



Desastre na Região Serrana -Petrópolis - RJ

Prof. Dr. Antonio José Teixeira Guerra
Doutoranda Maria do Carmo Oliveira Jorge

www.lagesolos.ufrj.br
antoniogtguerra@gmail.com



INTRODUÇÃO

Urbanização/ Falta de recursos e políticas habitacionais



Ocupação de áreas geologicamente desfavoráveis



Resultando em graves situações de risco



Acidentes em áreas urbanas



Enchentes



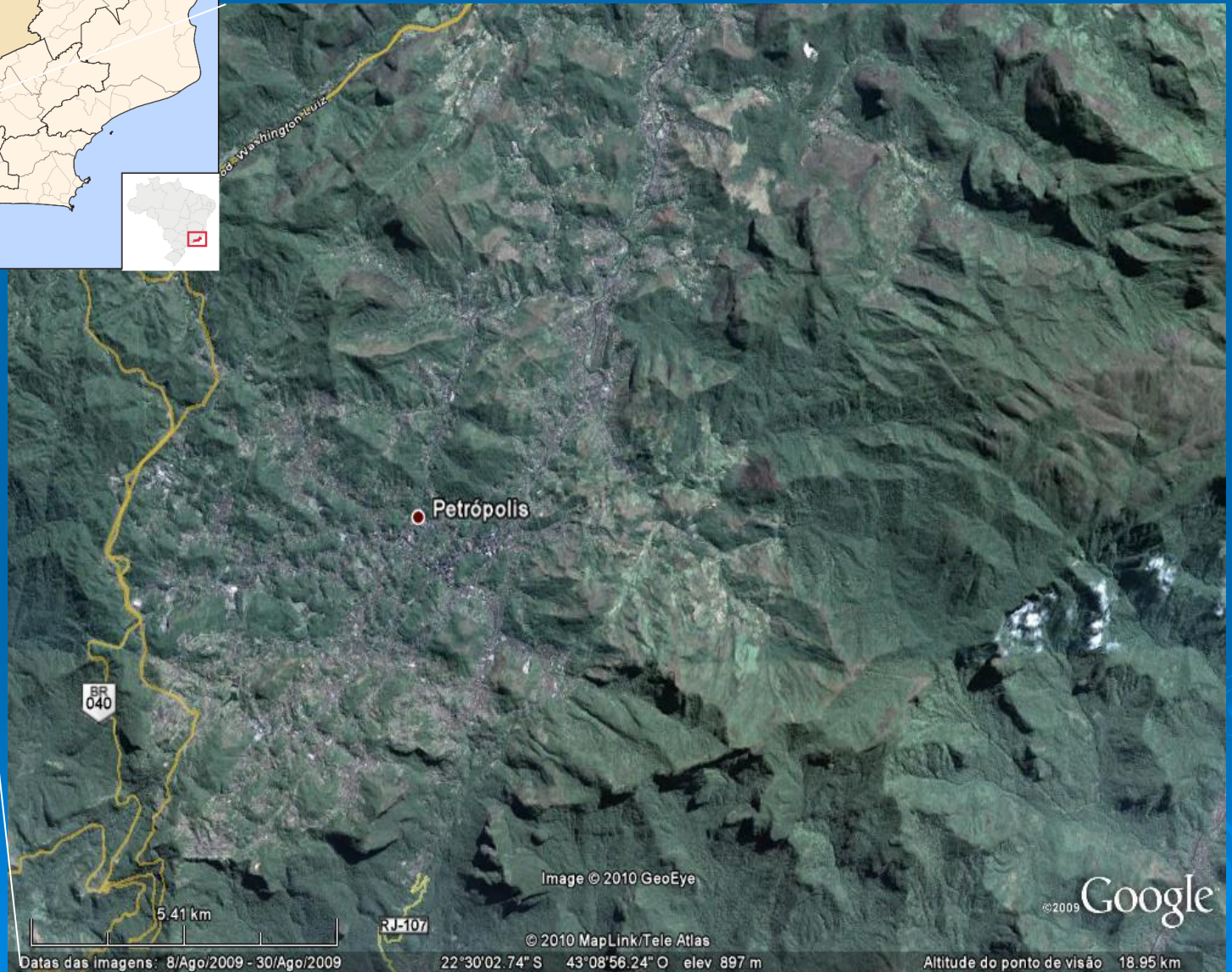
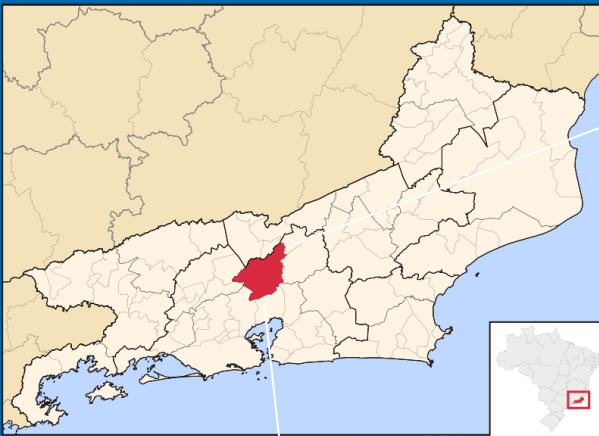
São os mais frequentes e possivelmente os que acarretam maiores prejuízos

Escorregamentos



São os que têm provocado o maior número de vítimas fatais

INTRODUÇÃO



Dados das imagens: 8/Ago/2009 - 30/Ago/2009

22°30'02.74" S 43°08'56.24" O elev 897 m

Altitude do ponto de visão 18.95 km

Escorregamentos em Petrópolis



1988

171 vítimas fatais

2001

50 vítimas fatais

Chuva de 12 horas
(200 mm)
Defesa civil: mais de
1000 ocorrências

2008

9 vítimas fatais

2010

2/3: 11 ocorrências
6/4: 24 ocorrências e
1 vítima fatal

2011

12/1: 71 vítimas
(Vale do Cuiabá)

Chuva de 12 horas
(aprox. 180 mm)

2013

17/3: 33 vítimas
(20 vítimas
bairro Quitandinha)

Chuva de 400 mm
em 24 horas

CATÁSTROFE OCORRIDA EM JANEIRO DE 2011

Vale do Cuiabá-Itaipava-Petrópolis-RJ



18/02/2011



18/02/2011



18/02/2011



18/02/2011



QUEBEC
QUÉBEC
40789

18/02/2011




18/02/2011



18/02/2011



OBJETIVO



Desenvolvimento de um projeto piloto para a construção de um Sistema de Previsão e Alerta de Riscos de enchentes e escorregamentos de encostas, no município de Petrópolis, visando minimizar os impactos sócio-ambientais resultantes desses eventos catastróficos, financiado pela Secretaria Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro.





METODOLOGIA

Delimitação da região representada pela estação meteorológica do LNCC

Coleta de dados históricos de índices pluviométricos, junto ao **LNCC**, período de 2004 a 2009

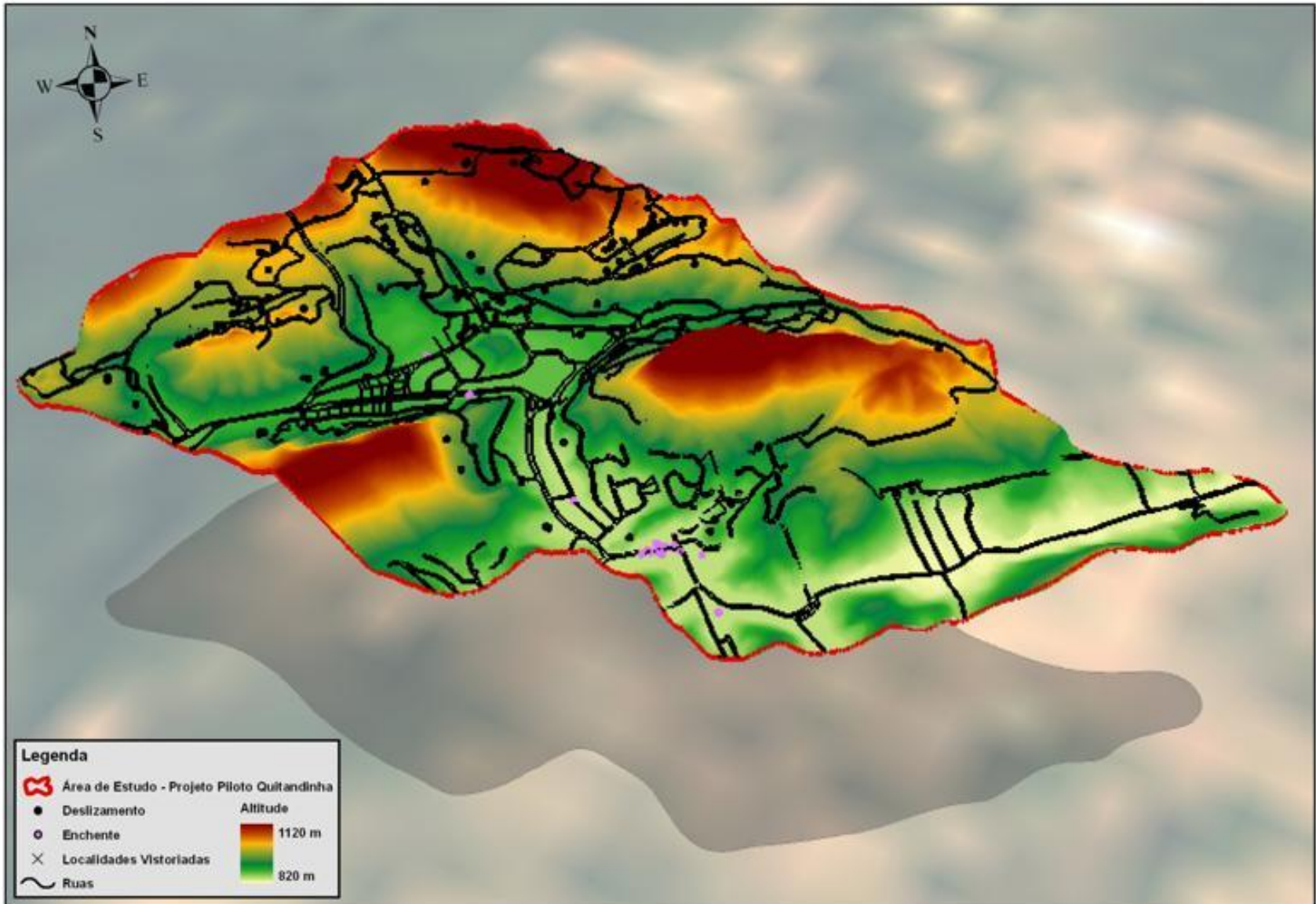
Coleta de dados históricos de eventos de deslizamentos e enchentes - **Defesa Civil**

511 eventos

Fatores de Vulnerabilidade

Identificação e caracterização das áreas de risco associadas a deslizamentos ou enchentes

Cruzamento dos dados de ocorrência de eventos com os dados de pluviometria para a definição de índices críticos



METODOLOGIA

Fatores de Vulnerabilidade a enchentes



Fatores de Vulnerabilidade para Enchentes	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
Drenagem natural (quantidade de canais)	Fundo de vale que não recebe nenhuma contribuição de canais de drenagem	Local que recebe pouca contribuição de canais de drenagem	Local que recebe contribuição de canais de drenagem maior	Local situado nos flancos dos canais de drenagem	Local situado dentro de um talvegue ou canal de drenagem (canal de 1ª ordem).
Lançamento de detritos lixo/entulho) dentro ou nas margens dos rios	Ausência de lançamento de detritos	Presença de pequena quantidade de detritos	Presença de razoável quantidade de detritos	Presença de grande quantidade de detritos jogados a intervalos regulares	Presença de grandes quantidades de detritos despejadas frequentemente
Cobertura vegetal	Floresta densa e estabilizada	Árvores de médio porte e bem concentradas	Árvores de pequeno porte e bem espaçadas com capim	Capim	Solo exposto
Impermeabilização das margens (% de ocupação das margens)	0 a 20%	21 a 40%	41 a 60%	61 a 80%	Acima de 81%
Grau de assoreamento dos canais por sedimentos	Não assoreado	Pouco assoreado	Moderadamente assoreado	Muito assoreado	Extremamente assoreado
Impermeabilização das encostas contribuintes	0 a 10%	11 a 25%	26 a 35%	36 a 45%	Acima de 45%
Drenagem em direção ao rio principal	Escoamento na direção contrária ao rio principal	Ruas pouco asfaltadas com fluxo de águas em direção ao rio principal	Ruas razoavelmente asfaltadas com drenagem em direção ao rio principal	Ruas muito asfaltadas ou de paralelepípedos com drenagem em direção ao rio principal	Ruas totalmente asfaltadas (impermeabilizadas) com drenagem em direção ao rio principal

METODOLOGIA

Fatores de Vulnerabilidade a deslizamentos



FATORES DE VULNERABILIDADE A DESLIZAMENTOS	NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3	NÍVEL 4	NÍVEL 5
Declividade (medida em graus)	1° - 10°	11° - 20°	21° a 30°	31° a 41°	Acima de 41°
Rede de esgoto sanitário	Rede de esgoto de boa qualidade e bem distribuídas espacialmente	Rede de esgoto com problemas de vazamento	Presença de fossa e rede de esgoto com vazamento	80% fossae/ou sumidouro	Presença de valas à céu aberto
Rede de águas pluviais	Rede de águas pluviais com um grande número de bueiros/canaletas e com boa distribuição espacial e limpos	Rede de águas pluviais com quantidade razoável de bueiros/canaletas e com distribuição espacial regular	Presença de bueiros/canaletas mal distribuídos, que não são suficientes para a vazão do escoamento da água	Presença de bueiros mal distribuídos e frequentemente entupidos e/ou canaletas quebradas	Ausência de bueiros/canaletas, canaletas quebradas e/ou canaletas com destino final na própria encosta
Abastecimento de água	Ótima qualidade das tubulações e ausência de vazamentos	Baixo nível de vazamentos e em poucos lugares	Médio nível de vazamentos e bem distribuídos pela região	Alto nível de vazamentos das tubulações e distribuídas por toda a área	Ausência total de abastecimento de água oficial
Lançamento de detritos (lixo/entulho)	Ausência de lançamento de detritos	Presença de pequena quantidade de detritos (espessura de até 0,50m) localizada em poucos lugares	Presença de razoável quantidade de detritos (espessura acima de 0,50m) distribuídas ao redor da ocorrência	Presença de grande quantidade de detritos (espessura acima de 1,0m) jogados a intervalos regulares e nos mesmos locais	Presença de grandes quantidades de detritos (espessura acima de 1,0m) despejadas frequentemente ao redor da ocorrência e também nos mesmos locais
Existência de cortes e/ou aterros	Ausência de cortes e/ou aterros	Cortes e/ou aterros pequenos (até 1,50m) em pouca quantidade e com contenções	Cortes e/ou aterros maiores que o anterior em tamanho (acima de 1,5m) e em quantidade e com contenções	Cortes e/ou aterros (até 1,50m) sem contenções	Cortes e/ou aterros maiores que o anterior (acima de 1,50m) e sem contenções
Existência de obras de estabilização	Presença de obras de estabilização de boa qualidade e em bom estado, sem rachaduras, deformações ou infiltrações	Obras de estabilização com pequenas rachaduras, em poucos locais, com baixa deficiência da obra, com altura até 1,50m	Obras de estabilização, com pequenas rachaduras e infiltrações localizadas ao longo da obra, com média deficiência e altura acima de 1,50m	Obras de estabilização com muitas rachaduras e infiltrações localizadas ao longo de toda a obra e com alta deficiência da obra	Ausência de obras de estabilização de encostas em áreas com necessidade de obras de contenção
Cobertura vegetal	Floresta densa e estabilizada	Árvores de médio porte e bem concentradas	Árvores de pequeno porte e bem espaçadas	Gramíneas, capim e/ou arbustos	Solo exposto

METODOLOGIA

Fatores de Vulnerabilidade a deslizamentos



Existência de matacões (superficiais)	Não há matacões ao longo da encosta	Presença de pequena quantidade de matacões e de pequeno tamanho	Presença de matacões de porte médio, em quantidade pequena e concentrados em poucos locais e parcialmente enterrados	Presença de matacões de porte médio, em grande quantidade e simplesmente apoiados no terreno em posição medianamente desfavorável	Presença de matacões grandes, em grande número e em posições bastante desfavoráveis
Aspectos lito-estruturais	Rocha sã, sem aspectos de fraturas ou rupturas	Rocha com poucas fraturas localizadas, sem risco aparente de queda de blocos	Rocha com presença de fraturas localizadas e com aparência de risco moderado de queda de blocos	Rocha moderadamente fraturada com grande risco de queda de lascas/blocos	Rocha extremamente fraturada com alto risco de queda de lascas/blocos
Qualidade estrutural das moradias	Casas revestidas com bom aspecto e utilização de materiais de construção de boa qualidade, fundação em material estável, longe da crista e base de taludes.	Casas de alvenaria com ou sem revestimento, com fundação em material estável e estrutura deficiente	Casas de alvenaria com fundação e estrutura deficiente, sem calha, localizadas próximas a crista e/ou base de talude.	Casas de alvenaria sem fundação, sem calha, estrutura deficiente, com presença de rachaduras.	Casas de alvenaria sem fundação e sem estrutura ou de madeira, com rachaduras e presença de afundamento do solo em alguns locais próximos à casa
Impermeabilização da encosta (% de ocupação de casas e vias públicas)	0 a 10%	11 a 25%	26 a 35%	36 a 45%	Acima 45%
Existência de acesso de pedestres e viários sem pavimentação (% de ruas não calçadas)	0 a 10%	11 a 25%	26 a 40%	41 a 50%	Acima 50%
Aspectos geotécnicos	Solo residual sem indícios de processo erosivo ou cicatrizes de deslizamentos	Colúvio sem sinais de rastejo e/ou solo residual com início de processo erosivo sem cicatrizes de deslizamentos	Colúvio com pequenos sinais de rastejo ou solo residual com sulcos e/ou algumas cicatrizes de deslizamentos	Colúvio com sinais de rastejo ou solo residual com ravinas e/ou quantidade média de cicatrizes de deslizamentos; presença de trincas no solo	Colúvio com sinais de rastejo com muitas trincas; contato abrupto solo-rocha e solo residual com voçorocas
Densidade de ocupação da encosta (%)	0 a 15%	16 a 30%	31 a 50%	51 a 65%	Acima de 65%



RESULTADOS

Vistorias realizadas no
Bairro Quitandinha
(parceria com a Defesa Civil e
LNCC)

27 vistorias

23 vistorias de
deslizamentos

4 vistorias
de enchentes

Mapa de área de
influência

Mapa de área de
influência

Análise da série histórica
da ocorrência de eventos
de deslizamentos &
índices pluviométricos
(2004 a 2009)

Análise dos mapas
**Hipsométrico, Declividade,
Convergência e Divergência
de fluxos** e ocorrência
de enchentes e
deslizamentos

Cruzamento

Declividade

Hipsométrico

Conv/Div de
Fluxos

Mapa de risco a deslizamento

Declividade (60%)
Conv/Div de fluxos (25%)
Hipsométrico (15%)

Mapa de risco a enchente

Declividade (50%)
Hipsométrico (30%)
Conv/Div de fluxos (20%)

RESULTADOS

Vistorias realizadas no Bairro Quitandinha



● Rua Minas Gerais – Bairro Quitandinha-Petrópolis



RESULTADOS

Vistorias realizadas no Bairro Quitandinha

Rua Minas Gerais



área de encosta, com altitude inicial de 951 m, caracterizando-se como ocupação típica de área de risco de deslizamento de terra, pois a declividade média das encostas dessa rua varia entre 45° e 70°.



problemas na sua rede de infra-estrutura, como ausência de captação de água da chuva, de rede de esgoto, calçamento de paralelepípedos com sinais de desgaste, deficiências na rede coletora de lixo



construções de casas de forma precária, através do corte de talude e aterro, formando degraus escalonados de casas. Esse perfil de ocupação é muito perigoso, principalmente se levarmos em consideração o histórico da área, as características físicas da região e as atividades antrópicas negativas, como o lançamento de esgoto direto na encosta.



RESULTADOS



Casas atingidas por deslizamento de terra que ocasionou em duas vítimas fatais. Foto F.S. Lima.

RESULTADOS



Casa construída sobre depósito de tálus. Foto F.S. Lima.

RESULTADOS



Pequena canaleta feita pelos moradores para escoar a água que desce a encosta em dias de chuva intensa. F. S. Lima.

RESULTADOS



Aspecto estrutural de casa na parte de cima da rua. Foto E. S. Lima.

RESULTADOS



FATORES DE VULNERABILIDADE PARA DESLIZAMENTOS DE TERRA	NÍVEL DO FATOR
Declividade	N5
Drenagem natural	N4
Rede de esgoto sanitário	N2
Rede de águas pluviais	N5
Abastecimento de água	N3
Lançamento de detritos (lixo/entulho)	N5
Existência de cortes e/ou aterros	N5
Existência de obras de estabilização	N5
Cobertura vegetal	N3
Existência de matacões superficiais	N4
Aspectos lito-estruturais	N4
Qualidade estrutural das moradias	N4
Impermeabilização da encosta	N3
Acesso de pedestres e viários sem pavimentação	N3
Aspectos geotécnicos	N5
Densidade de ocupação da encosta	N3
Média aritmética dos fatores	3,9
CLASSE DE RISCO	ALTO

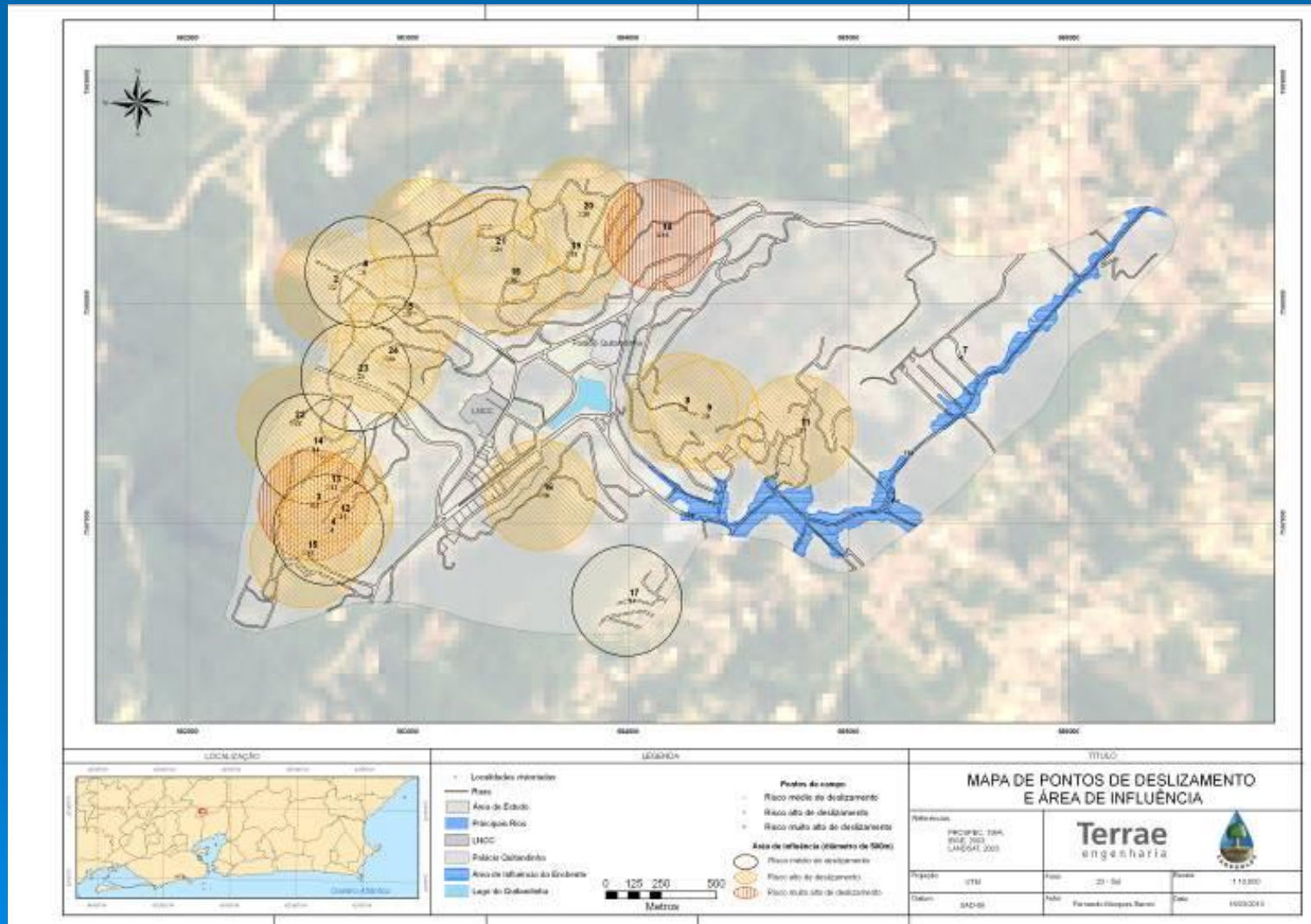
RESULTADOS



FATORES DE VULNERABILIDADE PARA DESLIZAMENTOS DE TERRA	NÍVEL DO FATOR
Declividade	N5
Drenagem natural	N3
Rede de esgoto sanitário	N2
Rede de águas pluviais	N3
Abastecimento de água	N3
Lançamento de detritos (lixo/entulho)	N4
Existência de cortes e/ou aterros	N4
Existência de obras de estabilização	N4
Cobertura vegetal	N3
Existência de matacões superficiais	N2
Aspectos lito-estruturais	NA
Qualidade estrutural das moradias	N3
Impermeabilização da encosta	N4
Acesso de pedestres e viários sem pavimentação	N4
Aspectos geotécnicos	N4
Densidade de ocupação da encosta	N3
Média aritmética dos fatores	3,4
CLASSE DE RISCO	ALTO

RESULTADOS

Mapa de pontos vistoriados associados a deslizamentos e as respectivas áreas de influência



Comparação de risco associado a deslizamento segundo as observações em campo e o mapa de risco.

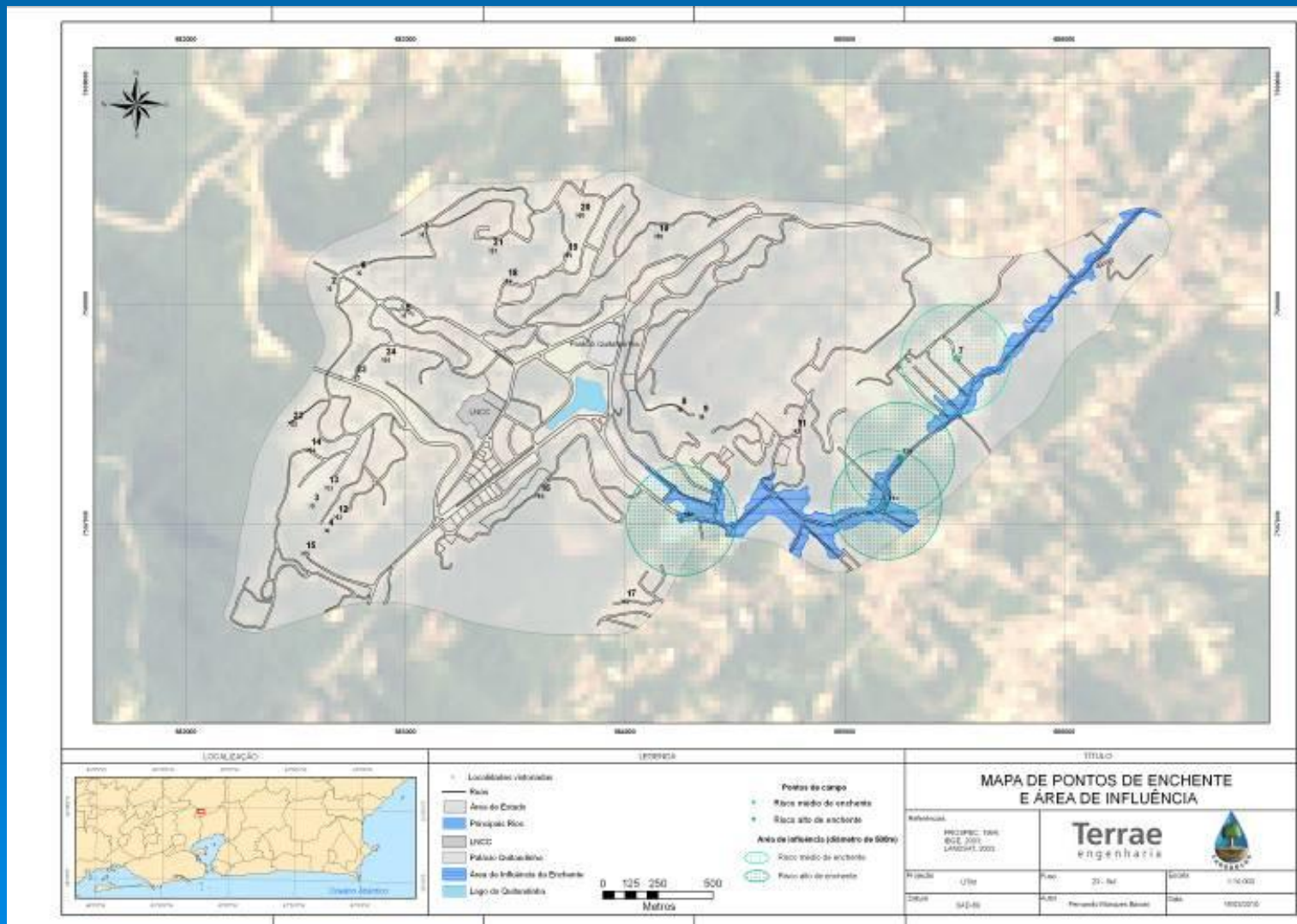


Área	Localização	Grau de Risco	
		Observação de campo	Mapa de risco
1	Rua Rio Grande do Sul	Alto	Médio
2	Rua Bahia/Amaral Peixoto	Alto	Médio
3	Rua Pernambuco	Muito Alto	Alto
4	Rua Alagoas C	Médio	Médio
5	Rua Maranhão	Alto	Médio
6	Rua Ceará	Médio	Alto
8	Rua Honduras	Alto	Alto
9	Rua Venezuela	Alto	Alto
10	Ruas São Paulo e Rio de Janeiro	Muito Alto	Médio
11	Rua Raul Veiga, Doutor Thouzet e Sítio do Pica-Pau, e afluente do rio Quitandinha na altura da Rua Doutor Thouzet	Alto	Baixo
12	Rua Alagoas e Rua C - parte 2	Alto	Alto
13	Rua Pernambuco	Alto	Médio
14	Rua Amazonas	Médio	Médio
15	Rua Pernambuco - parte 2	Alto	Baixo
16	Rua Nicarágua	Alto	Alto
17	Rua dos Guinelas	Médio	Médio
18	Rua Minas Gerais	Alto	Médio
19	Rua Minas Gerais - parte 2	Alto	Alto
20	Rua Minas Gerais /ç/	Alto	Médio
21	Rua Rio Grande do Sul - parte 2	Alto	Baixo
22	Rua Piauí	Alto	Alto
23	Rua Espírito Santo	Médio	Alto
24	Servidão Margarida da Silva Ferreira	Alto	Baixo



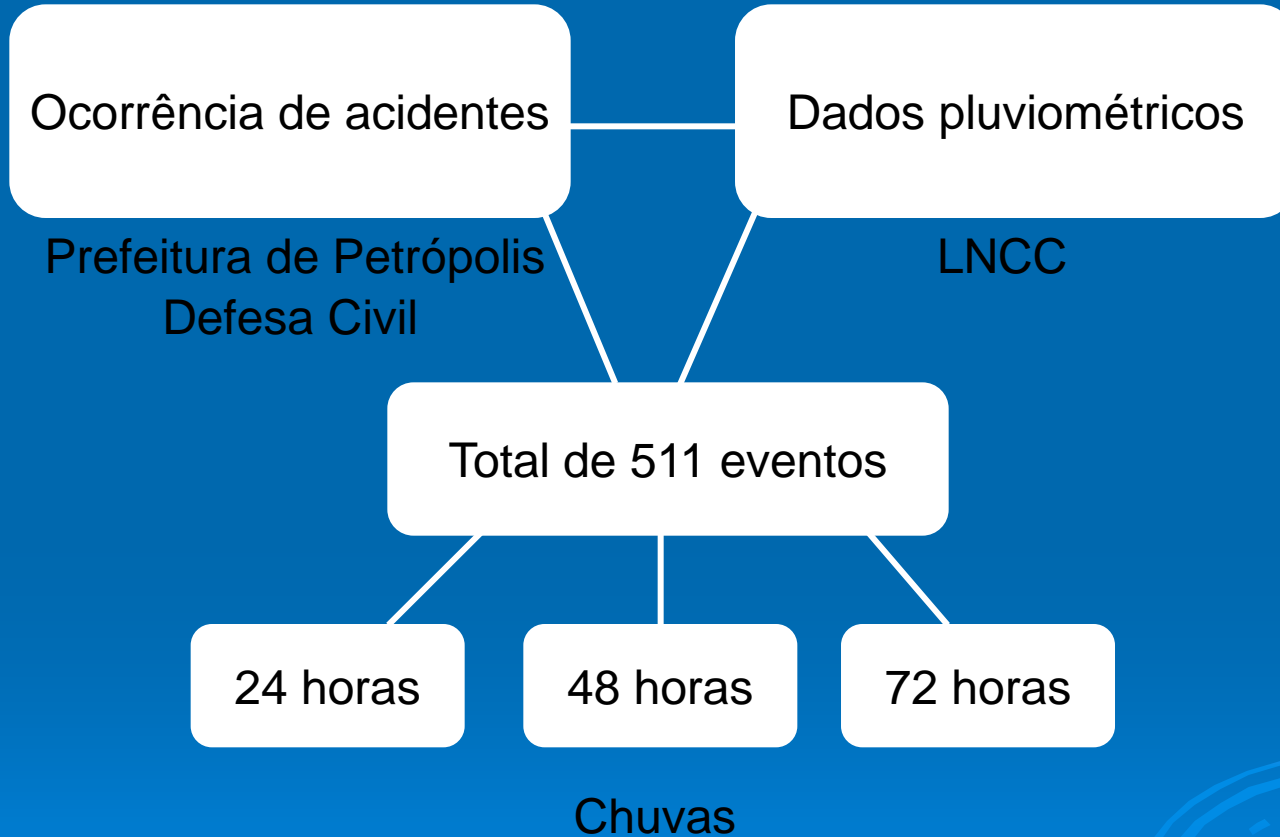
RESULTADOS

Mapa de pontos vistoriados associados a enchentes e as respectivas áreas de influência



RESULTADOS

Análise da série histórica da ocorrência dos eventos de deslizamentos (2004 a 2009) de acordo com os índices pluviométricos.



RESULTADOS

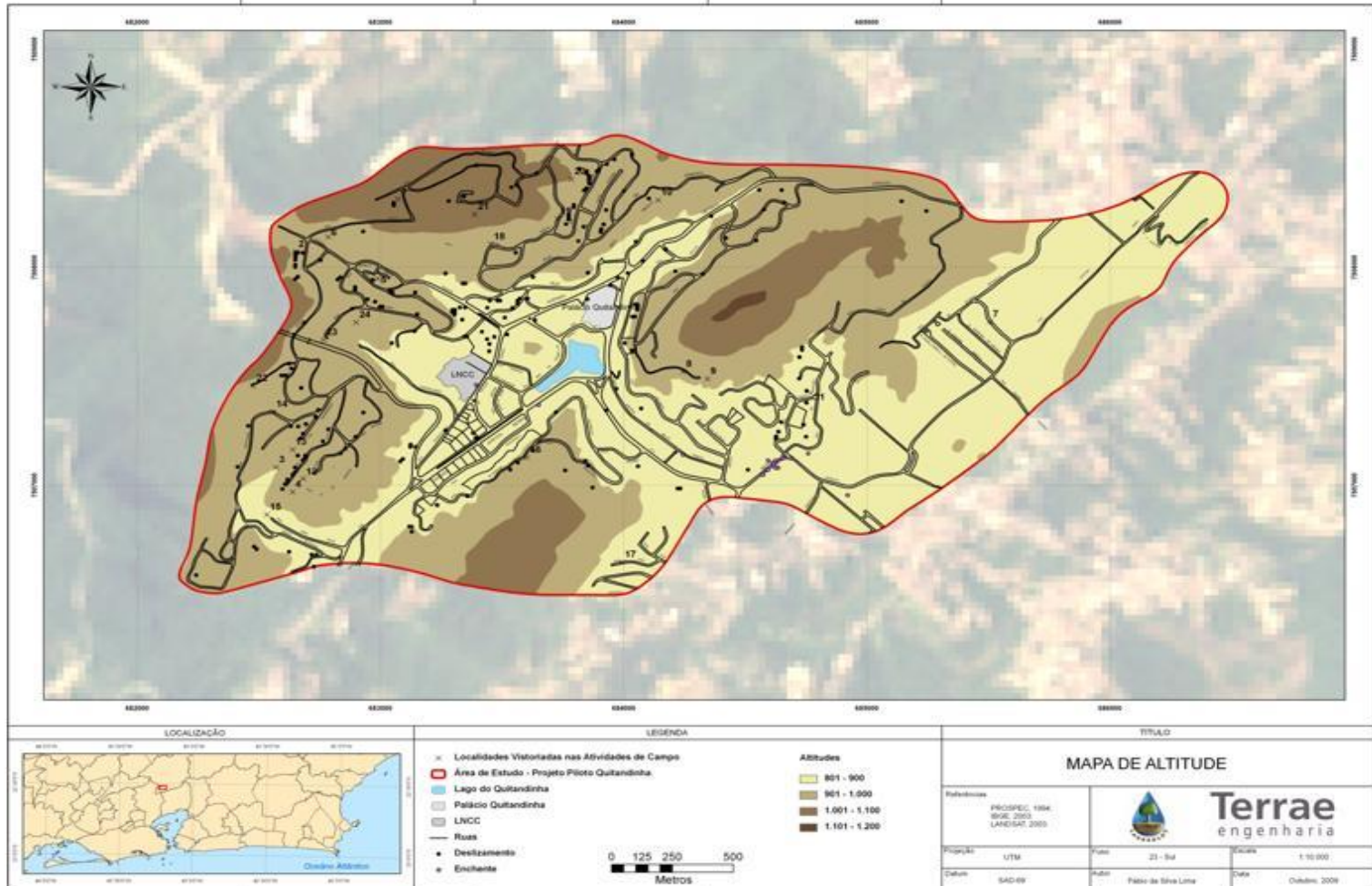


Índices pluviométricos de situação de alerta

Período analisado	Índices pluviométricos para definir a situação de alerta (mm)
24h	60
48h	100
72h	140

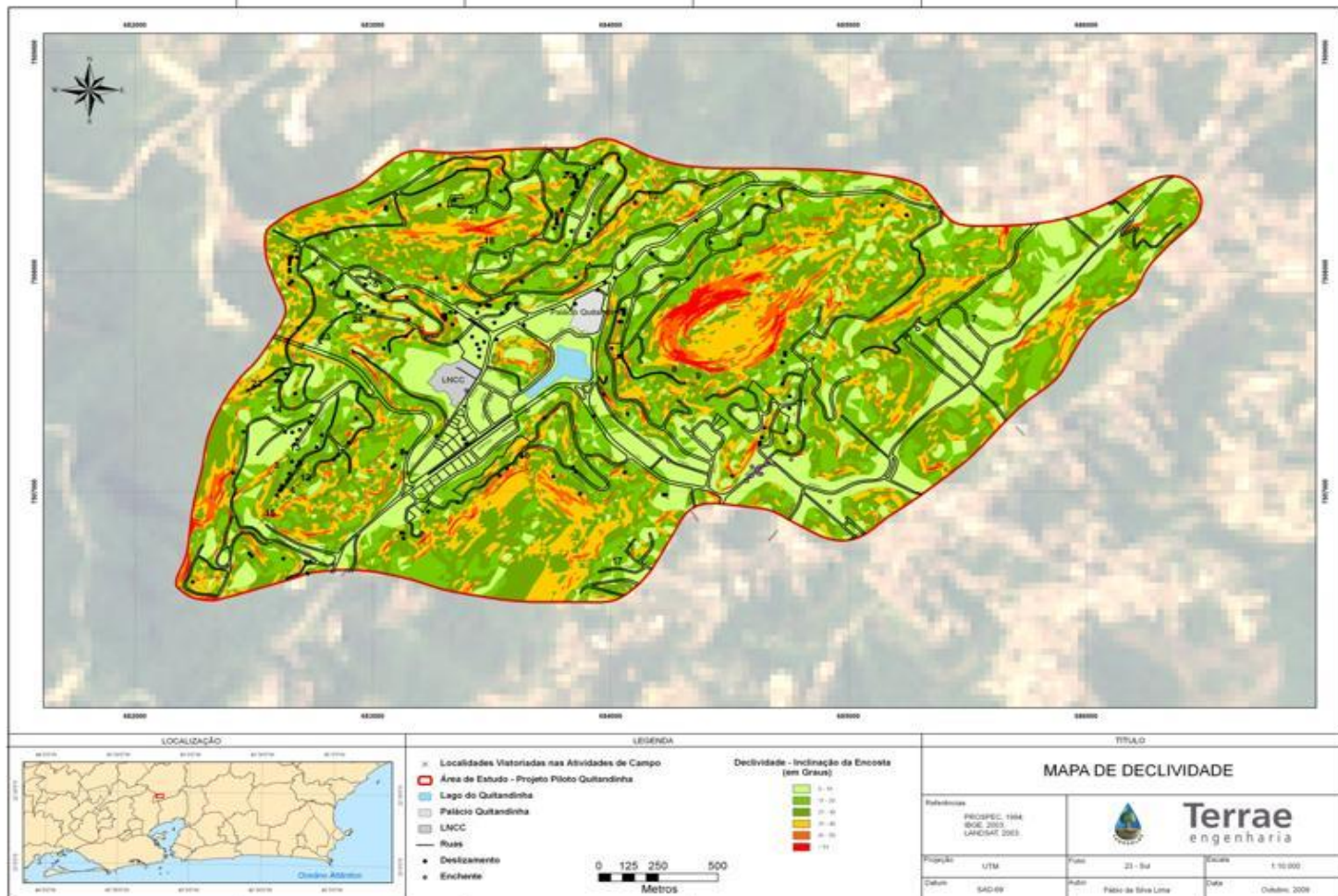
RESULTADOS

Análise do mapa hipsométrico & ocorrência de enchentes e deslizamentos no Bairro do Quitandinha



RESULTADOS

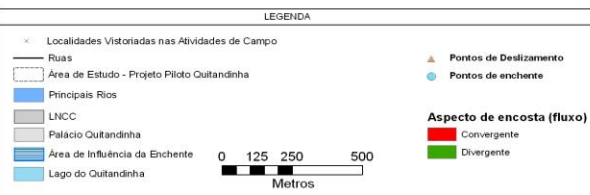
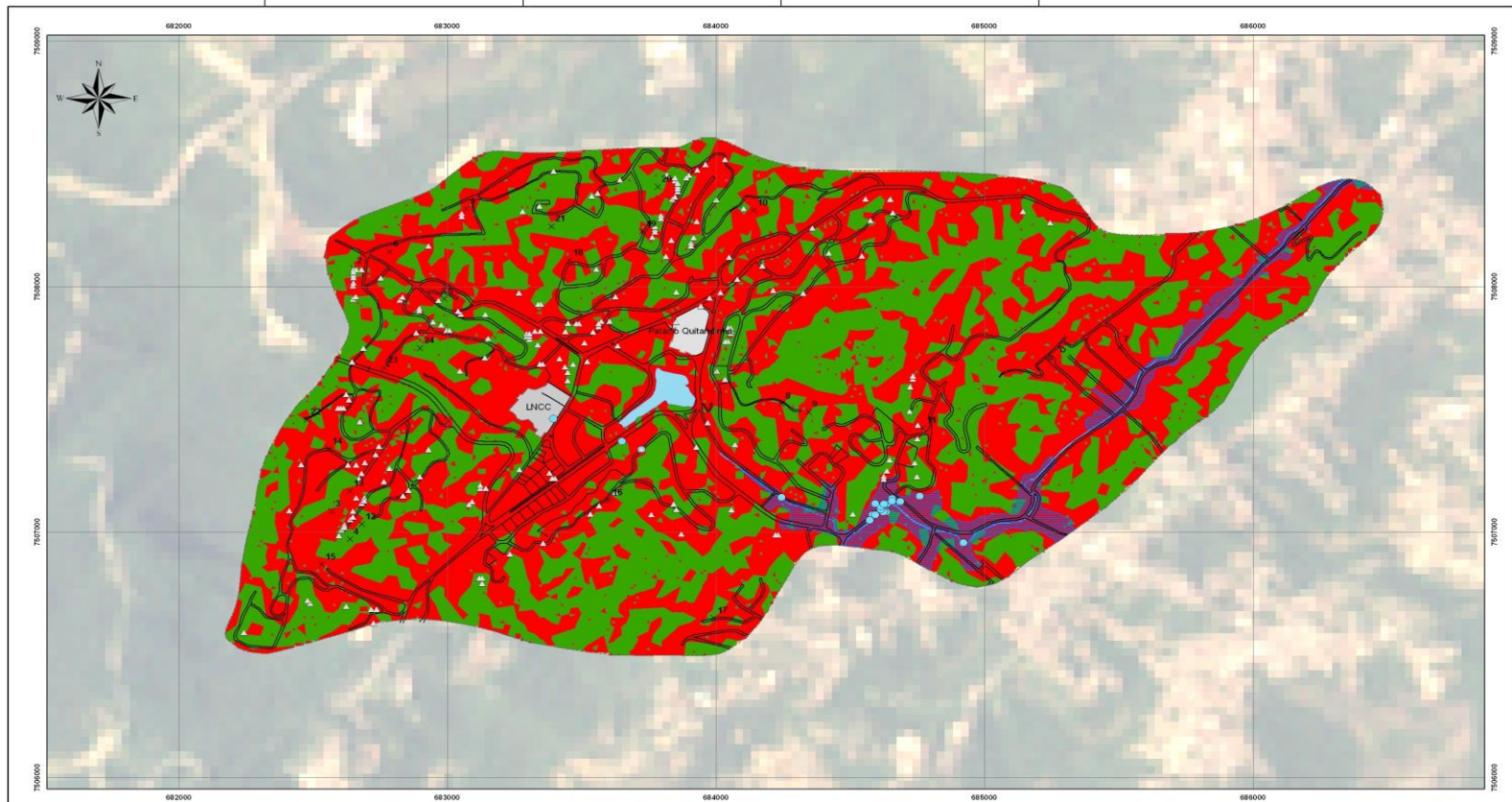
Análise do mapa de declividade & ocorrência de enchentes e deslizamentos no Bairro do Quitandinha



RESULTADOS



Análise do mapa de Convergência e Divergência de fluxos de enchentes e deslizamentos no Bairro do Quitandinha



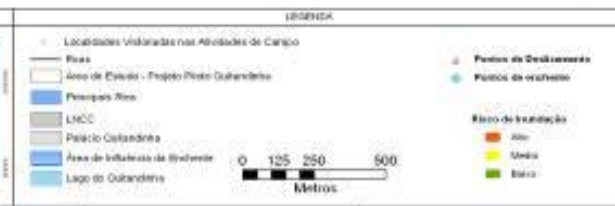
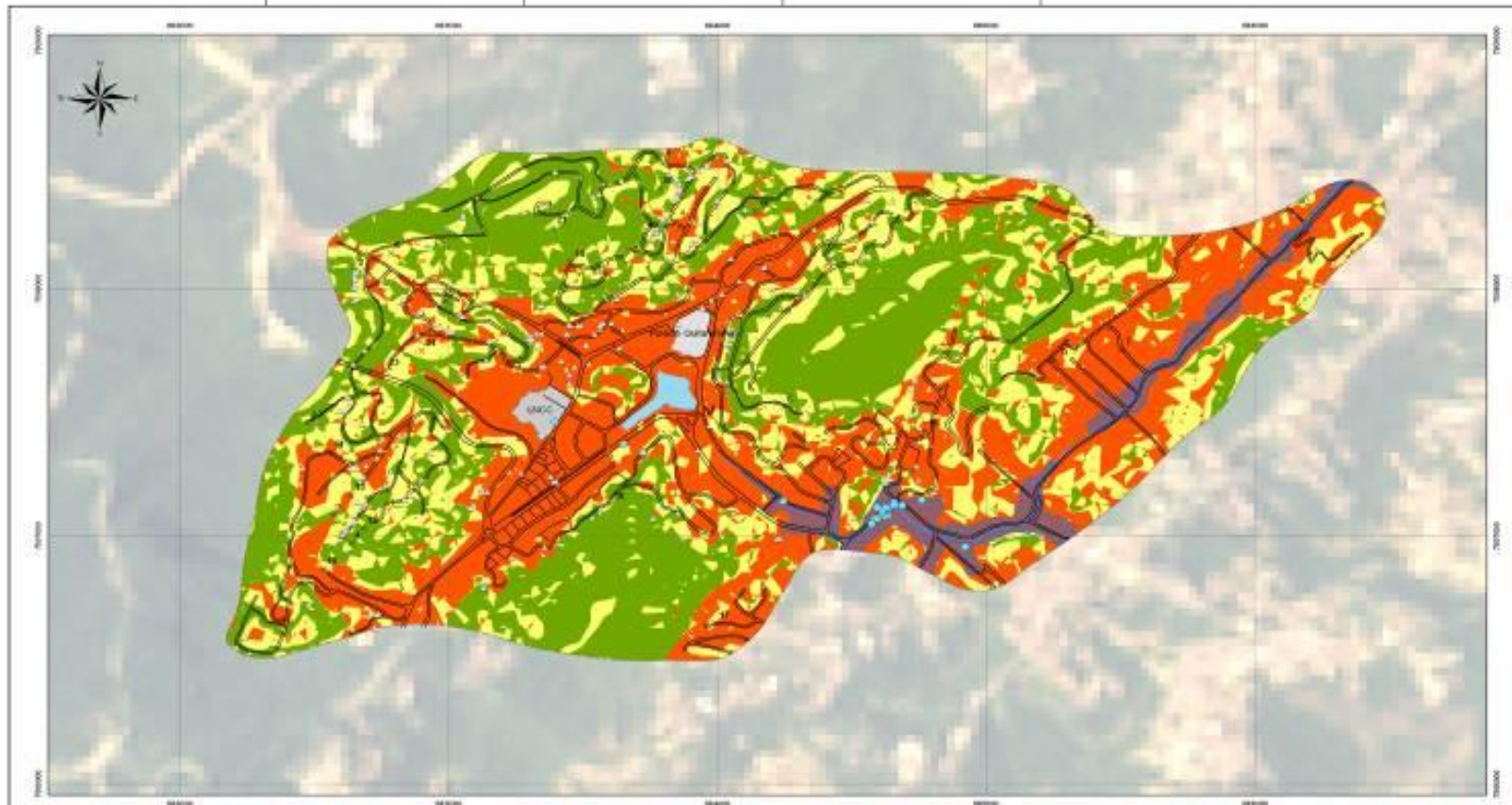
TÍTULO

MAPA DE ASPECTO DE ENCOSTA

Referências					
PROSPEC, 1994; IBGE, 2003; LANDSAT, 2003.					
Projeção	UTM	Fuso	23 - Sul	Escala	1:10.000
Datum	SAD-69	Autor	Fernando Marques Baroni	Data	10/03/2010

RESULTADOS

Mapa de risco associado a enchentes



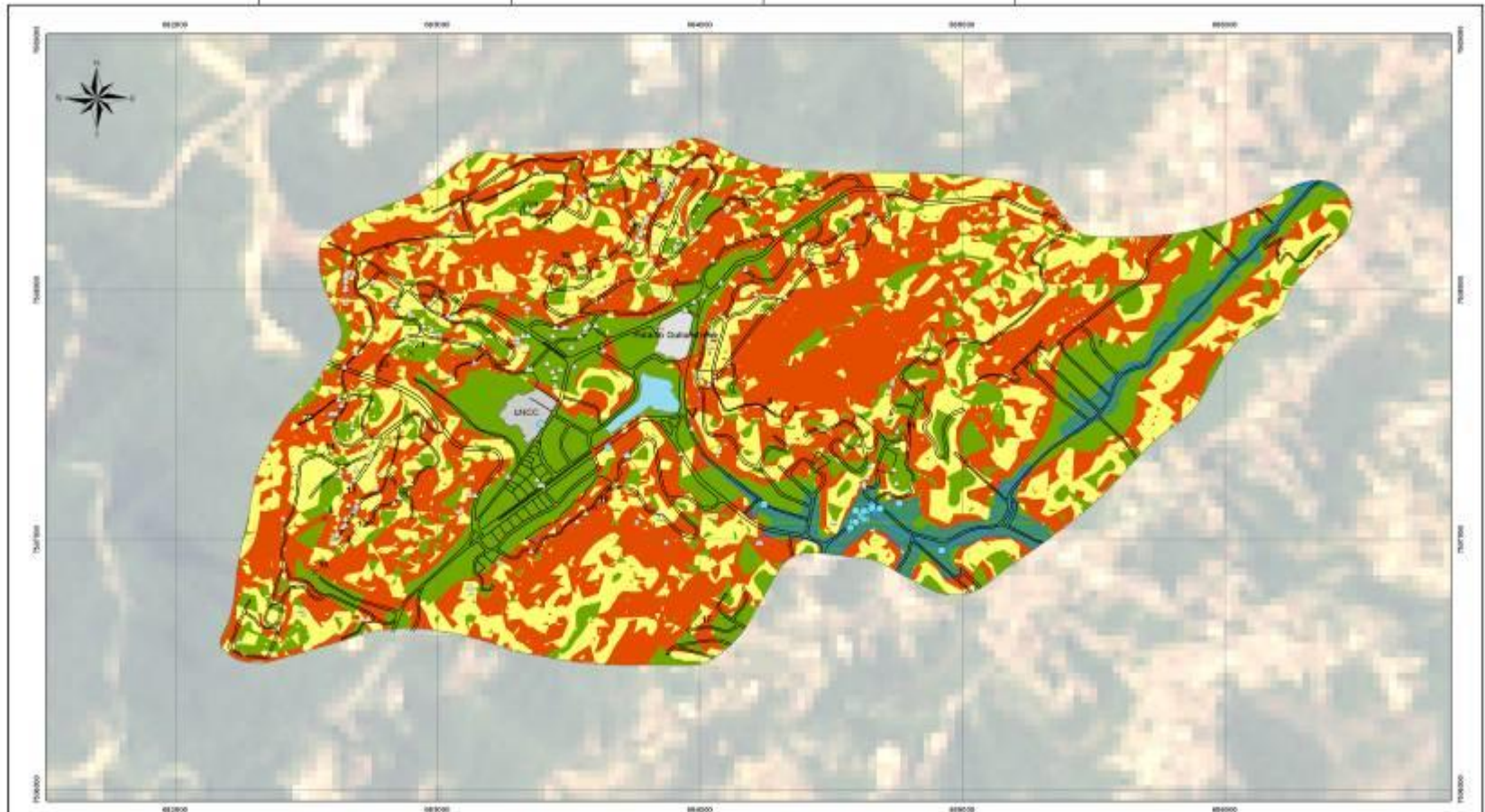
TÍTULO

MAPA DE RISCO DE ENCHENTE

Referências		
PROJEC. 1564		
SCALE 2000		
UNIVERS. USP		
Projeto: UTM	Foto: 21-04	Projeto: 119/2011
Coord: SAO-SP	Auto: Fernando Marques Baroni	Data: 18/03/2011

RESULTADOS

Mapa de risco associado a deslizamentos



LEGENDA

- Localidades Visitadas nos Abitaculos de Campo
- Rua
- Área de Estudo - Projeto Piloto Quilombola
- Principais Rios
- LNCC
- Palácio Quilombola
- Área de Influência da Estrutura
- Legislação Quilombola
- Pontos de Deslizamento
- Pontos de amostragem
- Risco de deslizamento
 - Alto
 - Médio
 - Baixo

0 125 250 500
Metros

TÍTULO

MAPA DE RISCO DE DESLIZAMENTO

Referências					
PRONONC, 1984 IBGE, 2005 LAVARETTI, 2001					
Projeção	UTM	Escala	1:10.000		
Data	2023-08	Autores	Fernando Marques Barros	Data	10/03/2010

CATÁSTROFE OCORRIDA EM MARÇO DE 2013

Quitandinha

























CONCLUSÕES



Os conhecimentos geomorfológicos, pedológicos, geotécnicos e geológicos, quando analisados em conjunto, podem ser de grande valia, no diagnóstico e prognóstico de áreas sujeitas à ocorrência de deslizamentos de terra e de enchentes, o que sem dúvida é fundamental, para que a Defesa Civil de qualquer município possa atuar preventivamente.



Esse estudo foi entregue à Prefeitura de Petrópolis e à Defesa Civil Municipal em 2010, tanto mapas, como um total de sete relatórios.



CONCLUSÕES



Espera-se com esse estudo, ter demonstrado que é possível, com levantamentos de campo e de gabinete, e com a participação de um grupo multidisciplinar, propor uma metodologia e testá-la, para que seja possível um trabalho conjunto entre pesquisadores das universidades e técnicos da prefeitura.

Com isso podemos atuar diretamente sobre problemas que muitos municípios brasileiros sofrem, em especial aqueles que dizem respeito aos riscos de deslizamentos e de enchentes, que têm causado a perda de vidas humanas, bem como de danos materiais.

Esse foi um projeto piloto, tendo como área de estudo o bairro do Quitandinha, mas que poderá ser aplicado a todo o município de Petrópolis, bem como a outros municípios serranos.

Mesmo com esse estudo apresentado à Prefeitura de Petrópolis, em 2010, nenhuma decisão foi tomada para prevenir essas catástrofes, que vem ocorrendo há décadas no município.



antoniotguerra@gmail.com

www.lagesolos.ufrj.br

MUITO OBRIGADO!!!

