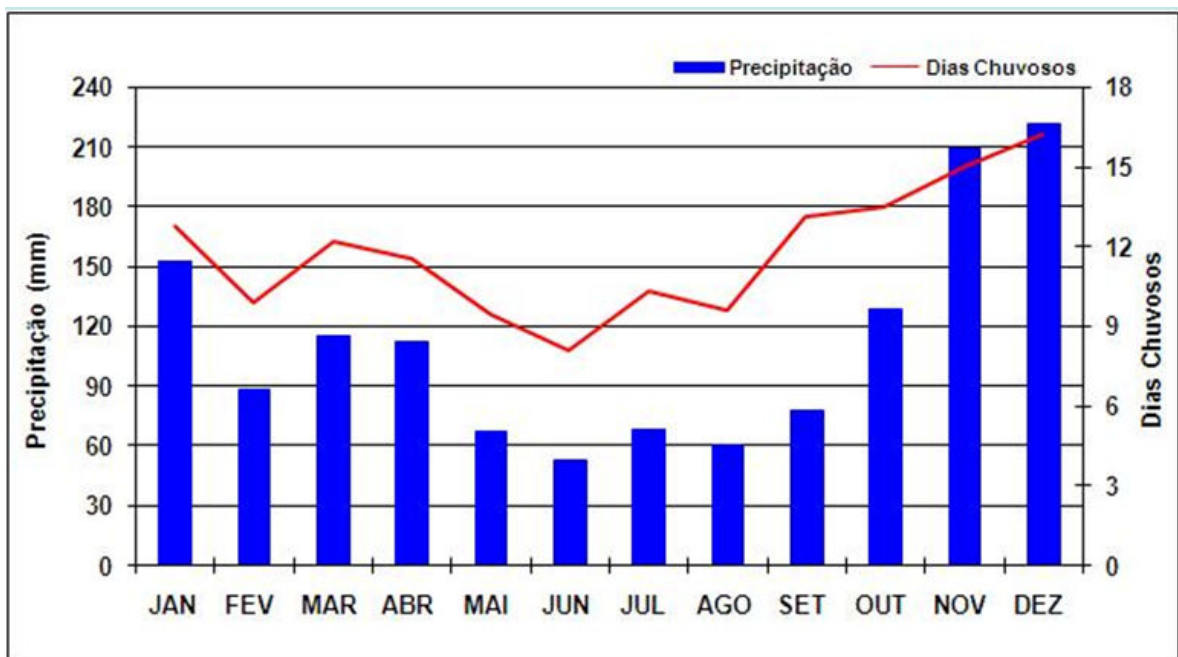


Figura 19. Média Dados médios de temperatura da série histórica da estação meteorológica localizada no município de Vitória-ES, 1976-2009

A maior concentração populacional é na Ilha de Vitória que tem uma densidade demográfica de mais de três mil pessoas por km². Seu maior crescimento ocorreu entre as décadas de 60 e 70, devido à transferência da base econômica, essencialmente cafeeira, para a atividade industrial em franco desenvolvimento na capital. Tais fatores econômicos mencionados também foram decisivos para o início da ocupação dos morros da Ilha de Vitória, onde a maior concentração populacional é na área da ilha de Vitória, conforme demonstrado na figura 20 (PMV, 2010).

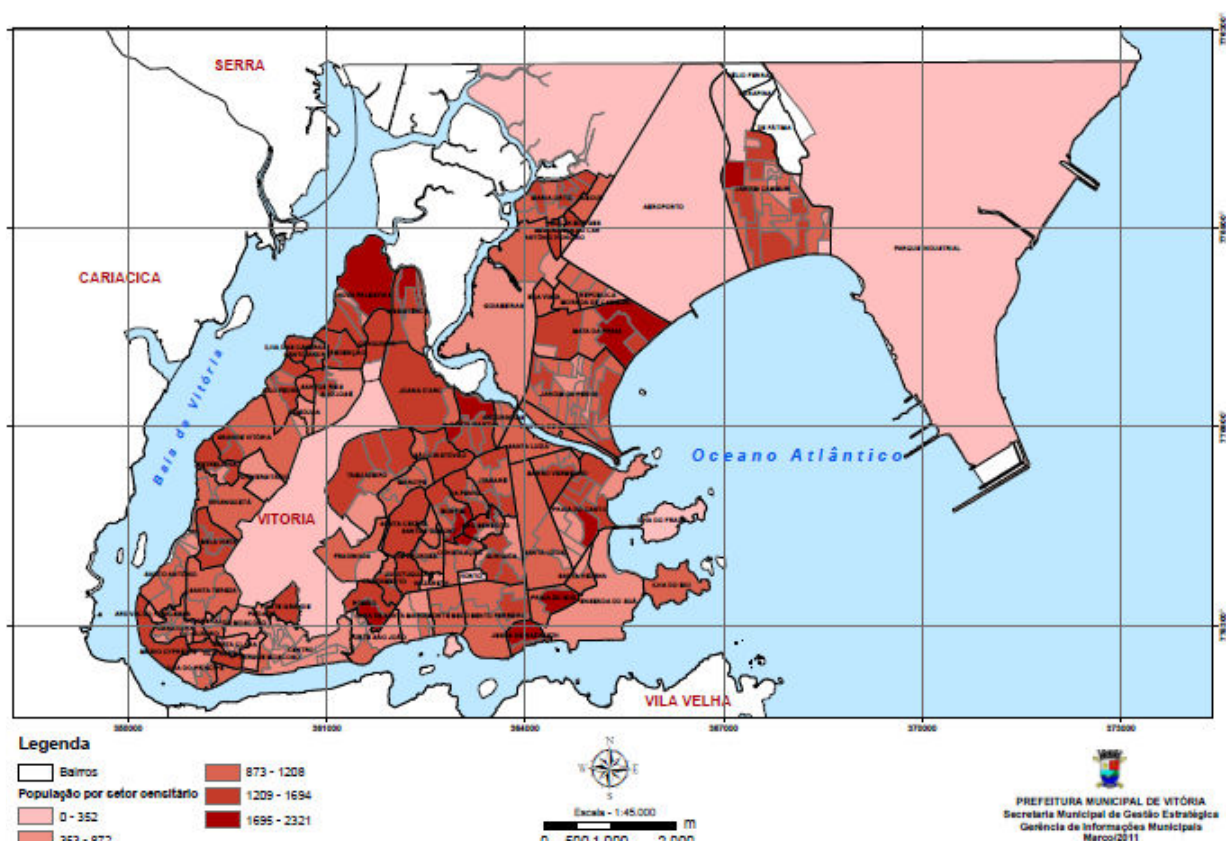


Figura 20. Distribuição populacional por bairro e por setor censitário

O uso e a ocupação do solo são bem variados na região. A área urbanizada prevalece em praticamente toda a Ilha, com ocorrência de áreas com vegetação e floresta natural, pastagens e afloramento/solos expostos..

3.2. Territorialização – Organização político-administrativa

A organização político-administrativa do município de Vitória foi regulamentada pela Lei 6.077/2003 - Lei de Bairros. A lei define o bairro como uma das partes principais em que é dividida a cidade, tendo como unidade espacial de referência os setores censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.. A partir dessa lei

o município de Vitória é organizado em 83 bairros e sete regionais administrativas, conforme figura 21 e tabela 6 (PMV, 2010).

O bairro Jardim Camburi, que pertencia à regional administrativa seis (Continental), devido a sua extensão geográfica e populacional se tornou, por meio da Lei 6.488/2005, a oitava regional administrativa.

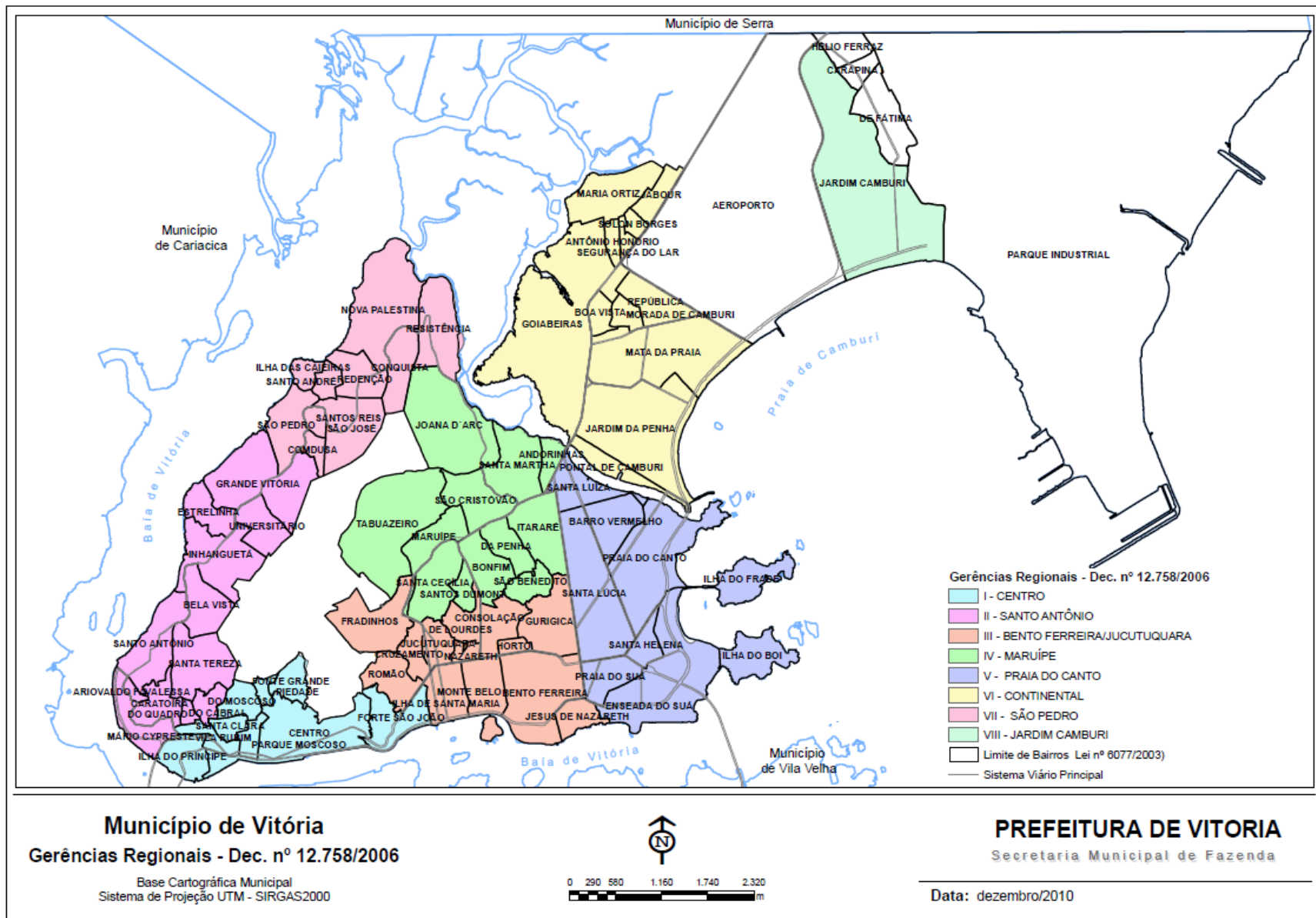
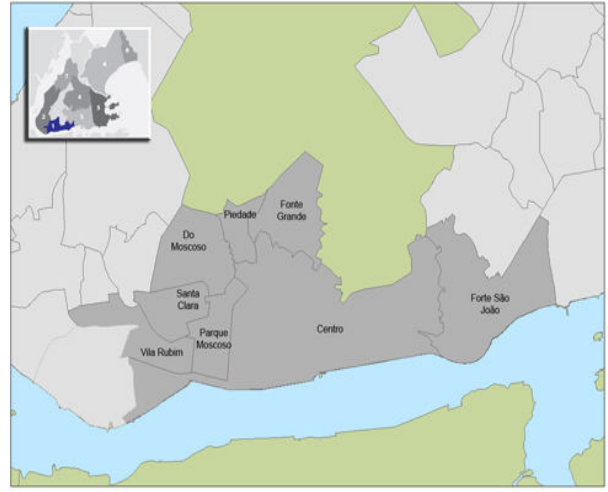







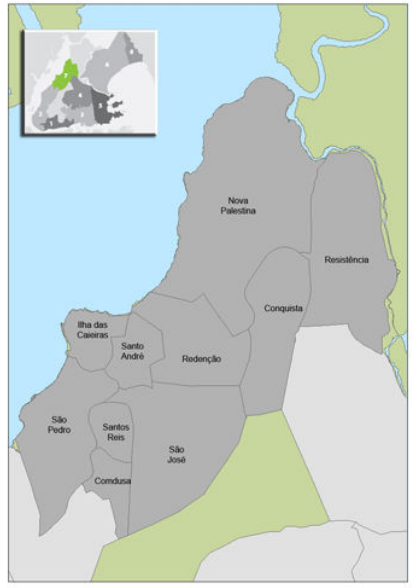

Figura 21. Organização regional de Vitória/ES

Tabela 6. Regiões Administrativas do Município de Vitória

REGIÃO	DESCRIÇÃO	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA
<p>Região Administrativa 1 – Centro</p>	<p>Compreende 08 bairros (Centro, Fonte Grande, Forte São João, Piedade, Do Moscoso, Parque Moscoso, Santa Clara e Vila Rubim), numa área de aproximadamente 2.201.923 m². Essa região caracteriza-se por ser o berço da cidade, fundada em 8 de setembro de 1551. Abriga construções históricas, tem os morros ocupados e resume o que era a Capital até o início do século.</p> <p>Com o crescimento e a expansão da cidade para outras áreas, viveu nos últimos anos um processo de esvaziamento. Com o Projeto de Revitalização do Centro e agora com a implantação da administração regional, dá-se um novo impulso ao enfrentamento dos problemas da área</p>	
<p>Região 02 - Santo Antônio</p>	<p>Compreende 13 bairros (Santo Antônio, Bela Vista, Ilha do Príncipe, Caratoíra, Estrelinha, Ariovaldo Favalessa, Grande Vitória, Inhanguetá, Mário Cypreste, Do Cabral, Do Quadro, Santa Tereza, Universitário) numa área aproximada de 4.649.790 m².</p> <p>A região abriga, ao mesmo tempo, bairros antigos da capital e áreas de urbanização mais recente. Também há ocupações em morros.</p>	

REGIÃO	DESCRIÇÃO	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA
Região 03 - Bento Ferreira	<p>Compreende 13 bairros (Bento Ferreira, Consolação, Cruzamento, De Lourdes, Fradinhos, Gurigica, Horto, Ilha de Santa Maria, Ilha de Monte Belo, Jesus de Nazareth, Jucutuquara, Nazareth e Romão) numa área aproximada de 4.376.542 m². As áreas planas resultaram de aterros, ficando ao nível ou até mesmo abaixo do nível do mar, o que vem demandando altos investimentos em sistemas de drenagem. Cortam essa região as principais vias de tráfego da cidade.</p>	
Região 04 - Maruípe	<p>Compreende 12 bairros (Maruípe, Da Penha, Bonfim, Itararé, Joana D'Arc, São Benedito, Santa Cecília, Santa Martha, Santos Dumont, São Cristóvão, Tabuazeiro, Andorinhas) numa área aproximada de 5.671.517 m². De ocupação antiga, a região guarda um pouco da história da cidade no Museu Solar Monjardim, abriga o Hospital Universitário e o Parque do Horto de Maruípe, o maior da cidade.</p>	

REGIÃO	DESCRIÇÃO	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA
Região 05 - Praia do Canto	<p>Compreende 09 bairros (Barro Vermelho, Enseada do Suá, Ilha do Boi, Ilha do Frade, Praia do Canto, Praia do Suá, Santa Helena, Santa Lúcia, Santa Luiza) numa área aproximada de 5.315.956 m². É a região com melhor infra-estrutura da cidade, abriga ilhas, praças e praias famosas e tem intensa atividade de comércio e serviços.</p>	
Região 06 - Continental	<p>Compreende 13 bairros (Antônio Honório, Boa Vista, Goiabeiras, Jabour, Jardim da Penha, Maria Ortiz, Mata da Praia, Morada de Camburi, Pontal de Camburi, República, Segurança do Lar, Solon Borges e Aeroporto) numa área aproximada de 13.007.200 m². Localizada ao Norte da Baía de Vitória, a região abriga a Universidade Federal do Espírito Santo e a produção de panelas de barro, artesanato de origem indígena com mais de 400 anos, utilizadas para preparar a moqueca capixaba.</p>	

REGIÃO	DESCRIÇÃO	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA
Região 07 - São Pedro	<p>Localizada na baía noroeste de Vitória, compreende 10 bairros (Comdusa, Conquista, Ilha das Caieiras, Nova Palestina, Redenção, Resistência, São José, Santo André, São Pedro e Santos Reis), numa área aproximada de 3.600.782 m². Na região mais carente de Vitória e de povoação mais recente, os bairros surgiram a partir da ocupação do lixão da cidade e da invasão de áreas de manguezal, no final da década de 70.</p> <p>A partir dos anos 90, intensificaram-se os investimentos em urbanização, desenvolvimento socioeconômico, recuperação e preservação ambiental. Nos últimos anos, foram alocados cerca de R\$ 30 milhões num programa de desenvolvimento urbano integrado. Este programa foi um dos representantes do Brasil na Habitat 2 e tornou-se referência no País. Estuário onde se localiza o maior manguezal do Espírito Santo.</p>	
Região 08 - Jardim Camburi	<p>Localizada ao Norte da Baía de Vitória, a região é formada pelo bairro Jardim Camburi numa área aproximada de 2.605.116 m². Abriga a praia de Camburi, uma das mais famosas da cidade.</p>	

3.3. Comportamento pluviométrico no Município de Vitória

A distribuição sazonal da precipitação, bem como a sua distribuição espacial, é informação de caráter essencial para as mais diversas atividades humanas, sendo um fator climático limitante devido ao seu alto grau de variabilidade (Castro, 1985).

O comportamento mensal das chuvas, considerando as normais climatológicas e os dados coletados pela estação de Vitória/ES, demonstra maior índice pluviométrico nos meses de outubro a janeiro, sendo o mês de dezembro o mais crítico. Essas normais são geradas com os valores mensais disponíveis nas duas séries de normais climatológicas de referência, 1931-1960 e 1961-1990, mantidas pelo INMET, conforme figura 22 (INMET, 2010).

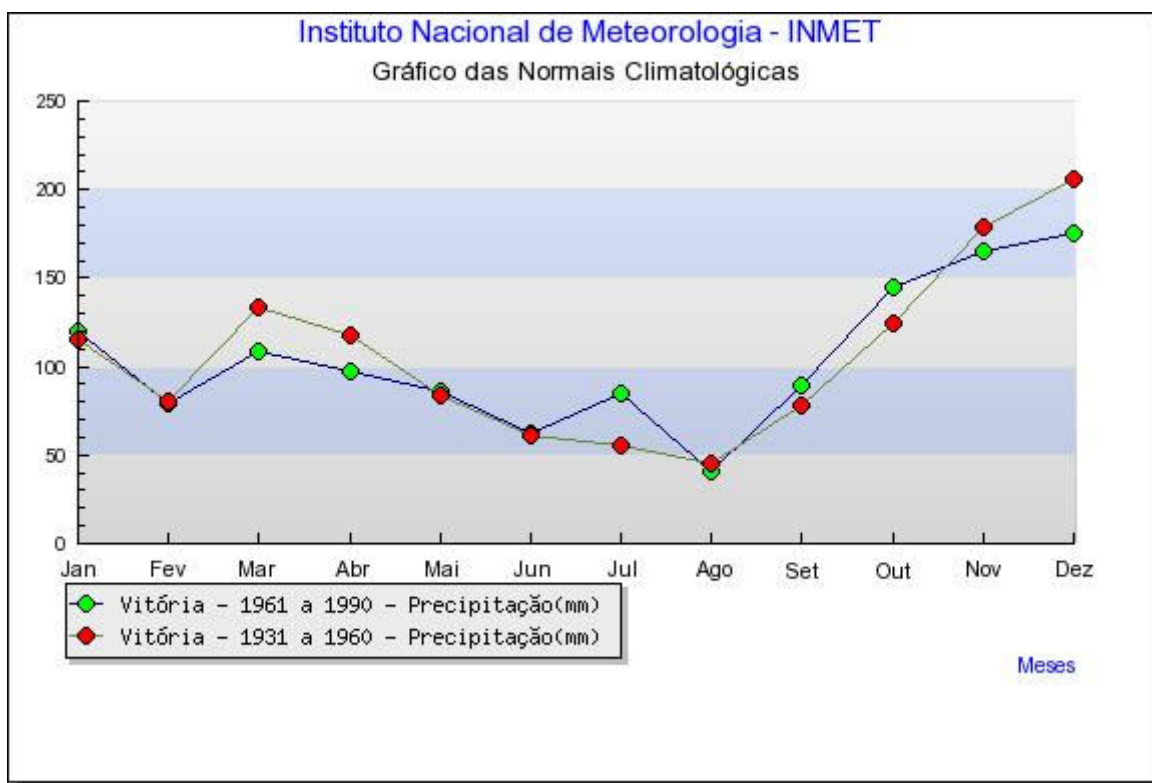


Figura 22. Normais climatológicas de Precipitação de Vitória/ES, por mês

Conhecer e entender o comportamento médio da precipitação de forma sazonal e espacial, e qual a influência das diferentes condições de relevo encontradas nesta região do Estado do Espírito Santo, ajuda de forma a se obter um melhor planejamento nas mais diversas atividades, como também em nível de pesquisa, para se entender melhor quais sistemas meteorológicos mais influenciam as condições de tempo e quais fenômenos climáticos ocasionam eventos extremos, tais como secas prolongadas ou tempestades mais severas (Feitosa, 2001).

O armazenamento de água no solo pode ser utilizado na indicação de alternativas de manejo do solo para a agricultura e pecuária e aplicado também para subsidiar ações de gestão de risco de desastres associados aos movimentos de massa. Em Vitória esse armazenamento fica entre 25 e 100mm, conforme gráficos das normais climatológicas, representado na figura 23 .

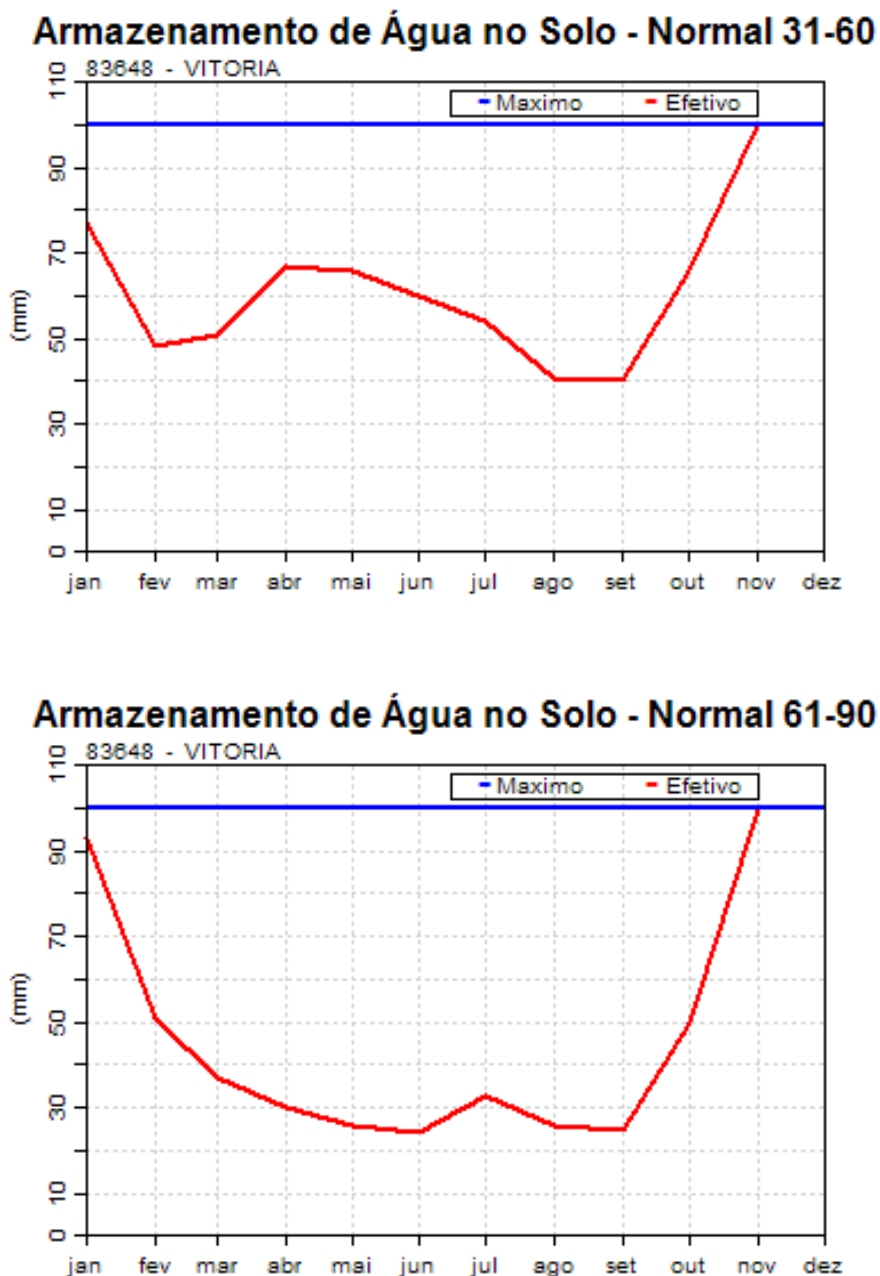
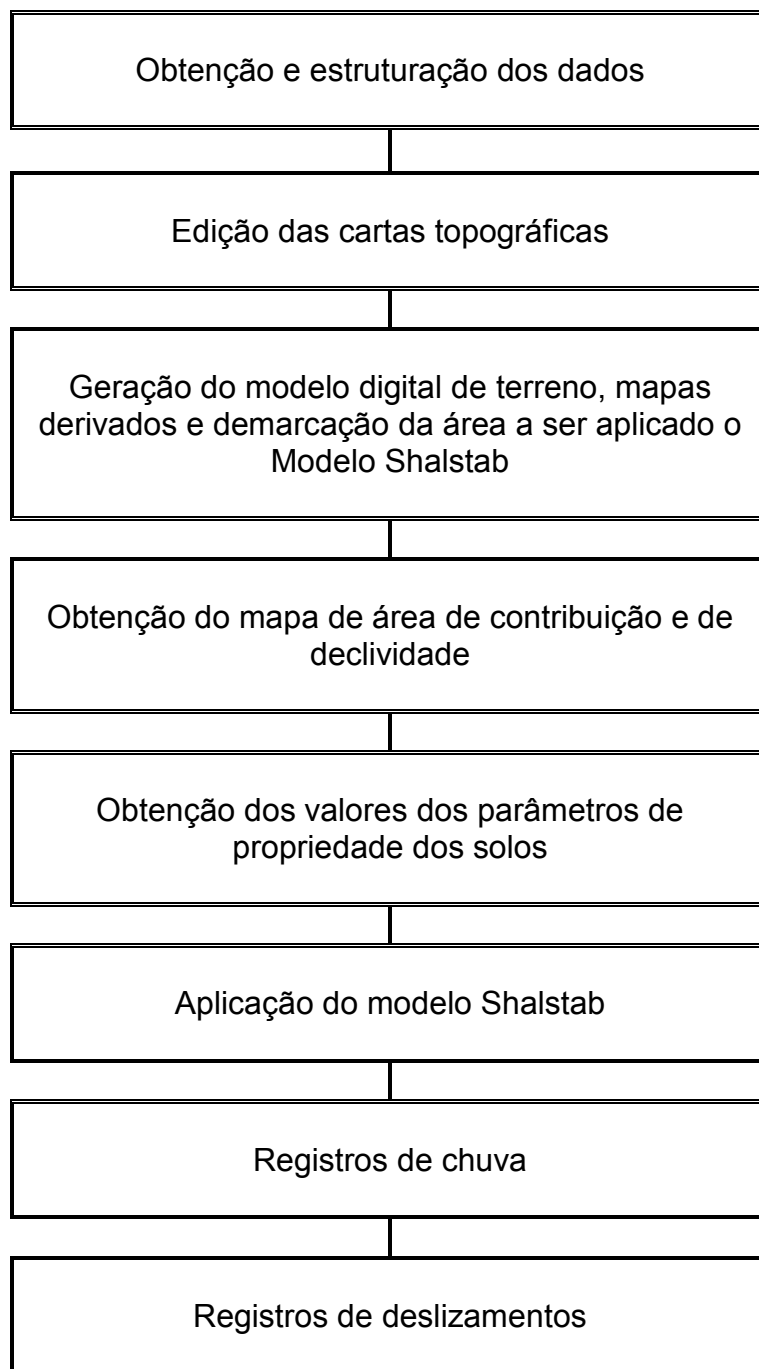


Figura 23. Armazenamento de água no solo em Vitória/ES, de acordo com as normais climatológicas 31-60 e 61-90.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a aplicação do modelo de previsão de áreas susceptíveis a escorregamentos no Município de Vitória foram seguidos os seguintes procedimentos:



4.1. Obtenção e estruturação dos dados;

Para a elaboração do modelo digital do terreno (MDT) e análises adicionais foram utilizados dados disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Vitória/ES como

Ortofotos, Limites de Bairros; Curvas de nível; Edificação; Eixo de logradouros; Espaços protegidos; Estrutura viária; Litoral; Rede geodésica; Setor censitário e Zoneamento do plano diretor urbano.

Os dados de precipitação, do período de 2008 a 2010, foram fornecidos pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER).

4.2. Edição das cartas topográficas

Neste trabalho foram utilizados dados topográficos (planialtimétricos) com escala 1:5000 e equidistância de curva de nível de 5m além dos pontos cotados, em formato digital, fornecidos pelo Projeto GeoWeb da Prefeitura Municipal de Vitória. Com a equidistância de 5 metros entre as curvas de nível foi possível obter um maior detalhamento da superfície do terreno, fator de extrema importância tendo em vista o objetivo da pesquisa. As cartas foram tratadas de maneira a serem utilizadas no programa ArcGIS 9.3 para a geração do modelo digital do terreno, conforme figura 24.

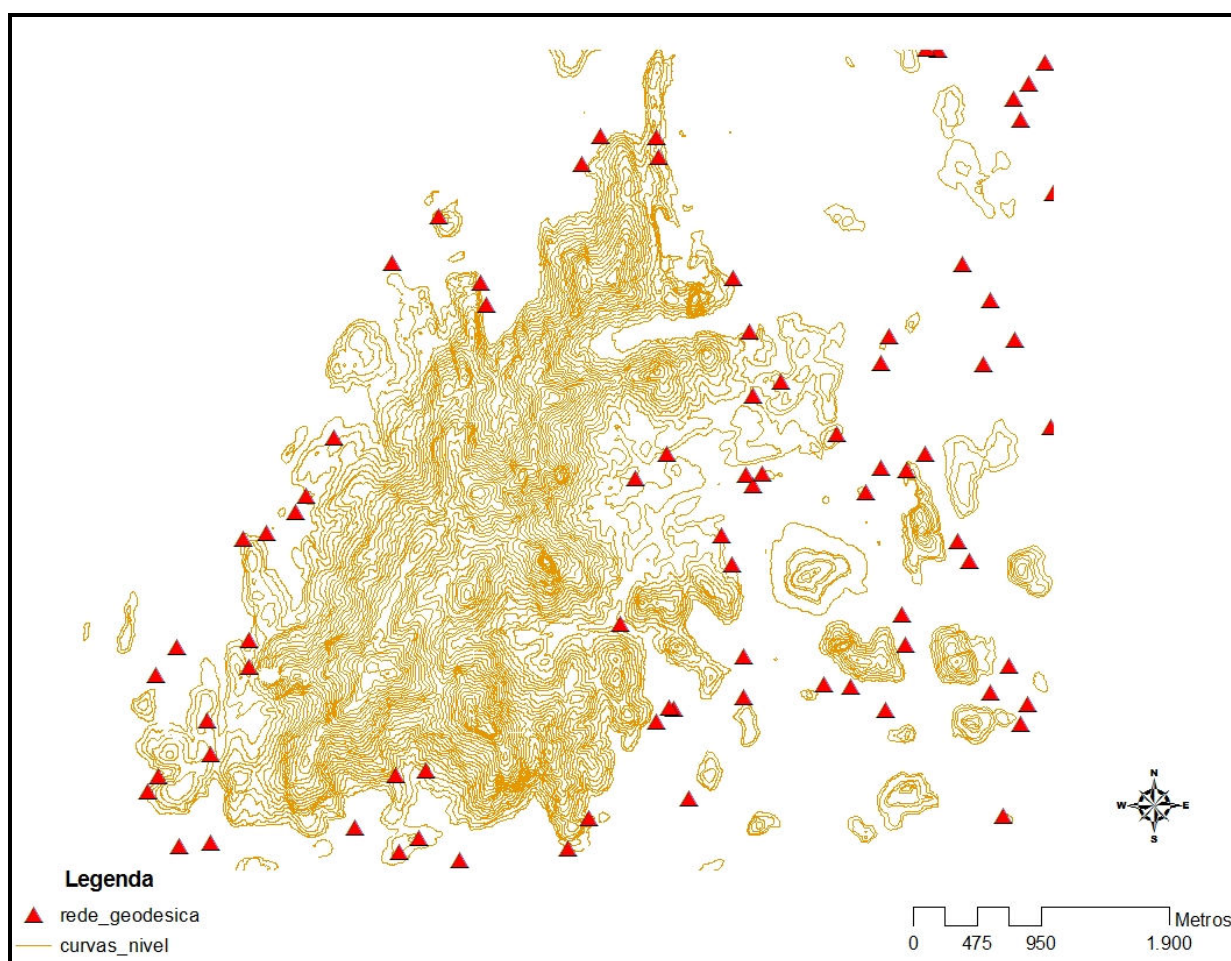


Figura 24. Curvas de nível e rede geodésica, Ilha de Vitória/ES

4.3. Modelo digital de terreno, mapas derivados e demarcação da área a ser aplicado o Modelo Shalstab

O MDT é um dos principais componentes para aplicar o modelo Shalstab pois é a partir dele que são geradas a área de contribuição e a declividade do terreno. Foi gerado utilizando o módulo Topogrid do software ArcInfo com resolução espacial de 2 metros, conforme figura 25.

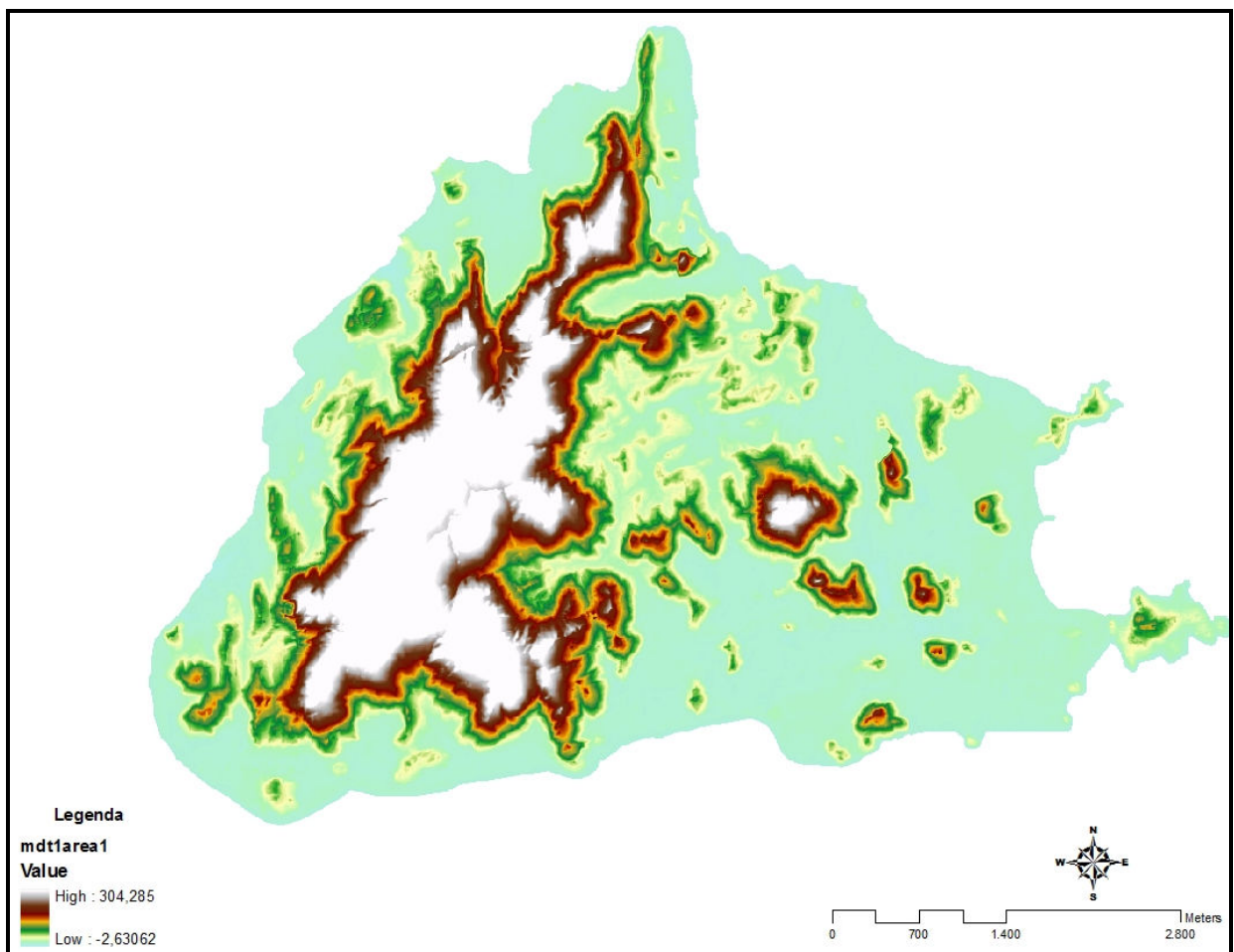


Figura 25. Modelo digital do terreno da Ilha de Vitória/ES

4.4. Obtenção do mapa de área de contribuição e de declividade

Um dos parâmetros de grande importância para a ocorrência de escorregamentos é o formato da encosta (Dietrich e Montgomery, 1998; Fernandes et. al, 2001). Esse

formato contribui de forma significativa para a definição da área de contribuição e define a declividade do terreno que é apresentado na figura 26.

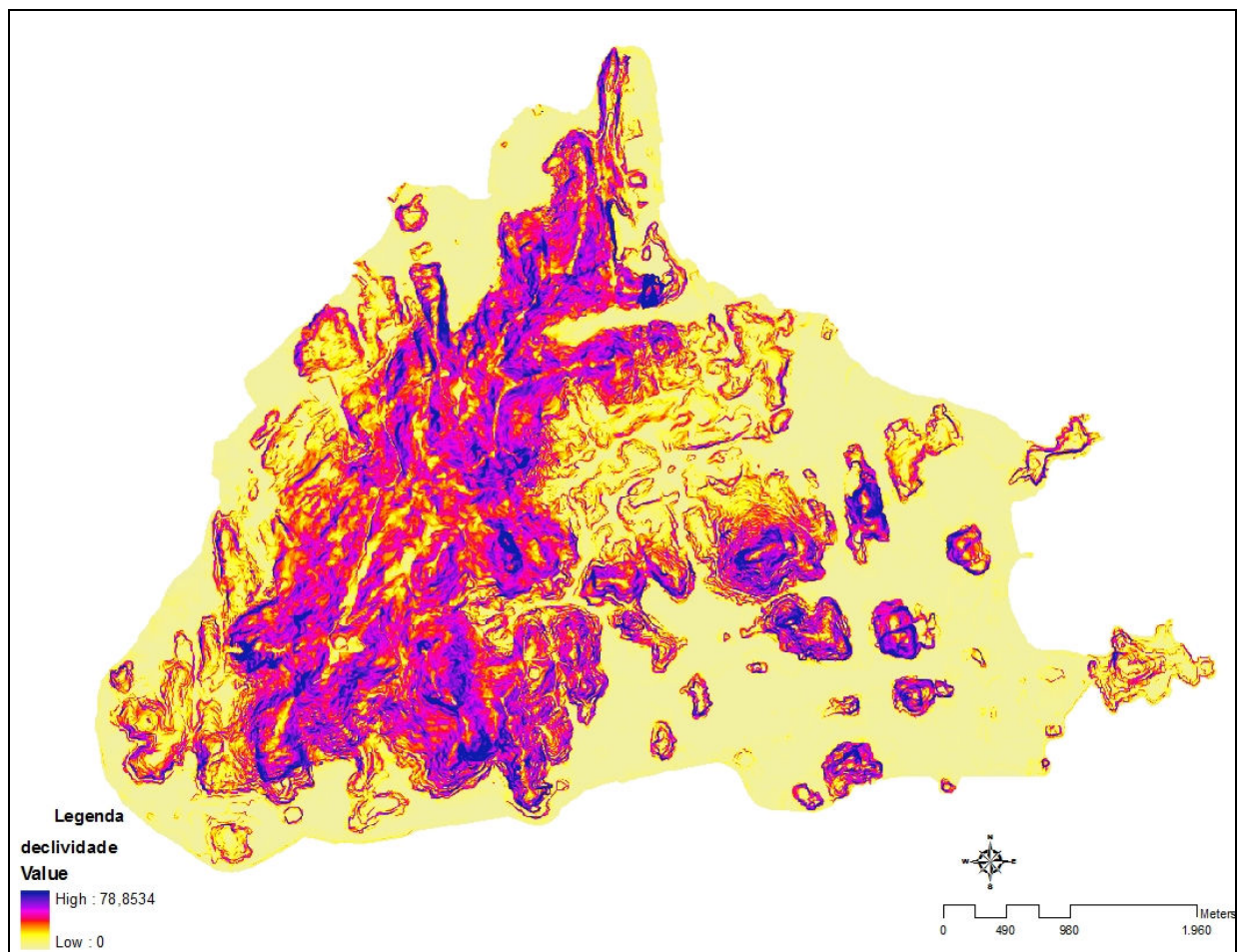


Figura 26. Mapa de Declividade da Ilha de Vitória/ES.

A determinação da área de contribuição pode ser obtida por diferentes métodos onde alguns consideram que todo o fluxo a montante é transferido para um único pixel a jusante (O'Callaghan & Mark 1984, Desmet & Govers 1996, Milde et al. 1999) e os que distribuem o fluxo de forma proporcional para pixels a jusante (Quinn et al. 1991, Freeman 1991, Tarboton 1997). Neste trabalho foi utilizado o D-Infinity (Tarboton, 1997), modelo que efetua o cálculo distribuindo o fluxo de forma proporcional, conforme figura 27.

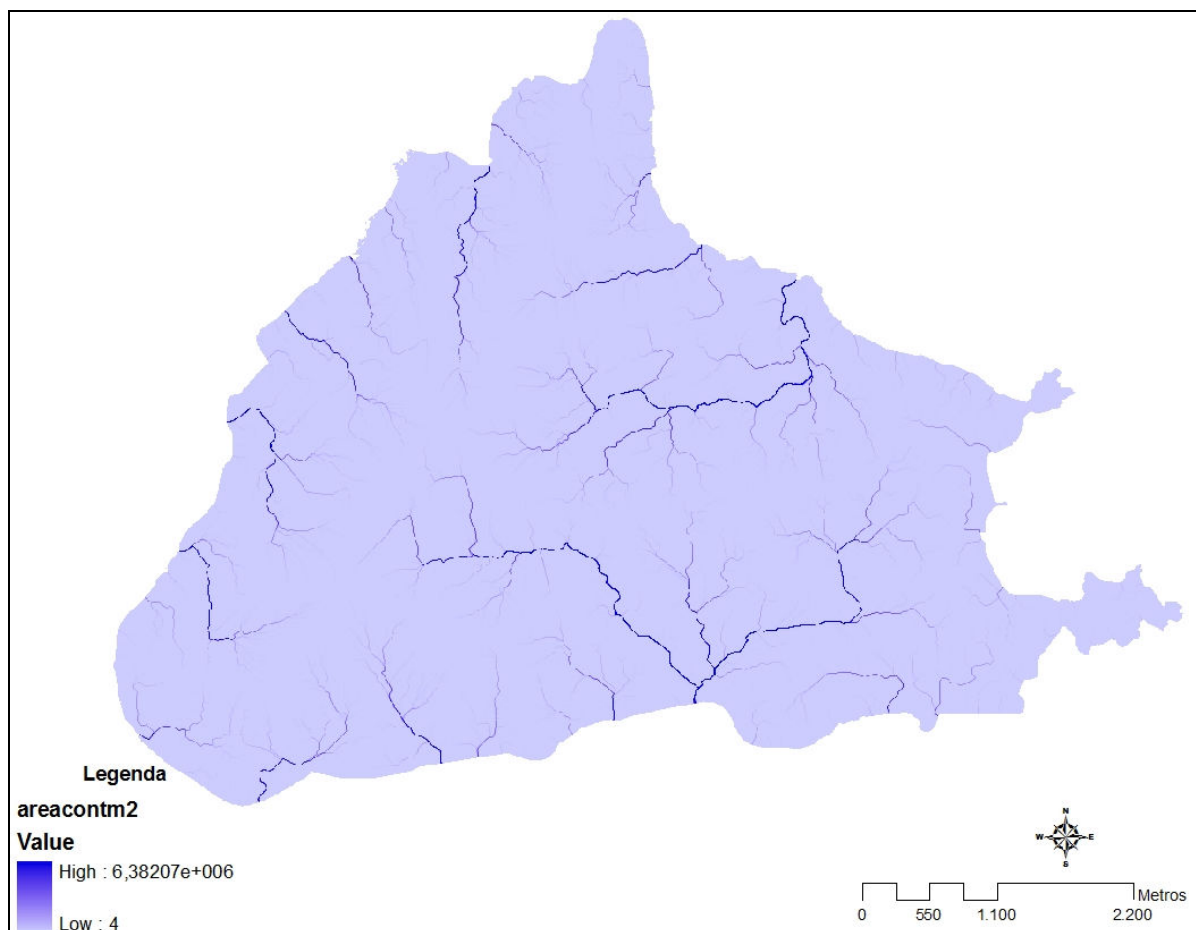


Figura 27. Área de contribuição obtida a partir da metodologia de transferência de fluxo distribuída – TD

4.5. Obtenção dos valores dos parâmetros de propriedade dos solos

Neste trabalho foi utilizado o ranking elaborado por Guimarães et al. (2003), considerando as similaridades da região de Vitória/ES com as demais que compõem a Serra do Mar e ainda com as áreas onde foi utilizada essa metodologia. Para a obtenção do mapa de suscetibilidade de escorregamentos foram utilizados os parâmetros que compõem a posição de 1 a 8 do referido ranking, conforme descrito na tabela 7.

	Coesão (C)	Densidade aparente do solo	Profundidade do solo	Condutividade hidráulica	Ângulo de atrito
Simulação 1	2	1.5	1	65	45
Simulação 2	1	1.75	1	65	45
Simulação 3	4	1.5	1	65	30
Simulação 4	4	1.5	1	65	35
Simulação 5	2	1.75	1	65	40
Simulação 6	4	1.75	1	65	40
Simulação 7	2	1.5	1	65	40
Simulação 8	4	1.5	1	65	25

Tabela 7. Parte do ranking das combinações de parâmetros utilizado na geração do mapa de susceptibilidade de escorregamento.

4.6. Aplicação do modelo Shalstab

A modelagem matemática é cada vez mais utilizada para preconizar eventos da natureza (Fernandes, 1996).

O modelo Shalstab gera previsão de áreas susceptíveis à escorregamentos, a partir de uma equação expressa em função da razão q/T , que consiste no parâmetro hidrológico, sendo T o valor da transmissividade do solo (Montgomery e Dietrich, 1994).

A equação 1 mostra o resultado da combinação dos dois módulos do modelo para a situação de solos com coesão. A implementação desses cálculos para cada célula (da área estudada, dentro de um ambiente SIG) permite hierarquizar a área em termos de susceptibilidade à ocorrência de escorregamentos. Deste modo, pode-se combinar o modelo hidrológico com o modelo de estabilidade de encosta a partir da razão h/z , conforme equação 1.

$$Q = \frac{T}{a/b} \cdot \text{sen } \theta \cdot \frac{C}{\rho_w \cdot g \cdot z \cdot \cos^2 \theta \cdot \tan \varphi} \cdot \frac{\rho_s}{\rho_w} \cdot \left[1 - \frac{\tan \theta}{\tan \varphi} \right] \quad (1)$$

onde:

Q é a chuva crítica necessária para a ruptura,

T é a transmissividade do solo (produto entre a condutividade hidráulica saturada e a espessura do solo),

a é a área de contribuição,

θ é a declividade do local,

ρ_w é a densidade da água,

g é a aceleração da gravidade,

z é a espessura do solo,

ρ_s é a densidade aparente do solo saturado,

φ é o ângulo de atrito do solo, e

C' é a coesão efetiva do solo.

A equação 1 também pode ser expressa em função da razão a/b , onde representa a área drenada (a) que atravessa uma unidade de comprimento (b), e pela declividade da encosta ($\text{tg}\theta$), resultando na equação 2 e no gráfico esquemático apresentado na figura 28 (Dietrich e Montgomery, 1998),

$$\frac{a}{b} = \frac{\rho_{mat}}{\rho_w} \times \left(1 - \frac{tg\theta}{tg\phi'} \right) \times \frac{T}{q} \times \text{sen}\theta$$

(2)

A faixa de transição entre os limites das zonas incondicionalmente instável e estável é definida a partir das condições de estabilidade, ou seja, $\tan\theta = \tan\phi$ (incondicionalmente instável) e $\tan\theta = \tan\phi (1 - (rw/rs))$ (incondicionalmente estável), respectivamente, conforme figura 28, onde:

- A linha pontilhada delimita as regiões consideradas estáveis e instáveis, o que dependerá dos valores obtidos na razão entre área de contribuição por unidade de contorno plotados em função de a/b e $\tan\theta$, sendo tais informações variáveis de acordo com a região de estudo.
- A linha tracejada define o limite de saturação, onde para $h/z = 1$, a equação 3.26 se transforma em $a/b = (T/q)\text{sen}\theta$. Assim sendo, todo ponto localizado acima desta linha representa uma situação onde o solo se encontra saturado.

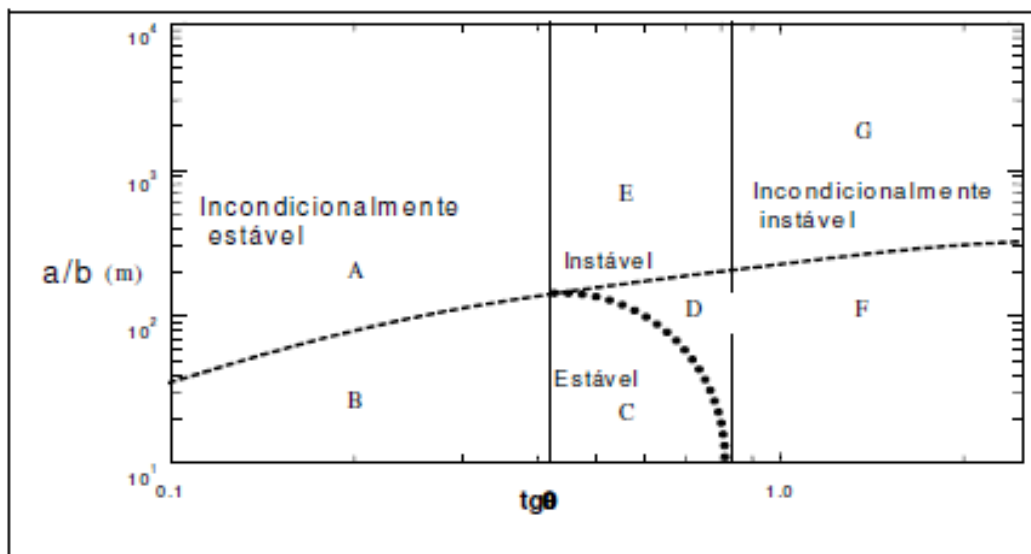


Figura 28. Razão a/b em função da $tg\theta$ (eixos em logaritmo). A linha tracejada representa o limite de saturação e a linha pontilhada é definida a partir dos valores obtidos pela equação 2

Fonte: Dietrich e Montgomery, 1998

Neste estudo o modelo Shalstab foi aplicado na definição de mapas de susceptibilidade de escorregamentos para a Ilha de Vitória, no município de Vitória do Estado do Espírito Santo, procurando associar essa susceptibilidade de acordo com os índices pluviométricos.

O modelo gera 7 classes conforme apresentado na tabela 8 onde a coluna de legenda é o correspondente nos mapas de susceptibilidade gerados pela aplicação do Shalstab na Ilha de Vitória/ES.

Legenda

Estável
Incondicional
1 a 50mm
50 – 100mm
100 – 200mm
200 – 400mm
Acima de 400mm

Tabela 8. Classes geradas pelo Shalstab

O município de Vitória foi dividido em duas áreas, conforme figura 29, entretanto para este estudo somente a área 1 foi analisada.

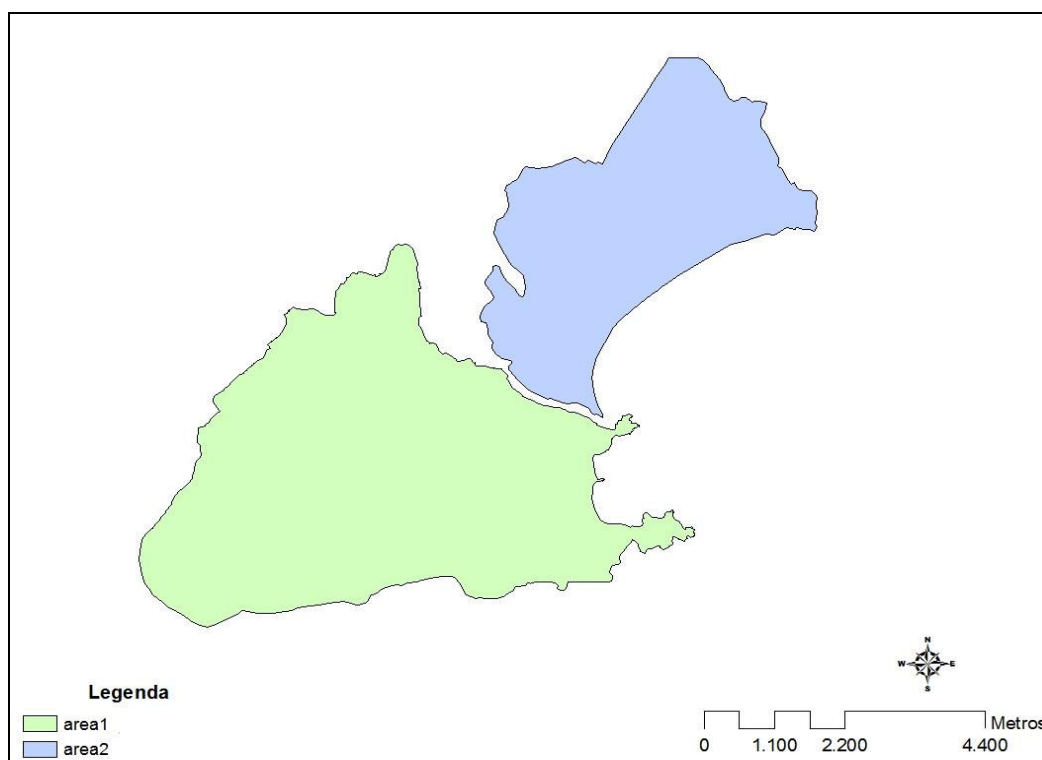


Figura 29. Divisão do município de Vitória para a aplicação do modelo Shalstab

Foram importados para o Software ArcView os mapas de declividade, área de contribuição e o MDT, os quais foram utilizados para o cálculo de Q. Foram considerados como parâmetros de solo os parâmetros disponibilizados na tabela 6 e gerados 8 mapas de susceptibilidade de escorregamentos rasos na área.

4.7. Registros de escorregamentos

Para este trabalho foram utilizados pontos de ocorrências de deslizamentos, do período de 2008 a 2010, fornecidos pela Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) de Vitória, que é a instituição responsável pela coordenação executiva das ações de gestão de risco de desastres bem como o atendimento às emergências provocadas por desastres. A tabulação e análise dos dados foi realizada utilizando o software Microsoft Office Excel 2007 e posteriormente transferidos para o ArcGis 9.3.

As regionais mais atingidas pelas ocorrências foram a 1, 3 e 4, sendo o Bairro Forte São João, Romão e Bonfim com 13 registros seguidos do Bairro da Penha com 11 e Bairro da Consolação com 10, conforme demonstrado na Tabela 9 (COMDEC, 2011).

1. Bairros	2008	2009	2010	TOTAL
2. Forte São João	9	2	2	13
3. Romão	5	7	1	13
4. Bonfim	6	5	2	13
5. Bairro da Penha	5	3	3	11
6. Consolação	6	3	1	10
7. Conquista	5	1	3	9
8. Fonte Grande		6	2	8
9. São Benedito	3	2	2	7
10. Joana D'arc	2	1	3	6
11. Santa Teresa	2	3		5
12. Gurigica (morro do Jaburu)	4	1		5
13. Santos Dumont	1	3	1	5
14. Santa Lúcia	2	3		5
15. São Pedro V (Nova Palestina)	3	2		5
16. Centro		1	3	4
17. Centro (Morro do Capixaba)	1		3	4
18. Morro do Moscoso	4			4
19. Santo Antônio	2	1	1	4
20. Fradinhos	3	1		4
21. Tabuazeiro	1	1	2	4
22. Resistência	1	2	1	4
23. Bela Vista	2	1		3
24. Caratoíra	1	1	1	3
25. Bairro de Lourdes	2	1		3
26. Cruzamento	1	2		3
27. Horto		2	1	3
28. Jesus de Nazareth		1	2	3
29. Jucutuquara		3		3
30. Maruípe	2		1	3
31. Santa Martha	2		1	3

1. Bairros	2008	2009	2010	TOTAL
32.São Cristóvão	2	1		3
33.Condusa	2	1		3
34.Piedade (Morro da Piedade)	1		1	2
35.Parque Moscoso			2	2
36.Universitário	1	1		2
37.Gurigica (Morro Floresta)	1	1		2
38.Ilha de Santa Maria		2		2
39.Itararé	2			2
40.Santa Helena	1		1	2
41.Ilha das Caieiras		2		2
42.São Pedro III (São José)		1	1	2
43.Ilha do Príncipe			1	1
44.Santa Clara			1	1
45.Ariovaldo Favalessa (Alagoano)	1			1
46.Estrelinha	1			1
47.Morro do Quadro		1		1
48.Bento Ferreira		1		1
49.Gurigica		1		1
50.Monte Belo (Ilha de Monte Belo)			1	1
51.Jucutuquara (Morro do Rio Branco)	1			1
52.Andorinhas	1			1
53.Santa Cecília		1		1
54.Ilha do Boi			1	1
55.Praia do Canto		1		1
56.Boa Vista		1		1
57.Jardim Camburi	1			1
58.Total	90	74	45	209

Tabela 9. Registro de deslizamentos no Município de Vitória no período de 2008 a 2010

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pluviometria é um fator importante para a definição dos períodos de risco de escorregamentos. A distribuição da precipitação média no estado do Espírito Santo mostra dois períodos distintos: um chuvoso, entre os meses de outubro a março, e outro seco, nos meses de abril a setembro. Os índices de precipitação média variam entre 45 mm e 160 mm no mês menos chuvoso (fevereiro) e entre 130 mm e 300 mm no mês mais chuvoso (dezembro), conforme figura 30 (Incaper, 2011).

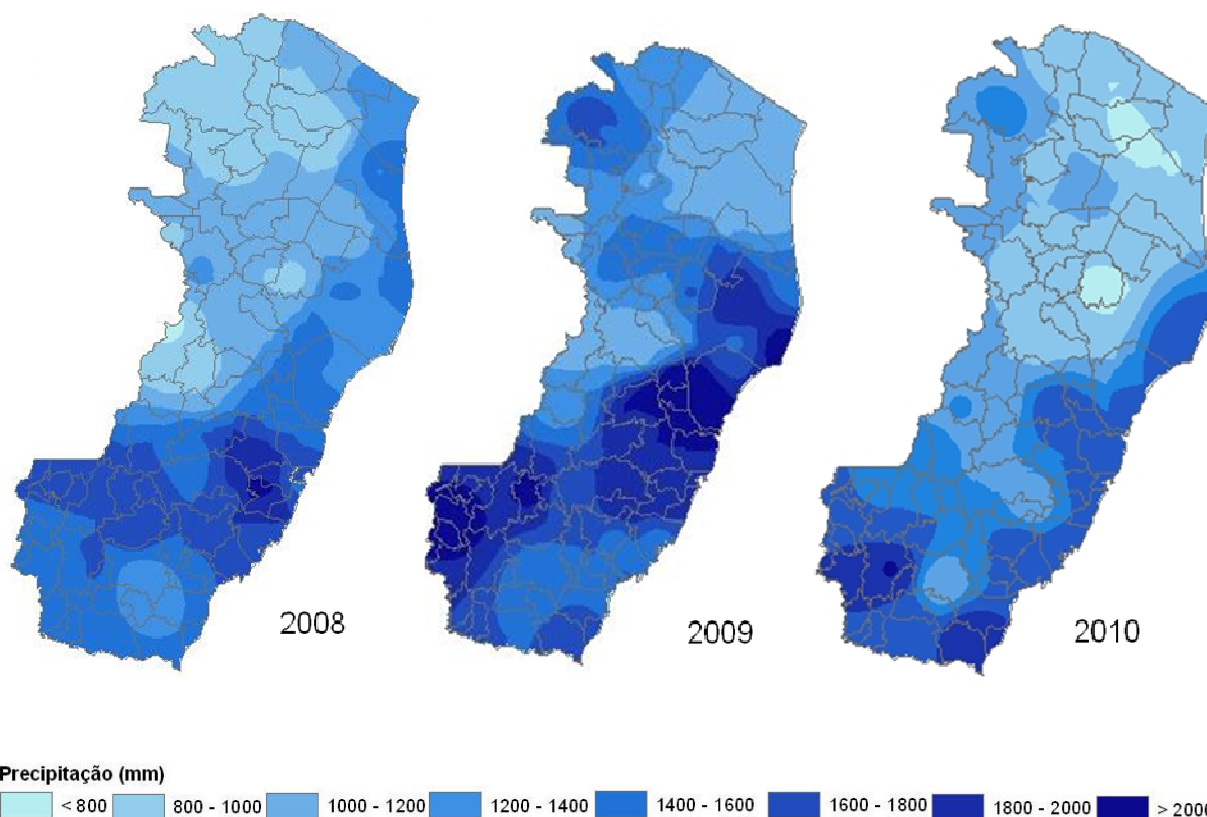


Figura 30. Dados médios de precipitação anual da série histórica da estação meteorológica localizada no município de Vitória-ES (Coordenadas: LAT: 20,300S LON: 40,317W ALT: 36m)

Em Vitória, os dados pluviométricos disponibilizados pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), do período de 2008 a 2010, apresentados na tabela 10 e figura 31, apontam os meses de janeiro, outubro, novembro, e dezembro com maior registro de chuvas e como meses de atenção para escorregamentos (INCAPER, 2011). O mês de janeiro de 2010 registrou apenas 1 mm, o que pode ser atribuído a um erro de leitura da estação, uma vez que é um dos meses chuvosos da região. São apresentados ainda, no anexo I, os dados diários de chuva desse mesmo período.

Ano	2008		2009		2010	
	Acumulado	Média diária	Acumulado	Média Diária	Acumulado	Média Diária
Jan	190,2	6,14	279,6	9,02	1	0,03
Fev	157,6	5,43	53,4	1,91	37	1,32
Mar	75,8	2,45	240	7,74	357,4	11,53
Abr	55,2	1,84	223,6	7,45	164	5,47
Mai	36	1,16	56	1,81	125,4	4,05
Jun	47,6	1,59	54	1,80	51,4	1,71

Jul	21	0,68	52,8	1,70	117,8	3,80
Ago	30,6	0,99	95,8	3,09	14,8	0,48
Set	35,6	1,19	22,2	0,74	28	0,93
Out	116,8	3,77	606	19,55	52,8	1,70
Nov	624,2	20,81	49,4	1,65	268	8,93
Dez	130,6	4,21	168	5,42	212,4	6,85
Acumulado	1521,2		1900,8		1430	

Tabela 10. Precipitação acumulada da estação de Vitória/ES no período de 2008 a 2010, registrados na estação de medição localizada nas coordenadas geográficas Lat: 20,3156 S e Long.:40,3172 W.

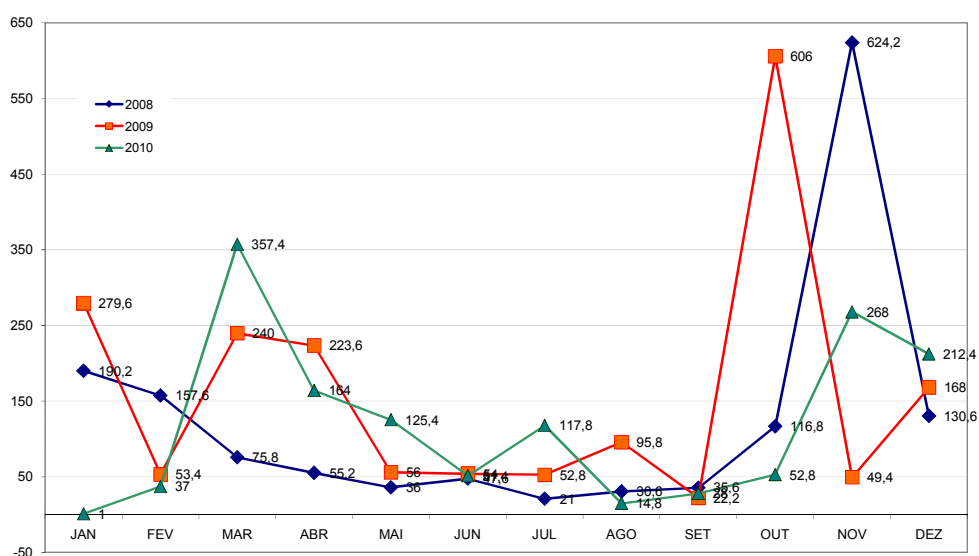


Figura 31. . Precipitação acumulada da estação de Vitória/ES no período de 2008 a 2010, registrados na estação de medição localizada nas coordenadas geográficas Lat: 20,3156 S e Long.:40,3172 W.

Os dados médios de dias chuvosos e precipitação da série histórica da estação meteorológica de Vitória apresentam os meses de novembro e dezembro com uma média de mais de 15 dias chuvosos, conforme figura 32 (INCAPER, 2011).

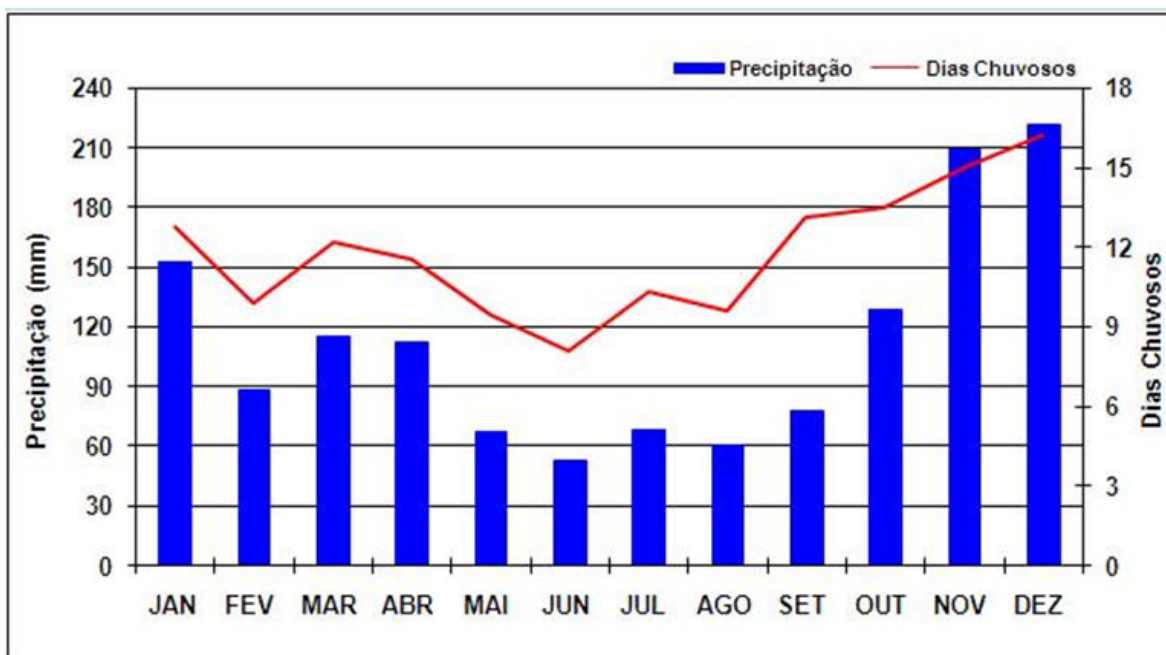


Figura 32. Dados médios de dias chuvosos e precipitação da série histórica da estação meteorológica localizada no município de Vitória-ES, por mês, 1976 a 2009.

Para elaborar os mapas de susceptibilidade de escorregamentos, os parâmetros de solo foram definidos conforme a proposta de Guimarães et al,(2003), para o ranking de 1 a 8 (Simulações 1 a 8), aplicada no Rio de Janeiro. Para profundidade do solo e condutividade hidráulica foram utilizadas variáveis fixas de 1 e 65, respectivamente, nas oito simulações, gerando diferentes cenários de análise. Esses valores foram definidos considerando que a região de Vitória está em contexto semelhante ao apresentado por Guimarães et. al (2003) , na Serra do Mar.

a. Simulação 1

A primeira simulação utilizou os parâmetros coesão 2; densidade 1.5, profundidade do solo de 1m, condutividade hidráulica de 65 e ângulo de atrito de 45°. Os resultados apresentaram 82,83 % de área estável; 0,43% incondicional; 0,33 para chuvas de 1 a 50 mm; 0,43% de 51 a 100 mm; 1,09% de 101 a 200 mm; 2,65% de 201 a 400 mm; e 12,24% para precipitação maior que 400 mm, conforme demonstrado na tabela 11 e figura 33.

Precipitação pluviométrica (mm)	Área m ²	%
Estável	23.609.176	82,83
0 - Incondicional	123.280	0,43

1 a 50	95.408	0,33
51 a 100	123.532	0,43
101 a 200	310.056	1,09
201 a 400	755.156	2,65
Acima de 400mm	3.487.684	12,24
Total	28.504.292	100,00

Tabela 11. Resultados da Simulação 1 para a susceptibilidade de escorregamentos na Ilha de Vitória/ES.

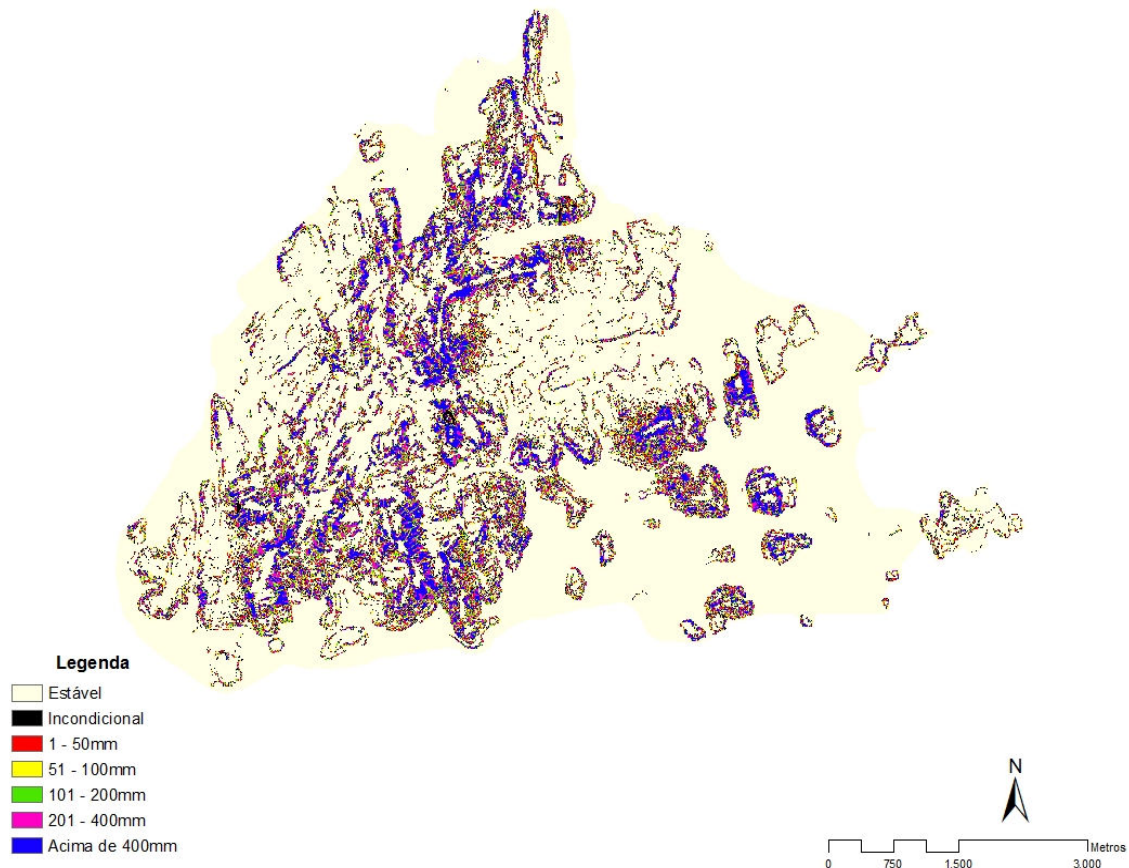


Figura 33. Mapa de susceptibilidade de escorregamentos rasos na Ilha de Vitória/ES conforme simulação 1.

b. Simulação 2

A segunda simulação utilizou os parâmetros coesão 1; densidade 1.75, profundidade do solo de 1m, condutividade hidráulica de 65 e ângulo de atrito de 45°. Os resultados apresentaram 82,60 % de área estável; 1,05% incondicional; 0,42% para chuvas de 1 a 50 mm; 0,52% de 51 a 100 mm; 1,26% de 101 a 200 mm; 2,86% de 201 a 400 mm; e 11,29% para precipitação maior que 400 mm, conforme tabela 12 e figura 34

Precipitação pluviométrica (mm)	Área m ²	%
Estável	23.545.200	82,60

0 - Incondicional	300.020	1,05
1 a 50	119.088	0,42
51 a 100	148.216	0,52
101 a 200	358.672	1,26
201 a 400	814.276	2,86
Acima de 400mm	3.218.820	11,29
Total	28.504.292	100,00

Tabela 12. Resultados da Simulação 2 para a susceptibilidade de escorregamentos na Ilha de Vitória/ES.

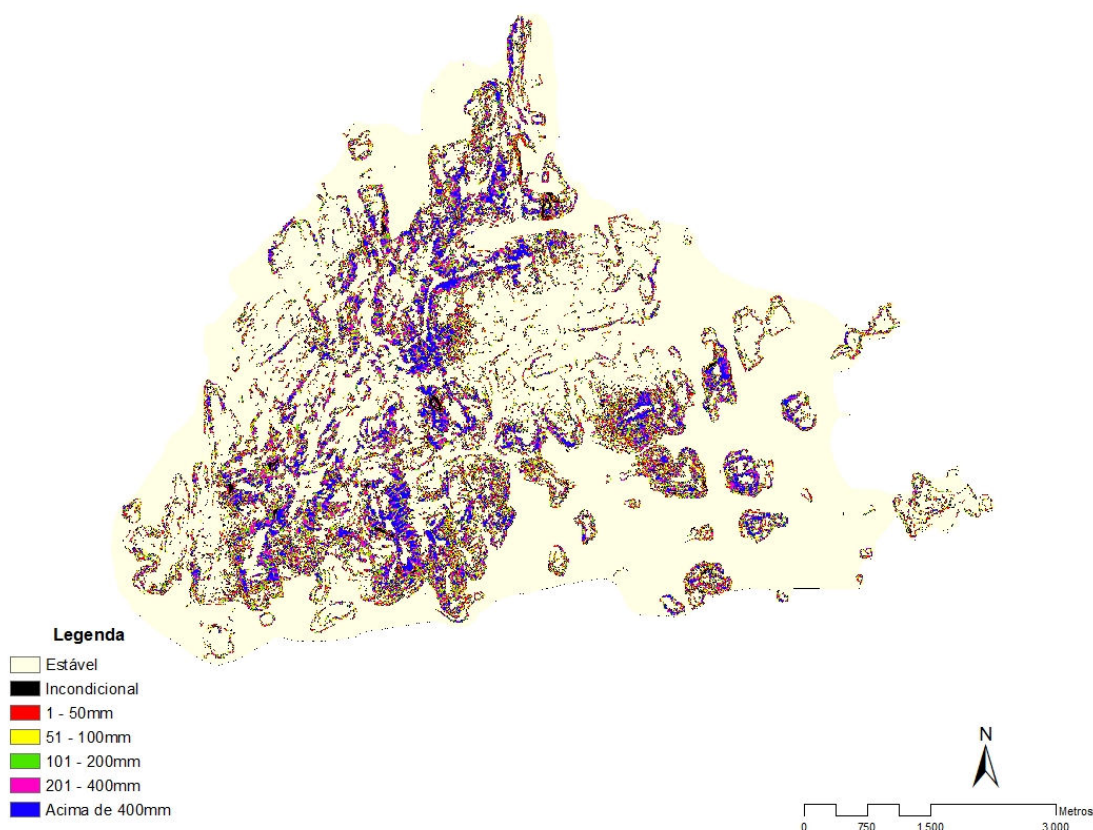


Figura 34. Mapa de susceptibilidade de escorregamentos rasos na Ilha de Vitória/ES conforme simulação 2.

c. Simulação 3

Nesta simulação foram definidos parâmetros coesão 4; densidade 1.5, profundidade do solo de 1m, condutividade hidráulica de 65 e ângulo de atrito de 30°. Os resultados apresentaram 86,01 % de área estável; 0,50% incondicional; 0,31% para chuvas de 1 a 50 mm; 0,39% de 51 a 100 mm; 0,94% de 101 a 200 mm; 2,20% de 201 a 400 mm; e 9,64% para precipitação maior que 400 mm, conforme demonstrado na tabela 13 e na figura 35.

Precipitação pluviométrica (mm)	Área m ²	%
---------------------------------	---------------------	---

Estável	24.517.200	86,01
0 - Incondicional	142.028	0,50
1 a 50	88.004	0,31
51 a 100	110.744	0,39
101 a 200	268.940	0,94
201 a 400	628.344	2,20
Acima de 400mm	2.749.032	9,64
Total	28.504.292	100,00

Tabela 13. Resultados da Simulação 3 para a susceptibilidade de escorregamentos na Ilha de Vitória/ES.

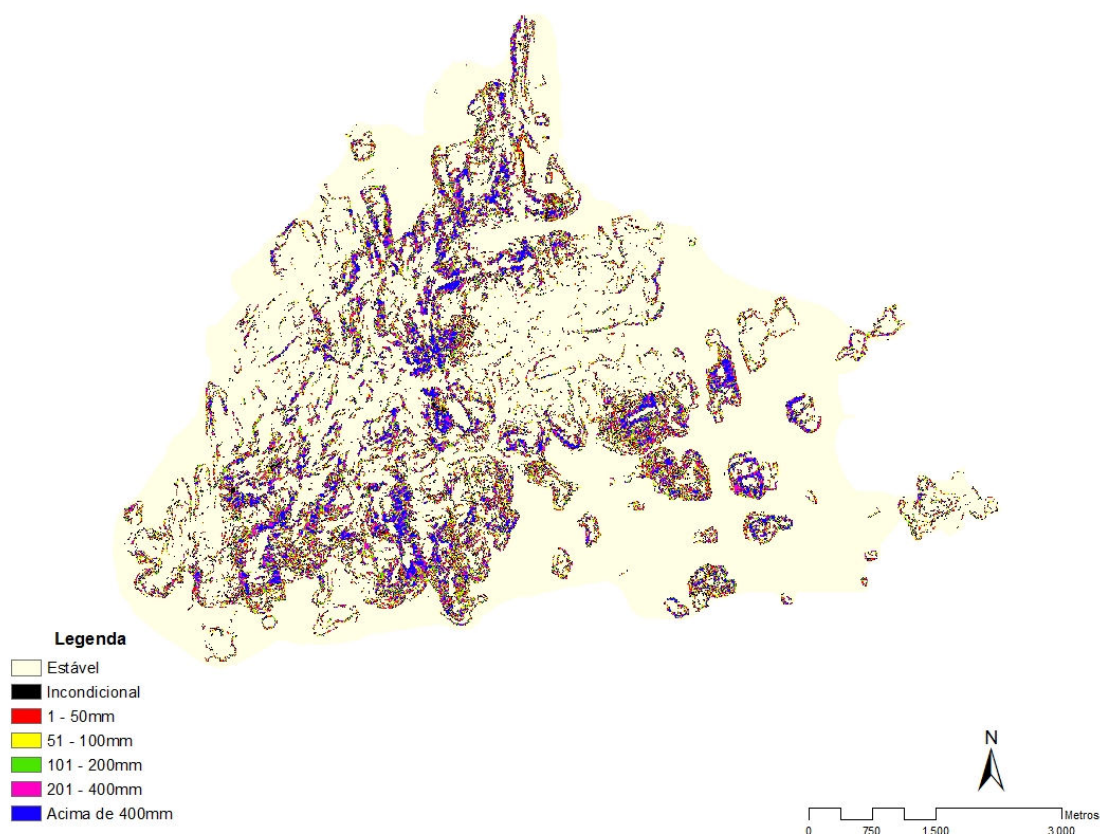


Figura 35. Mapa de susceptibilidade de escorregamentos rasos na Ilha de Vitória/ES conforme simulação 3.

d. Simulação 4

Nesta simulação foram definidos parâmetros coesão 4; densidade 1.5, profundidade do solo de 1m, condutividade hidráulica de 65 e ângulo de atrito de 35°. Os resultados apresentaram 89,72 % de área estável; 0,00% incondicional; 0,13% para chuvas de 1 a 50 mm; 0,18% de 51 a 100 mm; 0,51% de 101 a 200 mm; 1,36% de 201 a 400 mm; e 8,11% para precipitação maior que 400 mm, conforme demonstrado na tabela 14 e na figura 36.

Precipitação pluviométrica (mm)	Área m ²	%
---------------------------------	---------------------	---

Estável	25.572.952	89,72
0 - Incondicional	152	0,00
1 a 50	37.532	0,13
51 a 100	50.920	0,18
101 a 200	144.088	0,51
201 a 400	387.660	1,36
401 a 100.000	2.310.988	8,11
Total	28.504.292	100,00

Tabela 14. Resultados da Simulação 4 para a susceptibilidade de escorregamentos na Ilha de Vitória/ES.

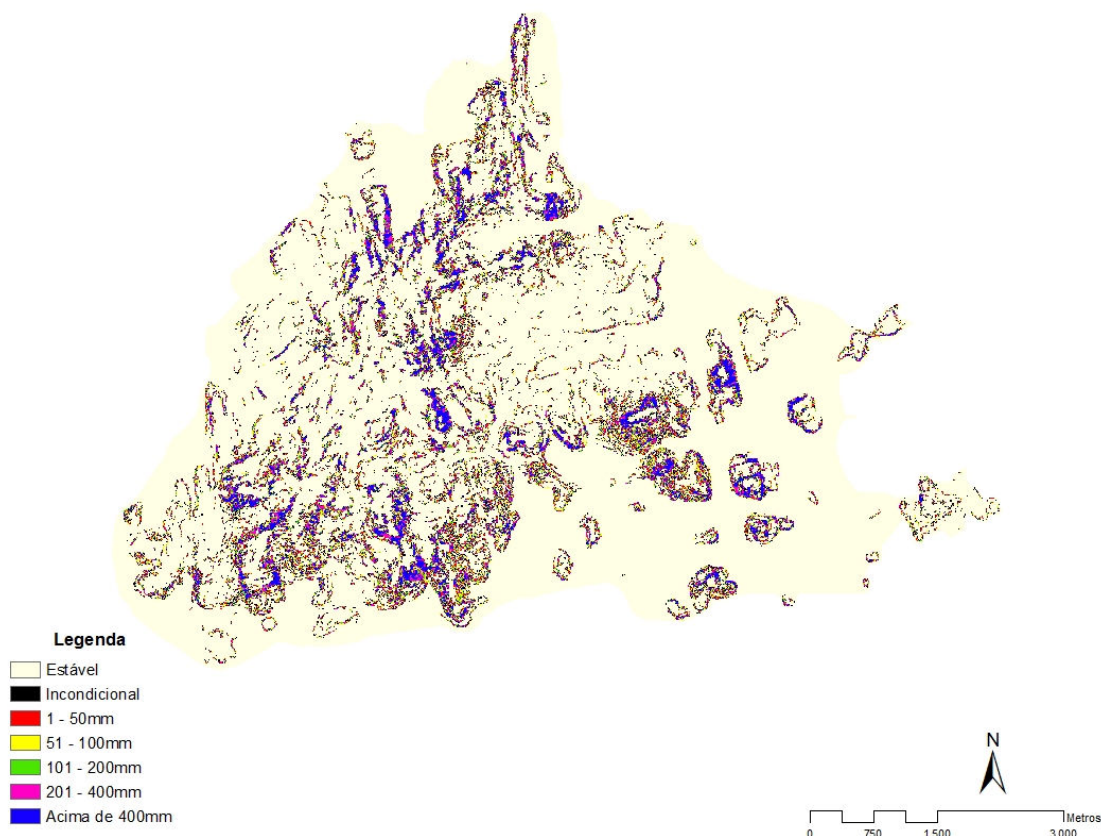


Figura 36. Mapa de susceptibilidade de escorregamentos rasos na Ilha de Vitória/ES conforme simulação 4.

e. Simulação 5

Nesta simulação foram definidos parâmetros coesão 2; densidade 1.75, profundidade do solo de 1m, condutividade hidráulica de 65 e ângulo de atrito de 40°. Os resultados apresentaram 83,01% de área estável; 1,20% incondicional; 0,43% para chuvas de 1 a 50 mm; 0,53% de 51 a 100 mm; 1,27% de 101 a 200 mm; 2,83% de 201 a 400 mm; e 10,72% para precipitação maior que 400 mm, conforme demonstrado na tabela 15 e na figura 37.

Precipitação pluviométrica (mm)	Área m ²	%
---------------------------------	---------------------	---

Estável	23.662.032	83,01
0 - Incondicional	342.136	1,20
1 a 50	123.636	0,43
51 a 100	152.276	0,53
101 a 200	362.712	1,27
201 a 400	805.832	2,83
401 a 100.000	3.055.668	10,72
Total	28.504.292	100,00

Tabela 15. Resultados da Simulação 5 para a susceptibilidade de escorregamentos na Ilha de Vitória/ES.

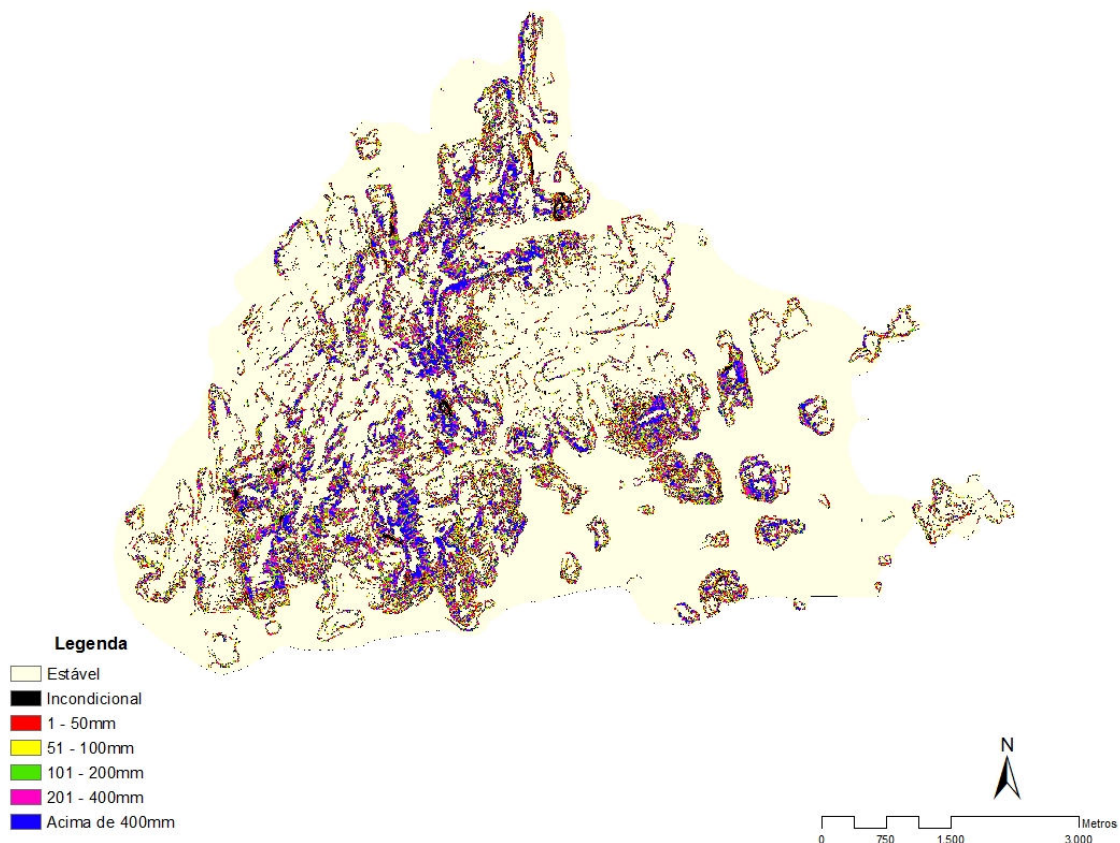


Figura 37. Mapa de susceptibilidade de escorregamentos rasos na Ilha de Vitória/ES conforme simulação 5.

f. Simulação 6

Nesta simulação foram definidos parâmetros coesão 4; densidade 1.75, profundidade do solo de 1m, condutividade hidráulica de 65 e ângulo de atrito de 40°. Os resultados apresentaram 93,98% de área estável; 0,02% incondicional; 0,10% para chuvas de 1 a 50 mm; 0,10 de 51 a 100 mm; 0,25% de 101 a 200 mm; 0,64% de 201 a 400 mm; e 4,90% para precipitação maior que 400 mm, conforme demonstrado na tabela 16 e na figura 38.

Precipitação pluviométrica (mm)	Área m ²	%
Estável	26.788.544	93,98
0 - Incondicional	5.984	0,02
1 a 50	28.756	0,10
51 a 100	28.524	0,10
101 a 200	72.260	0,25
201 a 400	182.896	0,64
401 a 100.000	1.397.328	4,90
Total	28.504.292	100,00

Tabela 16. Resultados da Simulação 6 para a susceptibilidade de escorregamentos na Ilha de Vitória/ES.

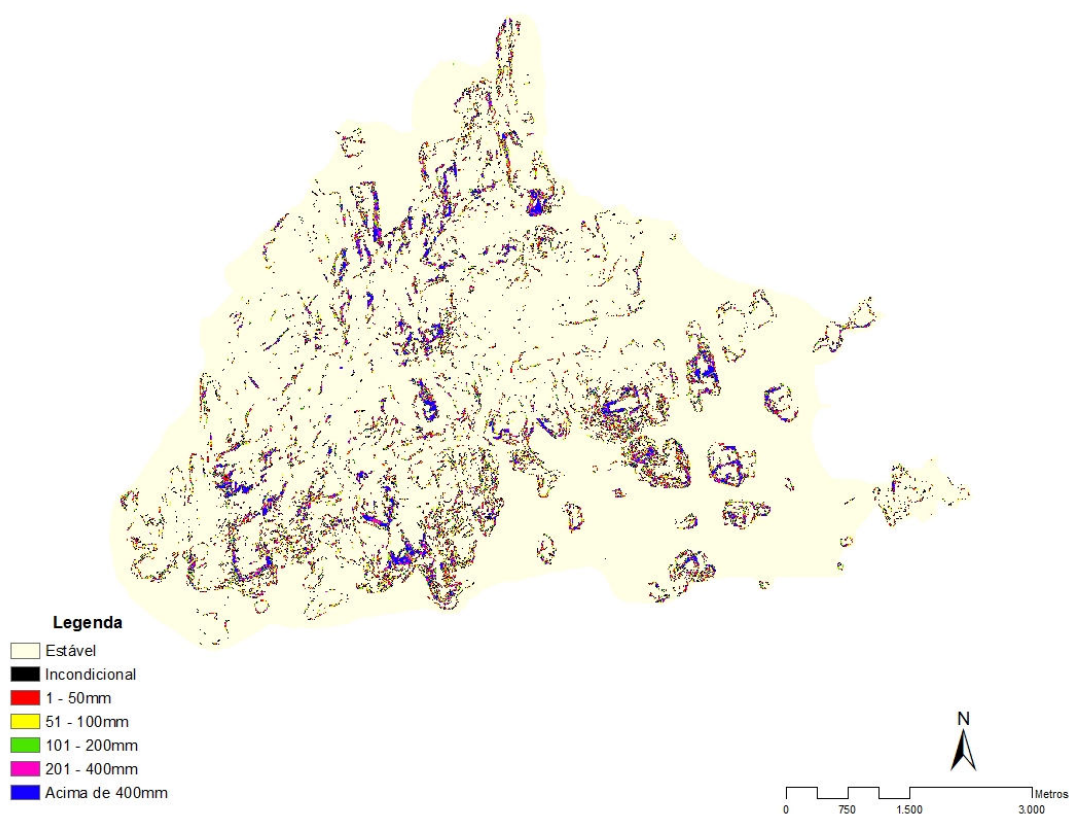


Figura 38. Mapa de susceptibilidade de escorregamentos rasos na Ilha de Vitória/ES conforme simulação 6.

g. Simulação 7

Nesta simulação foram definidos parâmetros coesão 2; densidade 1.5, profundidade do solo de 1m, condutividade hidráulica de 65 e ângulo de atrito de 40°. Os resultados apresentaram 77,27 % de área estável; 0,96% incondicional; 0,63% para chuvas de 1 a 50 mm; 0,78% de 51 a 100 mm; 1,90% de 101 a 200 mm; 4,13% de 201 a 400 mm; e 14,34% para precipitação maior que 400 mm, conforme demonstrado na tabela 17 e na figura 39.

Precipitação pluviométrica (mm)	Área m ²	%
Estável	22.024.072	77,27
0 - Incondicional	273.236	0,96
1 a 50	179.508	0,63
51 a 100	221.480	0,78
101 a 200	541.448	1,90
201 a 400	1.177.352	4,13
401 a 100.000	4.087.196	14,34
Total	28.504.292	100,00

Tabela 17. Resultados da Simulação 7 para a susceptibilidade de escorregamentos na Ilha de Vitória/ES.

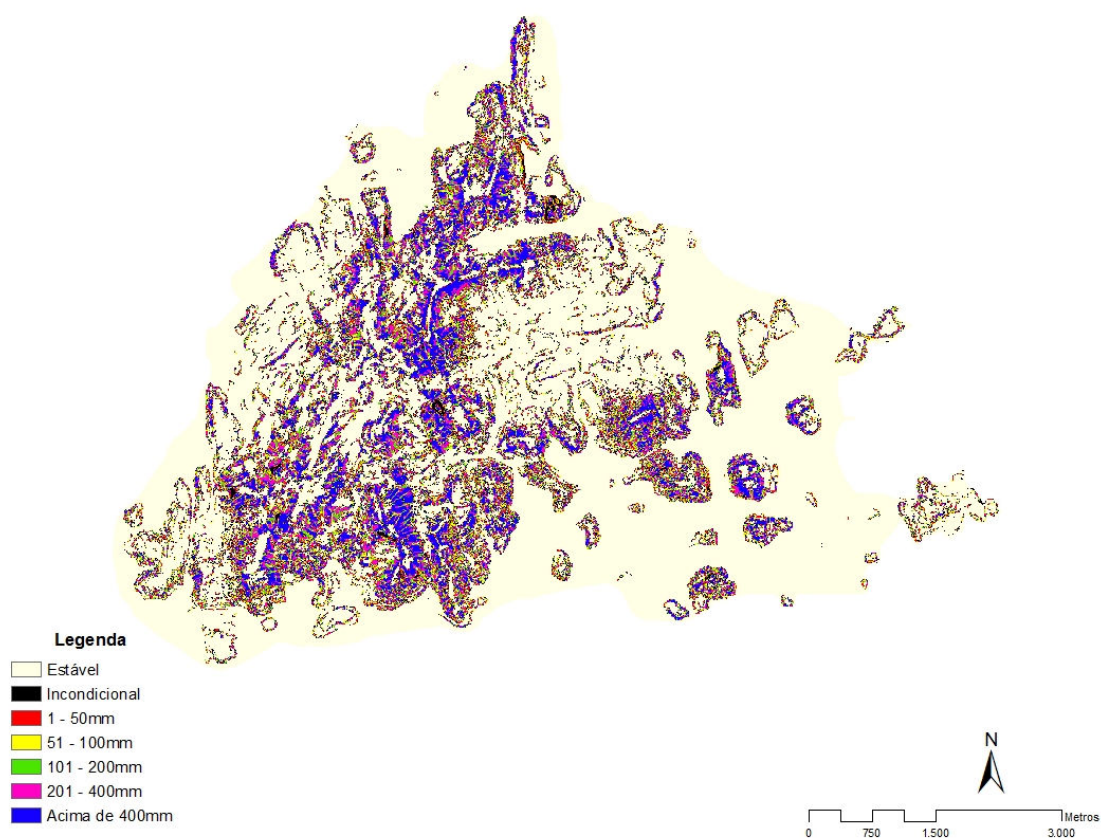


Figura 39. Mapa de susceptibilidade de escorregamentos rasos na Ilha de Vitória/ES conforme simulação 7.

h. Simulação 8

Nesta simulação foram definidos parâmetros coesão 4; densidade 1.5, profundidade do solo de 1m, condutividade hidráulica de 65 e ângulo de atrito de 25°. Os resultados apresentaram 81,88% de área estável; 1,53% incondicional; 0,59% para chuvas de 1 a 50 mm; 0,69% de 51 a 100 mm; 1,57 % de 101 a 200 mm; 3,24% de 201 a 400 mm; e 10,51% para precipitação maior que 400 mm, conforme demonstrado na tabela 18 e na figura 40.

Precipitação pluviométrica (mm)	Área m ²	%
Estável	23.339.396	81,88
0 - Incondicional	435.748	1,53
1 a 50	166.784	0,59
51 a 100	196.716	0,69
101 a 200	446.396	1,57
201 a 400	924.448	3,24
401 a 100.000	2.994.804	10,51
Total	28.504.292	100,00

Tabela 18. Resultados da Simulação 8 para a susceptibilidade de escorregamentos na Ilha de Vitória/ES.

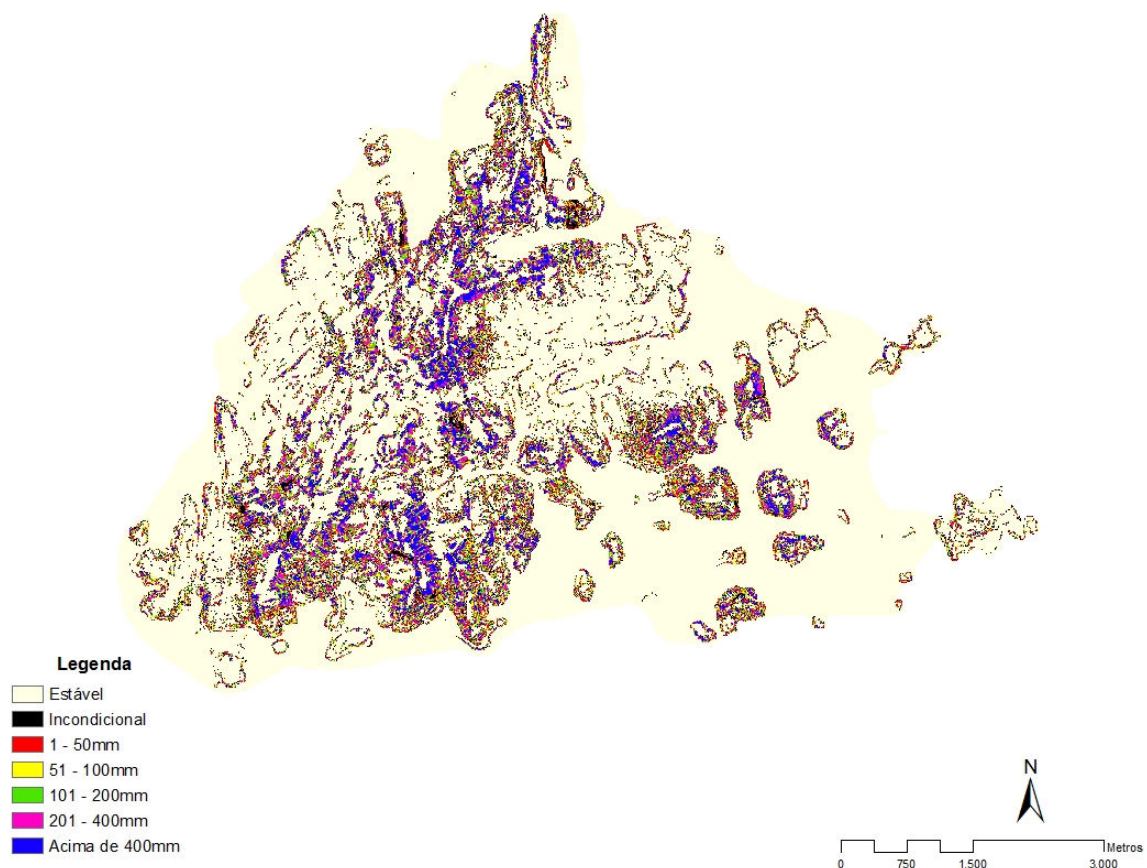


Figura 40. Mapa de susceptibilidade de escorregamentos rasos na Ilha de Vitória/ES conforme simulação 8.

Os resultados obtidos com a aplicação do Shalstab nas simulações de 1 a 8 em Vitória apresentaram em média 84,66% de área estável; 0,71% de área incondicional; 0,37% com susceptibilidade a escorregamentos com índice pluviométrico de 1 a 50mm 0,45% com índice de 51 a 100mm; 1,10% com índice de 101 a 200mm; 2,49% com índice de 201 a 400mm e 10,22% com índice de chuva maior que 400mm, conforme figura 41.

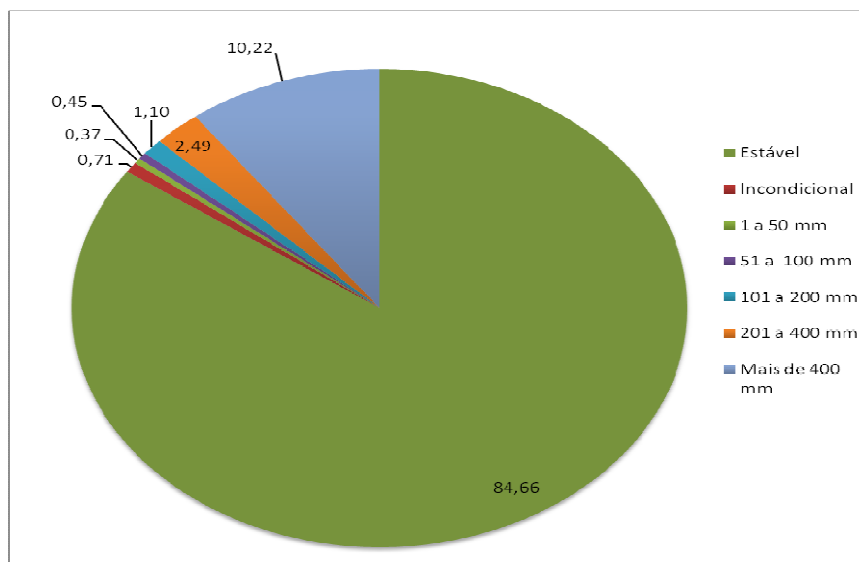


Figura 41. Percentual médio das de áreas com susceptibilidade de escorregamentos rasos na área de estudo.

Para o gestor público é importante definir a dimensão e a localização das áreas de risco de escorregamento para a definição de políticas e ações prioritárias. Para isso foram definidas duas áreas de interesse, mantendo a classe 1 (estável) e as classes de 2 a 7 agrupadas como áreas de atenção.

A área de estudo, nessa classificação, apresenta média de 84,66% de área estável e 15,34% em situação de atenção, conforme figura 42.

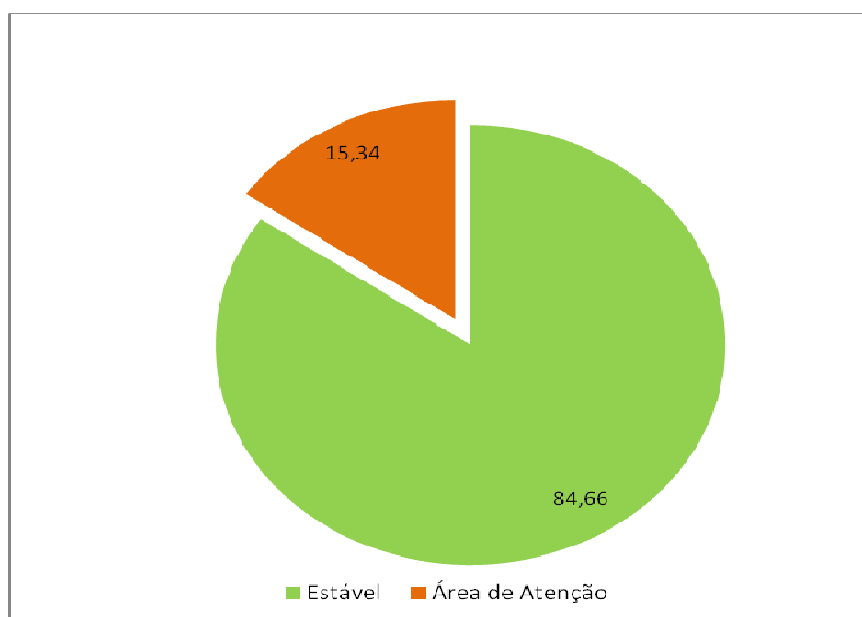


Figura 42. Percentual médio das áreas geradas pelo modelo

Analisando as situações individualmente, a simulação 1 apresentou 82,83% de área estável e 17,17% de área de atenção; a simulação 2 teve 82,60% e 17,40%; a simulação 3 teve 86,01 e 13,99; a simulação 4 apresentou 89,72% e 10,28%; a simulação 5 apresentou 83,01 e 16,99; a simulação 6 teve 93,98% e 6,02%; a simulação 7 apresentou 77,27% e a simulação 8 teve 81,88% e 18,12%, conforme gráficos a, b, c, d, e, f, g, e h, da figura 43.





Figura 43. Áreas estáveis e de atenção para a gestão de risco de escorregamentos na área de estudo.

Com o objetivo de comparar os resultados do Shalstab com os deslizamentos ocorridos nos bairros da área de estudo, foram selecionados 15 bairros que registraram mais de 5 escorregamentos, dos 52 bairros que foram atingidos no período de 2008 a 2010, conforme figuras 44 e 45.

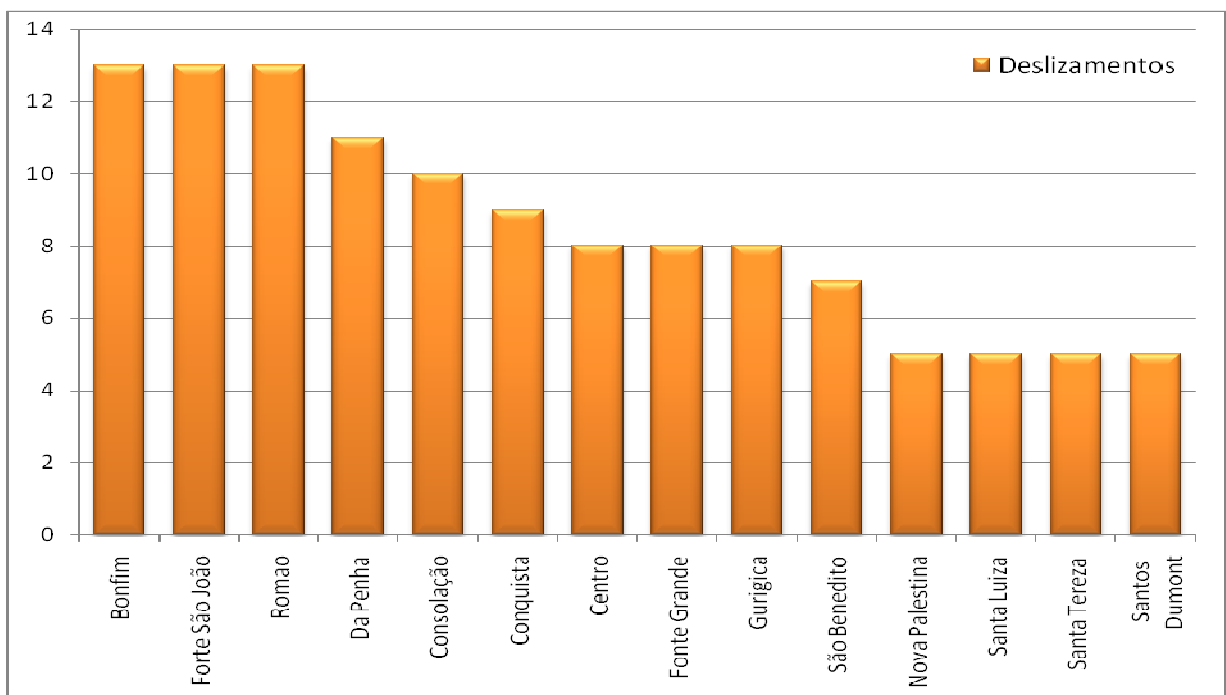


Figura 44. Bairros com mais de 5 registros de deslizamentos no período de 2008 a 2010.

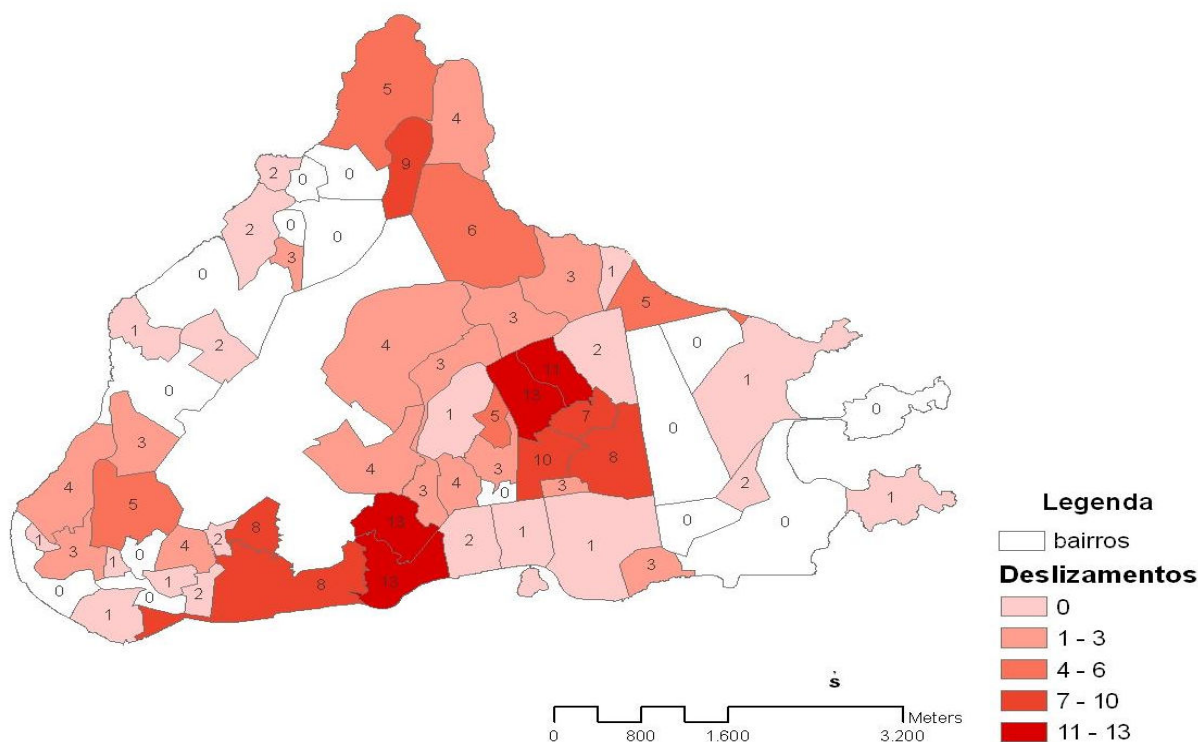


Figura 45. Registros de deslizamentos em Vitória/ES, 2008 a 2010.

Analisando os resultados das simulações por bairro e comparando-os com os registros de deslizamentos observa-se que os três bairros que com maiores registros de deslizamento (13), possuem uma média de área susceptível a escorregamento de 12,88% para Bonfim; 19,25% para Forte São João e 28,69% para Romão. Dados completos são disponibilizados na tabela 19.

Os bairros que apresentaram as maiores áreas de atenção foram Fonte Grande com 27,54%; Gurigica com 29,71%; São Benedito com 49,74%; Santa Tereza com 24,10% e Santos Dumont com 21,26%. Registraram 8 deslizamentos para os dois primeiros, sete para o terceiro e 5 para os dois últimos.

Os picos pluviométricos diários máximos, de 2008 a 2010, da Estação de Vitória registraram 86,6mm (8/1/2008); 59,4mm (27/2/2008); 110mm (24/11/2008); 86,2mm (20/10/2009); 112mm (30/10/2009); 188mm (31/10/2009); 55,6mm (2/2/2010); 69,2mm (1/11/2010) e 85,2mm (29/12/2010).

Pelos resultados observa-se que outros fatores, além dos considerados pelo modelo Shalstab, podem influenciar a ocorrência de deslizamentos. Para um gestor público, observar as áreas de atenção e perceber que, em alguns casos, os problemas são mais concentrados, pode direcionar o planejamento das ações e definir suas

prioridades, permitindo ainda ampliar o seu campo de observação e definir um processo de gestão de risco local.

Para isso pode identificar nas áreas de atenção as ameaças ou perigos, as vulnerabilidades e os recursos disponíveis para a elaboração de um plano preventivo onde sejam previstas ações de preparação e resposta do município.

Uma vez identificada uma localidade onde se tem as ameaças, as vulnerabilidades, os recursos disponíveis, pode-se fazer uma análise coerente e elaborar as recomendações necessárias para a redução de riscos. A identificação das áreas de atenção e as avaliações de risco servem como base para incorporar medidas de mitigação e subsidiar a elaboração dos planos estratégicos de desenvolvimento a curto, médio e longo prazo e ainda basear a elaboração dos planos de preparação e resposta à emergência.

A implementação desse plano pode interferir nos processos condicionantes ou determinantes dos deslizamentos e possivelmente reduzir os impactos humanos e financeiros.

Conhecer os fatores que influenciam direta ou indiretamente em um estado, municípios ou comunidade é o primeiro passo para um trabalho visando a prevenção, a preparação e a resposta a emergências ou desastres.

		Simulação 1	Simulação 2	Simulação 3	Simulação 4	Simulação 5	Simulação 6	Simulação 7	Simulação 8	Deslizamentos	Média das simulações %	Áreas %
Bairro												
Bonfim	1. Estável	85,74	85,04	88,11	91,19	85,80	94,82	81,30	85,01		<p>Média das simulações %</p>	<p>Áreas %</p>
	Incondicional	0,10	0,60	0,18	0,17	0,71	0,09	0,54	1,02			
	1 a 50mm	0,39	0,47	0,37	0,23	0,49	0,11	0,71	0,60			
	51 a 100mm	0,42	0,45	0,36	0,35	0,45	0,18	0,65	0,53	13		
	101 a 200mm	0,66	0,74	0,58	0,78	0,76	0,33	1,15	0,97			
	201 a 400mm	1,56	1,67	1,34	7,28	1,72	4,47	2,29	1,94			
	Acima de 400mm	11,13	11,02	9,06	0,00	10,08	0,00	13,37	9,92			
	Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00			
Forte São João	Estável	78,65	78,62	81,51	85,21	78,96	90,43	74,57	78,08		<p>Média das simulações %</p>	<p>Áreas %</p>
	Incondicional	0,54	1,53	0,66	0,00	1,77	0,01	1,39	2,32			
	1 a 50mm	0,25	0,34	0,27	0,10	0,39	0,07	0,45	0,58			
	51 a 100mm	0,38	0,52	0,38	0,16	0,56	0,09	0,68	0,76	13		
	101 a 200mm	1,13	1,37	1,14	0,60	1,42	0,30	1,84	1,76			
	201 a 400mm	2,70	2,96	2,53	1,63	2,96	0,84	3,84	3,36			
	Acima de 400mm	16,34	14,66	13,50	12,29	13,94	8,25	17,23	13,14			
	Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00			

		Simulação 1	Simulação 2	Simulação 3	Simulação 4	Simulação 5	Simulação 6	Simulação 7	Simulação 8	Deslizamentos	Média das simulações %	Áreas %
Bairro												
Romao	Estável	67,47	67,11	73,15	80,51	67,80	90,14	58,42	65,88	13		
	Incondicional	0,16	0,59	0,21	0,00	0,77	0,00	0,50	1,24			
	1 a 50mm	0,29	0,46	0,28	0,11	0,47	0,04	0,71	0,63			
	51 a 100mm	0,55	0,65	0,50	0,23	0,65	0,12	0,95	0,83			
	101 a 200mm	1,28	1,47	1,02	0,58	1,51	0,26	2,25	2,05			
	201 a 400mm	3,53	4,13	2,98	1,60	4,20	0,61	5,94	5,16			
	Acima de 400mm	26,74	25,59	21,85	16,97	24,60	8,83	31,22	24,22			
	Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00			
Da Penha	Estável	93,61	93,65	95,18	96,81	93,84	98,36	90,69	93,33	11		
	Incondicional	0,00	0,05	0,01	0,00	0,07	0,00	0,04	0,15			
	1 a 50mm	0,16	0,22	0,14	0,07	0,23	0,03	0,34	0,28			
	51 a 100mm	0,27	0,26	0,21	0,12	0,26	0,07	0,44	0,30			
	101 a 200mm	0,47	0,47	0,33	0,20	0,47	0,10	0,77	0,58			
	201 a 400mm	0,91	0,97	0,66	0,31	0,98	0,12	1,45	1,14			
	Acima de 400mm	4,59	4,37	3,47	2,49	4,15	1,34	6,27	4,23			
	Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00			

		Simulação 1	Simulação 2	Simulação 3	Simulação 4	Simulação 5	Simulação 6	Simulação 7	Simulação 8	Deslizamentos	Média das simulações %	Áreas %
Bairro												
Consolação	Estável	86,32	86,18	88,14	90,56	86,45	94,32	83,22	85,78		<p>Média das simulações %</p>	<p>Áreas %</p>
	Incondicional	0,03	0,28	0,06	0,00	0,41	0,00	0,23	0,79			
	1 a 50mm	0,37	0,52	0,34	0,21	0,56	0,11	0,67	0,77			
	51 a 100mm	0,56	0,72	0,57	0,33	0,71	0,12	0,86	0,89			
	101 a 200mm	1,03	1,22	1,02	0,63	1,26	0,31	1,48	1,46			
	201 a 400mm	1,85	2,04	1,74	1,17	2,07	0,56	2,60	2,22			
	Acima de 400mm	9,85	9,04	8,12	7,11	8,53	4,59	10,93	8,08			
	Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
Conquista	Estável	69,10	68,66	76,21	83,99	69,52	91,50	56,04	67,02		<p>Média das simulações %</p>	<p>Áreas %</p>
	Incondicional	0,24	1,14	0,38	0,00	1,39	0,00	1,01	1,93			
	1 a 50mm	0,72	0,90	0,58	0,25	0,92	0,08	1,50	1,16			
	51 a 100mm	0,92	1,04	0,77	0,34	1,01	0,13	1,66	1,23			
	101 a 200mm	1,93	2,12	1,54	0,76	2,09	0,35	3,51	2,51			
	201 a 400mm	4,19	4,41	3,07	1,46	4,30	0,67	7,34	5,05			
	Acima de 400mm	22,89	21,74	17,45	13,20	20,77	7,26	28,95	21,10			
	Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		

		Simulação 1	Simulação 2	Simulação 3	Simulação 4	Simulação 5	Simulação 6	Simulação 7	Simulação 8	Deslizamentos	Média das simulações %	Áreas %
Bairro												
Centro	Estável	85,16	85,04	87,25	89,89	85,29	93,41	81,84	84,60	8		
	Incondicional	0,40	1,12	0,51	0,00	1,28	0,01	1,01	1,75			
	1 a 50mm	0,49	0,63	0,49	0,25	0,66	0,13	0,82	0,82			
	51 a 100mm	0,47	0,54	0,47	0,25	0,57	0,16	0,72	0,68			
	101 a 200mm	0,94	1,11	0,91	0,54	1,12	0,32	1,47	1,34			
	201 a 400mm	2,31	2,42	2,00	1,39	2,43	0,76	3,21	2,65			
	Acima de 400mm	10,22	9,15	8,37	7,69	8,66	5,22	10,92	8,17			
	Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00			
Fonte Grande	Estável	68,54	68,09	75,67	83,82	69,02	92,57	55,62	66,38	8		
	Incondicional	0,04	0,14	0,05	0,01	0,18	0,01	0,14	0,39			
	1 a 50mm	1,38	1,51	0,98	0,49	1,51	0,18	2,52	1,99			
	51 a 100mm	1,53	1,73	1,20	0,58	1,76	0,13	2,68	2,21			
	101 a 200mm	3,34	3,77	2,47	1,37	3,77	0,46	5,98	4,53			
	201 a 400mm	5,76	6,26	4,58	2,48	6,16	0,89	9,10	7,05			
	Acima de 400mm	19,41	18,51	15,05	11,26	17,60	5,77	23,95	17,45			
	Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00			

		Simulação 1	Simulação 2	Simulação 3	Simulação 4	Simulação 5	Simulação 6	Simulação 7	Simulação 8	Deslizamentos	Média das simulações %	Áreas %
Bairro												
Gurigica	Estável	67,50	67,27	71,35	76,42	67,72	83,99	61,55	66,52		<p>8</p>	
	Incondicional	1,47	3,21	1,63	0,00	3,63	0,08	2,98	4,52			
	1 a 50mm	0,65	0,82	0,66	0,30	0,85	0,33	1,05	1,14			
	51 a 100mm	0,77	0,96	0,79	0,41	0,99	0,31	1,21	1,32			
	101 a 200mm	2,03	2,32	2,03	1,18	2,41	0,69	3,07	2,90			
	201 a 400mm	4,38	4,70	4,02	2,97	4,72	1,71	5,90	5,08			
	Acima de 400mm	23,21	20,71	19,52	18,71	19,68	12,89	24,23	18,52			
	Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
São Benedito	Estável	44,67	44,26	51,90	62,17	45,08	75,86	35,21	42,94		<p>7</p>	
	Incondicional	0,83	3,50	1,25	0,00	4,27	0,03	3,00	6,13			
	1 a 50mm	0,95	1,59	1,11	0,33	1,71	0,19	2,05	2,08			
	51 a 100mm	1,37	1,80	1,44	0,61	1,83	0,39	2,42	2,25			
	101 a 200mm	3,41	3,87	3,57	1,82	3,80	0,95	4,88	4,54			
	201 a 400mm	8,13	8,77	7,45	4,91	8,96	2,65	11,67	10,36			
	Acima de 400mm	40,63	36,22	33,27	30,15	34,34	19,92	40,77	31,70			
	Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		

		Simulação 1	Simulação 2	Simulação 3	Simulação 4	Simulação 5	Simulação 6	Simulação 7	Simulação 8	Deslizamentos	Média das simulações %	Áreas %
Bairro												
Nova Palestina	Estável	99,08	98,97	99,08	99,21	98,98	99,34	98,83	98,95	5		
	Incondicional	0,04	0,16	0,01	0,00	0,18	0,00	0,15	0,24			
	1 a 50mm	0,04	0,05	0,06	0,03	0,05	0,02	0,06	0,06			
	51 a 100mm	0,01	0,04	0,06	0,01	0,04	0,00	0,04	0,04			
	101 a 200mm	0,07	0,06	0,08	0,02	0,05	0,01	0,07	0,08			
	201 a 400mm	0,13	0,14	0,15	0,10	0,15	0,05	0,18	0,14			
	Acima de 400mm	0,63	0,58	0,55	0,63	0,55	0,57	0,68	0,49			
	Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00			
Santa Luiza	Estável	100,00	99,98	99,99	100,00	99,98	100,00	99,98	99,98	5		
	Incondicional		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	1 a 50mm		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	51 a 100mm		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	101 a 200mm		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	201 a 400mm		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
	Acima de 400mm		0,02	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,02			
	Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00			

Bairro		Simulação 1	Simulação 2	Simulação 3	Simulação 4	Simulação 5	Simulação 6	Simulação 7	Simulação 8	Deslizamentos	Média das simulações %	Áreas %
Santa Tereza	Estável	73,42	73,17	77,63	82,46	73,69	88,37	66,15	72,26			
	Incondicional	1,77	3,22	1,60	0,00	3,59	0,23	3,02	4,22			
	1 a 50mm	0,79	0,97	0,73	0,32	1,01	0,42	1,48	1,31			
	51 a 100mm	0,75	0,93	0,69	0,37	0,96	0,24	1,45	1,18			
	101 a 200mm	1,88	2,22	1,66	0,98	2,25	0,46	3,33	2,73			
	201 a 400mm	4,13	4,33	3,82	2,71	4,27	1,40	5,69	4,51			
	Acima de 400mm	17,25	15,16	13,87	13,15	14,23	8,88	18,89	13,79			
	Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
Santos Dumont	Estável	76,39	76,44	79,93	84,13	76,87	90,05	70,37	75,71			
	Incondicional	0,11	0,71	0,19	0,00	0,86	0,00	0,59	1,47			
	1 a 50mm	0,30	0,41	0,28	0,12	0,49	0,04	0,63	0,80			
	51 a 100mm	0,32	0,53	0,30	0,13	0,62	0,08	0,66	0,74			
	101 a 200mm	0,74	1,27	0,92	0,34	1,34	0,17	1,72	1,84			
	201 a 400mm	3,22	3,71	3,19	1,58	3,72	0,64	5,14	4,13			
	Acima de 400mm	18,92	16,93	15,19	13,69	16,10	9,03	20,88	15,31			
	Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		

Tabela 19. Apresentação das 8 simulações geradas pelo Shalstab comparando áreas de risco com deslizamentos registrados, por bairro, no período de 208 a 2010.

Os cinco bairros com mais ocorrência de deslizamentos no município de Vitória/ES, no período de 2008 a 2010, foram Bonfim, Forte São João, Romão, Bairro da Penha e Consolação.

A simulação 7 foi a que apresentou o maior percentual de área de atenção (22,73%) em relação à área total de estudo. Essa mesma situação se repetiu na análise dos bairros individualmente sendo definida como a simulação de maior interesse pela sua extensão e, portanto, será a analisada nos bairros com maior registro de deslizamento. Cabe ressaltar que, na validação dos resultados em campo, outras das simulações podem se apresentar de interesse quando comparada à realidade.

a. Bonfim

O Bairro Bonfim pertence à Regional 4 - Maruípe e registrou 13 deslizamentos no período de 2008 a 2010, destes 6 em 2008. Possui uma população de 7106 pessoas (IBGE, 2010).

Segundo os resultados gerados pelo Shalstab tem em média um percentual de 87,1% da sua área estável; 0,4% de área incondicional; 0,4% de área susceptível com chuvas até 50mm; 6,1% com chuvas de 51 a 100mm; 0,7% com chuvas de 101 a 200mm; 2,8% com chuvas de 201 a 400mm e por fim, 8,1% de áreas susceptível a escorregamento com índice pluviométrico superior a 400mm, conforme tabela 20 e figura 49.

Na simulação 7 o percentual de área de atenção susceptível a escorregamento soma 18,7% da área total do bairro sendo desta 0,7% para índices pluviométricos de 1 a 100mm.

	Simulação 1	Área de Atenção	Simulação 2	Área de Atenção	Simulação 3	Área de Atenção	Simulação 4	Área de Atenção	Simulação 5	Área de Atenção	Simulação 6	Área de Atenção	Simulação 7	Área de Atenção	Simulação 8	Área de Atenção	Média
Estável	85,7		85,0		88,1		91,2		85,8		94,8		81,3		85,0		87,1
Incondicional	0,1		0,6		0,2		0,2		0,7		0,1		0,5		1,0		0,4
1 a 50mm	0,4		0,5		0,4		0,2		0,5		0,1		0,7		0,6		0,4
51 a 100mm	0,4	14,3	0,5	15,0	0,4	11,9	0,4	8,8	0,5	14,2	0,2	5,2	0,7	18,7	0,5	15,0	6,1
101 a 200mm	0,7		0,7		0,6		0,8		0,8		0,3		1,2		1,0		0,7
201 a 400mm	1,6		1,7		1,3		7,3		1,7		4,5		2,3		1,9		2,8
Acima de 400mm	11,1		11,0		9,1		0,0		10,1		0,0		13,4		9,9		8,1

Tabela 20. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe e área de atenção, por simulação.

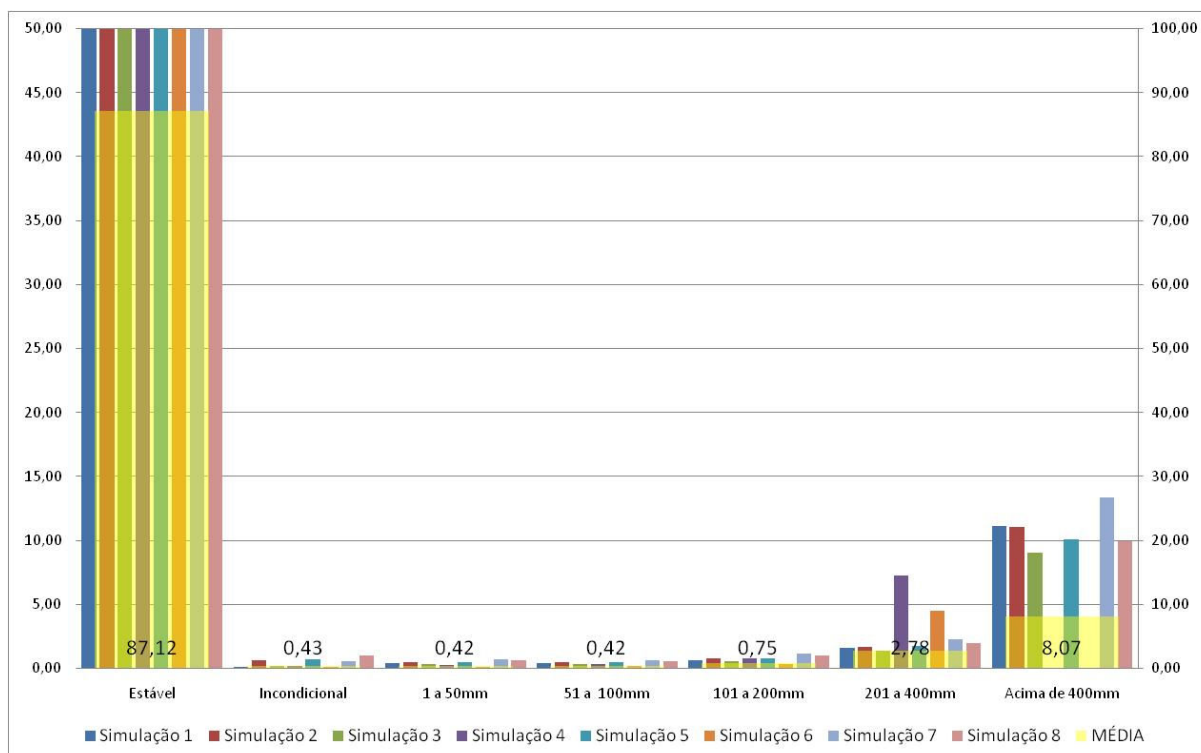


Figura 46. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe.

b. Forte São João

O Bairro Forte São João pertence à Regional 1 - Centro e registrou 13 deslizamentos no período de 2008 a 2010, sendo o ano de 2008 o mais crítico com 9 ocorrências, possui uma população de 1553 pessoas e possui seus morros ocupados (IBGE, 2010).

Segundo os resultados gerados pelo Shalstab tem em média um percentual de 80,8% da sua área estável; 1,0% de área incondicional; 0,3% de área susceptível com chuvas até 50mm; 9,0% com chuvas de 51 a 100mm; 1,2% com chuvas de 101 a 200mm; 2,6% com chuvas de 201 a 400mm e por fim, 13,7% de áreas susceptível a escorregamento com índice pluviométrico superior a 400mm, conforme tabela 21 e figura 50.

Na simulação 7 o percentual de área de atenção susceptível a escorregamento soma 25,4% da área total do bairro sendo desta 1,2% para índices pluviométricos de 1 a 100mm.

	Simulação 1	Área de Atenção	Simulação 2	Área de Atenção	Simulação 3	Área de Atenção	Simulação 4	Área de Atenção	Simulação 5	Área de Atenção	Simulação 6	Área de Atenção	Simulação 7	Área de Atenção	Simulação 8	Área de Atenção	Média
Estável	78,7		78,6		81,5		85,2		79,0		90,4		74,6		78,1		80,8
Incondicional	0,5		1,5		0,7		0,0		1,8		0,0		1,4		2,3		1,0
1 a 50mm	0,3		0,3		0,3		0,1		0,4		0,1		0,5		0,6		0,3
51 a 100mm	0,4	21,3	0,5	21,4	0,4	18,5	0,2	14,8	0,6	21,0	0,1	9,6	0,7	25,4	0,8	21,9	9,0
101 a 200mm	1,1		1,4		1,1		0,6		1,4		0,3		1,8		1,8		1,2
201 a 400mm	2,7		3,0		2,5		1,6		3,0		0,8		3,8		3,4		2,6
Acima de 400mm	16,3		14,7		13,5		12,3		13,9		8,3		17,2		13,1		13,7

Tabela 21. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe e área de atenção, por simulação.

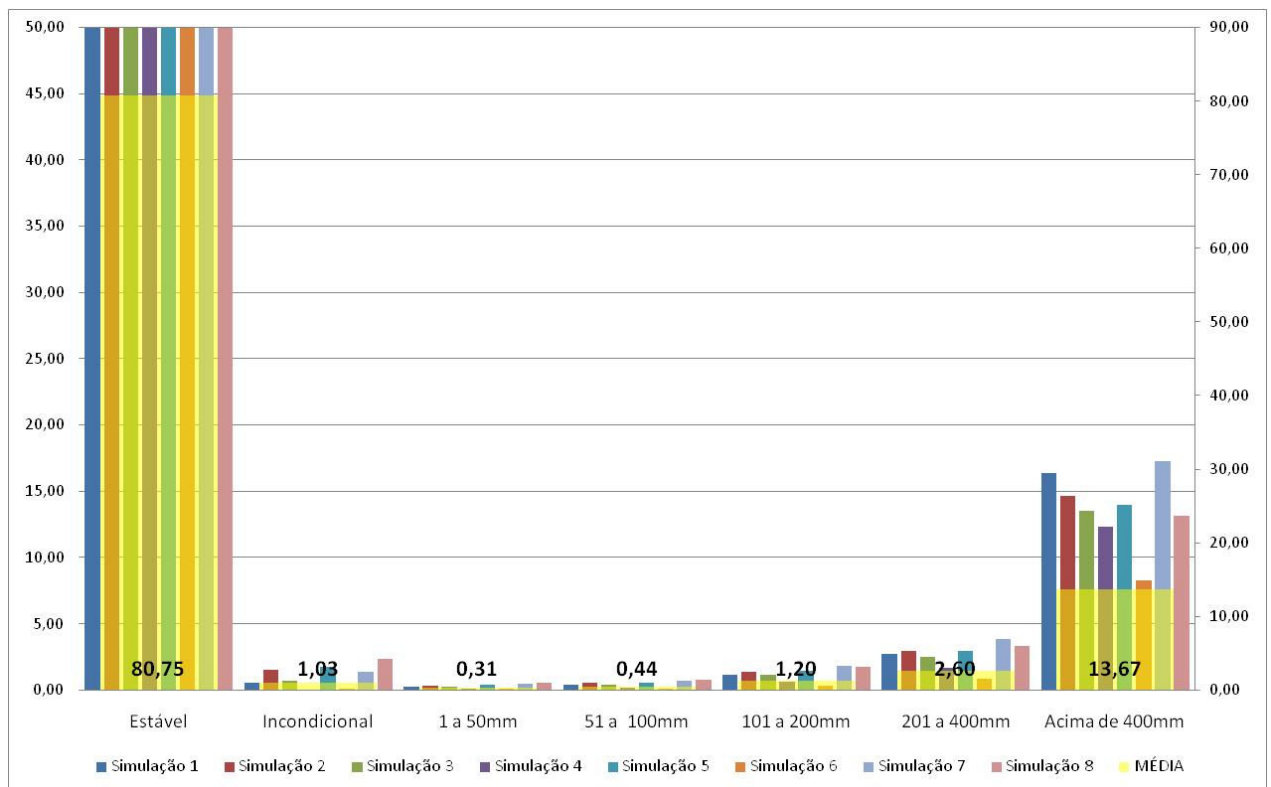


Figura 47. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe.

c. Romão

O Bairro do Romão parte da Região de Bento Ferreira/Jucutuquara e registrou 13 deslizamentos no período de 2008 a 2010, destes 7 em 2009. Possui 3096 pessoas (IBGE, 2010).

Segundo os resultados gerados pelo Shalstab tem em média um percentual de 71,3% da sua área estável; 0,4% de área incondicional; 0,4% de área susceptível com

chuvas até 50mm; 13,3% com chuvas de 51 a 100mm; 1,3% com chuvas de 101 a 200mm; 3,5% com chuvas de 201 a 400mm e por fim, 22,5% de áreas susceptível a escorregamento com índice pluviométrico superior a 400mm, conforme tabela 22 e figura 51.

Na simulação 7 o percentual de área de atenção susceptível a escorregamento soma 41,6% da área total do bairro sendo desta 1,7% para índices pluviométricos de 1 a 100mm.

	Simulação 1	Área de Atenção	Simulação 2	Área de Atenção	Simulação 3	Área de Atenção	Simulação 4	Área de Atenção	Simulação 5	Área de Atenção	Simulação 6	Área de Atenção	Simulação 7	Área de Atenção	Simulação 8	Área de Atenção	Média
Estável	67,5	67,1	73,2	80,5	67,8	90,1	58,4	65,9	71,3								
Incondicional	0,2	0,6	0,2	0,0	0,8	0,0	0,5	1,2	0,4								
1 a 50mm	0,3	0,5	0,3	0,1	0,5	0,0	0,7	0,6	0,4								
51 a 100mm	0,6	32,6	0,7	32,9	0,5	26,8	0,2	19,5	0,7	32,2	0,1	9,9	1,0	41,6	0,8	34,1	13,3
101 a 200mm	1,3	1,5	1,0	0,6	1,5	0,3	2,3	2,1	1,3								
201 a 400mm	3,5	4,1	3,0	1,6	4,2	0,6	5,9	5,2	3,5								
Acima de 400mm	26,7	25,6	21,9	17,0	24,6	8,8	31,2	24,2	22,5								

Tabela 22. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe e área de atenção, por simulação.

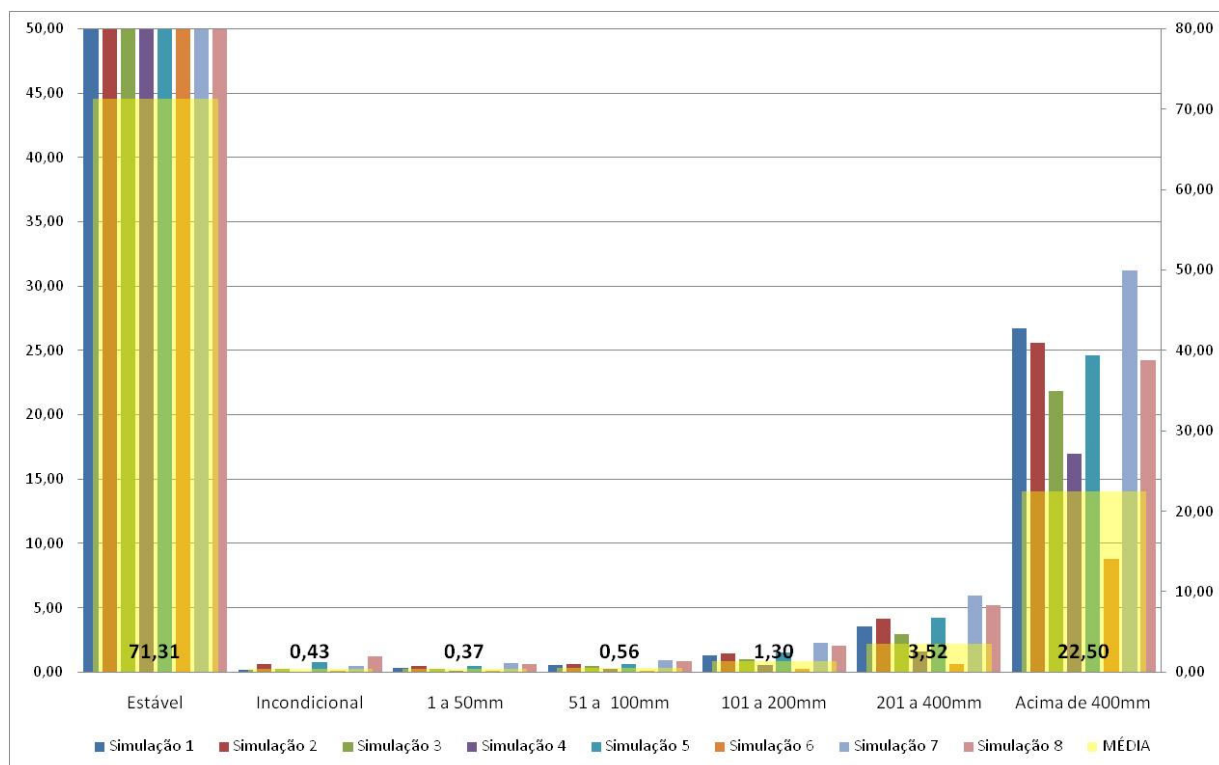


Figura 48. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe.

d. Da Penha

O Bairro da Penha pertence à Regional de Maruípe e registrou 11 deslizamentos no período de 2008 a 2010, destes 5 em 2008. Tem uma população de 5603 pessoas (IBGE, 2010).

Segundo os resultados gerados pelo Shalstab tem em média um percentual de 94,4% da sua área estável; 0,0% de área incondicional; 0,2% de área susceptível com chuvas até 50mm; 2,7% com chuvas de 51 a 100mm; 0,4% com chuvas de 101 a 200mm; 0,8% com chuvas de 201 a 400mm e por fim, 3,9% de áreas susceptível a escorregamento com índice pluviométrico superior a 400mm, conforme tabela 23 e figura 52.

Na simulação 7 o percentual de área de atenção susceptível a escorregamento soma 9,3% da área total do bairro sendo desta 0,6% para índices pluviométricos de 1 a 100mm.

	Simulação 1	Área de Atenção	Simulação 2	Área de Atenção	Simulação 3	Área de Atenção	Simulação 4	Área de Atenção	Simulação 5	Área de Atenção	Simulação 6	Área de Atenção	Simulação 7	Área de Atenção	Simulação 8	Área de Atenção	Média
Estável	93,6		93,7		95,2		96,8		93,8		98,4		90,7		93,3		94,4
Incondicional	0,0		0,1		0,0		0,0		0,1		0,0		0,0		0,2		0,0
1 a 50mm	0,2		0,2		0,1		0,1		0,2		0,0		0,3		0,3		0,2
51 a 100mm	0,3	6,4	0,3	6,3	0,2	4,8	0,1	3,2	0,3	6,2	0,1	1,7	0,4	9,3	0,3	6,7	2,7
101 a 200mm	0,5		0,5		0,3		0,2		0,5		0,1		0,8		0,6		0,4
201 a 400mm	0,9		1,0		0,7		0,3		1,0		0,1		1,5		1,1		0,8
Acima de 400mm	4,6		4,4		3,5		2,5		4,2		1,3		6,3		4,2		3,9

Tabela 23. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe e área de atenção, por simulação.

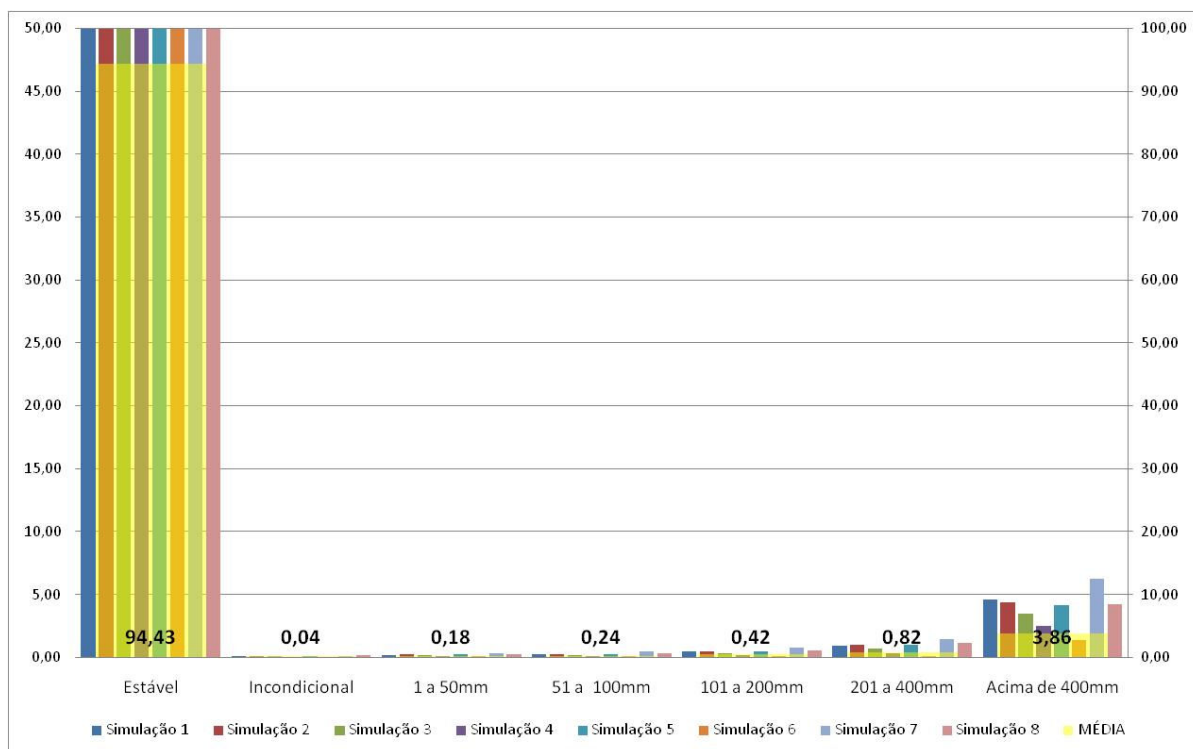


Figura 49. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe.

e. Consolação

O Bairro Consolação faz parte da Região de Bento Ferreira/Jucutuquara e registrou 10 deslizamentos no período de 2008 a 2010, sendo o ano de 2008 o mais crítico com 6 ocorrências. Tem uma população de 2766 pessoas (IBGE, 2010).

Segundo os resultados gerados pelo Shalstab tem em média um percentual de 87,6% da sua área estável; 0,2% de área incondicional; 0,4% de área susceptível com chuvas até 50mm; 6,0% com chuvas de 51 a 100mm; 1,1% com chuvas de 101 a 200mm; 1,8% com chuvas de 201 a 400mm e por fim, 8,3% de áreas susceptível a escorregamento com índice pluviométrico superior a 400mm, conforme tabela 25 e figura 53.

Na simulação 7 o percentual de área de atenção susceptível a escorregamento soma 16,8% da área total do bairro sendo desta 1,6% para índices pluviométricos de 1 a 100mm.

	Simulação 1	Área de Atenção	Simulação 2	Área de Atenção	Simulação 3	Área de Atenção	Simulação 4	Área de Atenção	Simulação 5	Área de Atenção	Simulação 6	Área de Atenção	Simulação 7	Área de Atenção	Simulação 8	Área de Atenção	Média
Estável	86,3		86,2		88,1		90,6		86,5		94,3		83,2		85,8		87,6
Incondicional	0,0		0,3		0,1		0,0		0,4		0,0		0,2		0,8		0,2
1 a 50mm	0,4		0,5		0,3		0,2		0,6		0,1		0,7		0,8		0,4
51 a 100mm	0,6	13,7	0,7	13,8	0,6	11,9	0,3	9,5	0,7	13,5	0,1	5,7	0,9	16,8	0,9	14,2	6,0
101 a 200mm	1,0		1,2		1,0		0,6		1,3		0,3		1,5		1,5		1,1
201 a 400mm	1,9		2,0		1,7		1,2		2,1		0,6		2,6		2,2		1,8
Acima de 400mm	9,9		9,0		8,1		7,1		8,5		4,6		10,9		8,1		8,3

Tabela 24. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe e área de atenção, por simulação.

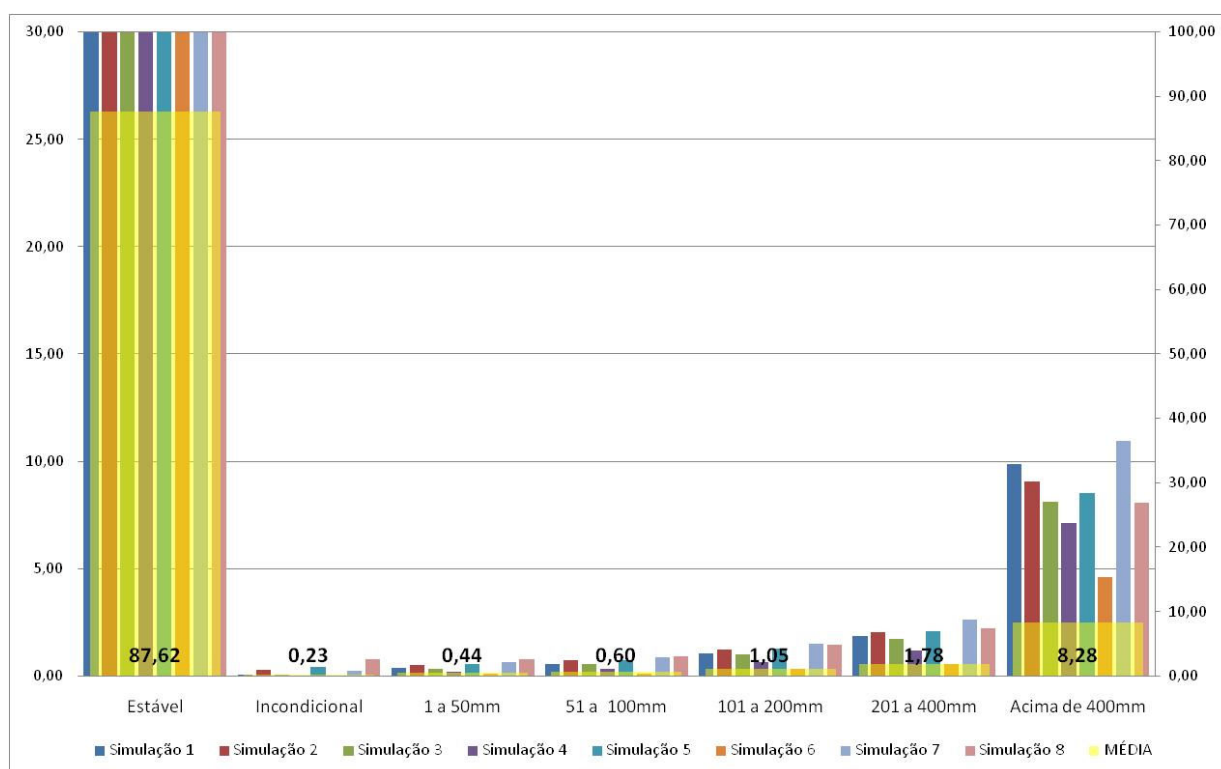


Figura 50. Percentual de área susceptível a escorregamentos, por classe, para as 8 simulações e média por classe.

Conhecer o perfil do município e dos bairros, com o maior detalhamento possível, possibilita desenvolver ações voltadas para a gestão de risco e subsidiar a definição e implementação de políticas públicas adequadas visando o fortalecimento das capacidades a fim de reduzir o impacto dos escorregamentos.

As principais ações para a identificação das ameaças e das vulnerabilidades em uma determinada localidade ou município são consideradas a seguir:

- Definição das necessidades do município e estabelecimento de um plano de trabalho;
- Coleta de informações gerais e dos antecedentes da localidade;
- Análise de fotografias aéreas e mapas topográficos;
- Elaboração de um diagnóstico e avaliação em campo;
- Levantamento detalhados de campo;
- Elaboração de mapas e documentos de apoio;
- Elaboração do plano municipal de redução de desastres;
- Elaboração de planos de preparação e resposta a emergências;
- Zoneamento territorial;
- Elaboração de informes e orientações;
- Validação dos planos com os atores locais;

Identificar as ameaças ou perigos e as vulnerabilidades é o primeiro passo para se mensurar o risco em uma determinada região. Nesse contexto, o uso de geotecnologias, a exemplo do Shalstab, como ferramentas para subsidiar a gestão pública é de extrema importância, pois maximiza a capacidade de atuação e a definição de prioridades, especialmente, em municípios carentes de recursos financeiros e humano.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresenta-se como um desafio dotar a gestão pública, especialmente os municípios, da capacidade necessária para atuar desenvolvendo ações de gestão de risco de desastres, especialmente os associados aos movimentos de massa.

A ocorrência do deslizamento pode ter como condicionantes fatores físicos que o predispõe bem como fatores socioeconômicos e comportamentais. A previsão de locais mais susceptíveis a ocorrência desses eventos torna-se um desafio para a comunidade científica e governamental.

Os resultados das simulações apresentadas neste trabalho podem ser associados a outras variáveis ou situações disponíveis no município ou na cartografia geotécnica, e

servir como uma ferramenta para auxiliar na definição e fiscalização da ocupação territorial das regiões, sobretudo no que se diz respeito à ordenação dos espaços geográficos visando, principalmente, a redução das vulnerabilidades.

Importante destacar que os mapas de susceptibilidade procuram refletir o complexo conhecimento sobre os movimentos de massa bem como seus fatores condicionantes ou relacionados à sua ocorrência. Quanto maior o conhecimento sobre os mecanismos que levam a ocorrência dos deslizamentos, maior a chance de se definir de modo correto as áreas susceptíveis.

Chama-se a atenção que os mapas produzidos apontam áreas que merecem atenção, no entanto, não exclui a necessidade de analisar outras variáveis e também uma validação em campo, contudo minimiza os custos uma vez que apontam, preliminarmente, as possíveis áreas susceptíveis aos escorregamentos rasos, permitindo o melhor planejamento dos recursos humanos, tecnológicos e financeiros.

Conhecer os resultados dos modelos e validá-los com a realidade do município permite a definição de prioridades para o desenvolvimento de ações de prevenção, preparação e resposta às emergências e com isso orientar as políticas públicas locais de gestão de risco de desastres. É possível identificar e caracterizar os principais processos associados à dinâmica do território, seja no meio físico ou antrópico, e com isso definir o planejamento setorial.

Em Vitória, a Ilha de Vitória concentra a maior parte dos registros de deslizamentos do município e também registra a maior densidade demográfica o que amplia a possibilidade de maior impacto à população.

A adoção de medidas alternativas ou complementares para superar a carência de recursos financeiros, humanos e tecnológicos, uma realidade de grande parte dos municípios brasileiros, é uma opção na definição de políticas públicas de gestão de risco de desastres.

Cabe ao poder público aplicar e fiscalizar as normas já existentes para ordenamento territorial, planejamento urbano, plano diretor, zoneamento ambiental e Defesa Civil. Reconhecer o cenário de risco significa supor como pode ser o impacto de um fenômeno ou perigo, como os deslizamentos, levando em consideração as possíveis conseqüências que pode ocasionar e a forma de evitar, ou ao menos, minimizar os seus impactos.

A extensão territorial, as diversidades regionais, o compromisso de minimizar os riscos e ainda, a diversidade de processos naturais ou antrópicos que possam significar uma situação de emergência ou desastre, são fatores que devem ser gerenciados para subsidiar a definição de políticas públicas locais de gestão de risco de desastres.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHRENDT A. 2005. Movimentos de massa gravitacionais – proposta de um sistema de previsão: aplicação na área urbana de Campos dos Jordão - SP. São Carlos, Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos/USP, 360 p.

ALEXANDER, D.E. (2008) A brief survey of GIS in mass-movement studies, with reflections on theory and methods. In: *Geomorphology*, vol.94. Elsevier, pp.261-267.

AUGUSTO FILHO, O. ; VIRGILI, J.C. 1998. Estabilidade de Taludes. In: BRITO, S.N.A., OLIVEIRA, A.M.S (Ed.). *Geologia de Engenharia*. 1.ed. São Paulo: ABGE. Cap.15, p.243-69.

BARATA F E (1969). Landslides in the tropical region of Rio de Janeiro. In: *INTERNACIONAL International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 7, 1969, México. Anais... vol. 2. México: Sociedad Mexicana de Suelos.

BARROSO, J. A. e BARROSO, E. V. O Meio Físico como Fator Indispensável ao Planejamento da Expansão das Cidades: O Caso de Niterói – Rj. *Solos e Rochas*, vol. 19, 1996. Pg. 63-77.

BAUM R.L., Savage W.Z., Godt J.W. 2002. TRIGRS – A fortran program for transient rainfall infiltration and gridbased regional slope-stability analysis. U.S. Geological Survey Open-File Report 02-0424, 27. Disponível em: <http://pubs.usgs.gov/of/2002/ofr-02-424/ofr-02-424- 508.pdf>.

BEVEN, K. J.; KIRKBY, M. J. (1979) A physically based, variable contributing area model of basin hydrology. *Bulletin of Hydrological Sciences*, 24: 43-69.

BITAR, OMAR YAZBEK; IYOMASA, WILSON SHOJI and CABRAL JR., MARSIS. *Geotecnologia: tendências e desafios*. São Paulo Perspec. [online]. 2000, vol.14, n.3, pp. 78-90.

BORGA, M.; DALLA FONTANA, G.; DA ROS, D.; MARCHI, L. (1998) Shallow landslide hazard assessment using a physically based model and digital elevation data. *Environmental Geology*, 35(2–3), pp.81–88.

BRASIL. instituto de pesquisas tecnológicas-IPT/ministério das cidades. 2004. Identificação, Análise e Mapeamento de Áreas de Risco de Escorregamentos. Apostila de curso, Aula 3.

BRASIL. Instituto Nacional de Meteorologia - INMET.. Normais climatológicas do Brasil, 1961-1990 – Precipitação acumulada anual em milímetros. Brasília. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/html/clima/mapas/?mapa=prec>. 2010.

BRASIL. Instituto Nacional de Meteorologia- INMET. Climatologia. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/html/clima.php#>. Consultado em janeiro. 2010.

- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria de Defesa Civil. Política Nacional de Defesa Civil. Brasília: MIN, 2007. 81p.
- BRASIL. Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios / Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores – Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007
- BRASIL. Organização das Nações Unidas no Brasil – ONU/Brasil (2010). Disponível em <http://www.onu-brasil.org.br>. Acesso em 4 de março, 2010.
- BRYANT, E. A. Climate process and change. Cambridge: Cambridge University Press, 1997, 209 pg
- CARSON, M.A.; KIRKBY, M.J. Hillslope form and process. Cambridge: Cambridge University Press, 1972.
- CARVALHO JÚNIOR O.A., BLOISE G.L.F., GOMES R.A.T., RAMOS V.M., GUIMARÃES R.F. 2005. Previsão de escorregamentos em rodovias a partir do uso do modelo SHALSTAB. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 9, São Paulo, Anais, p.3011-3024.
- CASTRO, A. L. C. Glossário de Defesa Civil estudos de riscos e medicina de desastres. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento, 1998, 283p.
- CASTRO, A. L. C. Manual de planejamento em defesa civil. Vol.1. Brasília: Ministério da Integração Nacional/ Departamento de Defesa Civil. 1999.133 p.
- CASTRO, L. L. F. & SCÁRDUA, J. A. Estimativa da necessidade potencial de irrigação para o Estado do Espírito Santo. Vitória - ES, EMCAPA, 1985.
- CERRI, L.E.S. (1993) Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para a prevenção de acidentes. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 197p.
- COSTA NUNES, A. J. (1969) Landslides in soils of decomposed rock due to intense rainstorms. IN: VII International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Mexico, pp. 547-554.
- CROZIER, M.J. (1986) Landslides: causes, consequences, and environment. New Zeland: Croom Helm.
- CRUDEN D.M. & VARNES D.J. (1996). Landslides Types and Processes. In: Turner A.K. & Schuster R.L. (Eds.) Landslides: Investigation and Mitigation. Transportation Research Board Special Report 247. National Academy Press, WA, 36-75.
- DESMET P.J.J. & GOVERS G.A. 1996. GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. Journal of Soil and Water Conservation, 51(5):427-433.
- DIAS, F.P. & HERMANN, M. L de P. Susceptibilidade a deslizamentos: estudo de caso no bairro Saco Grande, Florianópolis – SC. In Revista On Line: Caminhos da Geografia, UFU. Junho de 2002. P. 57-73.
- DIETRICH, W. E. & MONTGOMERY, D. R. (1998). SHALSTAB: A Digital Terrain Model for Mapping Shallow Landslide Potential. National Council for Air and Stream Improvement, 26p.
- DUARTE, M. N. ; CURI, N. ; PÉREZ, D. V. ; KÄMPF, N. ; CLAESSEN, M. E. C.. Mineralogia, química e micromorfologia de solos de uma microbacia nos Tabuleiros

Costeiros do Espírito Santo. Pesquisa Agropecuária Brasileira (1977. Impressa), Brasília, v. 35, n. 6, p. 1237-1250, 2000.

EIRD. Estratégia Internacional de Redução de Desastres das Nações Unidas. Informes. A Institucionalização da Gestão de Risco de Desastres em África: Ganhos & Desafios Redução de Desastres em África - 4 Edição, novembro 2004

EIRD. Estratégia Internacional de Redução de Desastres das Nações Unidas. "La gestión del riesgo de desastres hoy: contextos globales, herramientas locales: contextos globales, herramientas locales". Geneva, CH. 2008;

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1979.

EM-DAT. The OFDA/CRED International Disaster Database. [on line] <<http://www.em-dat.net/>>. Visitado em 1 set. 2008.

ESPÍRITO SANTO. Coordenadoria Municipal de Defesa Civil da Prefeitura Municipal de Vitória – COMDEC-PMV. Registros de deslizamentos ocorridos no município no período de 2008 a 2010. Vitória, 2011.

ESPÍRITO SANTO. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER. Vitória, 2011. Disponível em <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/>.

ESPÍRITO SANTO. Instituto Jones dos Santos Neves – IJSN. Espírito Santo em Mapas, 2009. Disponível em <http://www.ijsn.es.gov.br>.

ESPÍRITO SANTO. Instituto Jones dos Santos Neves – IJSN. Perfil Regional – Região Metropolitana da Grande Vitória. Vitória, 2008. 64p.

ESPÍRITO SANTO. Prefeitura Municipal de Vitória - PMV. 2010. Vitória em Dados. Disponível em <http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/home.asp>.

ESPÍRITO SANTO. Prefeitura Municipal de Vitória - PMV. Geoweb Vitória, 2010. Disponível em <http://geoweb.vitoria.es.gov.br/geosite.asp>.

FEITOSA, L. R.; STOCKING, M. & RESENDE, M. Natural resources information systems for rural development: approaches for Espírito Santo State, Brazil. Vitória, ES: INCAPER, 2001

FERNANDES N.F., GUIMARÃES R.F., GOMES R.A.T., VIEIRA B.C., MONTGOMERY D.R., GREENBERG H. 2004. Topographic controls of landslides in Rio de Janeiro: field evidences and modeling. *Catena*, 55(2):163-181.

FERNANDES, N. F. & AMARAL, C. P., Movimentos de Massa: Uma abordagem geológico-geomorfológica. In: *Geomorfologia e Meio Ambiente*. Ed. Bertrand, Rio de Janeiro, Brasil, 1996. 227p.

FERNANDES, N.F.; GUIMARÃES, R.F.; GOMES, R.A.T.; VIEIRA, B.C.; MONTGOMERY, D.R. GREENBERG, H. Condicionantes Geomorfológicas dos Deslizamentos nas Encostas: Avaliação de Metodologias e Aplicação de Modelo de Previsão de Áreas Susceptíveis. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, UGB, ano 2, n. 1, 2001. p. 51-71.

FREEMAN T. 1991. Calculating catchment area with divergent flow based on a regular grid. *Computers and Geosciences*, 17:413-422.

FREIRE, E. S. M. Movimentos Coletivos de Solos e Rochas e sua Moderna Sistemática. *Construção* - Rio de Janeiro, v.8, p.10-18, 1965.

GEO-BRASIL. Perspectivas do meio ambiente do Brasil. 2002. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. Edições IBAMA, 2002. 440p.

GOMES R.A.T., GUIMARÃES R.F., CARVALHO JÚNIOR O.A., FERNANDES N.F. 2004. Análise da influência da escala cartográfica no resultado de um modelo de previsão de áreas críticas a deslizamentos. *Ciência e Natura*, 1:269-286

GOMES, R. A. T. ; GUIMARÃES, Renato Fontes ; CARVALHO JÚNIOR, Osmar Abílio ; FERNANDES, Nelson Ferreira ; Vargas Júnior, E. A. ; MARTINS, E. S. Identification of the affected areas by mass movement through a physically based model of landslide hazard combined with an empirical model of debris flow. *Natural Hazards (Dordrecht)*, v. 45, p. 197-209, 2008.

GONÇALVES, L. F. H. e GERRA, A. J. T. Movimentos de Massa na Cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro) In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (orgs) *Impactos Ambientais Urbanos no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. P. 189-252.

GUERRA, A. J. T. & GONÇALVES, L. F. H., Movimentos de Massa na Cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro). In: *Impactos Ambientais Urbanos no Brasil*. Ed. Bertrand, Rio de Janeiro, Brasil, 2001, V.1. p.189-251. 119

GUIDICINI, G. & NIEBLE, C. M. 1984. Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação. São Paulo: 2a ed. Edgard Blücher,. 194p.

GUIDICINI, G. e IWASA, O.Y., 1976, "Ensaio de Correlação entre Pluviometria e Deslizamentos em Meio Tropical Úmido". In: *Simpósio Landslides and other Mass Movement da IAEG, 1977, Praga, Publicação 1080 IPT*.

GUIMARÃES R.F., MONTGOMERY D.R., GREENBERG H.M., FERNANDES N.F., GOMES R.A.T., CARVALHO JÚNIOR O.A. 2003. Parameterization of soil properties for a model of topographic controls on shallow landsliding: application to Rio de Janeiro. *Engineering Geology*, 69(1-2):99-108.

GUIMARÃES, R. F. ; CARVALHO JÚNIOR, Osmar Abílio de ; GOMES, Roberto Arnaldo Trancoso ; FERNANDES, Nelson Ferreira . Movimentos de Massa. In: Florenzano, T.G.. (Org.). *GEOMORFOLOGIA: Conceitos e tecnologias atuais*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, v. 1, p. 159-184.

GUIMARÃES, R.F.; GOMES, R.A.T; CARVALHO JUNIOR, O.A.; MARTIN, E.S.; OLIVEIRA, S.N.; FERNANDES, N.F. Análise temporal das áreas susceptíveis a escorregamentos rasos no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (RJ) a partir de dados pluviométricos. *Revista Brasileira de Geociências*,v. 39, n. 1, 2009.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1991). *Ocupação de Encostas*. São Paulo, IPT.

JONES, F.O., 1973. Landslides of Rio de Janeiro and the Serra das Araras escarpment, Brazil. U.S. Geological Survey Professional Paper 697, 42.

LAVELL A (org.). *La gestión local del riesgo: nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*. Programa Regional para la Gestión del Riesgo en América Central. CEPREDENAC-PNUD, 2003.

MACEDO, E.S.; OGURA, A.T.; SANTORO, J. Landslides warning system in Serra do Mar slopes, São Paulo, Brazil. In: *INTERNATIONAL IAEG CONGRESS, 8, 1998, Vancouver (Canadá). Proceedings...Rotterdam:A.A. Balkema, 1998. P.1967-1971*.

MACEDO, E.S.; SANTORO, J.; ARAUJO, R. E. Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) para deslizamentos. Estado de São Paulo, Brasil. In: *Simpósio Brasileiro de*

- Desastres Naturais, 1., 2004, Florianópolis. Anais...Florianópolis:GEDN/UFSC, 2004. P. 908-919. (CD ROM)
- MARCELINO, E. V.; Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos básicos. Santa Maria: CRS/INPE, 2008. 38p
- MEIS, M. R. M. & SILVA, J. X. (1968) Considerações geomorfológicas a propósito dos movimentos de massa ocorridos no Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Geografia, 30,nº. 1. pp. 55-72.
- MILDE L.C.E., MORAES J.M., FERRAZ F.F.B., MORTATTI J., SCHULER A.E. 1999. Uso do hecprepro no tratamento de modelo digital de terreno em hidrologia: Estudo de caso. Revista Geociências. São Paulo, 18(2):285-301.
- MONTGOMERY, D. R. & DIETRICH, W. E., A Physically-Based Model for the Topographic Control on Shallow Landsliding. Water Resources Research, v. 30, 1994. p.1153-1171.
- NARVÁEZ, Lizardo;LAVELL, Allan; PÉREZ Ortega, Gustavo. La gestión del riesgo de desastres. Un enfoque basado en procesos - Lima : CAPRADE, ; Comunidad Andina, ; PREDECAN, ; Comisión Europea, 2009. ISBN/ISSN:978-9972-787-88-1 102 p.
- NICHOLLS, N. Atmospheric and climatic hazards: improved monitoring and prediction for disaster mitigation. Natural Hazards, 23, 137–155, 2001.
- NIELSEN T H, TURNER B L (1975). Influence of rainfall and ancient landslides deposits on recent landslides. Geological Survebullein. Washington: Departament of the Interior.
- NIMER, E. 1989. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE. 421p.
- O' CALLAGHAN J.F. & Mark D.M. 1984. The extraction of drainage network from digital elevation data. Computer Vision, Graphics, and Image Processing, 28: 328-344.
- ONU, Organização das Nações Unidas. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres - EIRD. Ginebra.Anexo 1: Terminología: Términos principales relativos a la reducción del riesgo de desastres, pg. 4. 2004.
- PACK R.T., Tarboton D.G., Goodwin C.N. 1998. Terrain stability mapping with SINMAP, technical description and users guide for version 1.00. Report Number 4114-0, Terratech Consulting Ltd., Salmon Arm, Canada, 68p.
- PICHLER E (1957). Aspectos geológicos dos escorregamentos de Santos. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, vol. 2. São Paulo: SBG.
- PIELKE, Jr., R. A. Making Sense of Trends in Disaster Losses. The OST's Publication on Science & Technology Policy, v. 7, 2005. [on line] <http://sciencepolicy.colorado.edu/admin/publication_files/resource-1771-2005.38.pdf>. Visitado em 03 nov. 2005.
- QUINN P., BEVEN K., CHEVALLIER P., PLANCHON O. 1991. The Prediction of hillslope flow paths for distributed hydrological modeling using digital terrain models. Hydrological Processes, 5:59-80.
- RAMOS, Verônica Moreira ; GUIMARÃES, R. F. ; REDIVO, André Luciancencov ; CARVALHO JÚNIOR, Osmar Abílio de . Mapeamento das áreas susceptíveis a escorregamentos rasos no subúrbio ferroviário de Salvador (BA), utilizando os parâmetros físicos diferenciados para cada classe de solo. Geo UERJ, Rio de Janeiro, v. 1, n. E3-3-4T198, p. 1966-1976, 2003.

- REDIVO A.L., RAMOS V.M., GUIMARÃES R.F., CARVALHO JÚNIOR O.A., GOMES R.A.T. 2004. Determinação de áreas susceptíveis a escorregamentos na BR356 no município de Ouro Preto-MG. *Ciência e Natura*, Santa Maria, 1:31-
- RIO DE JANEIRO. Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro - GEORIO, Manual Técnico de Encostas - Análise e Investigação. Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro, v.1, RJ, 2000. 253p.
- RIO DE JANEIRO. Secretaria Estadual de Saúde e Defesa Civil - SESDEC/RJ (2010). Disponível em <http://www.desdec.rj.gov.br>. Acesso em 4 de março, 2010.
- SANTA CATARINA. Coordenadoria Estadual de Defesa Civil - CEDEC-SC. 2009. Disponível em <http://www.defesacivil.sc.gov.br>. Acessado em 4 março. 2009.
- SASSA, K. Geotechnical classification of landslides. *Landslides News*, v. 3, p. 21-24, 1989.
- SELBY, M.J. *Hillslope materials & processes*. New York: Oxford University Press, 1993. 450p.
- SHARPE. C.F.S. *Landslides and related phenomena*. New York: Columbia University Press, 1938.
- SUMMERFIELD, M. (1991) *Global Géomorphology*. Masson. Paris.
- TARBOTON, D. G., (1997), "A New Method for the Determination of Flow Directions and Contributing Areas in Grid Digital Elevation Models," *Water Resources Research*, 33(2): 309-319. <http://www.engineering.usu.edu/dtarb/dinf.pdf>
- TATIZANA, C., OGURA, A.T., CERRI, L.E.S. e ROCHA, M.C.M., 1987, "Análise de Correlação entre Chuvas e Deslizamentos – Serra do Mar – Município de Cubatão" In: *Anais do 5º Congresso Brasileiro de Geologia e Engenharia*, v. 2, pp. 225-236, São Paulo.
- UNDHA (2001). United Nations Department of Humanitarian Affairs: Internationally agreed glossary of basic terms related to Disaster Management. United Nations International Strategy for Disaster Reduction <http://www.unisdr.org/unisdr/glossaire.htm> [Geo-2- 335]
- VAN WESTEN, C. J. (1993). *Application of Geographic Information System to Landslide Hazard Zonation*. Enschede: ITC Publication.
- VARGAS M (1970). Escorregamento na Serra do Mar. In: *Curso de Aperfeiçoamento em Mecânica das Rochas e Aplicações à Engenharia Civil*. Manual. Rio de Janeiro: Associação dos antigos alunos de politécnica.
- VARNES, D.J. 1978. Slope movement types and processes. In *Special Report 176: Landslides: Analysis and Control* (R.L. Schuster and R.J. Krizek, eds.), TRB, National Research Council, Washington, D.C., pp.11-33.
- WOLLE, C. M. & CARVALHO, C. S. C., *Deslizamentos na Serra do Mar*. *Revista Solos e Rochas*, v. 12, São Paulo, 1989. p.27 - 36.

8. ANEXOS

Anexo 1. Dados diários de chuva do município de Vitória/ES em 2008.

ANO	2008											
	DIAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
1	0	0	17	0	2,2	0,8	0,2	0	0	0	1,4	0
2	0	0	0	0,2	0,4	4	0	0	0	0	0	0
3	1,2	0	0	0	0	1,2	0	0	0	0	0	16,2
4	0	18,4	0,2	0	0	0	5	1,6	0	0	0,4	5,4
5	0	1,4	0,4	2,4	0	0	0	1,6	0	0	0,4	0,2
6	3,4	3,6	1,4	0,4	0	0	0	0	0	0	3,2	0
7	2,2	1,6	1,2	0,2	0	0	0	0	0	1,4	0	0
8	86,6	0	1,2	0	0	0,2	0	0	0	8,2	19	0
9	13	0	15,6	0,2	0	0	0	0	0	15,4	35,8	0
10	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	1,2	18,4	0
11	0	0	0	1,6	0	0	8,4	0,2	0	8,6	0,6	0
12	0	0	0	0	0	0	6,4	0	0	20	0,2	1,8
13	0,2	0	0	0	5,6	0	0	0	0	5,6	1	7,4
14	5,2	0	7,4	0	23	0	0	0	7,4	0	51,4	3,6
15	17,2	0	0	0	0	0	0	19	6,2	0	24,6	9
16	1	7,6	0	25	0	0,4	0	0	0,8	0	0	3,4
17	0	0	4,4	0	0	0	0,2	0	2,4	0,2	0,8	1,2
18	0	0	2	0	0	0	0	0	7,2	7,6	10	0
19	0	0	1	1,2	0	0	0	0,2	0,4	4	9,6	0
20	3	0	0,2	0	0,2	0	0	0	0	1,4	0,2	3,2
21	13,2	0	0	0	0	0	0	0	0	15,4	67,8	19,8
22	0,4	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0	27,2	93	5,8
23	2,6	26	0	0	0,2	0	0	3,8	0	0	38,2	9,6
24	7,2	11	0	0	0	0	0	0,2	0	0	110,2	4,4
25	0	28	10,2	0	0,2	18,4	0	0	1,6	0	36	0
26	0,6	0,6	4	0	0	21,6	0,2	0	5,8	0	16	16,8
27	0	59,4	4	0	0	0,6	0	0	0,4	0	37,8	22,8
28	21,6	0	0	7	0	0,2	0	0	3	0	37,6	0
29	1,8	0	0	0	0,2	0	0	0	0,4	0	4	0
30	9,4		2,4	17	3,8	0	0	4	0	0	6,6	0
31	0,4		3,2		0,2		0	0		0,6		0
Acumulado mensal	190,2	157,6	75,8	55,2	36	47,6	21	30,6	35,6	116,8	624,2	130,6
Média diária	6,14	5,43	2,45	1,84	1,16	1,59	0,68	0,99	1,19	3,77	20,81	4,21

Anexo 2. Dados diários de chuva do município de Vitória/ES em 2009

ANO	2009											
	DIAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
1	0	0	0	28,8	2,6	0	0	1,2	0	0	10,8	0
2	0,4	0	0	16,6	25,2	6,6	0	0	0	0	22,4	0
3	2,8	0,4	0	0	0	0	0,2	0	0	0	2	0
4	27,6	0	0	12,2	2	0	1,2	0	0	0	0	2,4
5	34,6	0	0	0,4	0	0	24	0	0	0	0	91,6
6	51	0	0	0,8	0	0,6	2,2	0	0	0	0	2,4
7	26,6	0	0	80	0	0	0	0,2	0	0	0	0
8	2	0	7,6	26	0	0	0	0	0	0,8	0	0
9	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	35,4	0	0
10	0,2	0	0	0	0	0	0	0	2,2	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
12	32,6	0	0	4	0,2	28,2	0	0,2	6	0	0	0
13	0	0	0	11	0	13,8	0	2,4	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	2,8	22,6	19,6	1,2	0	8,2	8,2	0	0	0	1,8
16	0	24,2	0,4	1,4	0,2	0	4,8	8,6	0	0,2	0	0,2
17	0	6	16,4	0	0	0	0	4,6	0	0	1,2	0
18	0	5,8	11	0	0,2	0	0	1,8	0	0,8	0	20,6
19	0	4,8	7,4	0	0,6	0	4,8	0	0	0,2	0	3,2
20	0	4,6	26	0	14	2,2	7,2	0	0,6	0	0	0
21	0	0	4,2	0,2	5,6	0,2	0	19,8	1	0	0	0
22	42	0	0,2	13,6	2,6	0	0	0	0,2	3,4	0	0
23	22	0	0,2	1	0	0,2	0	0,8	0,6	0	0	0
24	2	0	31	0	0,2	0	0	0,2	3	0	0	0
25	15	0	45,2	1	0	0	0	7,2	0	0	0	0
26	14	4,6	2,6	7	0,2	0	0	34,6	0	0,2	0	0
27	6,6	0,2	0	0	0	2	0,2	4,6	0	29	0	1
28	0,2	0	34	0	0	0,2	0	1,2	0	149,8	0	3
29	0		14,8	0	1,2	0	0	0,2	0	86,2	11,2	15,6
30	0		14,6	0	0	0	0	0	0,6	111,8	1,8	0
31	0		1,6		0		0	0		188,2		26,2
Acumulado mensal	279,6	53,4	240	223,6	56	54	52,8	95,8	22,2	606	49,4	168
Média diária	9,02	1,91	7,74	7,45	1,81	1,80	1,70	3,09	0,74	19,55	1,65	5,42

Anexo 3. Dados diários de chuva do município de Vitória/ES em 2010

ANO		2010											
DIAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1	0	0	38	2,4	0,6	1,4	0	0	0,4	0	69,2	0	
2	0	0	55,6	2,8	0	8,8	3	0	0	13,2	39,6	0	
3	0	0	5,2	6,4	0	12	17,8	0	0	0	2	0	
4	0	0	10,8	0	0	11	1,6	0	0	0	0	0	
5	0	0	119,6	51,8	0	0,2	6,6	0	0	0	0	0	
6	0	0	52,6	59,2	0	0,4	0	0	0	1	6	0	
7	0	0	6,4	2,2	0	0	0,2	0	0	0,2	63,6	0,2	
8	0	0	1,2	0	0	0	0	0	12,6	0	0	0	
9	0	0	0	0	9,6	0	1	0	4,6	0,6	0	0	
10	0	0	16,8	0	8,8	0	21,8	0	2,8	0	0	0	
11	0	2,2	0	3	9,6	0,2	24,4	0,2	0	0	6	0	
12	0	4	0,4	13,6	0,2	0	1	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,2	0	
14	0	0	0	6,6	0	0	0	0	0	0	3,6	0	
15	0	0	0	1	0	0	6,8	6,8	0	0	2,6	0	
16	0	0	0	6,6	0	0	0,4	5,4	0	1	10,8	0	
17	0,4	0	0	0	0	0	1,2	0	0	0	0,4	0	
18	0	3,2	2,4	0	0	0	10,2	0	0	11,8	35,4	0	
19	0	7,2	0	1,2	0	0,2	4,6	0,6	0	0	0	0	
20	0	0,6	0,6	0	0	0	0	0	4,8	0	0	0	
21	0	0,2	5,8	0	0	0	3	0	1,8	0	0	0	
22	0	0	1	0	12,2	0	2,6	0	0	0	1,4	0	
23	0	0	0	0	9,6	7,6	0	0	0	0	10,6	4,6	
24	0	0	0	0	0	0,2	2	0,2	0	0	0,8	38,8	
25	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	5,4	0,4	
26	0	1,2	37,8	0	0	2,6	1,2	0	0	24,8	0	3,6	
27	0	15,8	2,4	0	70	6,6	0,2	0	0	0,2	0	17,8	
28	0	2,6	0,8	0	4	0,2	0	0	1	0	0,4	41,2	
29	0,6		0	0	0	0	7,2	0	0	0	0	85,2	
30	0		0	7,2	0	0	0,2	0	0	0	0	11,4	
31	0		0		0,8		0	1,6		0		9,2	
Acumulado mensal	1	37	357,4	164	125,4	51,4	117,8	14,8	28	52,8	268	212,4	
Média diária	0,03	1,32	11,53	5,47	4,05	1,71	3,80	0,48	0,93	1,70	8,93	6,85	

Anexo 4. Tabela com os resultados das simulações de 1 a 8 para a área 1 do município de Vitória

	Simulação 1	Simulação 2	Simulação 3	Simulação 4	Simulação 5	Simulação 6	Simulação 7	Simulação 8
Precipitação (mm)	Pixel	Pixel	Pixel	Pixel	Pixel	Pixel	Pixel	Pixel
Estável	5.902.294	5.886.300	6.129.300	6.393.238	5.915.508	6.697.136	5.506.018	5.834.849
Incondicional	30.820	75.005	35.507	38	85.534	1.496	68.309	108.937
1 a 50 mm	23.852	29.772	22.001	9.383	30.909	7.189	44.877	41.696
51 a 100 mm	30.883	37.054	27.686	12.730	38.069	7.131	55.370	49.179
101 a 200 mm	77.514	89.668	67.235	36.022	90.678	18.065	135.362	111.599
201 a 400 mm	188.789	203.569	157.086	96.915	201.458	45.724	294.338	231.112
Mais de 400 mm	871.921	804.705	687.258	577.747	763.917	349.332	1.021.799	748.701
Total	7.126.073	7.126.073	7.126.073	7.126.073	7.126.073	7.126.073	7.126.073	7.126.073
Precipitação (mm)	Área m2	Área m2	Área m2	Área m2	Área m2	Área m2	Área m2	Área m2
Estável	23.609.176	23.545.200	24.517.200	25.572.952	23.662.032	26.788.544	22.024.072	23.339.396
Incondicional	123.280	300.020	142.028	152	342.136	5.984	273.236	435.748
1 a 50 mm	95.408	119.088	88.004	37.532	123.636	28.756	179.508	166.784
51 a 100 mm	123.532	148.216	110.744	50.920	152.276	28.524	221.480	196.716
101 a 200 mm	310.056	358.672	268.940	144.088	362.712	72.260	541.448	446.396
201 a 400 mm	755.156	814.276	628.344	387.660	805.832	182.896	1.177.352	924.448
Mais de 400 mm	3.487.684	3.218.820	2.749.032	2.310.988	3.055.668	1.397.328	4.087.196	2.994.804
Total	28.504.292	28.504.292	28.504.292	28.504.292	28.504.292	28.504.292	28.504.292	28.504.292
Precipitação (mm)	Área %	Área %	Área %	Área %	Área %	Área %	Área %	Área %
Estável	82,83	82,60	86,01	89,72	83,01	93,98	77,27	81,88
Incondicional	0,43	1,05	0,50	0,00	1,20	0,02	0,96	1,53
1 a 50 mm	0,33	0,42	0,31	0,13	0,43	0,10	0,63	0,59
51 a 100 mm	0,43	0,52	0,39	0,18	0,53	0,10	0,78	0,69
101 a 200 mm	1,09	1,26	0,94	0,51	1,27	0,25	1,90	1,57
201 a 400 mm	2,65	2,86	2,20	1,36	2,83	0,64	4,13	3,24
Mais de 400 mm	12,24	11,29	9,64	8,11	10,72	4,90	14,34	10,51
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Anexo 5. Tabela com os resultados das simulações de 1 a 4, por bairro atingido por escorregamento, na área 1 do município de Vitória

Bairro	Precipitação (mm)	Simulação 1			Simulação 2			Simulação 3			Simulação 4		
		Pixel	Área m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %
Bonfim	Estável	76882	307804	85,74	76747	306988	85,04	79080	316320	88,11	81844	327376	91,19
	Incondicional	97	364	0,10	546	2184	0,60	161	644	0,18	157	628	0,17
	1 a 50mm	356	1416	0,39	427	1708	0,47	330	1320	0,37	203	812	0,23
	51 a 100mm	379	1496	0,42	403	1612	0,45	327	1308	0,36	315	1260	0,35
	101 a 200mm	604	2368	0,66	671	2684	0,74	520	2080	0,58	701	2804	0,78
	201 a 400mm	1415	5596	1,56	1511	6044	1,67	1199	4796	1,34	6533	26132	7,28
	Acima de 400mm	10020	39968	11,13	9948	39792	11,02	8136	32544	9,06		0	0,00
	Total		359012	100,00		361012	100,00		359012	100,00		359012	100,00
Centro	Estável	200568	802272	85,16	200282	801128	85,04	205489	821956	87,25	211708	846832	89,89
	Incondicional	950	3800	0,40	2630	10520	1,12	1191	4764	0,51	5	20	0,00
	1 a 50mm	1161	4644	0,49	1475	5900	0,63	1161	4644	0,49	580	2320	0,25
	51 a 100mm	1097	4388	0,47	1265	5060	0,54	1100	4400	0,47	587	2348	0,25
	101 a 200mm	2223	8892	0,94	2616	10464	1,11	2138	8552	0,91	1265	5060	0,54
	201 a 400mm	5433	21732	2,31	5694	22776	2,42	4711	18844	2,00	3263	13052	1,39
	Acima de 400mm	24081	96324	10,22	21551	86204	9,15	19723	78892	8,37	18105	72420	7,69
	Total		942052	100,00		942052	100,00		942052	100,00		942052	100,00
Conquista	Estável	58920	235680	69,10	58545	234180	68,66	64987	259948	76,21	71621	286484	83,99
	Incondicional	206	824	0,24	973	3892	1,14	322	1288	0,38		0	0,00
	1 a 50mm	618	2472	0,72	771	3084	0,90	494	1976	0,58	212	848	0,25
	51 a 100mm	787	3148	0,92	884	3536	1,04	657	2628	0,77	291	1164	0,34
	101 a 200mm	1647	6588	1,93	1805	7220	2,12	1316	5264	1,54	651	2604	0,76
	201 a 400mm	3574	14296	4,19	3760	15040	4,41	2621	10484	3,07	1244	4976	1,46
	Acima de 400mm	19521	78084	22,89	18535	74140	21,74	14876	59504	17,45	11254	45016	13,20
	Total		341092	100,00		341092	100,00		341092	100,00		341092	100,00
Consolação	Estável	65666	262664	86,32	65562	262248	86,18	67049	268196	88,14	68893	275572	90,56
	Incondicional	21	84	0,03	212	848	0,28	47	188	0,06		0	0,00
	1 a 50mm	278	1112	0,37	397	1588	0,52	260	1040	0,34	156	624	0,21
	51 a 100mm	424	1696	0,56	551	2204	0,72	436	1744	0,57	250	1000	0,33
	101 a 200mm	781	3124	1,03	927	3708	1,22	776	3104	1,02	478	1912	0,63
	201 a 400mm	1410	5640	1,85	1550	6200	2,04	1325	5300	1,74	887	3548	1,17

		Simulação 1			Simulação 2			Simulação 3			Simulação 4		
Bairro	Precipitação (mm)	Pixel	Área m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %
	Acima de 400mm	7494	29976	9,85	6875	27500	9,04	6181	24724	8,12	5410	21640	7,11
	Total		304296	100,00		304296	100,00		304296	100,00		304296	100,00
Da Penha	Estável	60075	239952	93,61	60011	240044	93,65	60995	243980	95,18	62040	248160	96,81
	Incondicional	2	8	0,00	34	136	0,05	8	32	0,01		0	0,00
	1 a 50mm	100	416	0,16	144	576	0,22	89	356	0,14	46	184	0,07
	51 a 100mm	164	680	0,27	168	672	0,26	132	528	0,21	77	308	0,12
	101 a 200mm	285	1192	0,47	303	1212	0,47	214	856	0,33	130	520	0,20
	201 a 400mm	556	2328	0,91	620	2480	0,97	423	1692	0,66	197	788	0,31
	Acima de 400mm	2901	11756	4,59	2803	11212	4,37	2222	8888	3,47	1593	6372	2,49
	Total		256332	100,00		256332	100,00		256332	100,00		256332	100,00
Fonte Grande	Estável	33245	132980	68,54	33028	132112	68,09	36702	146808	75,67	40657	162628	83,82
	Incondicional	21	84	0,04	69	276	0,14	24	96	0,05	5	20	0,01
	1 a 50mm	667	2668	1,38	733	2932	1,51	476	1904	0,98	236	944	0,49
	51 a 100mm	743	2972	1,53	837	3348	1,73	584	2336	1,20	280	1120	0,58
	101 a 200mm	1619	6476	3,34	1827	7308	3,77	1198	4792	2,47	665	2660	1,37
	201 a 400mm	2794	11176	5,76	3035	12140	6,26	2221	8884	4,58	1202	4808	2,48
	Acima de 400mm	9416	37664	19,41	8976	35904	18,51	7300	29200	15,05	5460	21840	11,26
	Total		194020	100,00		194020	100,00		194020	100,00		194020	100,00
Forte São João	Estável	81825	326812	78,65	81668	326672	78,62	84674	338696	81,51	88514	354056	85,21
	Incondicional	562	2264	0,54	1590	6360	1,53	685	2740	0,66		0	0,00
	1 a 50mm	266	1052	0,25	358	1432	0,34	285	1140	0,27	108	432	0,10
	51 a 100mm	394	1572	0,38	544	2176	0,52	399	1596	0,38	167	668	0,16
	101 a 200mm	1170	4696	1,13	1420	5680	1,37	1182	4728	1,14	625	2500	0,60
	201 a 400mm	2798	11224	2,70	3075	12300	2,96	2631	10524	2,53	1697	6788	1,63
	Acima de 400mm	16864	67896	16,34	15224	60896	14,66	14023	56092	13,50	12768	51072	12,29
	Total		415516	100,00		415516	100,00		415516	100,00		415516	100,00
Gurigica	Estável	88451	353804	67,50	88150	352600	67,27	93496	373984	71,35	100139	400556	76,42
	Incondicional	1922	7688	1,47	4211	16844	3,21	2133	8532	1,63		0	0,00
	1 a 50mm	848	3392	0,65	1080	4320	0,82	866	3464	0,66	399	1596	0,30
	51 a 100mm	1003	4012	0,77	1252	5008	0,96	1030	4120	0,79	533	2132	0,41
	101 a 200mm	2656	10624	2,03	3039	12156	2,32	2666	10664	2,03	1552	6208	1,18
	201 a 400mm	5742	22968	4,38	6160	24640	4,70	5264	21056	4,02	3890	15560	2,97

		Simulação 1			Simulação 2			Simulação 3			Simulação 4		
Bairro	Precipitação (mm)	Pixel	Área m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %
	Acima de 400mm	30410	121640	23,21	27140	108560	20,71	25577	102308	19,52	24519	98076	18,71
	Total		524128	100,00		524128	100,00		524128	100,00		524128	100,00
Nova Palestina	Estável	76344	305072	99,08	76324	305296	98,97	76411	305644	99,08	76506	306024	99,21
	Incondicional		124	0,04	122	488	0,16	8	32	0,01		0	0,00
	1 a 50mm	31	124	0,04	39	156	0,05	44	176	0,06	20	80	0,03
	51 a 100mm	13	44	0,01	28	112	0,04	44	176	0,06	5	20	0,01
	101 a 200mm	59	208	0,07	44	176	0,06	65	260	0,08	19	76	0,02
	201 a 400mm	126	392	0,13	110	440	0,14	119	476	0,15	79	316	0,10
	Acima de 400mm	545	1948	0,63	451	1804	0,58	427	1708	0,55	489	1956	0,63
	Total		307912	100,00		308472	100,00		308472	100,00		308472	100,00
Romao	Estável	55740	222960	67,47	55448	221792	67,11	60436	241744	73,15	66517	266068	80,51
	Incondicional	129	516	0,16	485	1940	0,59	173	692	0,21		0	0,00
	1 a 50mm	240	960	0,29	379	1516	0,46	232	928	0,28	89	356	0,11
	51 a 100mm	451	1804	0,55	538	2152	0,65	417	1668	0,50	193	772	0,23
	101 a 200mm	1056	4224	1,28	1215	4860	1,47	845	3380	1,02	482	1928	0,58
	201 a 400mm	2915	11660	3,53	3413	13652	4,13	2461	9844	2,98	1318	5272	1,60
	Acima de 400mm	22089	88356	26,74	21142	84568	25,59	18056	72224	21,85	14021	56084	16,97
	Total		330480	100,00		330480	100,00		330480	100,00		330480	100,00
Santa Luiza	Estável	83731	334880	100,00	83731	334924	99,98	83737	334948	99,99	83745	334980	100,00
	Incondicional					0	0,00		0	0,00		0	0,00
	1 a 50mm					0	0,00		0	0,00		0	0,00
	51 a 100mm					0	0,00		0	0,00		0	0,00
	101 a 200mm					0	0,00		0	0,00		0	0,00
	201 a 400mm					0	0,00		0	0,00		0	0,00
	Acima de 400mm	14			14	56	0,02	8	32	0,01		0	0,00
	Total		334880			334980	100,00		334980	100,00		334980	100,00
Santa Tereza	Estável	102422	416284	73,42	103713	414852	73,17	110035	440140	77,63	116880	467520	82,46
	Incondicional	5976	10060	1,77	4559	18236	3,22	2268	9072	1,60	6	24	0,00
	1 a 50mm	1854	4496	0,79	1374	5496	0,97	1028	4112	0,73	456	1824	0,32
	51 a 100mm	1679	4232	0,75	1317	5268	0,93	983	3932	0,69	524	2096	0,37
	101 a 200mm	3874	10676	1,88	3143	12572	2,22	2346	9384	1,66	1385	5540	0,98
	201 a 400mm	6393	23420	4,13	6144	24576	4,33	5420	21680	3,82	3846	15384	2,71

		Simulação 1			Simulação 2			Simulação 3			Simulação 4		
Bairro	Precipitação (mm)	Pixel	Área m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %
	Acima de 400mm	19540	97784	17,25	21488	85952	15,16	19658	78632	13,87	18641	74564	13,15
	Total		566952	100,00		566952	100,00		566952	100,00		566952	100,00
Santos Dumont	Estável	24090	96048	76,39	24028	96112	76,44	25125	100500	79,93	26445	105780	84,13
	Incondicional	34	136	0,11	222	888	0,71	59	236	0,19		0	0,00
	1 a 50mm	91	376	0,30	128	512	0,41	88	352	0,28	37	148	0,12
	51 a 100mm	96	404	0,32	168	672	0,53	94	376	0,30	41	164	0,13
	101 a 200mm	227	936	0,74	400	1600	1,27	289	1156	0,92	108	432	0,34
	201 a 400mm	983	4044	3,22	1166	4664	3,71	1003	4012	3,19	498	1992	1,58
	Acima de 400mm	5911	23784	18,92	5320	21280	16,93	4774	19096	15,19	4303	17212	13,69
	Total		125728	100,00		125728	100,00		125728	100,00		125728	100,00
São Benedito	Estável	21950	87800	44,67	21748	86992	44,26	25504	102016	51,90	30550	122200	62,17
	Incondicional	409	1636	0,83	1720	6880	3,50	614	2456	1,25		0	0,00
	1 a 50mm	467	1868	0,95	779	3116	1,59	546	2184	1,11	163	652	0,33
	51 a 100mm	672	2688	1,37	883	3532	1,80	708	2832	1,44	302	1208	0,61
	101 a 200mm	1678	6712	3,41	1901	7604	3,87	1754	7016	3,57	896	3584	1,82
	201 a 400mm	3996	15984	8,13	4309	17236	8,77	3662	14648	7,45	2411	9644	4,91
	Acima de 400mm	19966	79864	40,63	17798	71192	36,22	16350	65400	33,27	14816	59264	30,15
	Total		196552	100,00		196552	100,00		196552	100,00		196552	100,00

Anexo 6. Tabela com os resultados das simulações de 1 a 4, por bairro atingido por escorregamentos, na área 1 do município de Vitória

Bairro	Precipitação (mm)	Simulação 5			Simulação 6			Simulação 7			Simulação 8		
		Pixel	Área m2	Área %	Pixel	m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %
Bonfim	Estável	77005	308020	85,80	85100	340400	94,82	72968	291872	81,30	76303	305212	85,01
	Incondicional	636	2544	0,71	85	340	0,09	483	1932	0,54	911	3644	1,02
	1 a 50mm	436	1744	0,49	103	412	0,11	634	2536	0,71	539	2156	0,60
	51 a 100mm	405	1620	0,45	160	640	0,18	583	2332	0,65	480	1920	0,53
	101 a 200mm	681	2724	0,76	297	1188	0,33	1031	4124	1,15	874	3496	0,97
	201 a 400mm	1545	6180	1,72	4008	16032	4,47	2053	8212	2,29	1740	6960	1,94
	Acima de 400mm	9045	36180	10,08		0	0,00	12001	48004	13,37	8906	35624	9,92
	Total		359012	100,00		359012	100,00		359012	100,00		359012	100,00
Centro	Estável	200861	803444	85,29	219991	879964	93,41	192739	770956	81,84	199237	796948	84,60
	Incondicional	3014	12056	1,28	12	48	0,01	2387	9548	1,01	4113	16452	1,75
	1 a 50mm	1555	6220	0,66	305	1220	0,13	1933	7732	0,82	1934	7736	0,82
	51 a 100mm	1338	5352	0,57	374	1496	0,16	1706	6824	0,72	1601	6404	0,68
	101 a 200mm	2628	10512	1,12	742	2968	0,32	3466	13864	1,47	3154	12616	1,34
	201 a 400mm	5712	22848	2,43	1793	7172	0,76	7560	30240	3,21	6233	24932	2,65
	Acima de 400mm	20405	81620	8,66	12296	49184	5,22	25722	102888	10,92	19241	76964	8,17
	Total		942052	100,00		942052	100,00		942052	100,00		942052	100,00
Conquista	Estável	59280	237120	69,52	78028	312112	91,50	47790	191160	56,04	57152	228608	67,02
	Incondicional	1186	4744	1,39	2	8	0,00	858	3432	1,01	1650	6600	1,93
	1 a 50mm	785	3140	0,92	71	284	0,08	1279	5116	1,50	986	3944	1,16
	51 a 100mm	863	3452	1,01	111	444	0,13	1413	5652	1,66	1051	4204	1,23
	101 a 200mm	1778	7112	2,09	298	1192	0,35	2989	11956	3,51	2140	8560	2,51
	201 a 400mm	3667	14668	4,30	569	2276	0,67	6256	25024	7,34	4303	17212	5,05
	Acima de 400mm	17714	70856	20,77	6194	24776	7,26	24688	98752	28,95	17991	71964	21,10
	Total		341092	100,00		341092	100,00		341092	100,00		341092	100,00
Consolação	Estável	65767	263068	86,45	71751	287004	94,32	63312	253248	83,22	65260	261040	85,78
	Incondicional	315	1260	0,41		0	0,00	178	712	0,23	598	2392	0,79
	1 a 50mm	426	1704	0,56	81	324	0,11	506	2024	0,67	587	2348	0,77
	51 a 100mm	542	2168	0,71	92	368	0,12	655	2620	0,86	678	2712	0,89
	101 a 200mm	961	3844	1,26	239	956	0,31	1129	4516	1,48	1110	4440	1,46
	201 a 400mm	1577	6308	2,07	423	1692	0,56	1981	7924	2,60	1692	6768	2,22

Bairro	Simulação 5				Simulação 6			Simulação 7			Simulação 8		
	Precipitação (mm)	Pixel	Área m2	Área %	Pixel	m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %
	Acima de 400mm	6486	25944	8,53	3488	13952	4,59	8313	33252	10,93	6149	24596	8,08
	Total		304296	100,00		304296	100,00		304296	100,00		304296	100,00
Da Penha	Estável	60134	240536	93,84	63030	252120	98,36	58116	232464	90,69	59807	239228	93,33
	Incondicional	47	188	0,07		0	0,00	27	108	0,04	94	376	0,15
	1 a 50mm	148	592	0,23	18	72	0,03	215	860	0,34	179	716	0,28
	51 a 100mm	169	676	0,26	42	168	0,07	282	1128	0,44	192	768	0,30
	101 a 200mm	302	1208	0,47	61	244	0,10	495	1980	0,77	372	1488	0,58
	201 a 400mm	625	2500	0,98	74	296	0,12	930	3720	1,45	729	2916	1,14
	Acima de 400mm	2658	10632	4,15	858	3432	1,34	4018	16072	6,27	2710	10840	4,23
	Total		256332	100,00		256332	100,00		256332	100,00		256332	100,00
Fonte Grande	Estável	33480	133920	69,02	44901	179604	92,57	26977	107908	55,62	32197	128788	66,38
	Incondicional	87	348	0,18	3	12	0,01	67	268	0,14	191	764	0,39
	1 a 50mm	731	2924	1,51	85	340	0,18	1224	4896	2,52	966	3864	1,99
	51 a 100mm	854	3416	1,76	65	260	0,13	1300	5200	2,68	1070	4280	2,21
	101 a 200mm	1830	7320	3,77	223	892	0,46	2903	11612	5,98	2199	8796	4,53
	201 a 400mm	2986	11944	6,16	430	1720	0,89	4416	17664	9,10	3420	13680	7,05
	Acima de 400mm	8537	34148	17,60	2798	11192	5,77	11618	46472	23,95	8462	33848	17,45
	Total		194020	100,00		194020	100,00		194020	100,00		194020	100,00
Forte São João	Estável	82023	328092	78,96	93942	375768	90,43	77459	309836	74,57	81112	324448	78,08
	Incondicional	1839	7356	1,77	7	28	0,01	1442	5768	1,39	2409	9636	2,32
	1 a 50mm	404	1616	0,39	73	292	0,07	468	1872	0,45	599	2396	0,58
	51 a 100mm	584	2336	0,56	97	388	0,09	708	2832	0,68	790	3160	0,76
	101 a 200mm	1477	5908	1,42	316	1264	0,30	1913	7652	1,84	1832	7328	1,76
	201 a 400mm	3073	12292	2,96	869	3476	0,84	3987	15948	3,84	3487	13948	3,36
	Acima de 400mm	14479	57916	13,94	8575	34300	8,25	17902	71608	17,23	13650	54600	13,14
	Total		415516	100,00		415516	100,00		415516	100,00		415516	100,00
Gurigica	Estável	88732	354928	67,72	110048	440192	83,99	80656	322624	61,55	87157	348628	66,52
	Incondicional	4756	19024	3,63	105	420	0,08	3904	15616	2,98	5927	23708	4,52
	1 a 50mm	1114	4456	0,85	436	1744	0,33	1373	5492	1,05	1496	5984	1,14
	51 a 100mm	1302	5208	0,99	402	1608	0,31	1592	6368	1,21	1726	6904	1,32
	101 a 200mm	3160	12640	2,41	905	3620	0,69	4017	16068	3,07	3805	15220	2,90
	201 a 400mm	6181	24724	4,72	2240	8960	1,71	7735	30940	5,90	6650	26600	5,08

Bairro	Simulação 5				Simulação 6			Simulação 7			Simulação 8		
	Precipitação (mm)	Pixel	Área m2	Área %	Pixel	m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %
	Acima de 400mm	25787	103148	19,68	16896	67584	12,89	31755	127020	24,23	24271	97084	18,52
	Total		524128	100,00		524128	100,00		524128	100,00		524128	100,00
Nova Palestina	Estável	76332	305328	98,98	76612	306448	99,34	76213	304852	98,83	76308	305232	98,95
	Incondicional	140	560	0,18		0	0,00	112	448	0,15	182	728	0,24
	1 a 50mm	42	168	0,05	12	48	0,02	47	188	0,06	45	180	0,06
	51 a 100mm	29	116	0,04	1	4	0,00	30	120	0,04	34	136	0,04
	101 a 200mm	42	168	0,05	10	40	0,01	53	212	0,07	63	252	0,08
	201 a 400mm	112	448	0,15	40	160	0,05	139	556	0,18	106	424	0,14
	Acima de 400mm	421	1684	0,55	443	1772	0,57	524	2096	0,68	380	1520	0,49
	Total		308472	100,00		308472	100,00		308472	100,00		308472	100,00
Romao	Estável	56018	224072	67,80	74474	297896	90,14	48266	193064	58,42	54429	217716	65,88
	Incondicional	637	2548	0,77	1	4	0,00	409	1636	0,50	1023	4092	1,24
	1 a 50mm	387	1548	0,47	32	128	0,04	589	2356	0,71	519	2076	0,63
	51 a 100mm	541	2164	0,65	102	408	0,12	785	3140	0,95	683	2732	0,83
	101 a 200mm	1250	5000	1,51	217	868	0,26	1862	7448	2,25	1697	6788	2,05
	201 a 400mm	3466	13864	4,20	500	2000	0,61	4911	19644	5,94	4262	17048	5,16
	Acima de 400mm	20321	81284	24,60	7294	29176	8,83	25798	103192	31,22	20007	80028	24,22
	Total		330480	100,00		330480	100,00		330480	100,00		330480	100,00
Santa Luiza	Estável	83731	334924	99,98	83745	334980	100,00	83725	334900	99,98	83731	334924	99,98
	Incondicional		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00
	1 a 50mm		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00
	51 a 100mm		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00
	101 a 200mm		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00
	201 a 400mm		0	0,00		0	0,00		0	0,00		0	0,00
	Acima de 400mm	14	56	0,02		0	0,00	20	80	0,02	14	56	0,02
	Total		334980	100,00		334980	100,00		334980	100,00		334980	100,00
Santa Tereza	Estável	104445	417780	73,69	125258	501032	88,37	93761	375044	66,15	102422	409688	72,26
	Incondicional	5090	20360	3,59	322	1288	0,23	4279	17116	3,02	5976	23904	4,22
	1 a 50mm	1428	5712	1,01	601	2404	0,42	2091	8364	1,48	1854	7416	1,31
	51 a 100mm	1358	5432	0,96	336	1344	0,24	2049	8196	1,45	1679	6716	1,18
	101 a 200mm	3187	12748	2,25	658	2632	0,46	4721	18884	3,33	3874	15496	2,73
	201 a 400mm	6056	24224	4,27	1979	7916	1,40	8058	32232	5,69	6393	25572	4,51

Bairro	Precipitação (mm)	Simulação 5			Simulação 6			Simulação 7			Simulação 8		
		Pixel	Área m2	Área %	Pixel	m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %	Pixel	Área m2	Área %
	Acima de 400mm	20174	80696	14,23	12584	50336	8,88	26779	107116	18,89	19540	78160	13,79
	Total		566952	100,00		566952	100,00		566952	100,00		566952	100,00
Santos Dumont	Estável	24163	96652	76,87	28304	113216	90,05	22119	88476	70,37	23798	95192	75,71
	Incondicional	271	1084	0,86		0	0,00	187	748	0,59	462	1848	1,47
	1 a 50mm	153	612	0,49	12	48	0,04	198	792	0,63	250	1000	0,80
	51 a 100mm	194	776	0,62	24	96	0,08	207	828	0,66	234	936	0,74
	101 a 200mm	422	1688	1,34	52	208	0,17	542	2168	1,72	577	2308	1,84
	201 a 400mm	1170	4680	3,72	201	804	0,64	1616	6464	5,14	1298	5192	4,13
	Acima de 400mm	5059	20236	16,10	2839	11356	9,03	6563	26252	20,88	4813	19252	15,31
	Total		125728	100,00		125728	100,00		125728	100,00		125728	100,00
São Benedito	Estável	22153	88612	45,08	37278	149112	75,86	17302	69208	35,21	21102	84408	42,94
	Incondicional	2100	8400	4,27	17	68	0,03	1474	5896	3,00	3012	12048	6,13
	1 a 50mm	841	3364	1,71	94	376	0,19	1005	4020	2,05	1024	4096	2,08
	51 a 100mm	901	3604	1,83	191	764	0,39	1191	4764	2,42	1104	4416	2,25
	101 a 200mm	1867	7468	3,80	468	1872	0,95	2398	9592	4,88	2230	8920	4,54
	201 a 400mm	4402	17608	8,96	1300	5200	2,65	5733	22932	11,67	5091	20364	10,36
	Acima de 400mm	16874	67496	34,34	9790	39160	19,92	20035	80140	40,77	15575	62300	31,70
	Total		196552	100,00		196552	100,00		196552	100,00		196552	100,00