

RELATÓRIO TÉCNICO

EMERGENCIAL COSTA VERDE

Ações de enfrentamento ao desastre: atendimento rápido, setorização do risco e produtos para reestruturação dos municípios afetados por deslizamentos



INTERESSADO

Governo do Estado do Rio de Janeiro
Departamento de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro
Núcleo de Análise e Diagnóstico de Escorregamentos

LISTA DE SIGLAS

CEMADEM.....	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CNM.....	Confederação Nacional dos Municípios
COBRADE.....	Codificação Brasileira de Desastres
CPRM/SBG.....	Serviço Geológico do Brasil
DRM.....	Departamento de Recursos Minerais
GRAC.....	Grupo de Ações Coordenadas
INMET.....	Instituto Nacional de Meteorologia
IPCC.....	Intergovernmental Panel on Climate Change
MDR	Ministério Do Desenvolvimento Regional
NADE.....	Núcleo de Análise e Diagnóstico de Escorregamentos
PNPDEC.....	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PMRR.....	Plano Municipal de Redução de Riscos
R3.....	Risco Alto
R4.....	Risco Muito Alto
S2ID	Sistema Integrado de Informações sobre Desastres

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma de Risco Remanescente	11
Figura 2: Fluxograma de Setorização	12
Figura 3: Índice de Acúmulo Pluviométrico de Abril em Angra dos Reis.....	14
Figura 4: Índice de Acúmulo Pluviométrico de Abril em Paraty.....	14
Figura 5: Histórico de Deslizamentos na Costa Verde.....	15
Figura 6: Vegetação Característica da região	16
Figura 7: Relevo e Geomorfologia da Região	17
Figura 8: Blocos Rochosos	18
Figura 9: Característica das ocupações urbanas.....	19
Figura 10: Mapa dos principais empreendimentos.....	18
Figura 11: Fluxograma dos atendimentos emergenciais prestados pelo DRM/RJ.....	20
Figura 12: Fluxograma de Setorização de Risco	20
Figura 13: Fluxograma Risco Remanescente	25
Figura 14: Exemplos de Feições Analisadas em Campo para Risco Remanescente.....	27
Figura 15: Exemplos de Feições Analisadas em Campo para Risco Remanescente.....	28
Figura 16: Fases do procedimento técnico	33
Figura 17: Polígonos de Risco Remanescente em Monsuaba (Angra dos Reis).....	35
Figura 18: Feições analisadas em campo para classificação de Risco Alto (R3)	39
Figura 19: Feições analisadas em campo para classificação de Risco Muito Alto (R4).....	40
Figura 20: Modelo de espelho realizado na Setorização de Risco.....	42
Figura 21: Risco Remanescente no Morro do Martelo em Monsuaba	47
Figura 22: 1º Setorização de Risco no Morro do Martelo em Monsuaba.	51
Figura 23: 2º Setorização de Risco no Morro do Martelo em Monsuaba	52

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE)	21
Tabela 2: Classificação dos movimentos de massa.....	22
Tabela 3: Conceitos básicos do risco.....	23
Tabela 4: Dados Coletados em Campo	26
Tabela 5: Principais aplicações da setorização de risco	32
Tabela 6: Características observadas na setorização.....	36
Tabela 7: Orientações gerais para classificação dos graus de risco a movimentos de massa, erosões, subsidência, solapamento ou colapso.....	37
Tabela 8: Controle dos Produtos gerados.....	45

ESTADO DO RIO DE JANEIRO

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Governador

Cláudio Bomfim de Castro e Silva

SECRETÁRIO DE ESTADO DA CASA CIVIL

Nicola Moreira Miccione

SECRETÁRIO DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, ENERGIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS

Cássio Coelho

SECRETÁRIO DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO

Nelson Rocha

DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS DO RIO DE JANEIRO – DRM/RJ

Presidente

Luiz Cláudio Almeida Magalhães

Diretora de Geologia

Joana de Oliveira Ramalho

Núcleo de Análise e Diagnóstico de Escorregamento - NADE

Aline Freitas da Silva - Geóloga

Analice Ramos Pereira Gomes - Geóloga

Glauce Ibraim Menino - Geóloga

Coordenadoria de Geoinformação - COGINFO

Coordenador

Nilton Assis da Costa Junior - Geógrafo

Equipe técnica

Gabriela Vianna - Geógrafa

Suelen Alpino - Geógrafa

Wagner Souza – Geógrafo

Diretoria de Mineração

Rodrigo Puccini

Diretoria de Administração e Finanças

José Antônio Cunha Guimarães - Diretor

Assessoria de Informática

Hélio Júnior - Assessor

**THALWEG TECNOLOGIA E SERVIÇOS DE
GEOTECNIA**

Alex Alves Lara - Geólogo

Barbara Cardoso Leite - Geógrafa

Eduardo Azevedo Muniz - Geólogo

Gabriella de Oliveira A. Quaresma - Geóloga

Isabella Robert Rodrigues - Geóloga

Jéssica Tiné Pôssa - Geóloga

Júlia Salles Serrano - Geóloga

Juliana de Araújo Magalhães - Geóloga

Leonardo Freire Dias – Geógrafo

Lucas Pinheiro Rocha - Geólogo

Marcella Rodrigues de Jesus - Geógrafa

Mariana dos Santos Minhava Marques da Silva
- Geógrafa

Pedro Henrique de Castro e Silva - Geógrafo

Samara Cristina Cordeiro dos Santos - Geóloga

Suzana Cristina de Moura - Geóloga

Talita Silva de Aquino - Geóloga

Thamires Bragança Florido Ferreira - Geóloga

**SECRETARIA EXECUTIVA DE PROTEÇÃO E
DEFESA CIVIL DE ANGRA DOS REIS****Diretor de Engenharia**

Fábio Júnior da Silva Pires

Setor de Engenharia

Adriano Camargo de Oliveira - Agente

Alexandre Milczanowski Ribeiro – Agente

Leandro da Silva Nunes – Coordenador de
Alerta e Alarme/Cemaden-AngraMaykon da Silva de Oliveira – Coordenador de
Geoprocessamento

Victória Carino Neves - Engenheira Civil

Waslington Luiz Paz – Arquiteto Urbanista

**SECRETARIA MUNICIPAL DE DEFESA CIVIL
DE MANGARATIBA**

Ivan dos Santos Júnior - Agente

Luiz Antonio Alvar Cabral - Engenheiro

Michel de Oliveira - Engenheiro

Rodrigo Santos Godinho - Agente

Samuel Henrique Gomes – Agente

**SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE E
DEFESA CIVIL DE PARATY**

Everaldo Nunes Júnior - Geólogo

Laura Costa - Engenheira Civil

Renata Mass - Geóloga

SUMÁRIO

RESUMO	8
APRESENTAÇÃO.....	9
1. PROJETO.....	10
1.1. Contexto do Desastre	10
1.2. Escopo dos Serviços.....	10
2. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DA COSTA VERDE.....	12
2.1. Localização	12
2.2. Descrição do Desastre	13
2.3. Histórico de Deslizamentos.....	15
2.4. Caracterização do Meio Físico.....	15
2.4.1. Clima.....	15
2.4.2. Vegetação.....	16
2.4.3. Geomorfologia.....	16
2.4.4. Geologia.....	17
2.4.5. Aspectos Econômicos.....	18
2.4.6. Ocupação urbana.....	19
3. EXECUÇÃO.....	19
3.1. Metodologia.....	19
3.1.1. Conceitos Básicos.....	21
3.1.2. Risco Remanescente	24
3.1.3. Setorização do Risco	32
4. PRODUTOS.....	45
4.1. Risco Remanescente	46
4.2. Setorização de Risco	49
5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	53
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55

RESUMO

A Thalweg Tecnologia e Serviços de Geotecnia reúne neste documento um relatório detalhado das atividades realizadas na Costa Verde do Rio de Janeiro em subsidio ao DRM-RJ/NADE em decorrência dos deslizamentos ocorridos em abril de 2022.

A avaliação e inspeção de áreas de risco geológico-geotécnico ocorreu com o acionamento pelo GRAC (Grupo Integrado de Ações Coordenadas), logo após o desastre. Os espelhos de risco remanescente são os produtos gerados imediatamente e entregues à Defesa Civil Municipal para auxiliar a tomada de decisões, uma vez que estes produtos indicam uma área em estado crítico.

Em seguida foi realizada a setorização do risco, identificando o grau de risco apresentado em cada edificação dentro da área definida na etapa emergencial.

O presente trabalho foi realizado de forma rápida e detalhada, fornecendo diretrizes importantes para ações de gestão de crise e aparato para a reestruturação do município atingido.

Na etapa de emergência foi realizado o Mapeamento de Risco Remanescente, sendo totalizado para a região, a entrega de 77 espelhos (relatórios), sendo delimitados 94 polígonos de Risco Remanescente e foram 137 feições de movimentação de massa, sendo estas: cicatrizes de deslizamentos, trincas, degraus de abatimento, rolamento de blocos, processos erosivos e outros.

Com destaque para o município de Angra dos Reis onde o trabalho foi realizado em continente e na Ilha Grande, sendo entregues 64 Espelhos de Risco Remanescente, 35 do continente e 29 da Ilha Grande e foram identificadas 117 feições só nessa primeira etapa do trabalho.

Na segunda etapa, de Setorização de Risco, foram entregues 58 espelhos para os 3 municípios e foram delimitados 178 polígonos de classificação de risco, sendo estes 94 polígonos de Risco Muito Alto (R4) e 84 de Risco Alto (R3).

APRESENTAÇÃO

A Thalweg Tecnologia e Serviços de Geotecnia apresenta, através deste documento, o relatório detalhado das atividades realizadas no escopo do projeto de apoio geológico e geotécnico ao DRM-RJ/NADE no enfrentamento ao desastre e no atendimento aos municípios de Angra dos Reis, Mangaratiba e Paraty, localizados na região da Costa Verde, no Rio de Janeiro.

O ano de 2022, ainda longe de chegar ao fim, já registra índices pluviométricos superiores a todos os anos anteriores, apresentando alterações no regime de chuvas e aumento da frequência e intensidade de eventos extremos de clima em função das mudanças climáticas, conforme apontado pelo IPCC em 2014. Desde então, os eventos hidrometeorológicos extremos se tornaram cada vez mais recorrentes, resultando catástrofes e desastres, como o ocorrido em Petrópolis no mês de fevereiro de 2022, que culminou em 233 vítimas (CNM, 2022).

Em abril, após um período de chuvas intensas com alto índice pluviométrico, o Litoral Sul Fluminense registrou sucessivos deslizamentos que devastaram a comunidade local. A área atingida era majoritariamente composta por morros e encostas íngremes e com grande densidade populacional, ampliando o poder de destruição das movimentações de massa.

Atualmente, no estado do Rio de Janeiro, há, reconhecidamente, 14 municípios em estado de emergência ou calamidade. Não obstante, os impactos dos eventos ocorridos na região da Costa Verde excederam o aparato técnico do estado do Rio de Janeiro em apoio aos municípios, demandando auxílio externo, especializado e com capacidade de resposta ágil à crise.

Nesse contexto, sob as diretrizes do Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro (DRM-RJ) e de seu respectivo Núcleo de Análise e Diagnóstico de Escorregamentos (NADE), a Thalweg executou e desenvolveu ações rápidas de resposta ao desastre e gestão do risco, oferecendo produtos que auxiliam e orientam a reestruturação de cada município afetado pelos deslizamentos.

1. PROJETO

O projeto realizado pela Thalweg Tecnologia e Serviços de Geotecnia em apoio geológico e geotécnico ao DRM-RJ/NADE desenvolveu de forma inovadora um modelo de enfrentamento ao desastre e produtos inéditos que atendem as necessidades dos municípios em situações de emergência desde o momento de crise até a fase de reestruturação.

1.1. Contexto do Desastre

Em fevereiro e março de 2022 a equipe técnica do DRM-RJ/NADE e a Thalweg atuaram imediatamente após as fortes chuvas que culminaram em dois catastróficos desastres de Petrópolis, onde foram registrados juntos 233 óbitos (CNM, 2022). Em abril, o estado do Rio de Janeiro enfrenta novamente graves desastres, dessa vez no sul do estado, sendo decretada Situação de Emergência em Angra dos Reis (Decreto 12553/2022 de 02/04/2022), Estado de Calamidade Pública em Paraty (Decreto 035/2022 de 02/04/2022) e Mangaratiba (4672 de 03/04/22).

O DRM foi acionado no dia 02 de abril de 2022 pelo Grupo Integrado de Ações Coordenadas (GRAC), criado para prestar apoio aos órgãos municipais de proteção e defesa civil. A equipe técnica do DRM-RJ/NADE e da Thalweg se apresentaram imediatamente ao município, colocando-se a disposição da Defesa Civil devido a ocorrência de sucessivos deslizamentos que atingiram a região. Em Angra dos Reis foram registrados 11 óbitos em Monsuaba; na Ilha Grande, a Praia de Itaguaçu havia sido destruída com 3 óbitos e em Paraty a comunidade caiçara de Ponta Negra sofreu 7 óbitos (CNM, 2022). O cenário encontrado em um dos mais belos lugares do país era devastador.

1.2. Escopo dos Serviços

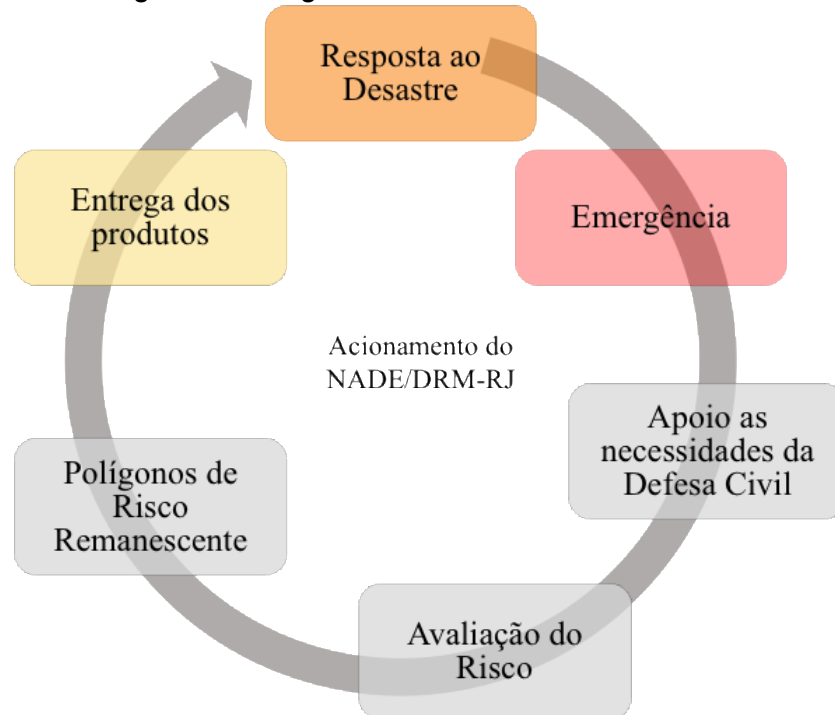
A Thalweg Tecnologia e Serviços de Geotecnia forneceu apoio técnico geológico e geotécnico para subsidiar as equipes do DRM-RJ/NADE (Contrato n. 04/2022) na avaliação e inspeção de áreas de risco geológico-geotécnico nos Municípios de Mangaratiba, Angra dos Reis (incluindo Ilha Grande) e Paraty (Publicado no D.O. de 29/04/22, Id: 2389345).

- Fase 1 – Atendimento Emergencial e Resposta ao Desastre:

As condições de acesso aos municípios atingidos eram críticas, uma vez que as rodovias haviam sido afetadas por deslizamentos nas encostas, a BR-101 estava completamente

interditada. Somente no dia 03 de abril, o acesso tornou-se viável, pela RJ-155 que mesmo com pontos críticos tornou possível a chegada do apoio dos bombeiros, dos técnicos do DRM-RJ/NADE e da Thalweg, dando início as ações emergenciais em Angra dos Reis, seguidos por Paraty e Mangaratiba.

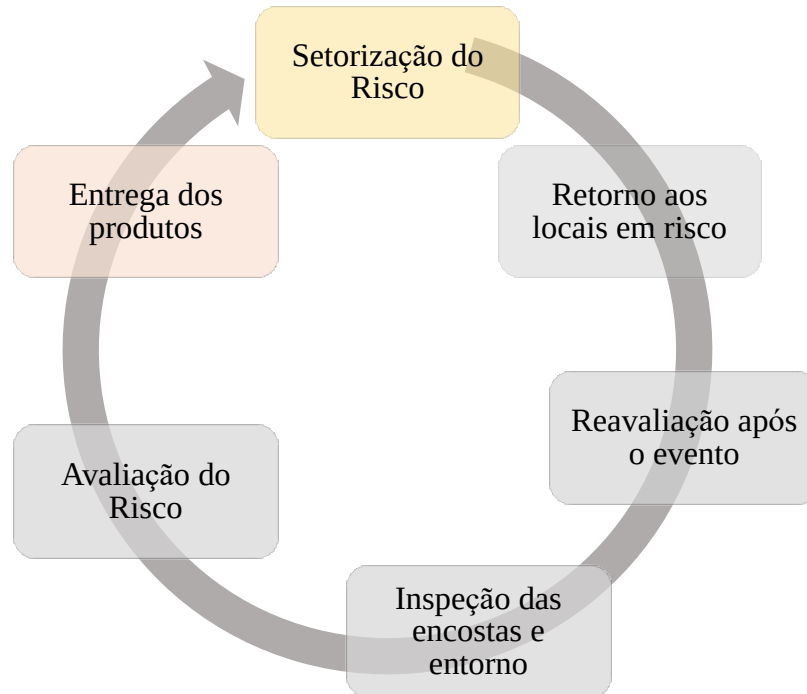
Figura 1: Fluxograma de Risco Remanescente



- Fase 2 – Reavaliação e Setorização de Risco:

Após os atendimentos de identificação de risco remanescente, iniciou-se a setorização de risco, fase esta que consiste em revisitas das áreas afetadas por deslizamentos e refinamento dos polígonos de risco apontados no primeiro momento.

Figura 2: Fluxograma de Setorização

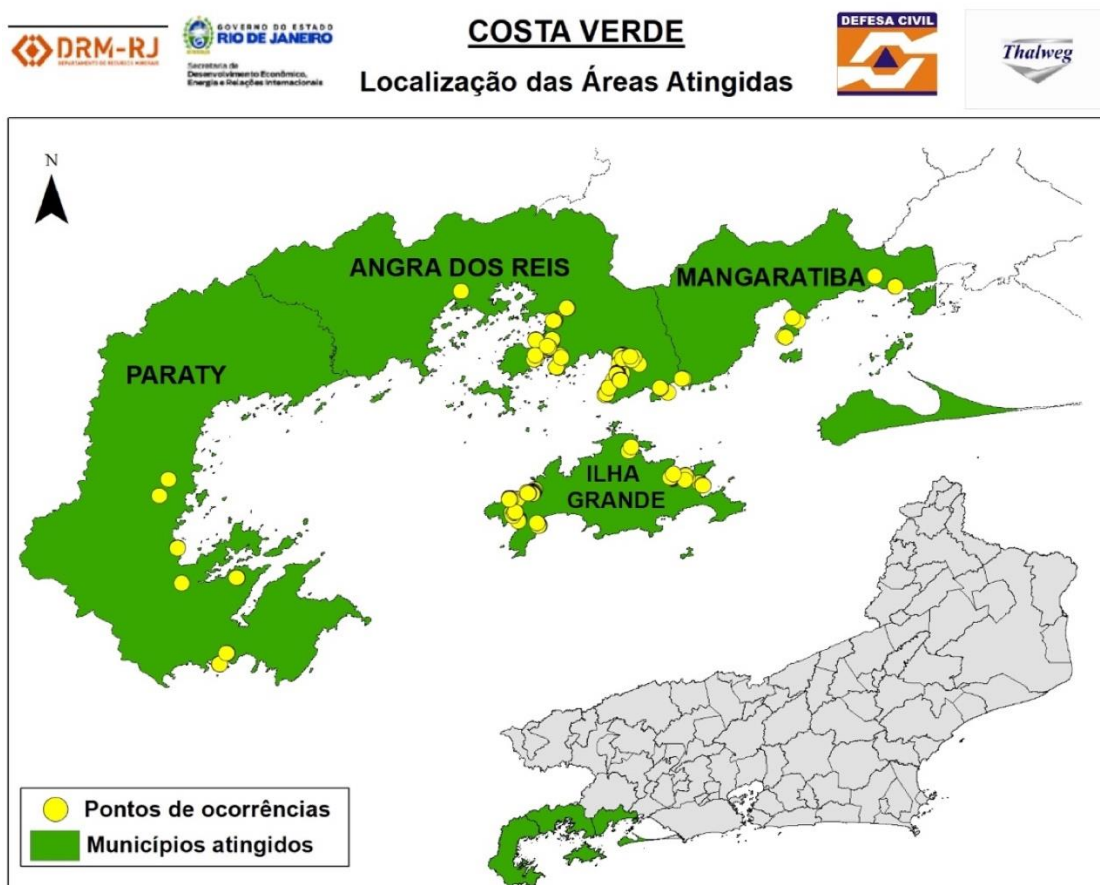


2. CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DA COSTA VERDE

2.1. Localização

A região da Costa Verde é uma faixa litorânea que engloba municípios da mesorregião Sul Fluminense, do estado do Rio de Janeiro e se estende até o litoral norte do estado de São Paulo. Os municípios atingidos foram Angra dos Reis, Mangaratiba e Paraty, onde aconteceram os pontos de ocorrência de movimento de massa com atuação do DRM-RJ/NADE e Thalweg (Figura 3).

Figura 3: Mapa de localização das áreas atingidas



2.2. Descrição do desastre

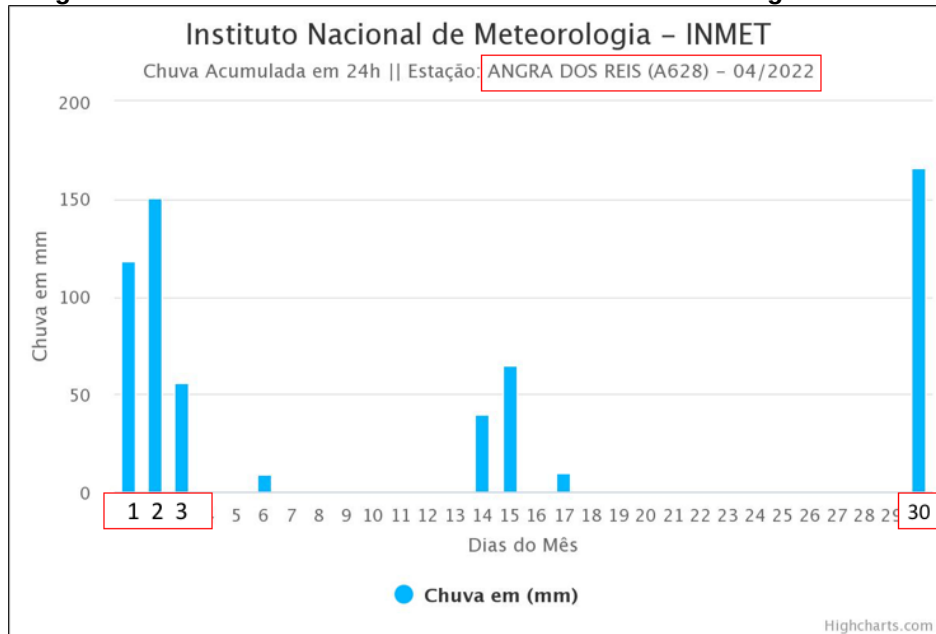
É comum ouvir nos noticiários que “haverá uma entrada de massa de ar fria na região sudeste”, o que para muitos pode passar despercebido, e o que poderia ter sido apenas um final de semana chuvoso em que se iniciava o mês de abril, acabou deflagrando uma série de deslizamentos e registrando 17 vítimas na região da Costa Verde.

Os deslizamentos na região ocorrem devido a soma de características do meio, desde suas rochas formadas a milhões de anos por complexos eventos geológicos; as condições climáticas que naturalmente favorecem a entrada entre diferentes massas de ar, e que estão cada vez mais extremas; a geomorfologia com quedas bruscas de relevo próximo ao mar; o adensamento populacional, o perfil construtivo e vulnerabilidade socioambientais, e sobretudo o desconhecimento acerca do risco pelos moradores.

As fortes chuvas que atingiram o litoral sul do Rio de Janeiro entre os dias 01 a 03 de abril de 2022 chegaram a medir em várias estações valores acima de 500mm (CEMADEM-RJ

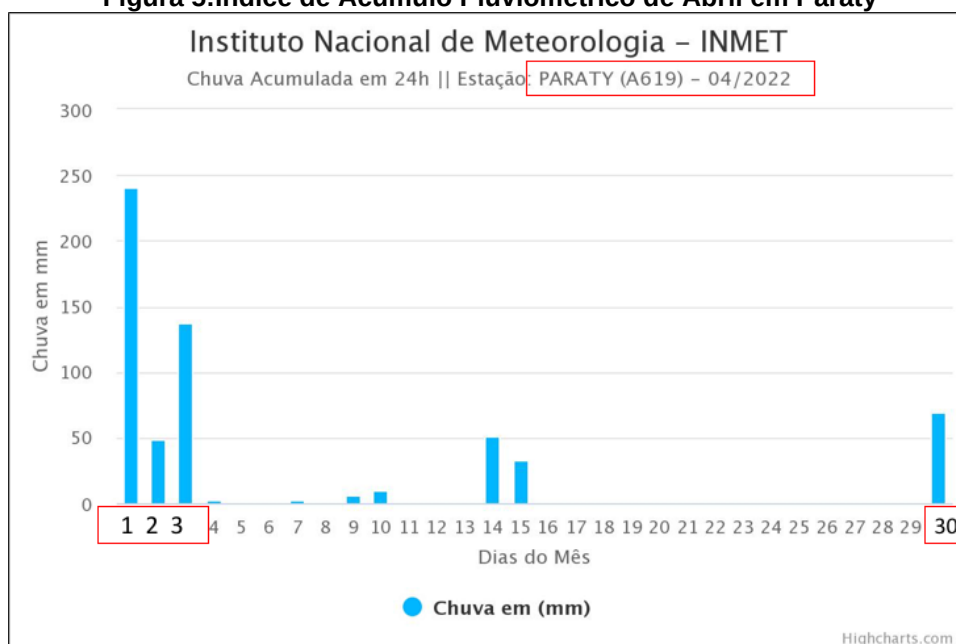
e INMET). Em decorrência de uma entrada de massa de ar fria que encontrou uma massa de ar quente sob o continente junto com o acúmulo de umidade. Essa massa densa e instável encontra um anteparo físico nas serras íngremes, causando as fortes precipitações e dando início a sucessivos deslizamentos.

Figura 4: Índice de Acúmulo Pluviométrico de Abril em Angra dos Reis



Fonte: INMET,2022

Figura 5: Índice de Acúmulo Pluviométrico de Abril em Paraty



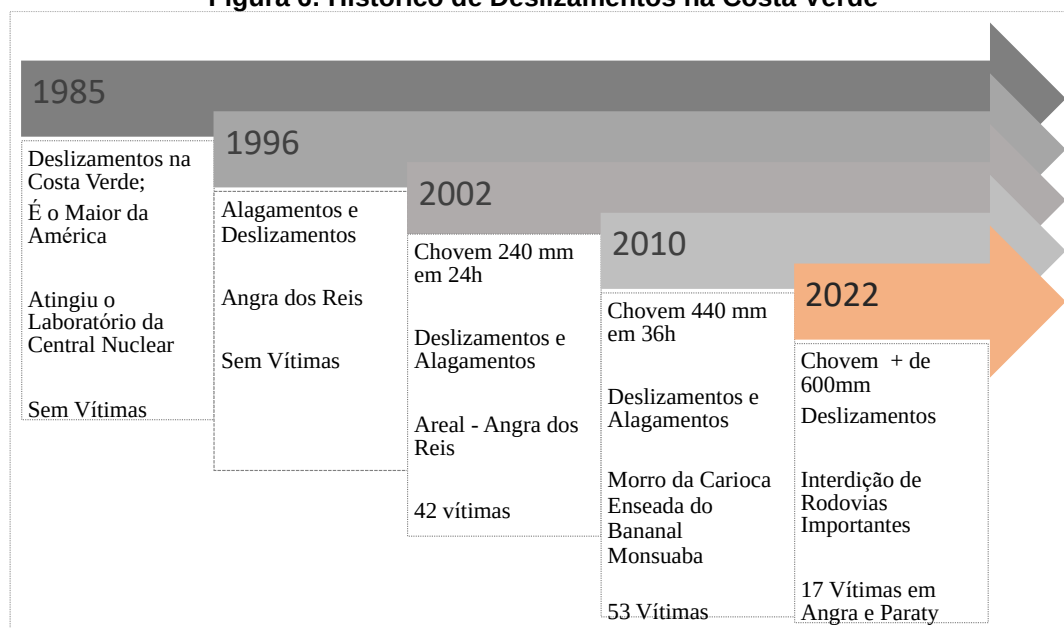
Fonte: INMET,2022

2.3. Histórico de deslizamentos

Os registros de movimentações de massas complexas ocorridas no passado, só era observado pelo profissional atento em campo, mostrando que sempre ocorreram ali. Em 1985 já surgiram os primeiros relatos de deslizamentos com danos materiais na região. Muitas gerações conviveram com o risco acreditando estar em locais seguros, afinal, eram suas casas e nem mesmo aqueles mais antigos nada viam.

Passaram a chamar atenção e ganhar destaque na virada do ano em 2009-2010, quando vitimaram 53 pessoas e atingiram inúmeras localidades. Agora, cada vez mais frequente, já tem seus locais apontados por diversas gerações.

Figura 6: Histórico de Deslizamentos na Costa Verde



Fonte: Ribeiro, 2014.

2.4. Caracterização do Meio Físico

2.4.1. Clima

Situada no litoral sul fluminense, em área de clima tropical úmido, apresenta elevados montantes de precipitação no decorrer do ano, principalmente na estação do verão. Esses montantes podem sofrer variações segundo interferências da própria dinâmica do clima quanto da conformação sócio espacial do recorte. Tem como limite a Serra do Mar, composta de vales e regiões montanhosas. A proximidade com o oceano Atlântico serve como um regulador

térmico suavizando as temperaturas da região, entretanto gera uma concentração de vapor e umidade. A região é mais propícia a entrada de frentes frias vindas do sul do país (Ribeiro, 2014).

2.4.2. Vegetação

A região é composta, em sua maioria, por milhares de espécies nativas da floresta atlântica, dos ecossistemas associados e do mar local, acrescida de dezenas de espécies exóticas vivendo no interior da vegetação nativa e nas ruas, quintais e terrenos das vilas e povoados.

As vegetações de alto porte em um terreno íngreme e rochoso, faz com que ocorra um solo raso e esta pode exercer peso e facilitar as movimentações de massa. Em meio às construções, há grande quantidade de vegetação que retém a umidade nos solos, como bananeiras (**Figura 7**) e açafraão, que tornam certas áreas ainda mais vulneráveis e suscetíveis a deslizamentos.

Figura 7: Vegetação Característica da região



2.4.3. Geomorfologia

A região da Costa Verde está inserida no domínio das escarpas serranas, cujo relevo é montanhoso, extremamente acidentado e transicional entre dois sistemas de relevo. Suas vertentes são predominantemente retilíneas a côncavas, escarpadas e os topos das cristas são alinhados, aguçados ou levemente arredondados (CPRM, 2000). A região está situada na Serra do Mar, que se estende na direção NE/SW. Esta serra é um bloco falhado e basculado para o norte, produzindo em decorrência, uma escarpa íngreme para o mar. Dispondo-se como importante barreira de escarpa de linha de falha, a Serra do Mar se apresenta na região com desníveis que chegam a alcançar 2.400m.

Figura 8: Relevo e Geomorfologia da Região



2.4.4. Geologia

Em um contexto geológico, a região da Costa Verde compõe parte da extensa cadeia montanhosa, que cobre a costa brasileira do Sul até a Bahia, chamada por Almeida (1977) de orógeno da Província da Mantiqueira. Tais formações são complexas e incluem a acresção de terrenos em diferentes estágios colisionais, a região de estudo está dentro de uma porção da Faixa Ribeira.

O tectonismo na região foi reativado pela fase extensional que culminaram com a ruptura e separação entre a América do Sul e a África, o desenvolvimento de margem continental passiva e a abertura do Oceano Atlântico (ALMEIDA, 1967). Esse tectonismo foi responsável pela geração de falhas e lineamentos de direção NE-SW, E-W, NW e N-S, com movimentação de blocos, gerando soerguimentos e abatimentos de blocos por falhas com diferenças bruscas de relevo, como a Serra do Mar.

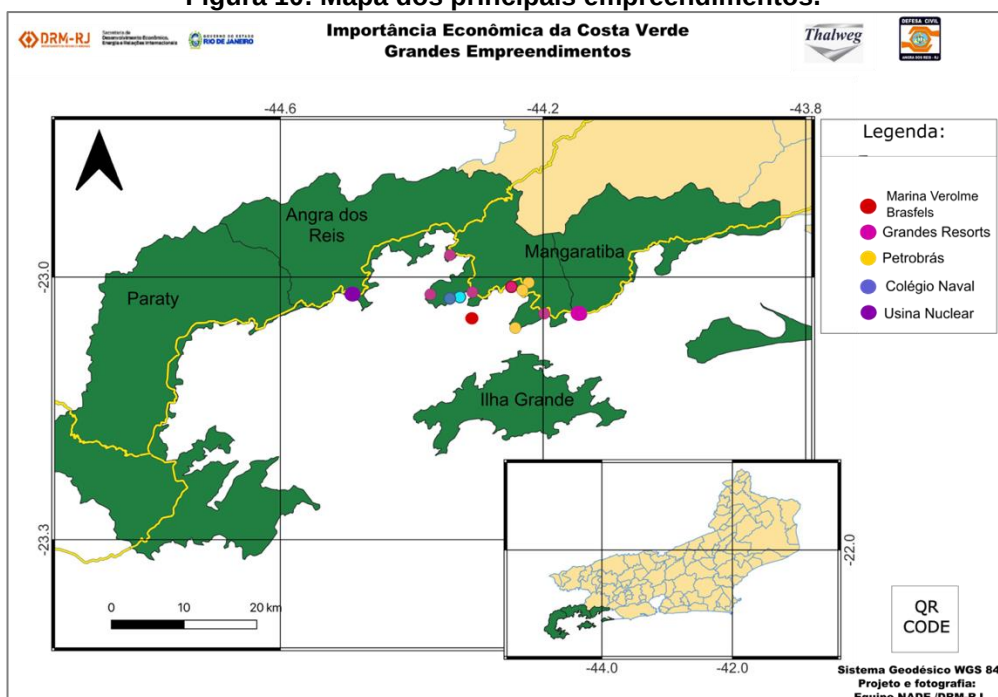
Figura 9: Blocos Rochosos



2.4.5. Aspectos Econômicos

Os municípios cortados pela Rodovia Rio-Santos (BR-101) são um dos principais pontos de escoamento marítimo. Em Angra dos Reis existe o estaleiro Verolme (Brasfels), as Usinas Nucleares de Angra I e II e Terminal Petrolífero da Petrobrás, além de sediar o Colégio Naval. Nos três municípios é possível localizar grandes empreendimentos imobiliários como hotéis e resorts.

Figura 10: Mapa dos principais empreendimentos.



2.4.6. Ocupação urbana

A instalação desses grandes empreendimentos na região da costa verde e a interligação com o litoral de São Paulo e o Rio de Janeiro com a BR-101 atraiu também muitos trabalhadores. Entretanto com o poder aquisitivo bem menor as pessoas passaram a ocupar as encostas.

A proximidade com a escarpa íngreme e o curto espaço plano entre a serra e o mar, há áreas com intensa ocupação urbana, alterando fluxos superficiais e subsuperficiais de água, realizando escavações e cortes de encosta impróprios, entre outras interferências nas vertentes.

Figura 11: Característica das ocupações urbanas



3. EXECUÇÃO

3.1. Metodologia

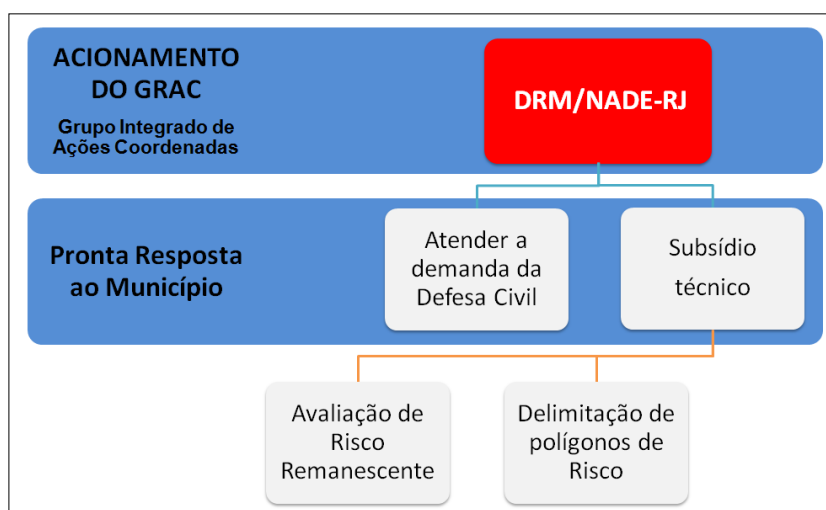
O DRM-RJ/NADE foi acionado através do GRAC (Grupo Integrado de Ações Coordenadas) para prestar apoio aos municípios da Costa Verde que foram atingidos.

Risco Remanescente: A primeira etapa realizada, consiste de ação imediata de resposta ao desastre para atendimento ao município junto à Defesa Civil, onde foi realizada avaliação geológica com descrição e caracterização do processo pelos técnicos do DRM-RJ/NADE que efetuaram vistorias nas áreas indicadas pela Defesa Civil, logo após o desastre nas regiões atingidas por deslizamentos de encostas, que resultaram em perdas humanas, perda de bens materiais, interdição de edificações e a desestabilização de trechos da Rodovia Rio Santos (BR 101).

Produto: O material elaborado pela equipe era produzido e entregue a Defesa Civil em

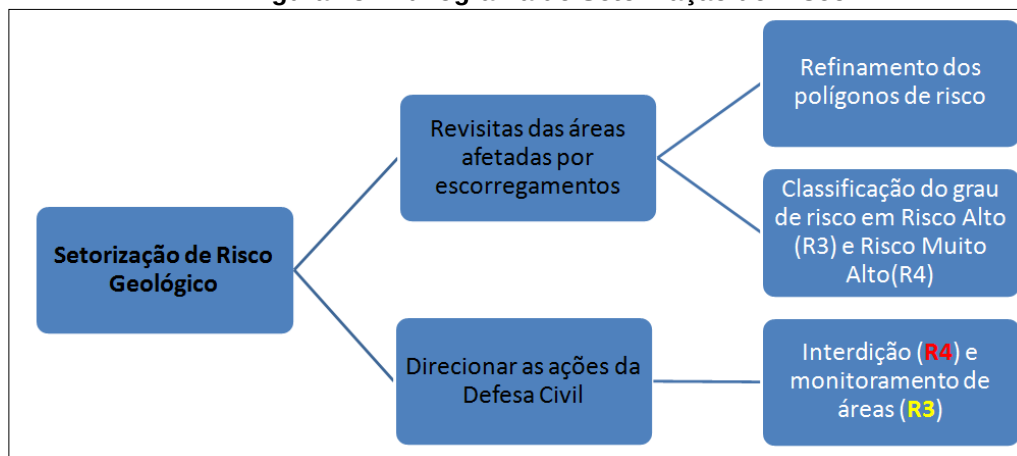
tempo recorde de 24 horas após as vistorias. Como produto final, obteve-se um relatório com apresentação de “Espelho” de Risco Remanescente, o qual apresenta áreas-alvo que possuem uma configuração preferencial de direcionamento do material em casos de avanço do processo.

Figura 12: Fluxograma dos atendimentos emergenciais prestados pelo DRM/RJ.



Setorização de Risco: A segunda etapa consiste em revisitas das áreas afetadas pelos deslizamentos, em que ocorre o refinamento dos polígonos de risco apontados no primeiro momento. A setorização de risco geológico é desenvolvida em regiões onde existem imóveis nos quais há permanência humana, como casas, edifícios, hospitais, escolas, estabelecimentos comerciais, dentre outros, onde constituem instrumentos de suma importância para a prevenção de desastres e ordenamento territorial. Esta etapa é elaborada em conjunto com a Defesa Civil Municipal (**Figura 13**).

Figura 13: Fluxograma de Setorização de Risco



3.1.1. Conceitos Básicos

Os processos geológicos analisados nas fases emergenciais e de setorizações de áreas de risco geológico foram classificados conforme a Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE), que representa a padronização dos registros de ocorrência, facilitando a identificação dos desastres no Brasil.

Dessa forma, considerando os limites de atuação do DRM-RJ/NADE, são analisados os processos relacionados no grupo geológico e subgrupo movimentos de massa. (Tabela 1).

Tabela 1: Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE)

CATEGORIA	GRUPO	SUBGRUPO	TIPO	SUBTIPO	CÓDIGO
NATURAL	GEOLÓGICO	Movimento de massa	Quedas; Tombamentos e rolamentos	Blocos	1.1.3.1.1
				Lascas	1.1.3.1.2
				Matacões	1.1.3.1.3
				Lajes	1.1.3.1.4
			Deslizamentos	Deslizamento de solo ou rocha	1.1.3.2.1
			Corrida de massa	Solo/Lama	1.1.3.3.1
				Rocha/Detrito	1.1.3.3.2
			Subsidências e Colapsos	0	1.1.3.4.0
		Erosão	Costeira ou Marinha	0	1.1.4.1.0
			Margem fluvial	0	1.1.4.2.0
			Continental	Laminar	1.1.4.3.1
				Ravinas	1.1.4.3.2
				Boçorocas	1.1.4.3.3

Fonte: Adaptada do COBRADE.

Os **movimentos de massa** são processos com características de mecanismos erosivos (Tabela 2), que causam a remoção e transporte de partículas. Contudo, devido sua dinâmica peculiar, bem como sua alta associação com desastres de grande magnitude, em trabalhos

voltados ao ordenamento territorial e prevenção de desastres, normalmente, os movimentos de massa são tratados à parte dos demais tipos de processos e formas erosivas.

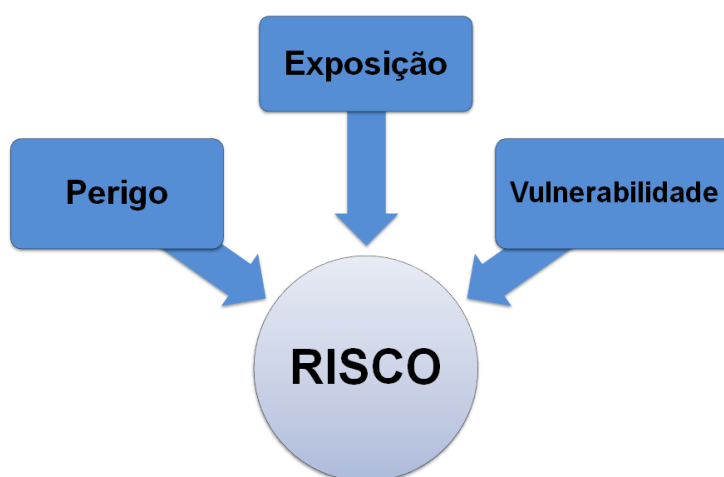
Tabela 2: Classificação dos movimentos de massa

PROCESSO	CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO, GEOMETRIA E MATERIAL
Deslizamento	Poucos planos de deslocamento (externos);
	Velocidades de médias (m/h) a altas (m/s);
	Pequenos a grandes volumes de material;
	Geometria e materiais variáveis;
	Planares: solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza;
	Circulares ou rotacionais: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas;
	Em cunha: solos e rochas com dois planos de fraqueza.
Rastejo	Vários planos de deslocamento (internos);
	Velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e decrescentes com a profundidade;
	Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes;
	Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada;
	Geometria indefinida.
Quedas	Sem planos de deslocamento;
	Movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado;
	Velocidades muito altas (vários m/s);
	Material rochoso; Pequenos a médios volumes;
	Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc.;
	Rolamento de matacão; Tombamento.
Corridas	Muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação);
	Movimento semelhante ao de um líquido viscoso;
	Desenvolvimento ao longo das drenagens;
	Velocidades médias a altas.
	Mobilização de solo, rocha, detritos e água;
	Grandes volumes de material;
	Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.

Fonte: Modificado de Augusto Filho, 1992.

Usualmente, os atendimentos emergenciais realizados pela equipe são em locais com alta potencialidade de serem ou que foram atingidos por eventos adversos de natureza geológica. O risco de desastres é conhecido como a interação complexa entre o perigo e as características que tornam as pessoas e lugares expostos e vulneráveis. Entende-se o grau de risco como:

Figura 14



Para aplicação da metodologia de Risco Remanescente e Setorização de Risco é fundamental o pleno entendimento de alguns conceitos geológicos envolvidos no desenvolvimento do trabalho (Tabela 3), tais como:

Tabela 3: Conceitos básicos do risco

Risco	Probabilidade de ocorrência e severidade de um efeito adverso à propriedade ou ao meio ambiente
Risco geológico	Relação entre a probabilidade de ocorrência de um evento adverso de natureza geológica e a magnitude de suas consequências socioeconômicas.
Setorização de risco geológico	Divisão de domínios homogêneos e sua classificação de acordo com os graus de risco em geociências.
Suscetibilidade	Potencialidade natural de ocorrer um evento do meio físico em uma determinada área.
Perigo	Condição com potencial para causar consequência perigosa em um intervalo de tempo. Deve incluir o local, a área de deflagração e alcance, velocidade e probabilidade de ocorrência em um dado período de tempo.

Vulnerabilidade	Grau de perda de um dado elemento ou grupo de elementos em uma área afetada por um evento adverso. Em geral, quanto maior a vulnerabilidade, maior o risco.
Desastre	Grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou sociedade, envolvendo amplo impacto e perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais, que excedem a capacidade de gerenciamento próprio por parte da população afetada.
Talude natural	Superfície natural inclinada, sem alterações em sua geometria provocadas pela ação humana.
Talude de corte	Superfície inclinada decorrente da ação antrópica (escavação ou aterro).
Movimento de massa	Deslocamento de solo, rocha ou detritos sob ação da força da gravidade.

Fonte: Adaptado do CPRM, 2021.

3.1.2. Risco Remanescente

Os setores avaliados como risco remanescente são aqueles considerados susceptíveis após os desastres geológicos deflagrados por deslizamentos, onde o material não mobilizado encontra-se iminente a nova movimentação no terreno. A análise em campo, feita pelo profissional devidamente qualificado, é realizada com a observação das feições instáveis e expressivos processos em estágio ativo de desenvolvimento.

A avaliação para delimitação dos polígonos de risco é feita com base na observação do processo ativo, onde são observados a cicatriz de ruptura do deslizamento e o alcance do material mobilizado, além de avaliar as edificações que foram, e que podem ser atingidas com um novo deslizamento, caso o processo seja reativado.

Através disso, a equipe elaborou espelhos de Risco Remanescente com todas as descrições analisadas em campo. Com isso, auxiliou a Secretaria de Defesa Civil Municipal na tomada de decisões durante as ações de resposta à emergência, o tempo recorde de entrega do material foi feito em um prazo de 24 horas.

3.1.2.1. Procedimento Técnico

A execução do serviço prestado foi desenvolvida em três fases, que estão resumidas na **Figura 15**. As etapas 1, 2 e 3 foram desenvolvidas integralmente pela equipe técnica

responsável pela análise pós desastre, sendo a etapa 2 acompanhada de um agente da Defesa Civil Municipal (**Figura 16**).

Figura 15: Fluxograma Risco Remanescente

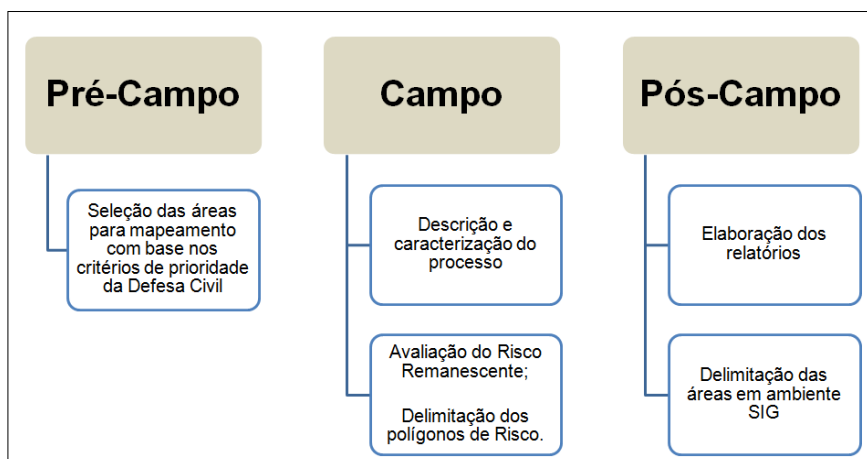


Figura 16: Trabalho de Campo



3.1.2.2. Fase 1: Pré-Campo

Esta etapa consistiu em atender as demandas da Defesa Civil de acordo com o grau de prioridades. As regiões avaliadas para o risco remanescente eram aquelas consideradas extremamente instabilizadas logo após os desastres e que foram atingidas por deslizamentos

e/ou rolamento de blocos rochosos, onde o material não mobilizado encontrava-se iminente a nova movimentação no terreno.

A partir dessas áreas selecionadas e demais informações adquiridas eram realizadas vistorias para avaliar os locais atingidos pelas fortes chuvas no início de abril de 2022.

3.1.2.3. Fase 2: Etapa de Campo

Os técnicos avaliavam os processos geológicos de movimento de massa, e com isso, delimitavam os polígonos de risco com base na avaliação do processo ativo, onde são observados a cicatriz de ruptura do deslizamento e o alcance do material transportado, além de avaliar as edificações que foram, e que podem ser atingidas com um novo deslizamento, caso o processo seja reativado. A equipe seguia um índice com as informações básicas a serem coletadas em campo (**Tabela 4**), além dos processos geológicos identificados.

Tabela 4: Dados Coletados em Campo

AQUISIÇÃO DE DADOS A SEREM COLETADOS EM CAMPO	
Localização	Endereço e coordenada geográfica
Data da ocorrência	Abril de 2022
Dados sobre vítimas	Óbitos ou vítima hospitalizada
Danos materiais	Dano parcial ou total do imóvel
Registros fotográficos	Imagens representativas dos itens descritos
Descrição do processo geológico	Cicatriz de ruptura e suas dimensões: altura, extensão lateral, inclinação (grau) e alcance do material mobilizado (solo, rocha, blocos rochosos, entulho, etc)
	Classificação do tipo de movimento de massa
Descrição da vegetação	Porte da vegetação (presença, quantidade e distribuição)
Descrição das características naturais	Inclinação, amplitude e geometria dos taludes naturais
	Caminho preferencial
	Saturação de água no interior dos maciços rochosos.
Descrição das características antrópicas	Proximidade do talude deflagrado com edificação
	Sistema de drenagem ausente ou ineficiente
	Moradias com baixo padrão construtivo
	Presença de taludes de corte e/ou aterro
	Lançamento ou vazamento de lixo, água canalizada e/ou água servida sobre talude
Evidências de movimentação	Sistema de calhas
	Feições identificadas no terreno da cicatriz do deslizamento, como árvores/postes/muros com sinais de tombamento, muros/paredes embarrigados, trincas e/ou degraus de abatimento paralelos à face dos taludes, portas/janelas que emperram
	Cicatrizes pretéritas de deslizamento

Além dessas informações básicas, outros fatores como a vulnerabilidade local eram consideradas com o intuito de contribuir para uma melhor avaliação do processo geológico instalado em cada área (**Figura 17 e Figura 18**).

Figura 17: Exemplos de Feições Analisadas em Campo para Risco Remanescente



Figura 18: Exemplos de Feições Analisadas em Campo para Risco Remanescente



3.1.2.4. Fase 3: Etapa Pós-Campo

Os produtos a serem apresentados ao final são processados com as informações obtidas em campo e o objetivo é apresentar o diagnóstico da vistoria técnica para ser utilizado como base para tomadas de decisão das equipes técnicas que compõem os órgãos do poder público durante as ações de resposta. São eles:

- Espelho com avaliação e delimitação dos polígonos de risco: Descrição objetiva do cenário vistoriado com apontamento das edificações que se encontram em risco com novos deslizamentos ou avanço do processo;
- Criação do banco de dados: tabela de controle das feições identificadas em cada espelho e vetorização dos dados espaciais em ambiente SIG.

Para a geração desse produto, a equipe utilizava os softwares *Google Earth* para elaboração do mapa contendo as áreas do polígono de risco remanescente e *Inkscape* para produção de espelho final.

A equipe técnica responsável pela vistoria e concepção dos Espelhos encaminhava a versão final para a equipe de geoprocessamento, responsável pela criação e atualização do banco de dados. A primeira etapa desse processo é renomear os arquivos utilizando um prefixo “RR”, fazendo referência a etapa do trabalho de Risco Remanescente, seguido de uma numeração de acordo com a ordem de entrega. No caso específico do município de Angra dos Reis, devido à necessidade de identificar as atividades realizadas em continente e na Ilha Grande, foram acrescentados “-C” e “-IG” ao prefixo, para diferenciar as localidades. Esse código foi utilizado para relacionar os relatórios com os dados vetoriais gerados a partir deles, e também como entrada na tabela de ocorrências (**Figura 19**).

Por fim, os Espelhos eram armazenados em nuvem e disponibilizados para Defesa Civil de cada município.

Figura 19: Banco de dados gerados na etapa de Risco Remanescente.



Figura 20: Banco de dados gerado nos trabalhos de Risco Remanescente



3.1.3. Setorização do Risco

A setorização de áreas de risco geológico consiste em analisar as regiões urbanizadas do território municipal sujeitas a sofrerem perdas ou danos causados por eventos adversos de natureza geológica (CPRM, 2021). O estudo é elaborado em consonância com as diretrizes e objetivos estabelecidos pela Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), instituída pela Lei Nº 12.608/2012 (BRASIL, 2012) e estruturada de forma a estabelecer ações voltadas à prevenção, mitigação, preparação, recuperação e resposta aos desastres provocados por eventos pluviométricos anômalos, envolvendo de maneira integrada a União, estados e municípios.

O objetivo para delimitação da área de risco geológico através da setorização de risco é a caracterização e identificação de setores urbanos que se encontram propícios aos eventos geológicos. Seu uso é muito amplo e não precisa ser feito atrelado ao Risco Remanescente, uma vez que pode contribuir a tomada de decisões assertivas em relação às respectivas políticas de prevenção de desastres e ordenamento territorial.

A metodologia adotada foi baseada no guia de setorização de áreas de risco geológico do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2021), onde descreve a setorização de risco como: divisão do terreno em áreas ou domínios homogêneos e sua classificação de acordo com os graus de risco.

Dessa forma, é fundamental a importância que os técnicos e gestores conheçam as principais aplicações de uso do trabalho (**Tabela 5**).

Tabela 5: Principais aplicações da setorização de risco

Aplicabilidades da setorização de áreas de risco geológico	Subsidiar o poder público na seleção das áreas prioritárias a serem contempladas por ações destinadas à prevenção dos desastres;
	Direcionar as ações da Defesa Civil;
	Contribuir para a elaboração de projetos de intervenção estrutural em áreas de risco;
	Fomentar ações de fiscalização com objetivo de inibir o avanço da ocupação nas áreas de risco mapeadas e em terrenos com condições topográficas e geológicas similares;
	Embasar a elaboração de planos de contingência;

	Auxiliar a construção de sistemas de monitoramento e alerta de desastre.
--	--

Fonte: Serviço Geológico do Brasil (2021).

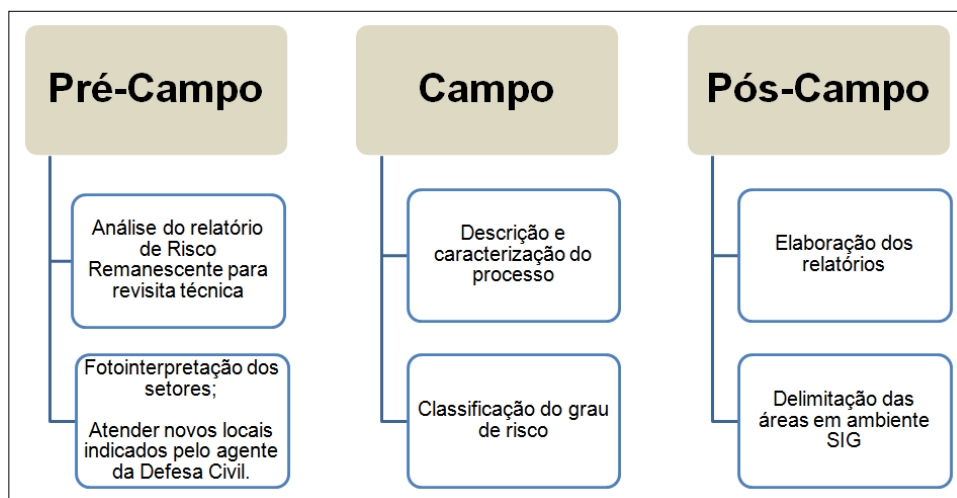
3.1.3.1. Procedimento Técnico

A execução do serviço prestado é desenvolvida em **três fases**, as quais são resumidas na **Figura 21**. As etapas 1, 2 e 3 foram desenvolvidas integralmente pela equipe técnica responsável pela execução da setorização de áreas de risco geológico, sendo a etapa 2 acompanhada de um agente da Defesa Civil Municipal.

Os métodos empregados pelo DRM-RJ/NADE para elaboração das setorizações de áreas de risco geológico se baseiam em análises pontuais em locais de ocorrência, realizado a partir do mapeamento direto, baseado em levantamentos de campo e mapa de detalhe. É o método onde a experiência do profissional é mais determinante.

Possibilita o detalhamento das situações caso a caso ou, às vezes, por agrupamentos de mesmo grau de probabilidade de ocorrência do processo ou risco. Tal método apresenta grandes vantagens com relação aos custos de execução e larga aplicabilidade, visto que a perspectiva qualitativa se apresenta de forma satisfatória quando se trata de um método de ampla aplicação em regiões cujas características naturais e antrópicas podem variar significativamente.

Figura 21: Fases do procedimento técnico



3.1.3.2. Fase 1: Etapa Pré-campo

Levantamento Bibliográfico: Os processos analisados na fase emergencial geraram relatórios com as delimitações de risco remanescente que contêm a análise do tipo de deslizamento que atingiu as regiões, o qual possui detalhes da cicatriz de deslizamentos e o alcance do material mobilizado, quantidade de edificações atingidas, e em casos de novos deslizamentos, as edificações que poderiam estar no alcance do material transportado, tipo de vegetação, grau de inclinação e altura do talude.

Fotointerpretação: Auxiliam na caracterização de áreas com potencial para serem classificadas como área de risco geológico, o que torna o levantamento de campo mais eficiente. O uso de sensoriamento remoto junto a técnicas de fotointerpretação pode auxiliar na identificação prévia dessas áreas com características, normalmente encontradas em áreas de risco geológico, como encostas íngremes habitadas, ocupações em margem de cursos d'água e edificações instaladas nas bordas de feições erosivas.

Figura 22: Fotointerpretação de trincas com vários degraus de abatimento.



Aquisição de Base Cartográfica: No município de Angra dos Reis, a prefeitura disponibilizou a Base Cartográfica na escala de 1:2000 em Monsuaba e 1:10000 para das demais localidades à equipe do DRM-RJ/NADE. Nesses locais o trabalho foi realizado com maior precisão e detalhamento.

Aplicativos: *Avenza* - Considerando as dificuldades em obter sinal das operadoras de telefonia em muitos dos locais analisados no risco remanescente, para a fase de setorização

foram confeccionados mapas com os polígonos de risco remanescentes já georreferenciados (**Figura 23**), sendo fundamental a ida ao campo de forma mais centrada e precisa no momento da revisita.

Histórico local: São coletadas informações históricas sobre a ocorrência dos eventos considerados no mapeamento, bem como de arquivos da prefeitura municipal ou da Defesa Civil, tais como: histórico de deslizamento, de interdições de moradias e demolições ocorridas. Tais registros são importantes porque indicam a localização de prováveis áreas de risco geológico.

Figura 23: Polígonos de Risco Remanescente em Monsuaba (Angra dos Reis)



3.1.3.3. Fase 2: Etapa de Campo

Já com pontos predefinidos a equipe técnica percorria todos os locais e edificações que poderiam estar em risco de acordo com os polígonos de risco remanescente ou outra região indicada pela defesa civil. Eram observados quaisquer indicadores de movimentações e histórico de deslizamentos no local, assim como o levantamento dos principais problemas enfrentados. O levantamento no campo é feito com base nesses procedimentos:

- Somente áreas urbanizadas e construções em risco;
- Escala de referência 1:2.000 (adequada);
- Caminhamento em conjunto com a Defesa Civil Municipal;
- Utilizam-se GPS para informação sobre a localização geográfica;
- Sobrevoos de drone para áreas que apresentam pontos críticos que indicam alto potencial para deflagrar movimentos de massa, sendo necessária maior investigação dos técnicos;
- Classificação do grau de risco em R3 e R4;

Critérios de Classificação: Durante o mapeamento de áreas de risco propícias a ter movimentação de massa, são investigadas a presença, características e intensidade das condições e indícios apresentados na **Tabela 6**:

Tabela 6: Características observadas na setorização

	CARACTERÍSTICA	INFLUÊNCIA
Características Naturais	Amplitude e inclinação do talude ou encosta	Quanto maiores, maior a propensão de deflagração de movimentos de massa.
	Espessura	Solos delgados tendem a deflagrar deslizamentos planares enquanto solos espessos tendem a deflagrar deslizamentos circulares ou rotacionais
	Presença de blocos de rocha	Indica a propensão de ocorrer queda de blocos em associação com deslizamentos.
	Presença de maciço rochoso	Indica propensão de ocorrer queda de blocos de rocha.
	Direção e mergulho das descontinuidades	Quanto mais coincidentes com a direção e mergulho do talude ou encosta, maior a propensão de ocorrer movimentos de massa. Mergulhos verticalizados ou no sentido oposto ao mergulho da encosta ou talude podem contribuir para a deflagração de tombamentos.
	Solo residual	Quanto mais saturado, maiores as chances de deflagração de movimentos de massa
	Surgência de água	Pode indicar saturação ou alta pressão de água no interior do maciço.
	Padrão construtivo	Quanto mais frágil, maior a vulnerabilidade
Características Antrópicas	Condições das vias	Quanto mais precárias, maior a vulnerabilidade
	Sistema de drenagem pluvial	Se ausente, aumenta a vulnerabilidade. Quanto mais eficiente, menos vulnerável
	Presença de taludes de corte	Se feito de maneira inadequada, pode deflagrar ou potencializar os danos causados pelos movimentos de massa.
	Presença de aterro e lixo lançados na encosta	Materiais heterogêneos e com baixa coesão. Alta propensão a desenvolverem movimentos de massa.
	Distância da edificação em relação à base e crista do talude ou encosta	Quanto menor à distância, maior a chance de ser atingida por movimentos de massa.
	Lançamento de água servida e esgoto no terreno	Favorecem a saturação e redução da coesão do solo, contribuindo para a deflagração de movimentos de massa.
	Presença de fossa	

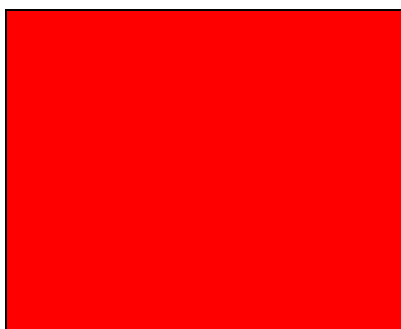
Evidências de movimentação	Vazamentos em tubulações	
	Trincas e degraus de abatimento	Em geral, indicam a movimentação do terreno, exceto quando presentes em edificações, pois podem derivar de problemas construtivos.
	Estruturas deformadas (postes, muros, cercas)	Podem indicar a movimentação do terreno.
	Cicatrices de deslizamentos	Indicam a ocorrência de movimentos de massa pretéritos e, portanto, a alta propensão do local a ser atingido por esse tipo de processo.

Fonte: CPRM, 2021.

Classificação do Risco: As setorizações de áreas de risco geológico aplicada pela equipe do DRM-RJ/NADE delimitam apenas as áreas de Risco Muito Alto (R4) e Risco Alto (R3). Os condicionantes observados in loco, tais como encosta e inclinação; verificação da evolução da cicatriz de deslizamento e outros processos analisados na fase emergencial, se ocorreu o avanço do processo ou se manteve constante; padrões construtivos de edificações, entre outros. na Tabela 7 e exemplos observados em campo na **Figura 24** e **Figura 25**.

Tabela 7: Orientações gerais para classificação dos graus de risco a movimentos de massa, erosões, subsidência, solapamento ou colapso.

GRAU DE PROBABILIDADE	FEIÇÕES OBSERVADAS <i>IN LOCO</i>
R3 – Risco Alto (Monitoramento)	Os condicionantes geológico-geotécnicos (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de ALTA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.
	Mantidas as condições existentes, é PERFEITAMENTE POSSÍVEL a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.
	Observa-se a presença significativa de sinais/feições/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc). Processo de instabilização em PLENO DESENVOLVIMENTO, mas ainda sendo possível monitorar a evolução do processo.
R4 – Risco Muito Alto (Interdição)	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (inclinação, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de muito ALTA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos.
	Os sinais/feições/evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrices de deslizamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação a margem de córregos,

	etc.) são expressivas e estão presentes em grande número ou magnitude. Processo de instabilização em AVANÇADO ESTÁGIO de desenvolvimento. É a condição mais crítica, sendo improvável monitorar a evolução do processo, dado seu elevado estágio de desenvolvimento.
	Mantidas as condições existentes, é MUITO PROVÁVEL a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período compreendido por uma estação chuvosa.

Fonte: CPRM, 2021.

Figura 24: Feições analisadas em campo para classificação de Risco Alto (R3)



Legenda: Terreno em movimentação sendo evidenciado pela inclinação do muro.



Legenda: Trinca no terreno formado à montante de degrau de abatimento.



Legenda: Degrau de abatimento em talude.



Legenda: Feições erosivas em pleno desenvolvimento e sistema de drenagem insuficiente. .

Figura 25: Feições analisadas em campo para classificação de Risco Muito Alto (R4)



Legenda: Deslizamento próximo a edificações.



Legenda: Edificação com distância nula da cicatriz de ruptura.



Legenda: Tipo de terreno e proximidade com a edificação.



Legenda: Trincas em residência provocada pela movimentação do terreno.

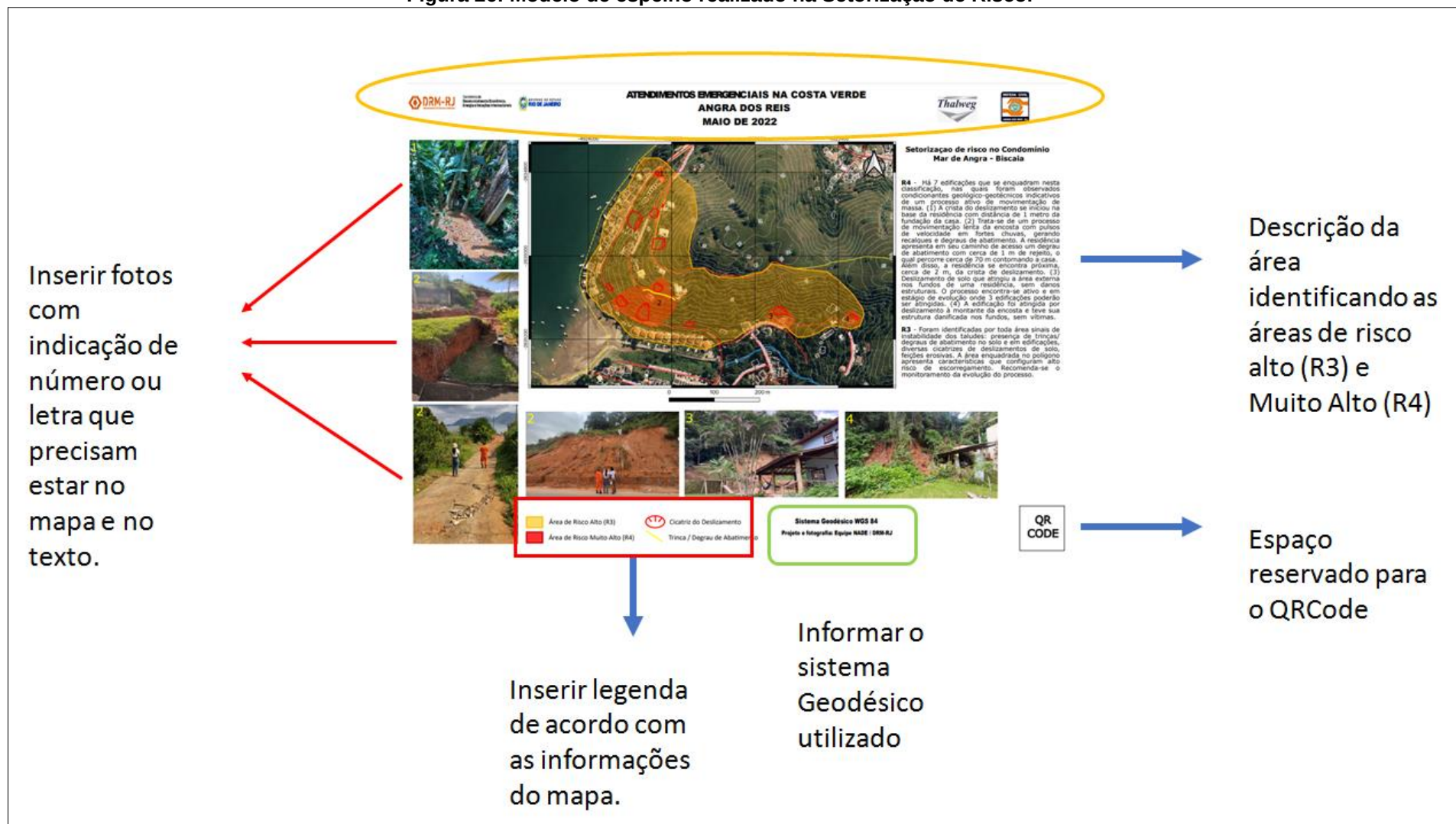
3.1.3.4. Fase 3: Pós-Campo da Setorização

Os produtos a serem apresentados ao final das setorizações de áreas de risco geológico são processados com as informações obtidas em campo, e o objetivo é apresentar o diagnóstico da vistoria técnica para ser utilizado como base para tomadas de decisão das equipes técnicas que compõem os órgãos do poder público durante as ações de resposta. São eles:

- Espelho com a setorização de risco: Descrição objetiva do cenário vistoriado com apontamento das edificações a serem interditadas e as que podem ser monitoradas pela Defesa Civil;
- Criação do banco de dados: tabela de Setorização de Risco e vetorização dos dados espaciais em ambiente.

Softwares: *QGIS* para confecção dos mapas e delimitação dos setores de acordo com o risco avaliado; *Inkscape* para confecção do espelho” (Relatório) onde eram inseridas as fotos e descrição dos fatores observados no momento da vistoria, como mostra a **Figura 26**Figura 26.

Figura 26: Modelo de espelho realizado na Setorização de Risco.



Identificação do Produto: Seguindo o mesmo padrão da etapa de Risco Remanescente, após a finalização dos Espelhos de Setorização de Risco, a equipe de geoprocessamento gerava o código para arquivo utilizando o prefixo “SR” para relacionar a etapa do trabalho, seguida da numeração e para o município de Angra dos Reis acrescentava a identificação da localidade (“-C” para continente e “-IG” para Ilha Grande). Esse código foi utilizado para relacionar os relatórios com os dados vetoriais gerados a partir deles, e também como entrada na tabela de Setorização de Risco.

Banco de Dados: Para a criação da tabela de Setorização de Risco, foi atribuído no campo “Setor” o código referente a cada espelho e “Subsetor” a cada classe de risco identificada no mesmo. Além desses campos, a tabela é composta por: classificação de risco, coordenada geográfica de um ponto dentro do polígono, localidade, nome relatório de setorização de risco, nome do relatório de risco remanescente do local (se houver), número de casas dentro da classe risco, data da vistoria e equipe de campo.

Armazenamento e Compartilhamento: Por fim, os Espelhos eram armazenados em nuvem e disponibilizados para Defesa Civil de cada município **Figura 27**.

Figura 27: Banco de dados gerado na Setorização

→ Códigos dos Espelhos



→ Tabela de Setorização de Risco

I ⁿ	SR	COD_SUBSETOR	Classificação de Risco	LAT	LONG	Local	Relatório Setorização	Relatório Risco Remanescente	Casas no set	Data Vistoria	Equipe
1	SR-01	SR-01.1	R4	-22,928354	-43,926778	Axixá	SR-01 - Axixá - mangaratiba	RR-07-Mangaratiba - Axixá	2	19/07/2022	Mariana Minhava
2	SR-01	SR-01.2	R4	-22,928317	-43,926581	Axixá	SR-01 - Axixá - mangaratiba	RR-07-Mangaratiba - Axixá	1	19/07/2022	Mariana Minhava
3	SR-01	SR-01.3	R4	-22,928408	-43,926585	Axixá	SR-01 - Axixá - mangaratiba	RR-07-Mangaratiba - Axixá	1	19/07/2022	Mariana Minhava
4	SR-01	SR-01.4	R3	-22,92845	-43,926241	Axixá	SR-01 - Axixá - mangaratiba	RR-07-Mangaratiba - Axixá	1	19/07/2022	Mariana Minhava
5	SR-01	SR-01.5	R3	-22,928291	-43,926075	Axixá	SR-01 - Axixá - mangaratiba	RR-07-Mangaratiba - Axixá	1	19/07/2022	Mariana Minhava
6	SR-01	SR-01.6	R4	-22,928306	-43,926006	Axixá	SR-01 - Axixá - mangaratiba	RR-07-Mangaratiba - Axixá	1	19/07/2022	Mariana Minhava

→ Polígonos de Setorização de Risco (Dado Vetorial)



4. PRODUTOS

Para desenvolvimento dos produtos finais foi elaborado um banco de dados disponível aos órgãos públicos e para acervo do DRM-RJ/NADE. Com as etapas de campo e pós-campo finalizadas, foi possível contabilizar todos os relatórios produzidos em forma de Espelhos de Risco Remanescente (Fase Emergencial) e Setorização de Risco.

A **Tabela 8** e **Tabela 9** apresentam o quantitativo de relatórios produzidos por municípios e o que foi gerado a partir dos dados produzidos em campo, com isso, delimitando regiões com risco geológico e suas principais feições analisadas *in loco*.

Tabela 8: Produtos obtidos no Risco Remanescente

PRODUTOS GERADOS – Costa Verde			
Etapa	Emergência – Risco Remanescente		
Municípios	Relatórios	Polígonos	Feições identificadas*
Angra dos Reis	64	76	117
Continente	35	43	-
Ilha Grande	29	33	-
Mangaratiba	10	11	12
Paraty	6	7	8
TOTAL	80	94	137

*Feições identificadas– cicatrizes de escorregamento, trincas, degraus de abatimento e processos erosivos

Tabela 9: Produtos obtidos na etapa de Setorização do Risco

SETORIZAÇÃO DE RISCO – Costa Verde										
Municípios		Número de Polígonos			Área Mapeada (Km²)			Área Mapeada (%*)		
		R4	R3	TOTAL	R4	R3	TOTAL	R4	R3	TOTAL
Angra dos Reis	Continente	43	45	88	0,12	0,32	0,44	0,015	0,039	0,054
	Ilha Grande	32	23	55	0,08	0,03	0,11	0,010	0,004	0,014
	TOTAL	75	68	142	0,20	0,35	0,55	0,025	0,043	0,067
Mangaratiba		14	12	26	0,011	0,005	0,016	0,003	0,001	0,004
Paraty		5	4	5	0,005	0,003	0,008	<0,001	<0,001	<0,001
TOTAL		94	84	175	0,216	0,358	0,574			

*** - em relação a área total do município: Angra dos Reis (813,42 km²), Mangaratiba (367,606 km²) e Paraty (924,296 km²)

4.1. Risco Remanescente

Os Espelhos de Risco Remanescentes eram elaborados rapidamente e entregues à Defesa Civil. A equipe de geoprocessamento ficou encarregada de atualizar continuamente a base SIG do projeto e o banco de dados principal, a partir do recebimento das feições – cicatriz de deslizamento, alcance do material e Polígono de Risco Remanescente que delimitavam regiões que poderiam ser atingidas em casos de reativação do processo – vetorizadas e dos dados apresentados nos espelhos entregues pelas equipes de campo. Os produtos finais gerados foram:

- Espelho de Risco Remanescente (**Figura 28 e Figura 29**);
- Arquivo vetorial no formato *shapefile*.

Figura 28: Risco Remanescente no Morro do Martelo em Monsuaba – (Angra dos Reis - RJ)



A presente vistoria foi realizada no dia 04/04/2022 na rodovia Rio-Santos em No momento da vistoria, observamos duas cicatrizes de deslizamentos.

(1) O deslizamento planar de solo ocorreu a montante da rodovia e a lama avançou para as casas a jusante, formou-se um fluxo de apresenta uma altura variando de 3 metros na parte mais baixa e 7 na parte mais alta e aproximadamente 10 metros de extensão lateral. Formou-se um curso de drenagem em direção as casas a jusante

(2) Ocorreu um deslizamento de solos e blocos em uma obra antiga de retaludamento na rodovia. A movimentação deslocou o concreto projetado. A maior crista apresenta aproximadamente 10 metros de altura por 5 metros de extensão lateral. Em toda obra foi observado pontos de movimentação, rachaduras e crescimento de vegetação. Havia ainda percolação de água em direção ao Morro do Martelo. Em toda área foi observada no momento da vistoria, feições geológicas com indicadores que possibilitam a ocorrência de novas movimentações de solo. O polígono de risco remanescente engloba as edificação a jusante do talude e que poderão ser atingidas em novos eventos.

**ATENDIMENTOS EMERGENCIAIS EM ANGRA DOS REIS
ABRIL DE 2022**

**Movimentação de Massa na Rodovia Rio-Santos -
Morro do Martelo - Monsuaba**

Sistema Geodésico WGS 84

Projeto e fotografia: Equipe NADE / DRM-RJ

Data da elaboração: 08/04/22



Cicatriz de deslizamento



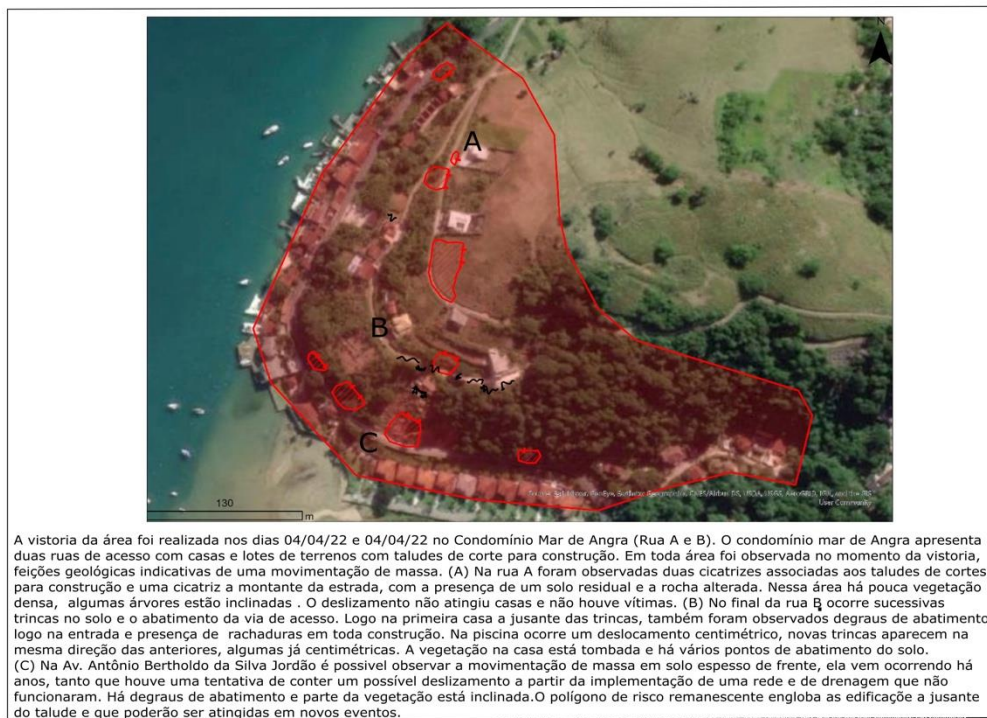
Delimitação da área de risco remanescente



Alcance do deslizamento



Figura 29: Espelho de Risco Remanescente em Biscaia (Angra dos Reis - RJ)



ATENDIMENTOS EMERGENCIAIS EM ANGRA DOS REIS

ABRIL DE 2022

Movimentação de Massa no Condomínio Mar de Angra - Biscaia

Sistema Geodésico WGS 84

Projeto e fotografia: Equipe NADE / DRM-RJ

Data da elaboração: 10/04/22

-  Cicatriz de deslizamento
-  Delimitação da área de risco remanescente
-  Alcance do deslizamento



4.2. Setorização de Risco

Na fase de setorização de risco foram gerados relatórios em formato de “espelhos” como mostra a Figura 30. Esses relatórios apresentam as informações gerais observadas no campo, como descrição de áreas mapeadas e classificadas de acordo com o grau de risco, número de edificações em áreas de risco e os principais processos associados. Os espelhos podem ser utilizados para identificar com detalhes quais elementos estão incluídos nas áreas de risco, embasando assim ações de prevenção de desastres.

Os produtos finais gerados e entregues a Defesa Civil Municipal foram:

- Espelho de Setorização de Risco Geológico;
- Arquivos vetoriais no formato shapefile.

Como exemplo, mostramos os dois produtos gerados na comunidade do Morro do Martelo, localizada em Monsuaba, no Município de Angra dos Reis.

Produto 1: O produto mostrado na Figura 31, foi um espelho de gerado na fase inicial das reavaliações e delimitações do risco. A primeira visita técnica foi realizada em maio de 2022, posteriormente foram obtidos os registros de ocorrências e demolições pela Defesa Civil de Angra e com a base cartográfica 1:2000), pela Prefeitura de Angra.

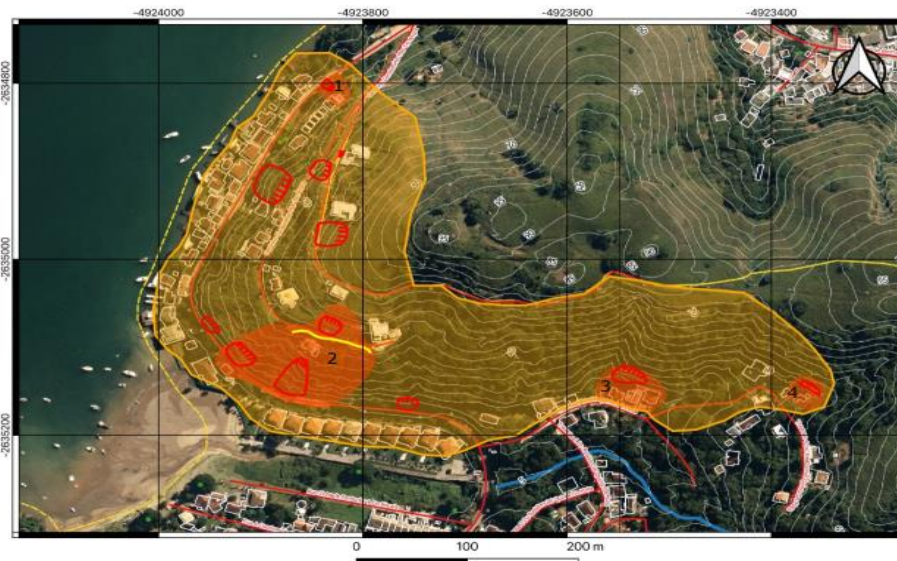
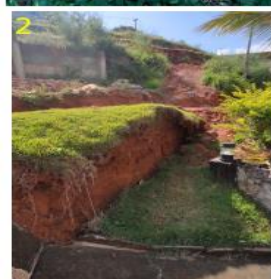
Assim que fornecidos, a equipe técnica passou a incorporar as informações nos seus trabalhos e a reavaliar os trabalhos que haviam sido executados. Monsuaba e o Morro do Martelo chamaram a atenção pelo número de ocorrências de deslizamentos e demolições realizadas na encosta a jusante da BR-101. Foi então solicitado o sobrevoo com o drone para uma investigação ainda mais detalhada.

O cruzamento do banco de dados da defesa civil com as imagens de drone obtidas em agosto de 2022, julgou-se necessário uma reavaliação do local. Uma vez que foram observadas trincas métricas com degrau de abatimento, topo de morro com processo de movimentação ativa, dentre outros.

Produto 2: Na reavaliação, mostrada na Figura 32, os técnicos puderam analisar previamente os locais que haviam sido realizadas demolições e próximas as trincas observadas nas imagens, o que poderia indicar que as edificações próximas estariam Muito Alto (R4)

Figura 30: Mapa de Setorização de Biscaia (Angra dos Reis - RJ)

ATENDIMENTOS EMERGENCIAIS NA COSTA VERDE
ANGRA DOS REIS
MAIO DE 2022



Setorização de risco no Condomínio
Mar de Angra - Biscaia

R4 - Há 7 edificações que se enquadram nesta classificação, nas quais foram observados condicionantes geológico-geotécnicos indicativos de um processo ativo de movimentação de massa. (1) A crista do deslizamento se iniciou na base da residência com distância de 1 metro da fundação da casa. (2) Trata-se de um processo de movimentação lenta da encosta com pulsos de velocidade em fortes chuvas, gerando recalques e degraus de abatimento. A residência apresenta em seu caminho de acesso um degrau de abatimento com cerca de 1 m de rejeito, o qual percorre cerca de 70 m contornando a casa. Além disso, a residência se encontra próxima, cerca de 2 m, da crista de deslizamento. (3) Deslizamento de solo que atingiu a área externa nos fundos de uma residência, sem danos estruturais. O processo encontra-se ativo e em estágio de evolução onde 3 edificações poderão ser atingidas. (4) A edificação foi atingida por deslizamento à montante da encosta e teve sua estrutura danificada nos fundos, sem vítimas.

R3 - Foram identificadas por toda área sinais de instabilidade dos taludes: presença de trincas/degraus de abatimento no solo e em edificações, diversas cicatrizes de deslizamentos de solo, feições erosivas. A área enquadrada no polígono apresenta características que configuram alto risco de escorregamento. Recomenda-se o monitoramento da evolução do processo.



Área de Risco Alto (R3)

Área de Risco Muito Alto (R4)



Cicatriz do Deslizamento



Trinca / Degrau de Abatimento

Sistema Geodésico WGS 84

Projeto e fotografia: Equipe NADE / DRM-RJ

QR
CODE

Figura 31: Produto 1 - Setorização de Risco no Morro do Martelo em Monsuaba (Angra dos Reis – RJ).

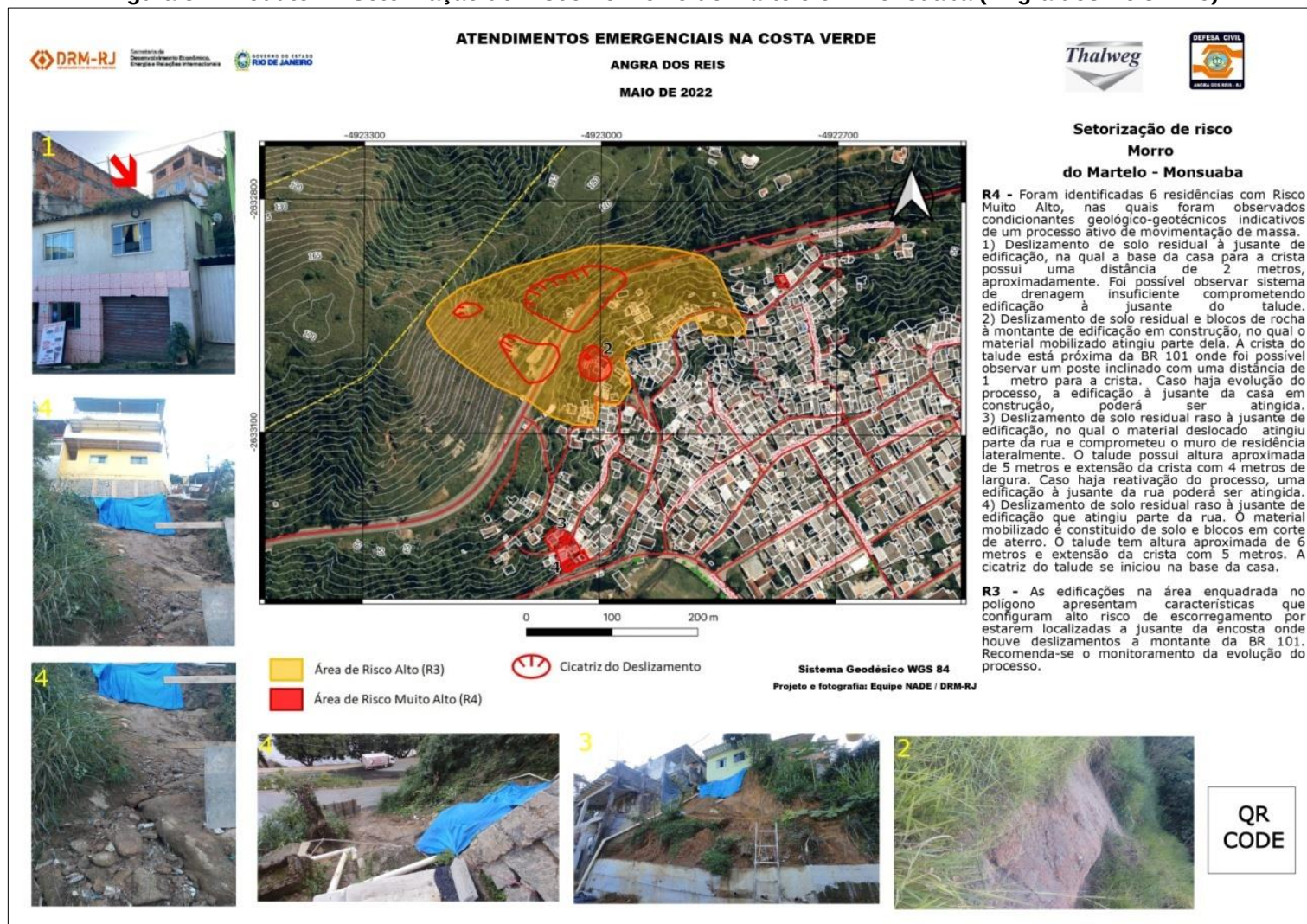
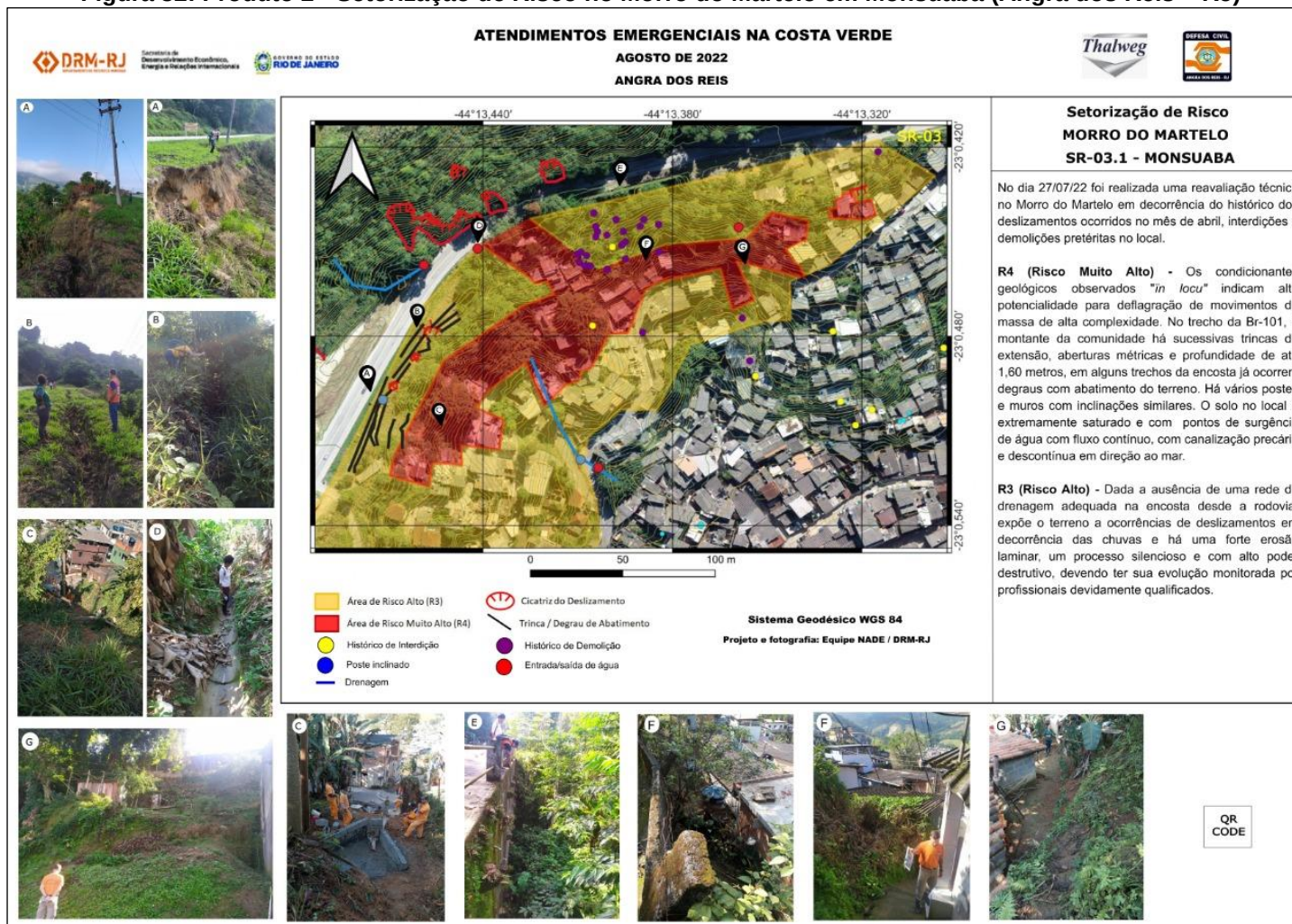


Figura 32: Produto 2 - Setorização de Risco no Morro do Martelo em Monsuaba (Angra dos Reis – RJ)



5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Na fase crítica do desastre ocorrido em abril de 2022, foram produzidos os Espelhos de Risco Remanescente que foram utilizados pela Defesa Civil nos planos de evacuação em áreas críticas e com alto potencial de risco geológico.

A realização da setorização de risco logo após a ocorrência do desastre e em conjunto com as equipes da Defesa Civil de cada município foi imprescindível para um direcionamento das ações realizadas pelas equipes locais, o que permitiu que o produto da setorização fosse utilizado para ações de gestores públicos. Mesmo sendo solicitado apoio para três municípios (Angra, Paraty e Mangaratiba) e a equipe tendo seguido a mesma metodologia, os produtos não foram obtidos com o mesmo detalhamento, uma vez que nem todos os municípios dispõem de um banco de dados atualizado, base cartográfica e imageamento em escalas adequadas.

A Setorização de Risco em Angra dos Reis ganhou grande destaque assim que foram fornecidos a base cartográfica e o banco de dados do histórico de deslizamentos, posto que os técnicos puderam ter uma visão ampla do problema enfrentado.

Visando sempre a preservação da vida dos moradores expostos ao risco, todos os produtos gerados sem tais informações foram reavaliados, como no caso do Morro do Martelo em Monsuaba. A distinção entre os produtos obtidos para a mesma localidade evidencia a importância de que as Secretarias de Proteção e Defesa Civil mantenham um banco de dados dos registros de ocorrência ao longo dos anos. A utilização de uma base cartográfica detalhada também foi fundamental para precisão e rapidez das equipes técnicas tanto nos atendimentos emergenciais em caso de desastres, quanto imprescindíveis para a etapa de setorização do risco. A participação da comunidade local também foi essencial, que, com vivência de décadas, conseguia apontar os principais problemas do meio físico em períodos chuvosos.

Em suma, os produtos gerados promoveram ações por parte dos gestores municipais desde a proteção e defesa civil, quanto nas políticas de assistência, como o aluguel social e subsidiaram audiências públicas em Monsuaba e na praia do Aventureiro. Foram igualmente importantes instrumentos para o planejamento das intervenções emergenciais e futuras, bem como pedidos para atualização de mapeamentos geológicos e dos Planos Municipais de Redução de Risco (PMRR).

Logo, o trabalho realizado pela Thalweg em apoio ao DRM-RJ/NADE na região da Costa

Verde do estado do Rio de Janeiro foi fundamental na fase emergencial e para resposta e reestruturação dos municípios atingidos pelos desastres.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CNM - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS MUNICÍPIOS. **Danos e Prejuízos causados por desastres 2013 a 2022**. [s.l: s.n.].

CPRM; SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Setorização de áreas de risco geológico. Brasília:, 2021**. (Nota técnica).

EMDAT, 2022 - Launched the Emergency Events Database) https://www.emdat.be/emdat_atlas/sub_html_pages/sub_html_BRA.html . Acesso em Julho de 2022

IPCC, 2018 **Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas**. Original, em inglês, publicado pelo IPCC em outubro de 2018, Suíça. Versão em português publicada pelo MCTIC em julho de 2019, Brasil. A versão eletrônica deste Sumário para Formuladores de Políticas Públicas está disponível no site do IPC. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>

MARQUES DA SILVA, CESAR AUGUSTO. 2015, Cadernos do Desenvolvimento Fluminense, Rio de Janeiro, pp. 55–71, jul/dez 2015;

Nações Unidas, 2020. **The human cost of disasters: an overview of the last 20 years (2000-2019)**. United Nations Office for Disaster Risk Reduction - Outubro 2020, Mundial, EUA;

RIBEIRO, ALEXANDRE. **Os Desastres Naturais e a interferência Humana em suas causas e Consequencias: Caso Angra dos Reis 2010**. Dissertação, Niterói, 2014;

S2ID, 2022 - **Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres do Ministério do Desenvolvimento Regional (S2ID/MDR)**. Acesso em: <https://s2id.mi.gov.br/> Julho de 2022

SANTORO, J., & Moni De Souza, S. (2012). **Você sabe o que é deslizamento?** www.igeologico.sp.gov.br.