

1. INTRODUÇÃO

Este Relatório apresenta o **Plano Municipal de Redução de Riscos de Nova Friburgo**, elaborado para estabelecer referenciais técnicos e gerenciais que vão permitir a implementação de ações estruturais e não estruturais, oriundas do Poder Público Municipal, em prazos adequados aos recursos orçamentários do Município e a eventuais aportes financeiros de origem Federal e ou outros, para reduzir e controlar as situações de riscos associados a escorregamentos e solapamentos de margens de córregos, que ameaçam a segurança dos moradores de assentamentos precários existentes em seu território.

Os trabalhos para a elaboração do **Plano** foram realizados pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM entre os meses de maio de 2006 e junho de 2007, conforme o Contrato 038/2006, firmado entre esta instituição Federal e a Prefeitura Municipal de Nova Friburgo, no contexto do **Programa Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários – Ação 2 – Apoio à Prevenção e Erradicação de Riscos em Assentamentos Precários**, do Ministério das Cidades, objeto de convênio entre a Prefeitura e este Ministério, através do Contrato 0174606-75/05, firmado entre o Município e a Caixa Econômica Federal.

2. OBJETIVO

O objetivo principal que norteou a elaboração deste **Plano Municipal de Redução de Riscos** foi o de dotar o Município de Nova Friburgo dos instrumentos necessários à gestão de situações de risco que ameaçam as populações residentes em assentamentos precários, através das seguintes ações e ou proposições:

- Caracterização do meio físico e do uso e ocupação do solo, especificamente das áreas de risco selecionadas incluídas nestes estudos, visando o entendimento dos processos desencadeadores de desastres;
- Mapeamento das situações de risco das feições relacionadas a movimentos de massa e / ou inundações em assentamentos selecionados, com delimitação dos setores de risco e indicação das moradias e número de pessoas ameaçadas;
- Indicação de alternativas para a execução de intervenções estruturais visando o controle e redução dos riscos mapeados;
- Estimativa de custos das intervenções estruturais indicadas;
- Estabelecimento de critérios para priorização de execução das intervenções estruturais indicadas;
- Inserção do Plano Municipal de Redução de Riscos no Plano Diretor Municipal de modo a evitar a ocupação de outras áreas perigosas;
- Propostas para o estabelecimento de um programa de ações não-estruturais, incluindo nestas ações o engajamento das populações das comunidades beneficiadas pelo Plano, e programas de educação ambiental, tudo isto visando à redução da vulnerabilidade dessas comunidades;
- Capacitação da equipe técnica municipal em mapeamento e gestão de riscos.

3. CONDICIONANTES FÍSICO-AMBIENTAIS DE RISCOS

Para a elaboração de um plano de redução de riscos de desastres decorrentes de movimentos de massa nas encostas e da ação erosiva das águas dos rios e córregos, em um município com as características do meio físico de Nova Friburgo, é necessário se conhecer detalhadamente a natureza dos processos desencadeadores de tais desastres, de modo a entendê-los, e, através deste entendimento, promover a gestão das situações de risco, observando o que preconiza a agência das Nações Unidas voltada para a redução de desastres naturais (UNITED NATIONS DISASTERS RELIEF OFFICE – UNDRO, 1991), segundo a qual, o gerenciamento de riscos ambientais deve estar apoiado em quatro estratégias de ação, que são:

- Identificação e análise dos riscos (conhecimento dos problemas);
- Planejamento e implementação de intervenções (obras e serviços) para a minimização dos riscos;
- Monitoramento permanente das áreas de risco e implantação de planos preventivos de defesa civil;
- Informação pública e capacitação para ações preventivas e autodefesa.

O conhecimento dos processos desencadeadores dos desastres passa, necessariamente, pelo conhecimento dos elementos que constituem o meio físico (clima, relevo e geologia), já naturalmente frágil da região, e, também, da avaliação correta do comportamento desses elementos face às solicitações dos processos da ocupação antrópica, quase sempre efetuada de forma inadequada e agressiva às características naturais dos terrenos.

Tais fragilidades e o conseqüente comportamento dos terrenos, no entanto, são heterogêneos, dependendo de características locais do relevo, das coberturas de solo e dos tipos litológicos do substrato rochoso, para apresentar diferentes respostas em relação às solicitações de um mesmo tipo de intervenção. Por esse motivo, essas características devem ser conhecidas e avaliadas corretamente do ponto de vista regional, e, especificamente, para cada área de risco, objeto dos estudos.

Deve-se levar em conta, ainda, que na elaboração de um Plano dessa natureza e para suas intervenções estruturais, devem ser considerados eventos climáticos normais, reservando-se para as catástrofes que ocorrem com períodos de recorrência mais espaçados e que necessitariam de obras estruturais muito caras para a sua prevenção, tal como a que ocorreu em dezembro de 2006 / janeiro de 2007, o recurso da remoção preventiva das populações atingidas, de acordo com parâmetros definidos e postos em prática pela Defesa Civil.

3.1. Meio físico

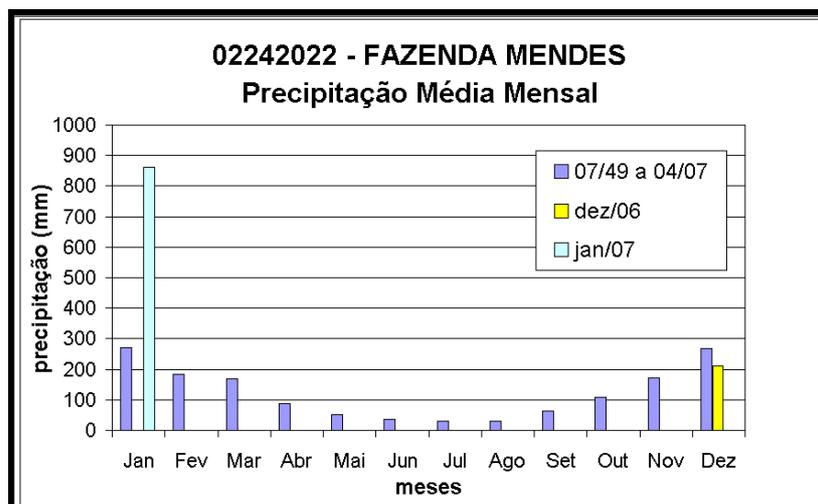
3.1.1. Clima

O clima da região de Nova Friburgo é ameno, úmido nas proximidades das escarpas da Serra do Mar, tornando-se mais seco à medida que se afasta desta área em direção ao interior do estado.

Os dados de pluviometria indicam uma precipitação média anual para o município, em torno de 2.000 mm. Esta precipitação é mais acentuada nas proximidades da crista da serra. Os meses onde é maior a intensidade das chuvas são dezembro, janeiro e fevereiro, com alternância dos regimes torrencial e constante. Os meses dentro do período mais seco, com precipitações mais reduzidas, são junho, julho e agosto.

Durante o período de chuvas, ocorrem grandes temporais com fortes enxurradas, acentuando o escoamento superficial em direção à drenagem, ocasionando muitas vezes, enchentes nas áreas de várzea da drenagem principal (Rio Bengalas). Esses temporais alternam-se a períodos de chuvas constantes, quando há forte infiltração das águas nos solos superficiais, saturando-os e aumentando a instabilidade dos terrenos nas encostas, que ficam suscetíveis a escorregamentos. No período mais seco, que se estende de maio a outubro, incluindo os três meses de menor precipitação, esses solos tendem a secar, reduzindo sensivelmente esse risco.

As características climáticas acima referidas podem, em períodos de recorrência espaçados, ser responsáveis por precipitações extremamente elevadas, tais como o evento ocorrido em dezembro de 2006 / janeiro de 2007, no qual os índices pluviométricos atingiram cerca de 900mm concentrados em poucos dias no início de janeiro. Este volume de chuvas é cerca de três vezes o volume médio mensal medido em cerca de 50 anos na estação pluviométrica de Fazenda Mendes, a qual pode ser considerada como representativa da sede municipal, conforme observado no gráfico abaixo:



Estação Pluviométrica de Fazenda Mendes – Precipitações Médias Mensais (ANA, 2007).

3.1.2. Relevo

Os movimentos tectônicos que atuaram durante o Terciário sobre o sudeste da costa brasileira, tiveram como consequência o basculamento da faixa litorânea em blocos escalonados, dos quais, o mais alto e mais interiorano formou a Serra da Mantiqueira, o bloco intermediário originou a Serra do Mar que forma um longo espigão entre o vale do rio Paraíba e a orla marinha, e o terceiro, mais baixo, desmantelou-se no mar, deixando como remanescentes de relevo algumas ilhas e espigões costeiros. A região de Nova Friburgo insere-se na Serra do Mar, no segmento denominado Serra dos Órgãos. (Projeto Faixa Calcária Cordeiro-Cantagalo, Relatório Final; CPRM, 1980).

O Planalto de Friburgo é uma denominação local da Serra dos Órgãos, tendo por limite a escarpa serrana com vertentes em forte desnível até a baixada litorânea. Possui características peculiares em suas formas de relevo, que têm como forma preponderante um grande número de espigões residuais. Em consequência da forte influência da tectônica regional sobre o arranjo da rede de drenagem, os rios de primeira ordem estão condicionados de maneira rígida ao sistema principal de falhamentos SW/NE e ao sistema secundário transversal. Somente as formas secundárias de dissecação denotam a influência das variações litológicas.

Nas áreas mais escarpadas, são comuns os grandes afloramentos do substrato rochoso, de natureza granito-gnáissica. As encostas apresentam espessas coberturas de solos coluviais e depósitos de tálus e os talwegues dos vales apresentam coberturas aluvionares e colúvio-aluvionares às vezes significativas.

A vegetação original da região, constituída pela Mata Atlântica, já foi fortemente devastada pela ação do homem, permanecendo ainda intacta em locais afastados dos núcleos urbanos e/ou de difícil acesso.

A cidade de Nova Friburgo está instalada em um vale extenso e largo, que se estende na direção aproximada N-S, preenchido por sedimentos aluvionares, representando a drenagem principal. Este vale está cercado por espigões rochosos que se alternam a vales de dissecação associados a estruturas geológicas, por onde quase sempre se desenvolve a urbanização secundária.

Em praticamente todo o Município, é nítida a associação de estruturas geológicas (falhas e fraturas) aos processos erosivos da região.

3.1.3. Geologia

- **Litologia**

O substrato rochoso do município é constituído por rochas cristalinas granito-gnáissicas do Proterozóico médio superior, do Proterozóico superior e do Cambro-Ordoviciano, cortadas por diques e intrusões básicas do Terciário-Cretáceo. Estão capeadas por sedimentos aluvionares e

coluvionares do período Quaternário (In: Plano Diretor do Município de Nova Friburgo. Geologia. PMNF / SEMCO RAL, 1991).

As rochas do Proterozóico médio superior pertencem ao Grupo Serra dos Órgãos e ao Complexo Paraíba do Sul. A Suíte Intrusiva Serra dos Órgãos é constituída por: a) granitóides e migmatitos homogêneos com estruturas bandadas, nebulíticas e homófonas, injetados por diques e soleiras de granito fino (róseo) e pegmatito; b) migmatitos e, subordinadamente, gnaisses mesclados a listrados, venulados, com aspectos granitóides, injetados por diques, soleiras e filões de granito fino (róseo) e pegmatito; c) gnaisses xistosos listrados e/ou venulados com porções porfiroblásticas, injetados discretamente por diques e soleiras de granito fino (róseo) e pegmatito. As rochas do Complexo Paraíba do Sul são biotita gnaisses, microclina-biotita-gnaisses porfiroblastos, quartzitos, quartzo-xistos e cálcio-silicáticas. Subordinadamente ocorrem charnockitos e dioritos.

As rochas do Proterozóico superior pertencem ao Batólito Serra dos Órgãos, e são constituídas por granodioritos e biotita-granitos foliados, de granulação média a grossa, e leucogranitos de foliação incipiente, associados a quartzodioritos e anfibolitos.

As rochas do Cambro-Ordoviciano compõem as suites graníticas pós-tectônicas e são granitos e granodioritos de estrutura homófona e fluidal, granulação fina, equigranular (tipo Campo do Coelho) e granulação grossa porfirítica (tipo Frades). Ocorrem sob a forma de “stocks” de diversas dimensões.

O Terciário-Cretáceo é representado por rochas intrusivas básicas, constituídas por gabro na forma de maciço e por diabásio e gabro-granofírico em forma de diques, orientados segundo N45-70E, com espessuras métricas até 150m.

O Quaternário é representado por: a) sedimentos aluvionares que incluem areias inconsolidadas de granulação variável, argilas e seixos, em depósitos de planície de inundação e/ou terraços; b) depósitos inconsolidados em encostas, compreendendo depósitos de tálus, cones de dejeção (leques aluviais), colúvios, e rampas de colúvio interdigitadas com aluviões nas bordas das planícies. A granulometria desses depósitos é variável e heterogênea, contendo areias de granulação variável, argilas, seixos, blocos e matacões.

- **Estruturas**

As rochas que constituem a crosta terrestre, na região, foram submetidas a esforços tectônicos de grande intensidade, sendo que a última etapa deste processo data do Terciário, quando ocorreram os grandes falhamentos de caráter regional com direção geral NE-SW, que deram origem à Serra do Mar.

Essas grandes falhas geológicas são geralmente verticalizadas, e apresentam traços retilíneos claramente visualizados em imagens orbitais e fotos aéreas, que se estendem muitas vezes por dezenas de quilômetros, com espessuras das faixas onde as rochas foram afetadas por elas, em muitos casos, superiores a 100m.

À essas falhas principais estão subordinadas inúmeras falhas secundárias e fraturas com igual direção, originárias da mesma movimentação tectônica. As fraturas, em muitos casos, sofreram a intrusão de diques básicos, alguns com espessura de até uma centena de metros.

O sistema estrutural principal intercepta outros de idade mais antiga, provocando nítidos deslocamentos em falhas e fraturas também sub-verticais com direção NW-SE, que ocorrem nas regiões norte e noroeste do município.

Essa intensa movimentação tectônica que afetou a crosta terrestre na região em diversos períodos geológicos provocou também fraturamentos ao longo de planos de foliação e/ou xistosidade das rochas pré-existentes, formando sistemas secundários.

Além das rupturas de origem tectônica já tratadas, outras, associadas a movimentos isostáticos da crosta e aos processos erosivos intensamente atuantes, são também importantes dentro do contexto estrutural da região, pois representam sistemas de juntas de alívio de tensão em rochas xistosas e/ou foliadas, e de diáclases, em rochas homogêneas de natureza granítica.

A infiltração das águas superficiais em todas essas discontinuidades acentua os processos de alteração e a conseqüente erosão das rochas em seus planos e faixas de influência. A presença de água gerando poropressões nos planos das discontinuidades pode condicionar a ocorrência de rupturas em taludes de rocha e solo residual. A morfologia dos terrenos reflete intensamente o desenho da malha formada por elas.

- **Aspectos Geotécnicos**

Os elementos climáticos e dos terrenos acima analisados, combinados entre si, determinam o comportamento desses terrenos em condições naturais e/ou frente às solicitações da ocupação antrópica, definindo a natureza dos processos desencadeadores de desastres naturais.

Os maciços de granitos e granitóides formam espigões e escarpas rochosas que liberam blocos com tendência ao arredondamento, ou grandes lascas, em decorrência do fraturamento e da esfoliação esferoidal, que é o processo erosivo próprio desses tipos litológicos. Tais blocos e lascas, em geral, representam risco elevado de acidentes por rolamento ou tombamento, quando localizados isoladamente ou em ninhos no alto ou em meio às vertentes elevadas e com grandes declividades.

Por sua vez, os solos residuais provenientes da alteração dessas rochas em geral são homogêneos, sem planos de fraqueza definidos, a não ser as descontinuidades remanescentes de fraturamentos. Tais solos suportam taludes naturais e/ou artificiais altos e verticalizados, resistentes a movimentos de massa.

Os migmatitos e gnaisses podem apresentar foliação acentuada, que, quando associada ao fraturamento, tende também a liberar blocos e lascas, os quais podem se deslocar pelas encostas causando destruição à jusante. A foliação em geral reflete-se nos solos residuais, tornando-os frágeis a cortes e carregamentos quando suas atitudes são desfavoráveis, paralelas às vertentes.

As coberturas inconsolidadas são representadas por depósitos de tálus, cones de dejeção, colúvios e rampas de colúvio. Os dois primeiros em geral se encontram nos sopés de encostas com fortes declividades, acumulando materiais deslocados das mesmas por gravidade e pela ação das águas pluviais. Eles são heterogêneos, com granulometria abrangendo desde argilas até blocos e matacões, porosos e permeáveis, naturalmente instáveis, e precariamente equilibrados, com espessuras variáveis. Quando submetidos a qualquer tipo de solicitação, principalmente cortes e carregamentos por aterros, tendem a se deslocar em escorregamentos que, dependendo das dimensões do depósito, podem ser de grande porte, causando destruição acentuada.

Os colúvios podem ocorrer em meio às encostas, ou nos sopés destas sob a forma de rampas, apresentando espessuras variáveis (em geral entre 1,00m e 3,00m). Naturalmente, são menos instáveis que os depósitos de tálus e cones de dejeção, com tendência a movimentos mais lentos do tipo rastejo. Quando submetidos a cortes e carregamentos por aterros, porém, principalmente estando saturados em períodos chuvosos, tendem a se deslocar em escorregamento, que, dependendo das dimensões do depósito podem ser de grande porte e destrutivos.

Os vales e alvéolos encontram-se entulhados por sedimentos aluvionares, interdigitados nos sopés das vertentes mais íngremes com depósitos de cones de dejeção (leques aluviais) e nas bordas mais suaves com as rampas de colúvio. Tais sedimentos inconsolidados, por ocasião de cheias e enxurradas, podem sofrer processos de solapamento das margens junto às calhas dos rios e córregos, causando o seu desmoronamento.

3.2. Uso e Ocupação do Solo

O Município de Nova Friburgo localiza-se na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, com área de 933km² e população de 178.102 habitantes (Fonte: IBGE, Cidades, 2006).

A ocupação dos terrenos da área urbana de Nova Friburgo deu-se, inicialmente com maior densidade, ao longo das planícies de inundação do rio Bengalas e de seus formadores, rios Santo Antônio e Cônego. A ocupação das encostas

estendeu-se por aquelas menos íngremes, em grandes lotes, onde foram realizadas poucas intervenções para as construções.

Esta tendência perdurou até o final dos anos 60, quando o crescimento da população, alavancado pelo incremento de um importante pólo industrial no município, deu-se de forma brusca, dificultando o planejamento do uso e ocupação do solo pelas autoridades locais, passando tal ocupação a ocorrer de forma desordenada. Deste período, até os dias de hoje, a construção de moradias nas encostas e nas margens dos rios e córregos, por populações de baixa renda, acentuou-se gerando a maioria das situações de risco que precisam ser enfrentadas pelas autoridades municipais, principalmente nos períodos das chuvas intensas de verão.

Tais situações de risco foram agravadas pelo parcelamento do solo em pequenos lotes que, para serem aproveitados integralmente pelas construções, foram submetidos a cortes e aterros indiscriminados, incrementando, desta forma, as fragilidades naturais existentes nos terrenos. Por sua vez, as servidões de acesso às moradias, em muitos casos, modificaram as condições de drenagem natural das áreas ocupadas, concentrando grandes fluxos de água em determinados pontos, causando acidentes de graves conseqüências.

A falta de esgotamento sanitário adequado em parte desses assentamentos precários também é responsável por processos de movimentos de massa nas encostas, em função da saturação dos terrenos pela infiltração de águas servidas, lançadas indiscriminadamente, e, também, pela infiltração a partir de fossas.

Da mesma forma, o lixo, quando não coletado em tais comunidades, muitas vezes é lançado nas encostas, acumulando-se e passando, em função disto, a ser um importante fator de risco de deslizamentos, em muitos casos de proporções consideráveis, com vítimas fatais.

4. BASE CONCEITUAL, CRITÉRIOS, MÉTODOS E PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA O PMMR

Segundo Carvalho & Galvão (In: Prevenção de Riscos e Deslizamentos em Encostas: Guia para Elaboração de Políticas Municipais, Cap 1; Brasília: Ministério das Cidades/Cities Alliance, 2006), os principais fenômenos relacionados a desastres naturais no Brasil são os deslizamentos de encostas e as inundações. Tais fenômenos estão associados a eventos pluviométricos intensos e prolongados, repetindo-se a cada período chuvoso mais severo. Ainda de acordo com os mesmos autores, são os deslizamentos que geram o maior número de vítimas fatais, anualmente, no território brasileiro.

Na maioria das cidades do país, a exclusão sócio-espacial característica do modelo sócio-econômico vigente, que acentua as desigualdades de renda das famílias, induz as populações mais carentes a procurarem os terrenos de menor valor, geralmente em encostas íngremes ou áreas alagadiças, impróprios à ocupação. Essa prática torna os assentamentos criados vulneráveis ao risco de desastres naturais decorrentes de movimentos de massa ou inundações.

Na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, onde se localiza a cidade de Nova Friburgo, em função da morfologia e características geológicas dos terrenos associadas aos altos índices pluviométricos, próprios da região (ver cap.3), tais afirmações, infelizmente, se confirmam praticamente a cada ano. Com esta periodicidade, as populações, principalmente as assentadas em comunidades mais carentes, são atingidas por deslizamentos nas encostas e/ou enxurradas, que deixam rastros de destruição em um ou mais dias de cada verão, e são geralmente acompanhados pela perda importante de vidas humanas.

Com o objetivo de reduzir as perdas, tanto de vidas humanas como materiais, decorrentes de tais desastres, o Ministério das Cidades instituiu uma ação específica - Apoio à Prevenção e Erradicação de Riscos em Assentamentos Precários, no âmbito do Programa Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários. Tal ação visa a concessão de recursos técnicos e financeiros às prefeituras, de modo a apoiá-las na implementação de políticas públicas de sustentação à elaboração de programas de prevenção e redução de riscos, decorrentes da exposição de populações carentes aos desastres naturais em questão, por meio da execução de **planos municipais de redução de riscos**.

Conforme a terminologia preconizada pelo Ministério das Cidades no âmbito de tais planos, entende-se por **risco (R)** a **probabilidade (P)** de ocorrer um acidente associado a um determinado **perigo** ou **ameaça (A)**, que possa resultar em **conseqüências (C)** danosas às pessoas ou bens, em função da **vulnerabilidade (V)** do meio exposto ao perigo e que pode ter seus efeitos reduzidos pelo **grau de gerenciamento (g)** administrado por agentes públicos ou pela comunidade, ou seja: $R = P (f A) * C (f V) * g^{-1}$

Baseando-se nesse conceito, o **Plano Municipal de Redução de Riscos de Nova Friburgo** teve início com a realização pela Coordenadoria Municipal de Defesa Civil - COMDEC, em 2003, de um levantamento dos assentamentos precários existentes em áreas críticas, sob risco de movimentos de massa nas encostas e de danos por inundações e solapamento das margens dos rios. Nesse levantamento foram selecionados, de acordo com critérios da COMDEC baseados no histórico de ocorrências cadastradas, 10 (dez) assentamentos em pior situação, relacionados no Quadro 1. Este trabalho serviu de base para a aprovação do Convênio firmado entre a Prefeitura e o Ministério das Cidades em 2005.

Área	Local	Logradouro	Tipo de Risco
1	Riograndina I	Estrada Manoel Antônio Coutinho	Escorregamento em encosta
2	Riograndina II	Antiga estrada Riograndina - Banquete	Solapamento das margens do Rio Grande
3	Alto Floresta	Rua Aureliano Barbosa Faria (Rua B)	Escorregamento em encosta e rolamento de pedras
4	Floresta	Rua A (Buraco da Concha)	Escorregamento em encosta
5	Lazareto	Rua Benjamim Constant	Escorregamento em encosta
6	Vilage	Ruas Zair Pires Pirazzo e Humberto Gomes	Escorregamento em encosta
7	Cordoeiro	Rua Roberto Martins e Rua Leonídia A. Ennes	Escorregamento em encosta
8	Alto de Olaria (Olaria I)	Rua Uruguaiana (final da rua e adjacências)	Rolamento de pedras
9	Alto de Olaria (Olaria II)	Rua Purus e Travessa Purus	Rolamento de pedras
10	Barroso	Ruas Maria da Glória Meno e Alberto Gomes	Escorregamento em encosta e rolamento de pedras

QUADRO 1. Áreas de risco (R 4) identificadas em 2003 pela Defesa Civil Municipal

A continuidade da execução do **Plano**, já com a participação do Serviço Geológico do Brasil – CPRM, ocorreu a partir de 01 de julho de 2006, conforme a metodologia e procedimentos apresentados a seguir.

4.1. Revisão do Mapeamento de Risco

Consistiu da revisão e atualização, conforme os critérios estabelecidos pelo Ministério das Cidades, do levantamento das áreas de risco efetuado pela Coordenadoria Municipal de Defesa Civil em 2003, compreendendo as seguintes etapas e procedimentos:

- Reavaliação das áreas de risco selecionadas, abrangendo o levantamento de dados sobre o meio físico efetuado, interpretação de fotos aéreas e imagens orbitais, e levantamento de desastres

anteriormente ocorridos nas áreas. Todos esses dados foram armazenados e analisados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas – SIG. Esses procedimentos forneceram elementos para os trabalhos de campo, identificando evidências de processos de instabilidade instalados nas encostas, os fatores condicionantes desses processos, e indícios do desenvolvimento de novos processos de instabilização.

Desta forma, foram determinados os modelos de instabilidade predominantes, delimitados e caracterizados nos setores de risco, tendo como consequência, a atualização do levantamento anteriormente efetuado.

Durante esses trabalhos foram confeccionadas as fichas de campo contendo os registros do mapeamento efetuado e, também, das proposições de intervenções, observando a caracterização e o diagnóstico dos processos, e as referências para caracterização das ocupações, apresentadas nos Quadros 2 e 3.

<p style="text-align: center;">CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Talude natural / corte • Altura do talude • Aterro compactado / lançado • Distância da moradia • Declividade • Estruturas em solo / rocha desfavoráveis • Presença de blocos de rocha / matacões / paredões rochosos • Presença de lixo / entulho • Aterro em anfiteatro • Ocupação de cabeceira de drenagem 	<p style="text-align: center;">EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trincas moradia / aterro • Inclinação de árvores / postes / muros • Degraus de abatimento • Cicatrizes de escorregamentos • Feições erosivas • Muros / paredes “embarrigados”
<p style="text-align: center;">VEGETAÇÃO NO TALUDE OU PROXIMIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presença de árvores • Vegetação rasteira • Área desmatada • Área de cultivo 	<p style="text-align: center;">ÁGUA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentração de água de chuva em superfície • Lançamento de água servida em superfície • Presença de fossas / rede de esgoto / rede de água • Surgências d’água • Vazamentos <p style="text-align: center;">MARGENS DE CÓRREGO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de canal (natural / sinuoso / retificado) • Distância da margem • Altura do talude marginal • Altura de cheias • Trincas na superfície do terreno

QUADRO 2. Diagnóstico de setor e descrição de processo de instabilização

CATEGORIA DE OCUPAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Área consolidada	Área densamente ocupada, com infraestrutura básica.
Área parcialmente consolidada	Área em processo de ocupação, adjacente a áreas de ocupação consolidada. Densidade da ocupação variando de 30% a 90%. Razoável infraestrutura básica.
Área parcelada	Área de expansão, periférica e distante de núcleo urbanizado. Baixa densidade de ocupação (até 30%). Desprovida de infraestrutura básica.
Área mista	Nesse caso, caracterizar a área quanto a densidade de ocupação e quanto a implantação de infraestrutura básica.

QUADRO 3. Referências para a caracterização das ocupações

Os setores de risco foram delimitados sendo a eles atribuídas as probabilidades e graus de risco de ocorrência de processos de instabilização (escorregamentos em encostas ocupadas e solapamento de margens de córregos), dando-se destaque aos setores de grau de risco 3 e 4, de acordo com os seguintes critérios de julgamento indicados no Quadro 4:

Grau de probabilidade	Descrição
<p style="text-align: center;">R1 Baixo</p>	<p>Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Não há indícios de desenvolvimento de processos de instabilização de encostas e de margens de drenagens. É a condição menos crítica. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período de um ciclo chuvoso.</p>
<p style="text-align: center;">R2 Médio</p>	<p>Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ciclo chuvoso.</p>
<p style="text-align: center;">R3 Alto</p>	<p>Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de significativa(s) evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes etc.) Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ciclo chuvoso.</p>
<p style="text-align: center;">R4 Muito Alto</p>	<p>Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. As evidências de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação ao córrego etc.) são expressivas e estão presentes em grande número e/ou magnitude. É a condição mais crítica. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ciclo chuvoso.</p>

QUADRO 4. Critérios para definição do grau de probabilidades de ocorrência de processos de instabilização dos tipos escorregamentos em encostas ocupadas e solapamento de margens de córregos

4.2. Definição das Alternativas de Intervenções

Com a conclusão do mapeamento de risco, foram definidas as alternativas das possíveis intervenções necessárias ao controle desses riscos para cada caso identificado, conforme padronização adotada para os diferentes tipos de intervenção, apresentadas no quadro seguinte:

Tipo de intervenção	Descrição
SERVIÇOS DE LIMPEZA E RECUPERAÇÃO	Serviços de limpeza de entulho, lixo, etc. Recuperação e/ou limpeza de sistemas de drenagem, esgotos e acessos. Também incluem obras de limpeza de canais de drenagem. Correspondem a serviços manuais e/ou utilizando maquinário de pequeno porte.
OBRAS DE DRENAGEM SUPERFICIAL, PROTEÇÃO VEGETAL (GRAMÍNEAS). E DESMONTE DE BLOCOS E MATAÇÕES	Implantação de sistema de drenagem superficial (canaletas, rápidos, caixas de transição, escadas d'água etc.). Implantação de proteção superficial vegetal (gramíneas) em taludes com solo exposto. Eventual execução de acessos para pedestres (calçadas, escadarias etc) integrados ao sistema de drenagem. Proteção vegetal de margens de canais de drenagem. Desmonte de blocos rochosos e matações. Predomínio de serviços manuais e/ou com maquinário de pequeno porte.
OBRAS DE DRENAGEM DE SUBSUPERFÍCIE	Execução de sistema de drenagem de subsuperfície (trincheiras drenantes, DHP, poços de rebaixamento etc). Correspondem a serviços parcial ou totalmente mecanizados.
ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO LOCALIZADAS OU LINEARES	Implantação de estruturas de contenção localizadas, como chumbadores, tirantes, microestacas e muros de contenção passivos de pequeno porte ($h_{max} = 5m$ e $l_{max} = 10m$). Obras de contenção e proteção de margens de canais (gabiões, muros de concreto etc). Correspondem a serviços parcial ou totalmente mecanizados.
OBRAS DE TERRAPLENAGEM DE MÉDIO A GRANDE PORTES	Execução de serviços de terraplenagem. Execução combinada de obras de drenagem superficial e proteção vegetal (obras complementares aos serviços de terraplenagem). Obras de desvio e canalização de córregos. Predomínio de serviços mecanizados.
ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO DE MÉDIO A GRANDE PORTES	Implantação de estruturas de contenção de médio a grande porte ($h > 5m$ e $l > 10m$), envolvendo obras de contenção passivas e ativas (muros de gravidade, cortinas etc). Poderão envolver serviços complementares de terraplenagem. Predomínio de serviços mecanizados.
REMOÇÃO DE MORADIAS	As remoções poderão ser definitivas ou não (para implantação de uma obra, por exemplo). Priorizar eventuais relocações dentro da própria área ocupada, em local seguro.

QUADRO 5. Tipologia de intervenções voltadas à redução de riscos associados a escorregamentos em encostas ocupadas e a solapamento de margens de córregos.

4.3. Hierarquização das Ações

Com o resultado do mapeamento atualizado e a definição das intervenções para eliminação das situações de risco, foi elaborada uma escala de prioridades de execução de tais intervenções, em função da gravidade da situação, da urgência, e dos recursos disponíveis.

Seguindo a escala de prioridades estabelecida, as intervenções propostas para estabilização geotécnica foram estudadas e consolidadas por meio de projetos básicos simplificados, desenvolvidos de forma a possibilitar o pré-dimensionamento executivo e orçamentário das intervenções, todas inseridas

em um contexto global debatido com as comunidades envolvidas, sendo adequados a partir desse debate.

Os critérios de priorização das intervenções consideraram, entre outros, os seguintes aspectos:

- grau de risco geológico;
- abrangência dos impactos resultantes;
- número de moradias diretamente beneficiadas;
- participação da comunidade;
- viabilidade técnica e executiva;
- custos de implantação das obras por setor; e
- viabilidade de articulação para captação de fontes alternativas de recursos necessários.

5. RESULTADOS DA REVISÃO DO MAPEAMENTO DE RISCO

5.1. Caracterização Geológico-geotécnica das Áreas

Para a revisão do mapeamento de risco das áreas selecionadas foram considerados os diversos elementos dos terrenos, cujas fragilidades, quando associadas às intervenções antrópicas, pudessem deflagrar os desastres considerados nesse plano de redução de riscos. As características geológico-geotécnicas de cada área, levantadas em trabalhos de campo, interpretação de imagens orbitais, e interpretação de estereopares de fotos aéreas, são a seguir apresentadas.

➤ Lazareto

• Aspectos Morfológicos

A comunidade do Lazareto ocupa principalmente um anfiteatro, controlado nitidamente por estruturas geológicas, onde os processos erosivos entalharam o talvegue principal. Essa área é intensamente ocupada, restando ainda áreas não ocupadas nas porções superiores da encosta. Esse anfiteatro é limitado por um espigão estreito, convexo, ocupado de forma intensa. O Lazareto tem sua ocupação mais acentuada na vertente lateral do espigão que forma uma encosta pouco côncava de elevada declividade.

• Aspectos Geológicos

- **Suíte Intrusiva Serra dos Órgãos** – O substrato geológico contém rochas sin-tectônicas de idade Neoproterozóica incluídas na Suíte Intrusiva Serra dos Órgãos, compostas de granodiorito gnaisses, de granulação média e foliação descontínua.
- **Granitóides Pós-tectônicos** – Ocorrem também rochas pós-tectônicas de idade Cambro-Ordoviciano, compostas de granitos e granodioritos, equigranulares, porfiríticos.

• Unidades Geotécnicas

Foram identificadas as seguintes unidades geotécnicas (Figura 1):

- **Depósito Aluvionar (AI)** – Sedimentos fluviais compostos por areias, cascalhos e blocos de rocha depositados pelo rio Bengalas.
- **Cobertura Colúvio-Aluvionar (Co-AI)** – Depósitos transicionais interdigitados resultantes de processos de transporte e deposição fluvial e, também, gravitacionais. Consistem de areias, cascalhos, blocos, lentes de argila e outros materiais detríticos.

- **Depósito Coluvionar de Rampa (Co-r)** – A unidade é composta de sedimentos coluvionares formando rampas suaves cujos processos deposicionais resultam da ação das águas de escoamento superficial e gravitacional.
- **Depósito Coluvionar sobre Solo Residual (Co-Sr)** – Depósitos pouco espessos de colúvio capeando solos residuais de boas características geotécnicas.
- **Depósito Coluvionar e de Tálus (Co-Ta)** – Coberturas resultantes de movimentos de massa, compostas de solos arenos-argilosos e blocos de rocha.

- **Estruturas**

As estruturas geológicas, falhas e fraturas, observadas na região do Lazareto (Figura 1) apresentam orientações predominantes NW e NE, que controlam a morfologia dos anfiteatros e concavidades estruturais.

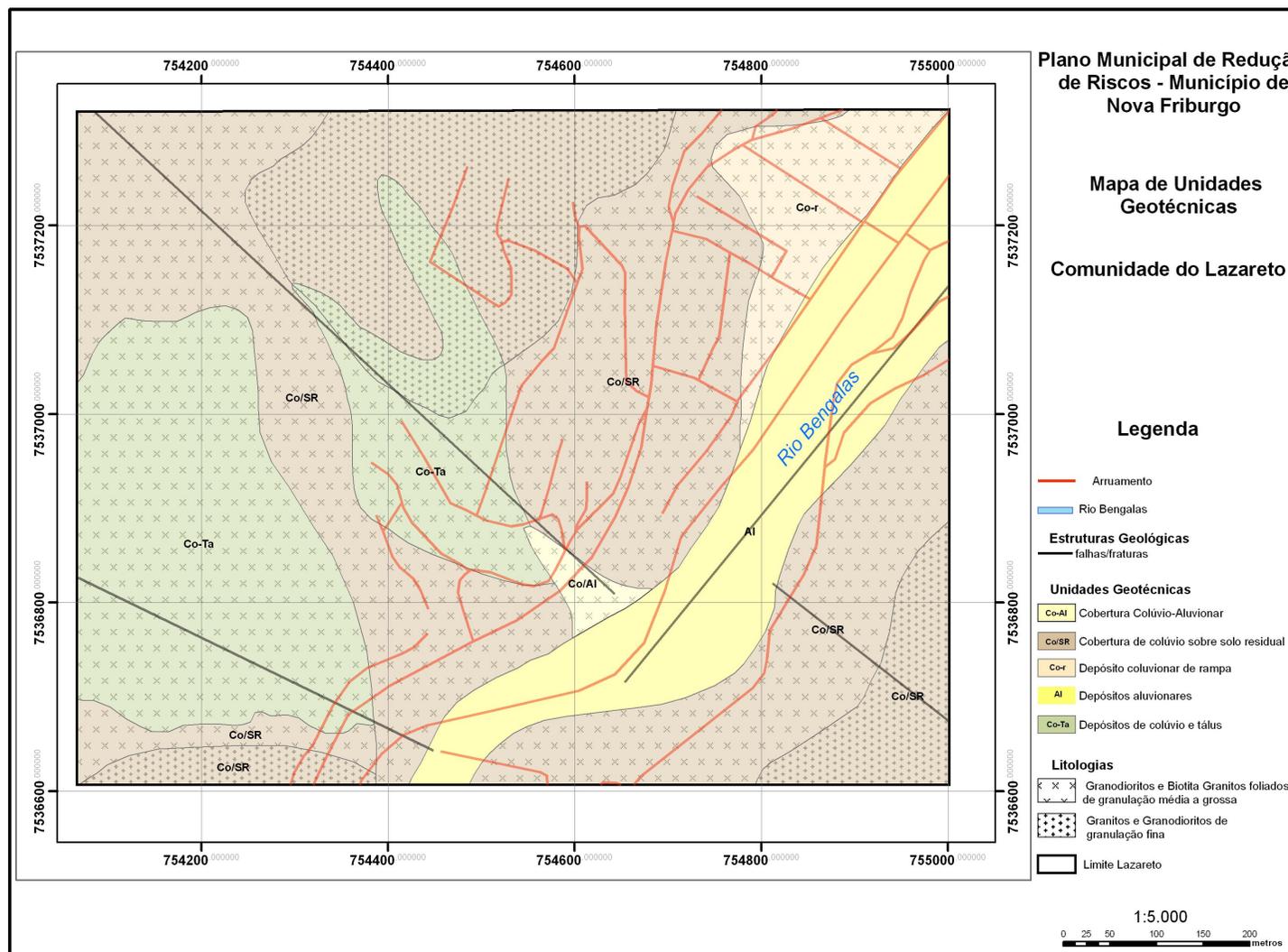


FIGURA 1. Lazareto – Caracterização geológico-geotécnica

➤ **Vilage**

• **Aspectos Morfológicos**

A área ocupada pela comunidade do Vilage consiste de um anfiteatro, controlado nitidamente por estruturas geológicas, onde os processos erosivos entalharam o talvegue principal. Essa área é intensamente ocupada, restando ainda algumas porções não ocupadas nas partes superiores da encosta. Diversas cicatrizes de rupturas podem ser observadas ao longo dos cortes junto ao arruamento, em solo residual e colúvio, relacionadas tanto com processos naturais como induzidos pelas modificações antrópicas nos terrenos resultantes da ocupação da área.

• **Aspectos Geológicos**

- **Suíte Intrusiva Serra dos Órgãos** – O substrato geológico contém rochas sin-tectônicas de idade Neoproterozóica incluídas na Suíte Intrusiva Serra dos Órgãos, compostas de granodiorito gnaiesses, de granulação média e foliação descontínua.
- **Granitóides Pós-tectônicos** – Ocorrem também rochas pós-tectônicas de idade Cambro-Ordoviciano, compostas de granitos e granodioritos, equigranulares porfíricos.

• **Unidades Geotécnicas**

Foram identificadas as seguintes unidades geotécnicas:

- **Depósito Aluvionar (Al)** – Sedimentos fluviais compostos de areias, lentes de argila, cascalhos e blocos de rocha depositados pelo rio Bengala.
- **Cobertura Colúvio-Aluvionar (Co-Al)** – Depósitos transicionais interdigitados resultantes de processos de transporte e deposição fluvial e, também, gravitacionais. Esses sedimentos são compostos por areias, cascalhos, blocos, lentes de argila e outros materiais detríticos.
- **Depósito Coluvionar de Rampa (Co-r)** – A unidade é composta de sedimentos coluvionares formando rampas suaves, cujos processos deposicionais resultam da ação das águas de escoamento superficial e gravitacional.
- **Depósito Coluvionar sobre Solo Residual (Co-Sr)** – Depósitos pouco espessos de colúvio capeando solos residuais de boas características geotécnicas.
- **Depósito Coluvionar e de Tálus (Co-Ta)** – Coberturas resultantes de movimentos de massa, compostas de solos areno-

argilosos e blocos de rocha. Esses materiais apresentam baixas propriedades geotécnicas.

- **Estruturas**

As estruturas geológicas observadas na região do Vilage representam, em pequena escala, as orientações estruturais regionais caracterizadas como falhas geológicas e/ou fraturas. Predominam feições estruturais com orientação **NNE**, como aquela onde está encaixado o Rio Bengalas, e estruturas **E-W** e **NW**, que controlam a morfologia dos anfiteatros e concavidades estruturais.

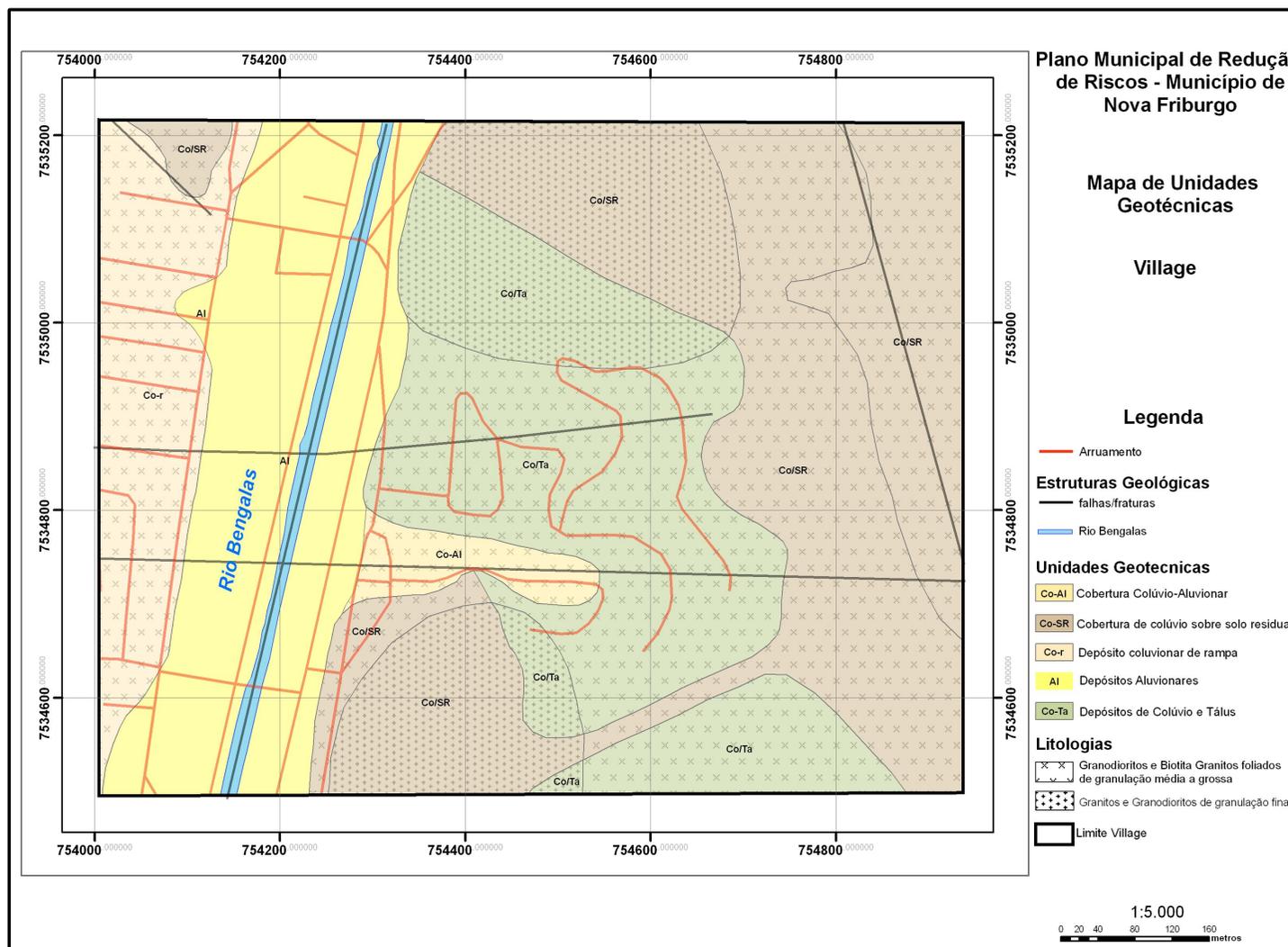


FIGURA 2. Village – Caracterização geológico-geotécnica

➤ **Olaria I e Olaria II**

• **Aspectos Morfológicos**

O bairro do Olaria é morfológicamente dominado pelo magnífico escarpamento rochoso da Pedra do Elefante e depósitos detríticos de tálus e colúvio que capeiam o sopé da escarpa e terrenos de elevada declividade nos seu entorno. Os processos morfodinâmicos estão relacionados com a liberação, tombamento e rolamento de blocos de rocha granítica, resultantes, principalmente, do intemperismo dessa rocha, associado aos sistemas de juntas e fraturas do maciço rochoso.

• **Aspectos Geológicos**

- **Suíte Intrusiva Serra dos Órgãos** – O substrato geológico contém rochas sin-tectônicas de idade Neoproterozóica incluídas na Suíte Intrusiva Serra dos Órgãos, compostas de granodiorito gnaisse de granulação média e foliação descontínua. Essas rochas mais antigas e de composição mineralógica mais suscetível aos processos intempéricos formam relevo de morros com coberturas de espessuras variadas de solo residual e colúvio.
- **Granitóides Pós-tectônicos** – Ocorrem também rochas pós-tectônicas de idade Cambro-Ordoviciano, que são granitos e granodioritos, equigranulares, porfíricos. As rochas dessa unidade formam maciços rochosos com escarpamentos formando feições aproximadamente circulares ou elipsoidais.

O intemperismo físico, principalmente, que atua sobre esses maciços, condiciona os processos dinâmicos na encosta com a liberação de blocos e lascas de rocha que se depositam no sopé dos escarpamentos, formando expressivos depósitos de tálus.

• **Unidades Geotécnicas**

Foram identificadas as seguintes unidades geotécnicas (Figura 3):

- **Depósito Coluvionar sobre Solo Residual (Co-Sr)** – Depósitos pouco espessos de colúvio capeando solos residuais de boas características geotécnicas.
- **Cobertura Detrítica sobre Rocha (Cdr)** – Cobertura pouco espessa de fragmentos de rocha, pedras-de-mão e blocos depositados em quebras de relevo e sopé do escarpamento rochoso

- **Depósito de Tálus (Ta)** – Depósitos de tálus resultantes de movimentos de massa, compostos de solos areno-argilosos e blocos de rocha.
- **Afloramento de Rocha (AF)** – maciço rochoso granítico aflorante com escarpas lisas com juntas de alívio concentradas na crista, onde ocorrem blocos de rocha individualizados e em posição de instabilidade.

- **Estruturas**

A região de Olaria, representada no mapa, mostra feições estruturais predominantes com direção NW relacionadas à falhas e/ou fraturas que cortam os terrenos granito gnáissicos mais rebaixados. No maciço granítico da Pedra do Elefante ocorrem juntas de alívio concentradas principalmente na crista da escarpa rochosa. Essas feições e sua interseção com descontinuidades verticalizadas individualizam blocos e lascas de rocha instáveis que podem sofrer mobilização e atingir com grande poder de impacto e destruição as moradias existentes a jusante.

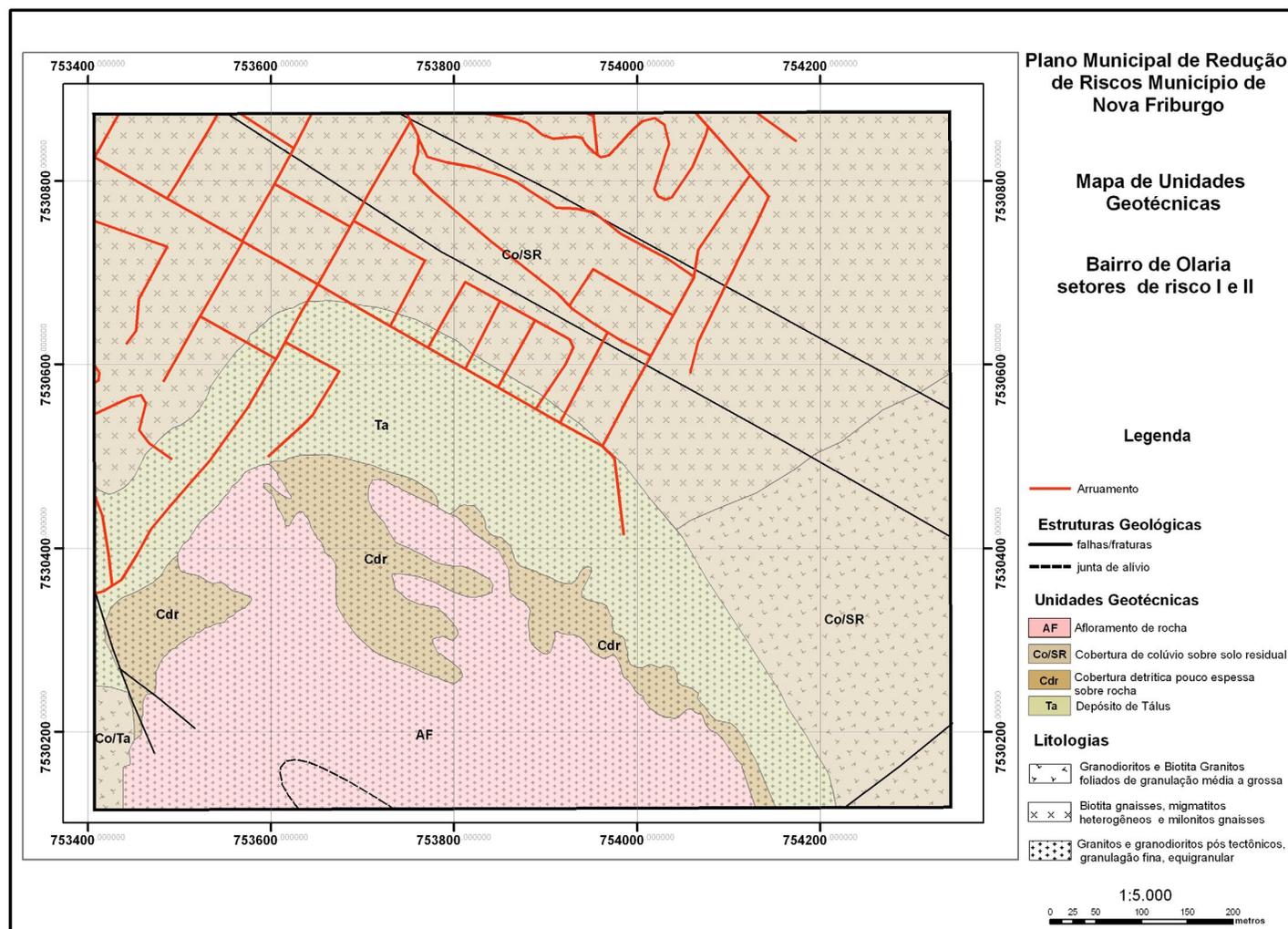


FIGURA 3. Olaria I e II – Caracterização geológico-geotécnica

➤ **Barroso**

• **Aspectos Morfológicos**

O assentamento do Barroso localiza-se no bairro de Olaria, e, da mesma forma, é morfológicamente dominado pelo escarpamento rochoso da Pedra do Elefante e depósitos detríticos de tálus e colúvio, que capeiam o sopé da escarpa e terrenos de elevada declividade nos seu entorno.

Os processos morfodinâmicos estão relacionados com a liberação, tombamento e rolamento de blocos de rocha granítica, resultantes, principalmente, do intemperismo dessa rocha, associado aos sistemas de juntas e fraturas do maciço rochoso.

• **Aspectos Geológicos**

- **Suíte Intrusiva Serra dos Órgãos** – O substrato geológico é composto por rochas sin-tectônicas de idade Neoproterozóica incluídas na Suíte Intrusiva Serra dos Órgãos, que são granodiorito-gnaisses de granulação média e foliação descontínua. Essas rochas mais antigas e de composição mineralógica mais suscetível aos processos intempéricos formam relevo de morros com coberturas de espessuras variadas de solo residual e colúvio.
- **Granitóides Pós-tectônicos** – Ocorrem também rochas pós-tectônicas de idade Cambro-Ordovicianas, que são granitos e granodioritos, equigranulares porfíricos. Formam maciços rochosos com escarpamentos que apresentam feições aproximadamente circulares ou elipsoidais.

O intemperismo físico, principalmente, que atua sobre esses maciços, condiciona os processos dinâmicos de encosta com a liberação de blocos e lascas de rocha que se depositam no sopé dos escarpamentos formando expressivos depósitos de tálus.

• **Unidades Geotécnicas**

Foram identificadas as seguintes unidades geotécnicas (Figura 4):

- **Depósito Aluvionar (Al)** – Sedimentos fluviais compostos por areias, lentes de argila, cascalhos e blocos de rocha depositados pelo Rio Cônego.
- **Depósito de Leque Detrítico (Ld)** – Consistem de concentrações de blocos de rocha depositados pela ação das

águas de escoamento superficial (enxurradas), em períodos de intensa precipitação e com grande energia.

- **Depósito Coluvionar sobre Solo Residual (Co-Sr)** – Depósitos pouco espessos de colúvio capeando solos residuais de boas características geotécnicas.
- **Cobertura Detrítica sobre Rocha (Cdr)** – cobertura pouco espessa de fragmentos de rocha, pedras-de-mão e blocos depositados em quebras de relevo e sopé do escarpamento rochoso
- **Depósito de Tálus (Ta)** – Depósitos de tálus resultantes de movimentos de massa, compostos de solos areno-argilosos e blocos de rocha.
- **Afloramento de Rocha (AF)** – maciço rochoso granítico aflorante, com escarpas lisas apresentando juntas de alívio concentradas na crista, onde ocorrem blocos de rocha individualizados e em posição de instabilidade.

- **Estruturas**

Na região de Olaria representada no mapa ocorrem feições estruturais predominantes com direção NW relacionadas às falhas e/ou fraturas que cortam os terrenos granito gnáissicos mais rebaixados. O rio Cônego corre encaixado em uma estrutura com orientação NE.

No maciço granítico da Pedra do Elefante ocorrem juntas de alívio concentradas principalmente na crista da escarpa rochosa. Essas feições e sua interseção com descontinuidades verticalizadas individualizam blocos e lascas de rocha instáveis que podem sofrer mobilização e atingir, com grande poder de impacto e destruição, as moradias existentes a jusante.

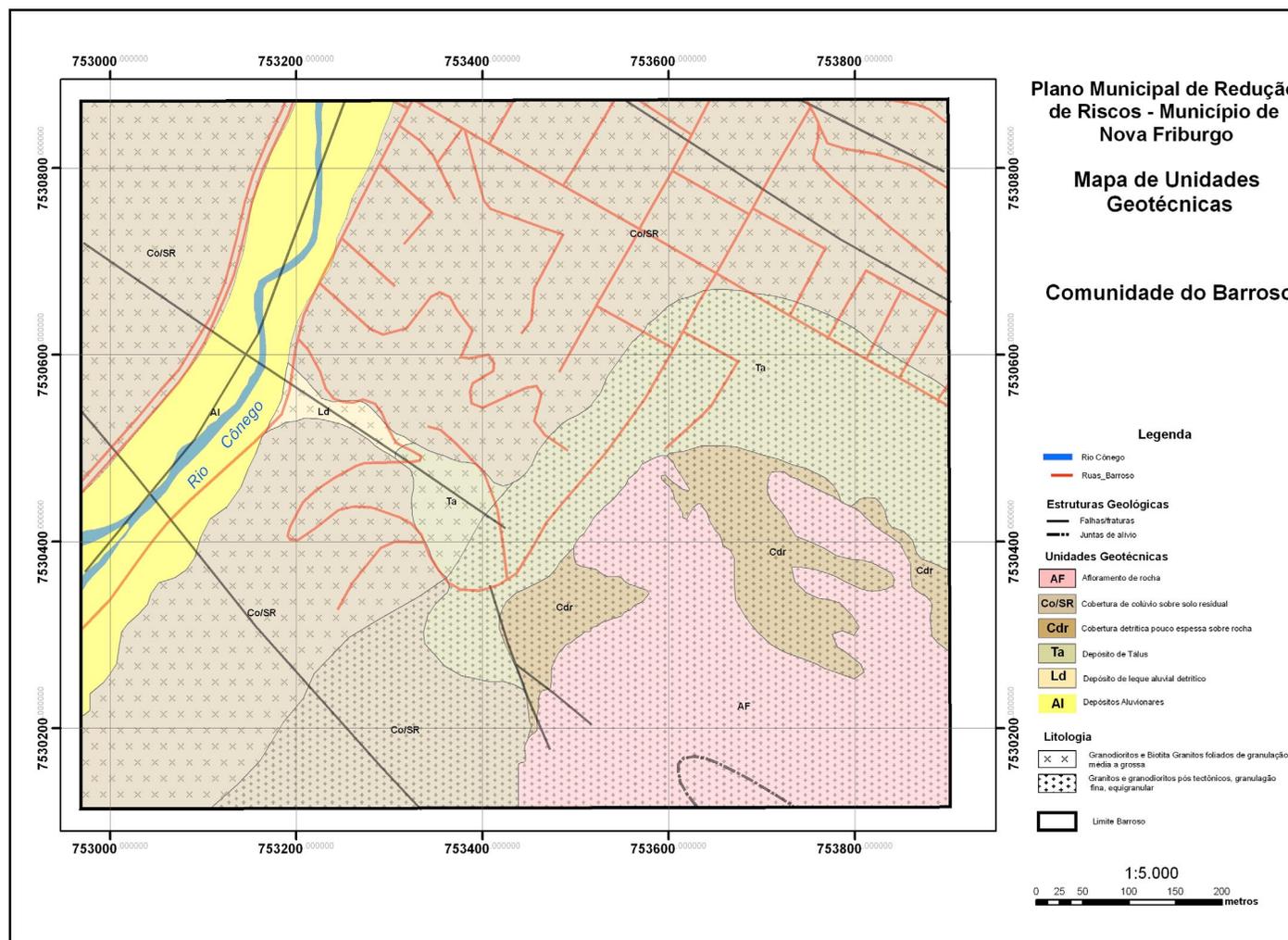


FIGURA 4. Barroso – Caracterização geológico-geotécnica

➤ **Alto Floresta e Floresta**

• **Aspectos Morfológicos**

As comunidades de Floresta e Alto Floresta ocupam principalmente um anfiteatro cuja forma é controlada por diferentes tipos litológicos e por estruturas geológicas (falhas e / ou fraturas), onde os processos erosivos entalharam o talvegue principal.

A área está intensamente ocupada, restando, porém, setores sem construções nas porções mais íngremes das vertentes do anfiteatro, situadas no segmento norte dessa feição, que tem como característica principal a ocorrência de afloramentos rochosos verticalizados, decorrentes da maior resistência ao intemperismo do maciço rochoso local. Nesse segmento podem ser observados muitos matacões e blocos de rocha, tanto equilibrados precariamente nas encostas, como rolados e depositados nos sopés das mesmas ou preenchendo os talwegues das drenagens.

Na vertente leste do anfiteatro, onde é maior a espessura da cobertura de solos, são notadas algumas cicatrizes de escorregamentos ocorridos principalmente em função da forma de ocupação imposta a esses terrenos.

• **Aspectos Geológicos**

- **Granitóides Pós-tectônicos** – Rochas pós-tectônicas de idade Cambro-Ordoviciano, constituídas por granitos e granodioritos, equigranulares, porfiríticos.
- **Suíte Intrusiva Serra dos Órgãos** – Rochas de idade Neoproterozóica, sintectônicas, incluídas na Suíte Intrusiva Serra dos Órgãos, compostas por granodioritos e biotita-granitos foliados, ambos de granulação média a grossa.

• **Unidades Geotécnicas**

Foram identificadas as seguintes unidades geotécnicas (Figura 5):

- **Depósito Coluvionar de Rampa (Co-r)** – A unidade é composta de sedimentos coluvionares formando rampas suaves cujos processos deposicionais resultam da ação das águas de escoamento superficial e gravitacional.
- **Depósito Coluvionar sobre Solo Residual (Co-Sr)** – Depósito de colúvio capeando solos residuais, estes de boas características geotécnicas.
- **Depósito Coluvionar e de Tálus (Co-Ta)** – Coberturas resultantes de movimentos de massa, compostas de solos arenos-argilosos e blocos de rocha.

- **Estruturas**

As estruturas geológicas (falhas e fraturas), observadas na região dos assentamentos de Alto Floresta e Floresta apresentam orientações predominantes NE e NW, que controlam a morfologia dos anfiteatros e concavidades estruturais.

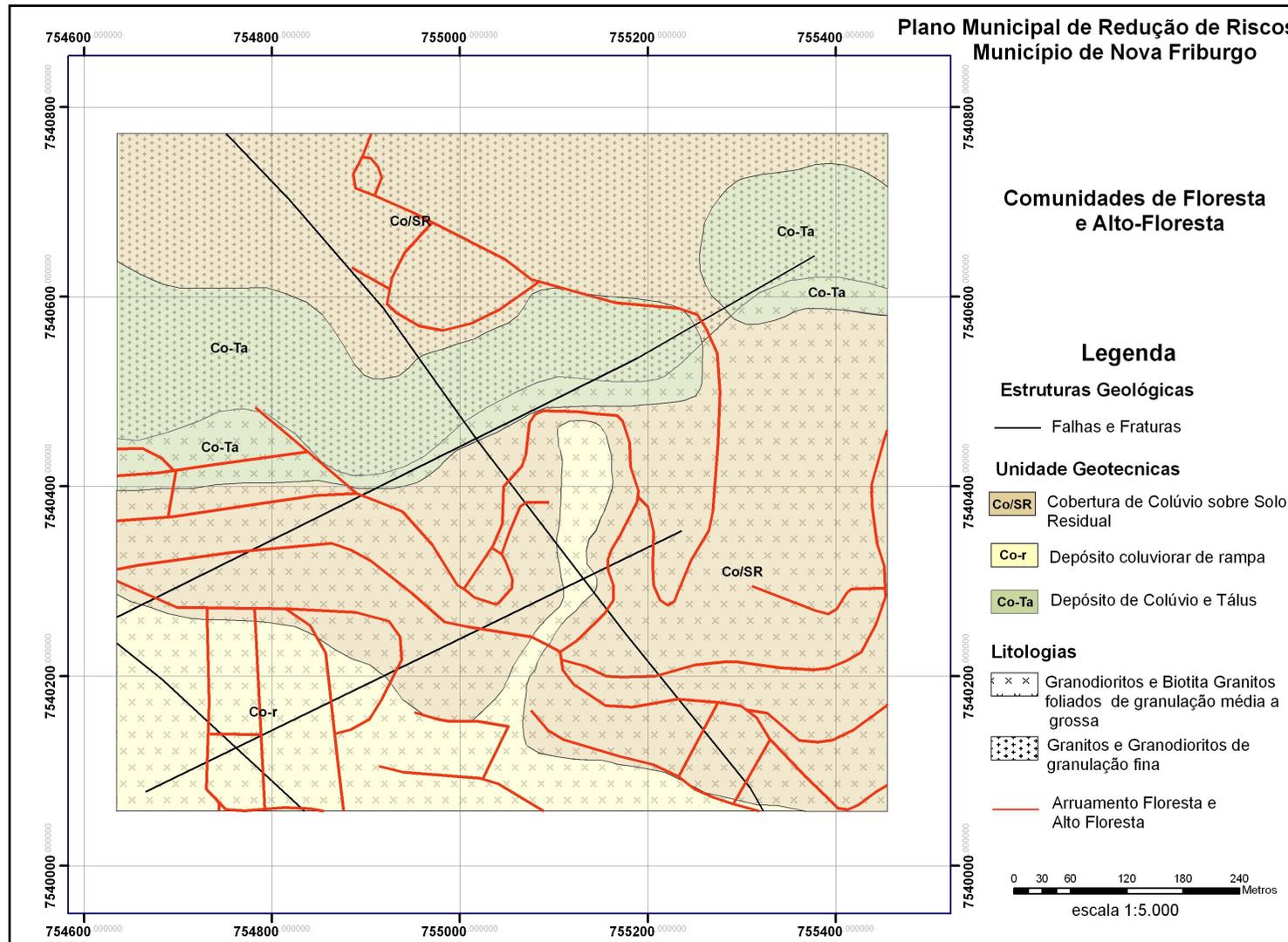


FIGURA 5. Alto Floresta e Floresta – Caracterização geológico-geotécnica

➤ **Cordoeiro**

• **Aspectos Morfológicos**

A área ocupada pela comunidade de Cordoeiro está inserida nas vertentes e topo de um morro localizado próximo à área central da cidade. O assentamento está consolidado, restando ainda uma área desocupada coberta por mata no topo da elevação. Diversas cicatrizes de rupturas podem ser observadas ao longo dos cortes junto ao arruamento, em solo residual e colúvio, relacionadas tanto aos processos naturais, como aos induzidos pelas modificações antrópicas dos terrenos, resultantes da ocupação da área.

• **Aspectos Geológicos**

- **Suíte Intrusiva Serra dos Órgãos** – Rochas sin-tectônicas de idade Neoproterozóica incluídas na Suíte Intrusiva Serra dos Órgãos, que são granodioritos e biotita granitos foliados, de granulação média a grossa.

• **Unidades Geotécnicas**

Foram identificadas as seguintes unidades geotécnicas (Figura 6):

- **Depósito Aluvionar (Al)** – Sedimentos fluviais compostos de areias, lentes de argila, cascalhos e blocos de rocha depositados pelo rio Bengala.
- **Depósito Coluvionar sobre Solo Residual (Co-Sr)** – Depósitos pouco espessos de colúvio capeando solos residuais de boas características geotécnicas.

• **Estruturas**

As estruturas geológicas (falhas e / ou fraturas) observadas na região do assentamento de Cordoeiro estão compreendidas no sistema NW que ocorre na região de Nova Friburgo. As estruturas, de um modo geral, controlam a morfologia dos terrenos, influenciando muitas vezes, no comportamento geotécnico das coberturas de solos, por refletirem nelas planos de fraqueza.

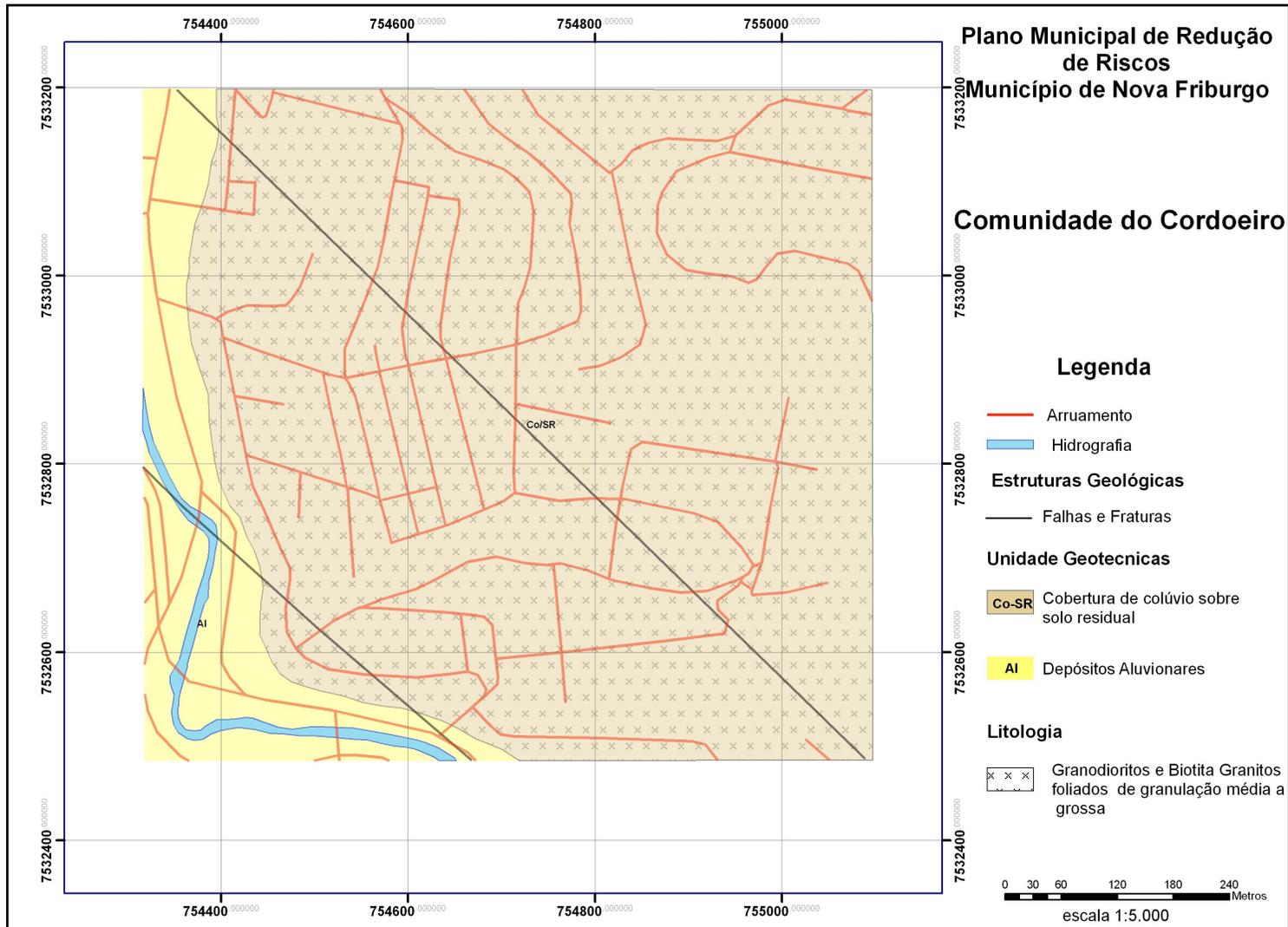


FIGURA 6. Cordoeiro – Caracterização geológico-geotécnica

➤ **Riograndina I**

• **Aspectos Morfológicos**

O assentamento de Riograndina I está localizado no distrito de Riograndina, ao norte do município de Nova Friburgo. A morfologia do local é caracterizada por um vale estreito de origem estrutural, em cujo talvegue se encontra um pequeno riacho de leito rochoso, entulhado por matacões e blocos às vezes métricos e que tem seu curso no sentido N-S, em direção ao rio Grande. Tal morfologia é favorável a ocorrência de enxurradas no caso de chuvas intensas.

As ombreiras do vale são formadas por morros elevados, com vertentes às vezes íngremes, nas quais o substrato rochoso está capeado por colúvios e solos residuais, com a ocorrência de depósitos de tálus localizados.

• **Aspectos geológicos**

- **Suíte Intrusiva Serra dos Órgãos** – Rochas sin-tectônicas de idade Neoproterozóica incluídas na Suíte Intrusiva Serra dos Órgãos, que são granodioritos e biotita-granitos, foliados, de granulação média a grossa.

• **Unidades Geotécnicas**

Foram identificadas as seguintes unidades geotécnicas (Figura 7):

- **Depósito Coluvionar e de Tálus (Co-Ta)** – Coberturas resultantes de movimentos de massa, constituídas por solos areno-argilosos e blocos de rocha, com depósitos de enxurradas nos talvegues (cascalho grosso e blocos).
- **Depósito Coluvionar sobre Solo Residual (Co-Sr)** – Depósitos de colúvio capeando solos residuais de boas características geotécnicas.

• **Estruturas**

Na região de Riograndina I são observadas duas famílias de descontinuidades representadas por falhas e / ou fraturas, com direções NE-SW e NW-SE.

Tais feições estruturais condicionam o modelado do relevo e os reflexos de seus traços mostram a ação dos processos erosivos no maciço rochoso.

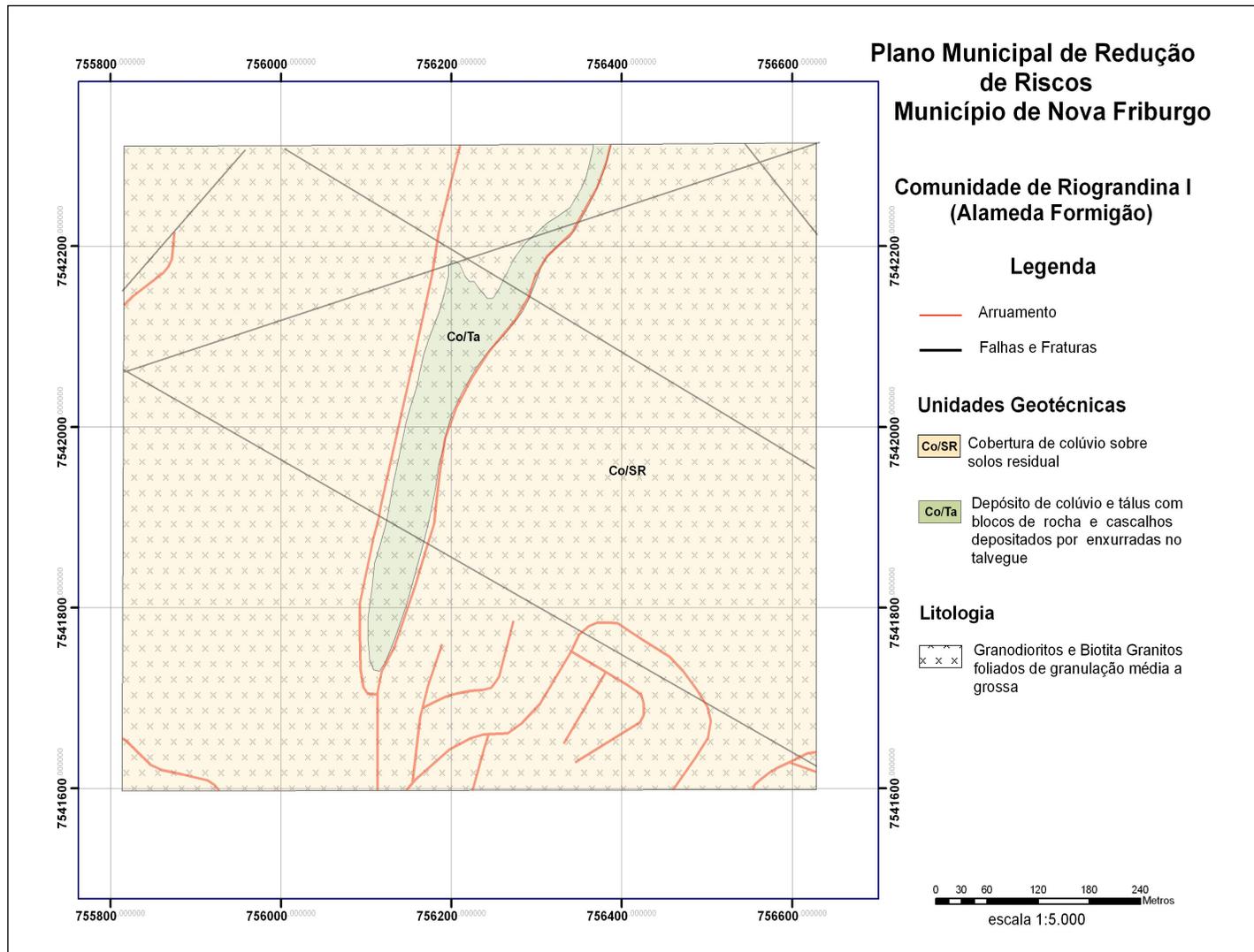


FIGURA 7. Riograndina I – Caracterização geológico-geotécnica

➤ **Riograndina II**

• **Aspectos Morfológicos**

O assentamento de Riograndina II localiza-se no distrito de Riograndina, sendo morfológicamente dominado pela calha do rio Grande, cujo leito é predominantemente rochoso, condicionado por um falhamento com direção ENE-WSW, e em cujas margens observam-se depósitos aluviais de cascalho e areia. As ombreiras do vale são formadas por morros elevados, com o substrato rochoso capeado por colúvios e solos residuais.

O principal processo morfodinâmico a ser considerado como ameaça à segurança das moradias desse assentamento é decorrente do solapamento da margem esquerda do rio em consequência de grandes cheias, e está relacionado à forma de ocupação da área aproveitando a plataforma da antiga ferrovia desativada, implantada pouco acima do nível médio do rio Grande. A margem direita está sujeita a processo de inundações periódicas.

• **Aspectos Geológicos**

- **Suíte Intrusiva Serra dos Órgãos** – O substrato geológico da área é composto por rochas sin-tectônicas de idade Neoproterozóica incluídas na Suíte Intrusiva Serra dos Órgãos, (granodioritos e biotita-granitos de granulação média a grossa).

• **Unidades Geotécnicas**

Foram identificadas as seguintes unidades geotécnicas (Figura 8):

- **Depósito Aluvionar (AI)** – Sedimentos fluviais compostos por areias, cascalhos e blocos de rocha depositados pelo rio Grande.
- **Depósito Coluvionar sobre Solo Residual (Co-Sr)** – Depósitos capeando solos residuais de boas características geotécnicas.
- **Afloramento de Rocha (AF)** – Maciço rochoso granítico aflorante no leito e na margem esquerda do rio Grande.

• **Estruturas**

Na região de Riograndina II são observadas três famílias de descontinuidades representadas por falhas e / ou fraturas, com direções ENE-WSW, NE-SW e NW-SE. Essas feições estruturais condicionam o curso do rio Grande, ora confinado em extensos estirões onde é alta a energia do fluxo de suas águas, ora meandrante em trechos alargados do vale, cujo modelado do relevo é decorrente da interseção daquelas estruturas que facilitaram a ação dos processos erosivos através do enfraquecimento do maciço rochoso.

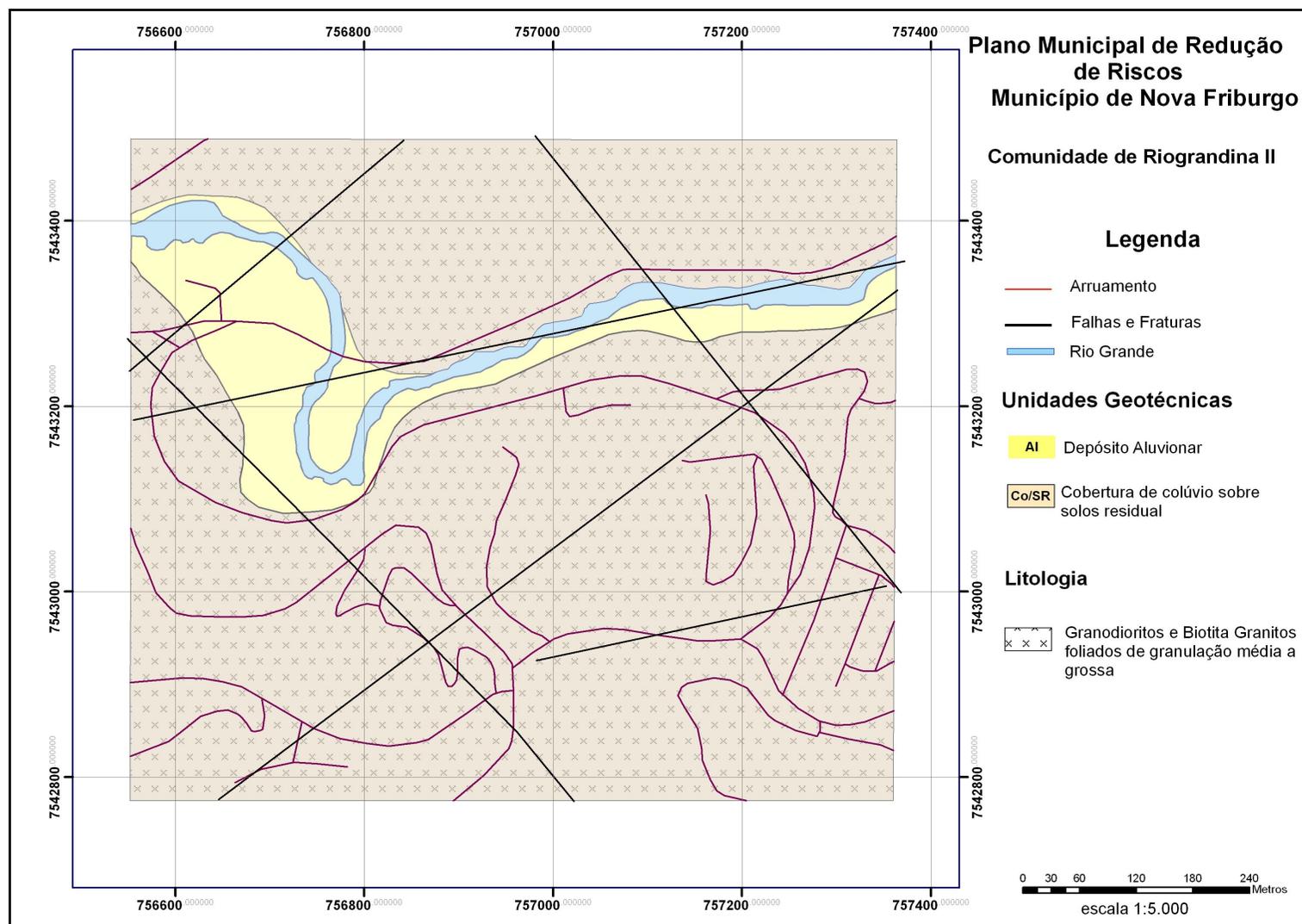


FIGURA 8. Riograndina II – Caracterização geológico-geotécnica

5.2. Resultados das investigações de campo e atualização do mapeamento de risco

➤ Considerações Gerais

Os assentamentos precários existentes em Nova Friburgo caracterizam-se, de uma forma geral, por moradias de alvenaria construídas em lotes pequenos (da ordem de 100 a 200m²), ocupando terrenos com declividades médias a altas em vertentes de morros elevados. Alguns desses assentamentos (Vilage, Floresta, Lazareto, Barroso) se expandiram por vertentes em forma de anfiteatro, nas quais uma drenagem central recebe todas as águas pluviais precipitadas nas encostas. Esse modelo de parcelamento do solo induziu as pessoas que se instalaram em tais comunidades a procederem de forma incorreta, com o objetivo de obter melhor aproveitamento do espaço disponível.

O principal procedimento empregado na ocupação dos lotes privilegiou o método de corte / aterro lançado, o que resultou em taludes instáveis em cortes praticamente verticais, executados em terrenos constituídos por unidades geotécnicas desfavoráveis (principalmente colúvios e depósitos de tálus com muitos blocos rochosos). Essa prática produziu também situações de instabilidade e risco nos taludes das saias dos aterros, simplesmente lançados sem compactação sobre esses mesmos terrenos, cujo equilíbrio natural é precário.

A tentativa de estabilizar os taludes verticalizados decorrentes dos cortes e / ou aterros, quase sempre muito próximos das casas, na maioria das vezes foi feita por meio da construção de muros de alvenaria, nem sempre eficazes para a contenção de movimentos do solo, principalmente em função de dimensionamento inadequado e / ou drenagem precária ou inexistente.

Nas vertentes que formam anfiteatros, tais como nas comunidades de Vilage, Lazareto e Barroso, a drenagem natural das águas pluviais, de uma forma geral, é convergente em direção a um talvegue que percorre a linha de maior declive das concavidades.

A interferência dos acessos às moradias, implantados sob a forma de arruamentos (calçados ou não), vielas, escadarias e trilhas com esses sistemas de drenagem natural, muitas vezes desvia e direciona o fluxo das águas pluviais, as quais acabam adquirindo grande energia, para áreas onde ocorrem terrenos íngremes, de estabilidade natural precária, agravada pelo parcelamento dos lotes, cortes e aterros. Todos esses fatores tornam tais terrenos mais vulneráveis ainda aos processos de movimentos de massa condicionados pelo encharcamento do solo.

No caso de ocorrência de chuvas torrenciais, a vulnerabilidade desses terrenos pode atingir um ponto crítico, desencadeando sucessivos

deslizamentos que acabam por destruir, não só os arruamentos como, também, as moradias construídas a jusante, nas encostas.

Os efeitos desses eventos climáticos podem ser mitigados por sistemas de drenagem bem projetados e dimensionados, construídos ao longo das vias ou nas vertentes, e que direcionem as águas captadas para coletores, reduzindo a saturação dos terrenos.

Embora haja coleta regular de lixo nos assentamentos enfocados nesses estudos, alguns moradores, por desinformação ou comodismo, lançam os detritos que produzem no dia a dia, e ainda, os decorrentes de podas e de rejeitos de obras, em terrenos baldios existentes nas vertentes dos morros, muitas vezes a montante de casas construídas em níveis inferiores. Os detritos acumulados tendem a escorregar e/ou induzir escorregamentos nos terrenos naturais dessas vertentes, provocando às vezes, acidentes de grandes proporções.

Outro fator de risco de escorregamentos bastante comum em taludes nessas comunidades decorre do lançamento de águas servidas nas encostas, ou, então, do extravasamento de fossas construídas para o esgotamento sanitário das moradias. A saturação do solo que ocorre em tais circunstâncias pode vir a ser um importante elemento deflagrador de movimentos de massa, em muitos casos, com grande potencial de destruição.

Os trabalhos de campo para atualização do mapeamento de risco nos assentamentos selecionados identificaram, de acordo com a metodologia utilizada, os setores com grau de risco 1, 2, 3 e 4 existentes em cada um deles.

Neste trabalho, para efeito de levantamento de moradias em risco e de pessoas ameaçadas, foram consideradas somente as situações de risco 3 e 4, levando-se em conta a probabilidade de ocorrência de algum tipo de desastre, e, conseqüentemente, a necessidade de alguma forma de intervenção.

O levantamento das moradias e das pessoas ameaçadas foi efetuado no campo, percorrendo-se casa a casa nas comunidades, sendo considerado estimado apenas quando não foi possível obter a informação concreta.

O resumo dos dados desse levantamento encontra-se no Quadro 6.

ASSENTAMENTO	ENCOSTA	MARGEM RIO	GRAU DE RISCO	MORADIAS EM RISCO	PESSOAS AMEAÇADAS
LAZARETO			R4	38	132
			R3	33	155
VILAGE			R4	28	113
			R3	43	183
CORDOEIRO			R4	44	125
			R3	10	46
BARROSO			R4	4	16
			R3	1	4
OLARIA I E II (mapeamento I)			R4	451	1806
			R3	350	1410
OLARIA I E II (mapeamento II)			R4	117	468
			R3	216	864
ALTO FLORESTA E FLORESTA			R4	52	266
			R3	71	318
RIOGRANDINA I (FORMIGÃO)			R4	16	51
			R3	17	69
RIOGRANDINA II			R4	20	77
			R3	21	102

QUADRO 6. Moradias em risco e pessoas ameaçadas nos assentamentos selecionados

A seguir, são apresentados os resultados das investigações de campo e atualização do mapeamento de risco, por assentamento.

➤ **Lazareto**

• **Características do assentamento**

A comunidade do Lazareto localiza-se no segmento centro-norte da mancha urbana de Nova Friburgo, no distrito de Conselheiro Paulino. A ocupação da área se deu nas encostas e no sopé de um espigão elevado, com amplitudes de relevo acentuadas e vertentes íngremes que convergem em direção à calha do rio Bengalas.

A maior parte das moradias é construída em alvenaria, em lotes pequenos (150 a 200m²), ocupando terrenos com declividades médias a altas. Algumas dessas moradias apresentam trincas e deslocamentos decorrentes de deficiências nos processos construtivos, encontrando-se sob risco de desmoronamento.

O nivelamento dos lotes, em geral, deu-se pelo método de corte / aterro, resultando em taludes verticalizados tanto nos cortes efetuados, como nas saias dos aterros, simplesmente lançados sem compactação. Muitos moradores, na tentativa de se protegerem de escorregamentos nesses taludes, construíram muros de arrimo rudimentares, sendo que, em diversos

deles foram observadas deformações (“embarrigamentos”) e fissuras, em consequência de deficiências construtivas e de drenagem inadequada.

O acesso às moradias é feito por meio de escadarias e vielas, cimentadas nas áreas já consolidadas da comunidade, e de terra batida nas trilhas da parte superior pouco ocupada. As escadarias e vielas calçadas, na sua maior parte com canaletas de drenagem em uma das laterais, servem de caminhos de escoamento das águas pluviais, principalmente durante chuvas intensas. Em razão do dimensionamento insuficiente desses sistemas de escoamento, várias dessas vias se encontram semidestruídas, favorecendo processos erosivos nos taludes de jusante. Foram observadas diversas canaletas e caixas de passagem obstruídas por entulho e/ou lixo.

- **Levantamento efetuado**

No levantamento de campo efetuado em setembro e outubro de 2006, revisado após o evento de chuvas intensas ocorrido em janeiro de 2007, foram percorridas praticamente todas as vias de acesso às moradias, quando várias delas foram inspecionadas e cadastradas individualmente em decorrência de situações de risco existentes. As fichas de cadastramento das situações de risco que mereceram atenção e que serviram de base para a definição do zoneamento de risco do assentamento em foco encontram-se na Tabela 1 do Anexo III. O zoneamento de risco do assentamento do Lazareto está apresentado no Mapa 1 do Anexo I e resumido no Quadro 7.

- **Aspectos geotécnicos locais**

Nas áreas convexas das vertentes ocorrem coberturas coluviais pouco espessas sobre solos residuais relativamente estáveis, mesmo quando submetidos a intervenções tecnicamente mal elaboradas. Nos segmentos côncavos ocorrem depósitos de talus de constituição heterogênea, contendo desde a fração argila até blocos e matações às vezes métricos. Esses depósitos estão quase sempre assentados diretamente sobre o maciço rochoso subjacente, com espessura média variando entre 1,0 e 2,0m. São terrenos muito frágeis, sujeitos a escorregamentos planares, que têm como principais processos deflagradores induzidos pela ocupação, a execução de cortes e aterros e o lançamento e infiltração de águas servidas, e como processos deflagradores naturais, a ocorrência de chuvas intensas e a infiltração dessas águas pluviais.

- **Setores de risco 3 e 4**

No mapeamento realizado em setembro / outubro de 2006 na comunidade do Lazareto foram identificados dois extensos setores de **risco 3** que estão contidos em duas áreas de relevo côncavo e vertentes íngremes separadas por um espigão convexo, sendo uma voltada para NE, e a outra, para SE. Cada um desses setores contém um grande número de moradias, e neles

estão instaladas várias situações de **risco 4** que ameaçam unidades residenciais isoladas ou conjuntos de casas.

Nos setores de **risco 3** acima referidos, as coberturas de solos (colúvios e depósitos de tálus) que capeiam as vertentes íngremes, naturalmente instáveis, principalmente diante de chuvas intensas, encontram-se sujeitas a intervenções decorrentes da ocupação desordenada, tais como cortes, aterros, lançamento de lixo e entulho, encharcamento por águas servidas e águas pluviais desviadas dos sistemas de drenagem (naturais ou construídos), potencializando as situações de risco natural a escorregamentos.

Em determinados locais, tais intervenções criaram situações de **risco 4** onde, ou já ocorreram acidentes, inclusive com vítimas fatais, ou, então, esses acidentes ficaram na iminência de serem deflagrados, podendo destruir outras moradias e causar novas vítimas.

Durante o evento de chuvas intensas ocorrido em janeiro de 2007, esses fatores antrópicos citados contribuíram para o agravamento do grau de risco em vários locais do assentamento, inclusive com a ocorrência de desmoronamentos de moradias, novos deslizamentos, surgimento de trincas no solo em cristas de taludes, principalmente em trilhas sem calçamento, e ao longo dos aterros lançados, executados para a construção de moradias..

Os resultados da atualização do mapeamento de risco efetuado pela Defesa Civil Municipal em 2003 no assentamento do Lazareto, revisado após o evento de chuvas intensas de janeiro de 2007, são encontrados no Mapa 1 do Anexo I e resumidos no Quadro 7.

Setor	Grau de Risco	Moradias em Risco	Pessoas Ameaçadas	Tipo de Processo	Descrição
I	R4	10	44	Escorregamento potencial	Ocorrência de trincas abertas no solo ao longo do trecho superior da encosta.
II	R4	28	88	Escorregamento	Ocorrência de escorregamentos em taludes de corte e em aterros sobre colúvio. Trincas no terreno e moradias com rachaduras.
III	R3	4	20	Escorregamento potencial	Escoamento e infiltração das águas superficiais sobre o talude podem condicionar rupturas localizadas.
IV	R3	5	20	Escorregamento potencial	Risco sobre moradias construídas a jusante de encosta com depósito de tálus e ocorrência de trincas.
V	R3	16	78	Escorregamento potencial	O escoamento e infiltração das águas superficiais podem condicionar rupturas nos taludes de corte.
VI	R3	3	12	Escorregamento potencial	Talude de corte para construção de casa que pode romper e descalçar moradia a montante.
VII	R3	1	5	Escorregamento potencial	Lançamento de entulho na encosta com escoamento e infiltração de águas superficiais pode condicionar rupturas.
VIII	R3	4	20	Escorregamento planar	Ocorrência de 03 escorregamentos planares em colúvio e solo residual, condicionados pelo escoamento superficial e infiltração.

QUADRO 7. Setorização de riscos – Lazareto

- **Aspectos sociais.**

De acordo com a orientação geral do Ministério das Cidades, a comunidade local foi informada sobre o trabalho em andamento, sua metodologia e objetivos, e, também, ouvida em suas expectativas e necessidades, em reunião efetuada às 18h do dia 24 de agosto de 2006.

- **Vilage**

- **Características do assentamento**

O assentamento de Vilage, localizado junto ao segmento central da mancha urbana de Nova Friburgo, é uma ocupação antiga, com mais de trinta anos de existência. Está consolidado, com as moradias construídas em alvenaria, embora algumas apresentem problemas estruturais, tais como trincas e deslocamentos, em decorrência de obras mal concebidas e / ou executadas ou, ainda, das características geotécnicas dos terrenos. Os lotes são em geral de tamanhos reduzidos (150 a 200m²), situados nas vertentes de um anfiteatro contornado por morros elevados, com declividades médias a altas. As áreas problemáticas do assentamento localizam-se principalmente na parte médio-superior, contornando o anfiteatro, onde são mais acentuadas as declividades.

O aproveitamento dos lotes foi feito em sua maior parte pelo método de corte / aterro lançado, tendo como conseqüências, taludes verticalizados tanto nos cortes como nas saias dos aterros lançados sem compactação. Em todo o assentamento, várias obras de estabilização desses taludes foram construídas pelos moradores sob a forma de muros de arrimo rudimentares, que, com o tempo, apresentam em muitos casos, deformações (“embarrigamentos”) e fissuras em decorrência de deficiências construtivas e de drenagem inadequada. Por outro lado, diversos taludes encontram-se desprotegidos, sem nenhum tipo de sustentação ou cobertura.

Nesse assentamento, as moradias, em grande parte, são acessadas através de arruamento com calçamento, que permite o tráfego de veículos, inclusive caminhões e ônibus, e por meio de escadarias e vielas, quase todas também calçadas. Aproveitando o traçado do arruamento principal, foi implantado um sistema de drenagem de águas pluviais por meio de tubulações coletoras subterrâneas.

As escadarias e vielas calçadas possuem quase sempre canaletas de drenagem nas laterais para escoamento das águas pluviais, que são dirigidas aos sistemas coletores principais. Em razão do dimensionamento insuficiente desses sistemas de escoamento secundários, algumas dessas canaletas encontram-se semidestruídas, direcionando as águas para os taludes de jusante, podendo causar graves acidentes como o ocorrido na Rua Zair Pires Pirazzo. Foram observadas diversas canaletas e caixas de passagem obstruídas por entulho e / ou lixo.

- **Levantamento efetuado**

No levantamento de campo foram percorridas praticamente todas as vias de acesso às moradias, que, em muitos casos, foram inspecionadas e cadastradas individualmente em decorrência de situações de risco existentes. Esse cadastramento resultou na confecção de 19 fichas com a descrição das situações que mereceram maior atenção e que serviram de base para a definição do zoneamento de risco do assentamento. (Tabela 2 do Anexo III, Mapa 2 do Anexo I e Quadro 8).

- **Aspectos geotécnicos locais**

O assentamento está localizado em uma feição morfológica com características de anfiteatro, resultante de processos erosivos atuando sobre a interseção de duas estruturas geológicas (falhas e / ou fraturas), facilmente identificadas em fotos aéreas e imagens orbitais.

Nas vertentes que convergem para o centro da feição, ocorrem coberturas coluviais nas partes convexas ou retilíneas, tendo essas coberturas espessuras da ordem de 1,0m a 3,0m, capeando solos residuais.

Nos segmentos côncavos ocorrem depósitos de tálus de constituição heterogênea, espessuras variadas (máxima de 3,0m observada em cortes), contendo desde a fração argila até blocos e matacões às vezes métricos. Esses depósitos constituem-se em terrenos muito frágeis, sujeitos a escorregamentos planares, que têm como principais processos deflagradores induzidos, a execução de cortes e aterros e o lançamento e infiltração de águas servidas, e como processos deflagradores naturais, a ocorrência de chuvas intensas e a conseqüente infiltração das águas pluviais.

- **Setores de risco 3 e 4**

No segmento médio-superior das vertentes que formam o anfiteatro, foi observada uma extensa faixa com direção N-S, que abrange a maioria dos setores de **risco 3 e 4** encontrados nesse assentamento. Diversas moradias localizadas nessa faixa estão em situação precária quanto à segurança.

Tais ocorrências estão localizadas sobre terrenos naturalmente frágeis (depósitos de tálus e colúvios), tendo sido agravadas por fatores decorrentes da ocupação, tais como: cortes e aterros tecnicamente mal executados formando taludes verticalizados, lançamento de águas servidas e de lixo nas encostas, ausência de drenagem superficial, e, ainda, existência de canaletas e / ou tubulações para coleta de águas pluviais semidestruídas, desviando essas águas para as vertentes situadas a montante de moradias.

Outras situações de **risco 3 e 4** encontram-se distribuídas pelo assentamento, todas elas decorrentes de intervenções inadequadas feitas para a ocupação dos lotes, ou por falta de drenagem das águas pluviais.

Todas as situações de **risco 3 e 4** existentes no assentamento de Vilage, assinaladas no mapeamento efetuado pela Defesa Civil Municipal em 2003 e atualizado nos trabalhos de campo deste projeto em setembro e outubro de 2006, foram revisadas em janeiro / fevereiro de 2007, após o evento de chuvas intensas ocorrido em dezembro / janeiro de 2007. Tais situações de **risco 3 e 4**, considerando inclusive as que foram agravadas, encontram-se indicadas no Mapa 2 do Anexo I e resumidas no Quadro 8.

Setor	Grau de Risco	Moradias em Risco	Pessoas Ameaçadas	Tipo de Processo	Descrição
I	R4	2	10	Escorregamento	Rupturas localizadas em cortes para construção de moradias condicionadas pelo escoamento/infiltração das águas superficiais.
II	R4	2	8	Escorregamento	Ruptura em aterro com descalçamento das fundações de moradia em talude de alta declividade.
III	R4	10	39	Escorregamento potencial	Vertente de alta declividade onde já ocorreu escorregamento em colúvio c/ queda de bloco de rocha. Fluxo intenso de água.
IV	R4	2	8	Escorregamento potencial	Setor onde já ocorreu ruptura anterior. Forte infiltração (terreno saturado) e escoamento das águas superficiais.
V	R4	1	9	Escorregamento potencial	Escorregamento anterior em aterro/colúvio. No local, poste inclinado e muro estufado.
VI	R4	8	29	Escorregamento potencial	Setor em que já ocorreu um escorregamento em colúvio que destruiu uma moradia, com diversos indícios de novas rupturas.
VII	R4	2	7	Escorregamento	Escorregamento em colúvio e solo residual c/ trincas no talude a montante de moradia. Infiltração/ escoamento de águas superficiais.
VIII	R4	1	3	Escorregamento	Escorregamento em aterro e colúvio.
IX	R4	5	10	Escorregamento	Ocorrência de 04 escorregamentos com trincas em vertente de alta declividade. Solo residual muito saturado.
X	R3	10	63	Escorregamento	Escorregamentos em grande área vegetada no talude a montante da rua com diversas rupturas e trincas no piso da via, atingindo casa à jusante. Colúvio e tálus.
XI	R3	2	6	Escorregamento potencial	Diversas pequenas rupturas em colúvio com escoamento e infiltração das águas superficiais.
XII	R3	2	9	Escorregamento potencial	Escorregamento potencial no talude.
XIII	R3	1	4	Escorregamento potencial	Vertente com vegetação e gramínea com concentração do escoamento das águas superficiais.
XIV	R3	11	43	Escorregamento potencial	Antigas rupturas em talude de aterro com muro deformado.
XV	R3	2	5	Escorregamento potencial	Setor muito ocupado por moradias com trincas na rua a montante.
XVI	R3	1	4	Escorregamento potencial	Antigas rupturas e indícios de ocorrência de novas.
XVII	R3	4	16	Escorregamento potencial	Antigo escorregamento em talude de corte.
XVIII	R3	5	23	Escorregamento	Ocorrência de diversos sinais de ruptura em colúvio e solo residual. Trincas ao longo da rua. Solo muito saturado.

QUADRO 8. Setorização de riscos – Vilage

- **Aspectos sociais.**

De acordo com a orientação geral do Ministério das Cidades, a comunidade local foi informada sobre o trabalho em andamento, sua metodologia e objetivos, e, também, ouvida em suas expectativas e necessidades, em reunião efetuada às 18h do dia 05 de setembro de 2006.

- **Cordoeiro**

- **Características do assentamento**

O assentamento de Cordoeiro ocupa o topo e as vertentes S e W de uma elevação localizada junto ao segmento central da mancha urbana da cidade. É uma ocupação consolidada, contendo, inclusive, um conjunto residencial do BNH composto por dois prédios de cinco pavimentos. As demais moradias do assentamento, em sua maioria, são construídas em alvenaria, em lotes de tamanhos reduzidos (100 a 200m²). Algumas dessas moradias apresentam problemas estruturais, tais como trincas e abatimentos, em decorrência das características geotécnicas dos terrenos ou de obras mal executadas.

O aproveitamento dos lotes, em geral, deu-se pelo método de corte / aterro lançado sem compactação, resultando em taludes verticalizados tanto nos cortes como nas saias dos aterros. Em vários locais foram construídas obras de estabilização desses taludes sob a forma de muros de arrimo rudimentares, que constantemente apresentam fissuras e deformações (“embarrigamentos”) causadas por deficiências construtivas e/ou de drenagem. Por outro lado, diversos taludes encontram-se desprotegidos, sem nenhum tipo de sustentação ou cobertura de proteção.

As moradias, em grande parte, são acessadas através de arruamento com calçamento que permite o tráfego de veículos, inclusive pesados (ônibus e caminhões) e por vielas, quase todas também calçadas. A drenagem das águas pluviais se dá pelas próprias vias, que conduzem essas águas para tubulações coletoras subterrâneas, que em alguns casos, encontram-se danificadas.

- **Levantamento efetuado**

No levantamento de campo, efetuado em setembro / outubro de 2006, foram percorridas praticamente todas as vias de acesso existentes na comunidade, sendo inspecionadas e cadastradas individualmente as moradias encontradas em situação de risco, ocasião em que foram confeccionadas as fichas contendo a avaliação dos problemas que mereceram maior atenção.

Posteriormente, durante o evento de chuvas intensas ocorrido em janeiro de 2007, diversas situações de risco identificadas no mapeamento efetuado foram agravadas, conforme observado na revisão dos trabalhos de campo

efetuada no mês de fevereiro seguinte, após o citado evento. Os dois levantamentos realizados serviram de base para a definição do zoneamento de risco do assentamento. (Tabela 3 do Anexo III, Mapa 3 do Anexo I e Quadro 9).

- **Aspectos geotécnicos locais**

A área ocupada pela comunidade em questão está inserida nas vertentes e topo de uma elevação com feições em geral convexas, com concavidades localizadas que concentram o fluxo das águas pluviais. O assentamento está consolidado, com grande parte de seus terrenos, tanto nos arruamentos como nos lotes das moradias, calçados por paralelepípedos ou cimentados, restando ainda uma área desocupada coberta por mata no topo da elevação.

O substrato rochoso que sustenta o relevo é granítico, refletindo a textura e estrutura dessas rochas nos solos residuais sobrejacentes, que, em função desses arranjos, apresentam boa coesão e estabilidade, mesmo quando submetidos a cortes tecnicamente mal executados.

Capeando os solos residuais ocorrem colúvios pouco espessos (1,0 a 2,0m), de natureza areno-argilosa, que se tornam instáveis, sujeitos a escorregamentos, principalmente em cortes verticalizados ou sob o peso de aterros lançados. Diversas cicatrizes de rupturas foram observadas ao longo dos cortes executados junto ao arruamento, afetando principalmente a cobertura coluvionar.

- **Setores de risco 3 e 4**

Os setores de **risco 3 e 4** do assentamento de Cordoeiro, mapeados em setembro / outubro de 2006, encontram-se na vertente sul da elevação onde a comunidade se localiza, e são resultantes de dois processos distintos. O primeiro deles é decorrente da concentração das águas pluviais nos taludes de um trecho côncavo da elevação, agravado pela possibilidade de ruptura do sistema coletor de águas servidas e pluviais ali implantado. Tal fato já ocorreu anteriormente, causando o deslizamento da encosta e a destruição de três moradias com vítimas não fatais. O sistema coletor rompido foi refeito, porém está outra vez danificado, configurando a situação de alto risco do setor em foco.

O segundo processo observado resulta da existência de dois cortes verticalizados com altura de cerca de 4,0m, escavados a jusante do conjunto residencial constituído por dois prédios de apartamentos. Apesar das características geotécnicas dos terrenos no local serem boas, notadamente no que se refere à coesão, a ação das águas pluviais atuando sobre o solo exposto, principalmente sobre o colúvio sobrejacente ao solo residual, pode deflagrar movimentos de massa localizados, pondo em risco alto as moradias situadas tanto nas bordas, como nos sopés dos taludes desses cortes.

Foram ainda identificados na comunidade alguns pontos isolados de **risco 3**, todos decorrentes da ação antrópica, principalmente de cortes verticalizados, executados com o objetivo de aumentar a área útil dos lotes para a construção de moradias.

O evento de chuvas intensas de janeiro de 2007, em alguns casos, agravou as situações de risco identificadas anteriormente, o que justificou a revisão do mapeamento efetuado, realizada em fevereiro desse ano. Os resultados desses trabalhos estão apresentados no mapa do Mapa 3 do Anexo I e resumidos no Quadro 9.

Setor	Grau de Risco	Moradias em Risco	Pessoas Ameaçadas	Tipo de Processo	Descrição
I	R4	1	4	Escorregamento planar	Escorregamento em colúvio e solo residual condicionado pelo escoamento e infiltração de águas superficiais.
II	R4	8	30	Escorregamento	Ruptura em talude de colúvio condicionada pelo escoamento e infiltração de águas superficiais.
III	R4	35	91	Escorregamento	Vários pontos de ruptura nos taludes (colúvio) condicionados pelo escoamento e infiltração de águas superficiais.
IV	R3	-	-	Escorregamento	Escorregamento em colúvio e solo residual em talude com vegetação.
V	R3	7	36	Escorregamento potencial	Risco de ocorrência de escorregamento em colúvio no talude a jusante do conjunto do BNH.
VI	R3	3	10	Escorregamento potencial	Risco potencial de ruptura do talude de colúvio condicionada pelo escoamento e infiltração de águas superficiais.

QUADRO 9. Setorização de riscos – Cordoeiro

➤ Barroso

• Características do assentamento

O assentamento do Barroso, no bairro de Olaria, está situado no sopé da vertente da Pedra do Elefante, ocupando um vale de origem estrutural com direção NW, estendendo-se também pela ombreira sul desse mesmo vale. É uma ocupação consolidada, com moradias em boa parte sólidas e bem construídas, principalmente nas áreas central e inferior do assentamento, e algumas mais precárias em sua periferia.

O terreno foi parcelado em lotes de diversos tamanhos, muitos em áreas com declividades acentuadas, principalmente na ombreira sul do vale. Para melhor aproveitamento desses lotes, criando áreas planas para as construções, foram executados cortes e aterros precários, favorecendo situações de risco de movimentos de massa.

No talvegue do vale corre um riacho, hoje praticamente todo canalizado, que drena as águas pluviais precipitadas sobre a escarpa rochosa de montante em direção à calha do rio Cônego.

O arruamento de acesso às moradias é praticamente todo pavimentado, com coleta de águas pluviais anexa.

Na comunidade estão implantados sistemas de esgotamento sanitário para as águas servidas e coleta regular de lixo domiciliar.

- **Levantamento efetuado**

No levantamento de campo foram percorridas as vias de acesso existentes na comunidade, com a inspeção e o cadastro individual das moradias que se encontram em situação de risco. Foram confeccionadas fichas contendo a avaliação das situações que mereceram maior atenção, tendo esse levantamento servido de base para a definição do zoneamento de risco do assentamento. (Ver Tabela 4 do Anexo III, Figura 4 do Anexo I e Quadro 10).

- **Aspectos geotécnicos locais**

Os terrenos da comunidade do Barroso são constituídos por depósitos de tálus, colúvios, coberturas detríticas de blocos rochosos de dimensões variadas (centimétricos a métricos) e cascalhos (no sopé da escarpa), e por depósito de leque aluvial detrítico (também com cascalho e blocos rochosos) na calha da drenagem. Todas essas unidades geotécnicas têm espessuras variadas (1,0m a 3,0m) e estão assentadas sobre solos residuais provenientes da alteração de rochas graníticas, ou, no caso das coberturas detríticas, diretamente sobre o maciço rochoso granítico do sopé da Pedra do Elefante.

Esta última feição escarpada representa a principal condicionante genética das unidades citadas, tanto pela morfologia como pelas características litológicas do maciço, gerando coberturas onde predominam materiais de granulometria grossa (cascalho, pedra-de-mão e blocos rochosos). Tais coberturas, que em função das declividades pontuais das vertentes são naturalmente instáveis, podem se transformar em potenciais áreas de risco elevado quando submetidas a escavações em cortes efetuados para o nivelamento dos lotes.

Os solos residuais subjacentes às coberturas, provenientes da alteração do maciço rochoso, em função das características granulométricas e textura homogênea dos granitos, apresentam boa coesão, suportando cortes verticalizados estáveis.

A proximidade do maciço rochoso da Pedra do Elefante, com concentrações localizadas de blocos rochosos de dimensões variadas, inclusive métricas, ao longo da vertente e próximo ao topo, representa um risco adicional à comunidade em foco, pois as conseqüências do rolamento de tais blocos pela encosta rochosa tendem a ser catastróficas, sendo imprevisível o momento da deflagração de um suposto evento e o seu potencial de destruição.

Outro fator de risco potencial para a comunidade é representado pela possibilidade de ocorrência de intensas precipitações pluviométricas sobre o maciço rochoso da Pedra do Elefante, ocasionando enxurradas ao longo da drenagem principal.

- **Setores de risco 3 e 4**

Durante os trabalhos de campo realizados em outubro / novembro de 2006 para atualização do mapeamento de risco efetuado pela Defesa Civil Municipal em 2003, observou-se que os setores de **risco 3 e 4** existentes no assentamento encontram-se principalmente na vertente Sul do vale onde o mesmo se situa em locais com maiores declividades, sendo decorrentes de intervenções antrópicas representadas por cortes e aterros executados de forma imprópria em terrenos desfavoráveis (depósitos de tálus e de colúvio).

As chuvas intensas de janeiro de 2007 acentuaram algumas das ocorrências identificadas anteriormente, conforme pode ser observado na revisão do mapeamento efetuada no mês de fevereiro, após o evento.

Os resultados da atualização do mapeamento de risco efetuado pela Defesa Civil Municipal em 2003 no assentamento do Barroso estão apresentados no Mapa 4 do Anexo I e resumidos no Quadro 10.

Setor	Grau de Risco	Moradias em Risco	Pessoas Ameaçadas	Tipo de Processo	Descrição
I	R4	1	4	Escorregamento	Escorregamento localizado em corte / aterro junto à moradia.
II	R4	-	-	Escorregamento	Escorregamento em área vegetada. Não existem moradias.
III	R4	3	12	Escorregamento	Escorregamento em aterro sobre colúvio/solo residual com muros e árvores inclinadas.
IV	R4	-	-	Escorregamento	Escorregamento em solo coluvionar e residual com trincas na crista do talude.
V	R4	-	-	Escorregamento	Escorregamento em solo residual a montante das quadras de esportes.
VI	R3	-	-	Escorregamento	Ruptura em talude verticalizado em solo residual que pode afetar a moradia a montante.
VII	R3	1	4	Escorregamento potencial	Pequena ruptura no talude junto à quadra de futebol; trincas no talude a montante da quadra.
VIII	R3	-	-	Escorregamento potencial	Muro deformado junto à moradia.
IX	R3	-	-	Escorregamento potencial	Ocorrência de trincas na parte superior do talude. Escoamento e infiltração das águas superficiais.

QUADRO 10. Setorização de riscos – Barroso

➤ **Riograndina I**

- **Características do assentamento**

O assentamento de Riograndina I, também conhecido como Alameda Formigão, localiza-se no distrito de Riograndina, ocupando as vertentes

íngremes e o talvegue de um vale estreito no qual corre um riacho tributário da bacia do rio Grande. A maioria das moradias da área, algumas sólidas e bem construídas, e outras precárias, foram edificadas na parte inferior das vertentes e no talvegue desse vale.

Os lotes resultantes do parcelamento do solo são de tamanhos diversos, e, para melhor aproveitamento, foram objeto de cortes e aterros executados sem critérios técnicos, criando situações de risco de deslizamentos nos taludes resultantes das escavações. Alguns muros de arrimo foram construídos de forma precária na tentativa de estabilizar esses taludes.

Outras moradias foram edificadas no talvegue do vale ocupando a calha da drenagem, inclusive com a construção de lajes sobre o leito do córrego, reduzindo substancialmente a sua seção.

A estrada Manoel Antônio Coutinho, na ombreira esquerda do vale, não tem revestimento, meio fio, ou qualquer estrutura de drenagem, o que condiciona a concentração das águas pluviais e o seu escoamento diretamente sobre a vertente em determinados pontos da estrada, e, também, a infiltração nos materiais do aterro da rua, favorecendo a saturação da encosta.

O acesso às moradias se dá em geral diretamente pela estrada, uma vez que maioria das casas foi construída no mesmo nível desta via, com as fachadas voltadas para ela. As moradias construídas nas cotas mais baixas da vertente têm acesso por escadarias ou caminhos cortados em solo coluvionar ou aterro, sem qualquer calçamento. Esses acessos favorecem o escoamento das águas e a saturação dos taludes.

A drenagem das águas servidas e das águas pluviais é precária, com essas águas sendo direcionadas ao córrego situado no talvegue do vale por meio de tubos de PVC em mau estado de conservação, com vazamentos diversos que resultam na saturação dos terrenos a jusante. As águas não captadas escorrem pelas encostas carreando o lixo existente na direção do talvegue.

- **Levantamento efetuado**

No levantamento de campo, realizado em setembro / outubro de 2006, foram percorridas praticamente todas as vias de acesso existentes na comunidade, sendo inspecionadas e cadastradas individualmente as moradias consideradas em situação de risco. Foram confeccionadas as fichas contendo a avaliação das situações que mereceram maior atenção, tendo esse levantamento servido de base para a definição do zoneamento de risco do assentamento. (Ver Tabela 5 do Anexo III).

As chuvas torrenciais que caíram no município no início de janeiro de 2007, incidindo de forma muito intensa na região de Riograndina, alteraram o quadro delineado no mapeamento executado anteriormente,

potencializando os riscos identificados. Por tal motivo, foi necessária uma revisão dos trabalhos, o que foi efetuado em fevereiro de 2007.

- **Aspectos geotécnicos locais**

As vertentes do vale onde se localiza o assentamento são constituídas por terrenos íngremes, naturalmente instáveis, formados por depósitos de colúvio e tálus argilo-arenosos com espessuras de 1,0 a 3,0m, tendo os depósitos de tálus muitos blocos rochosos, que, em diversos locais, apresentam sinais de movimentação. Ambos os depósitos estão sobrepostos a solos residuais provenientes da alteração de rochas granitóides, que refletem a textura e estrutura desses tipos litológicos.

Os topos das ombreiras do vale apresentam declividades médias a baixas, e são formados por colúvios mais estáveis em função dos taludes menos íngremes, depositados sobre solos residuais da mesma natureza.

O talvegue está preenchido por blocos rochosos de dimensões muitas vezes métricas, transportados por enxurradas.

As vertentes íngremes foram parceladas em lotes com áreas variáveis, que, em decorrência das declividades acentuadas, foram aproveitados pelo método de corte/aterro lançado, com o objetivo de criar as áreas planas onde foram construídas as moradias. Estas, em alguns casos, ainda se estendem sobre lajes de concreto apoiadas sobre pilotis erguidos a jusante dos aterros.

Os cortes escavados nos depósitos de colúvio e tálus, ou os aterros lançados sobre esses mesmos materiais, apresentam alto índice de instabilidade, em diversos casos mostrando fortes evidências de movimentação incipiente, ou então de deslizamentos já ocorridos.

Os acessos às moradias, em grande parte de terra batida, servem de caminhos de escoamento para as águas pluviais provenientes de chuvas intensas, conduzindo-as, muitas vezes a locais inadequados, tais como taludes a montante de algumas moradias.

A ocupação do leito do córrego onde foram executados aterros sustentados por muros de alvenaria para implantação de moradias, condicionou a diminuição da seção do córrego e o desvio de suas águas. Esse procedimento resultou num dos mais sérios problemas geotécnicos na área do assentamento em foco, representado pelo solapamento da margem esquerda do córrego e, também, na grande ruptura do talude a jusante da estrada Manoel Antônio Coutinho.

O leito da estrada foi afetado pela ruptura, estando o processo ainda em evolução formando um talude negativo sob o leito da via.

- **Setores de risco 3 e 4**

Os setores de **risco 3 e 4** da comunidade de Riograndina I encontram-se principalmente na vertente oeste do vale onde a mesma se localiza, e referem-se a processos de escorregamentos resultantes da morfologia íngreme, do tipo de parcelamento do solo, e, também, do método de aproveitamento dos lotes através de cortes / aterros lançados, executados em materiais frágeis e naturalmente suscetíveis a movimentos de massa (depósitos de colúvio e tálus).

O acúmulo de lixo lançado na encosta é, da mesma forma, um agente deflagrador de tais processos.

A fragilidade natural dos terrenos, agravada pela ocupação antrópica é, ainda, acentuada pelo escoamento e / ou infiltração das águas pluviais, e, também, pelo escoamento de águas servidas não coletadas.

As interferências no leito do córrego, incluindo o desvio do curso, a diminuição da seção e a cobertura com a construção de lajes de concreto, foram responsáveis pelo solapamento das margens e de conseqüentes deslizamentos de encostas.

Os resultados da atualização do mapeamento de risco efetuado pela Defesa Civil Municipal em 2003 no assentamento de Riograndina I, revisado após o evento de chuvas intensas de janeiro de 2007, estão apresentados no Mapa 5 do Anexo I e resumidos no Quadro 11.

Setor	Grau de Risco	Moradias em Risco	Pessoas Ameaçadas	Tipo de Processo	Descrição
I	R4	16	51	Escorregamento planar	Diversos escorregamentos em aterro e colúvio condicionados pela erosão da margem do córrego e lançamento de águas servidas e escoamento de águas superficiais em vertente de alta declividade.
II	R3	1	4	Escorregamento	Escorregamento em colúvio e risco potencial de novas rupturas em talude de alta declividade.
III	R3	16	65	Escorregamento	Escorregamento em colúvio e risco potencial de novas rupturas em talude de alta declividade.

QUADRO 11. Setorização de riscos – Riograndina I

➤ **Riograndina II**

- **Características do assentamento**

O assentamento de Riograndina II localiza-se no distrito de Riograndina, ao Norte da mancha urbana de Nova Friburgo, sendo morfologicamente dominado pela calha do Rio Grande, encaixada num vale cujas ombreiras são formadas por morros elevados.

A maior parte das ocupações localiza-se em ambas as margens do Rio Grande aproveitando, na margem esquerda, a plataforma da antiga ferrovia desativada, por onde também se dá o acesso aos veículos automotivos. Trata-se de casas que abrigam famílias de baixa renda, em geral de alvenaria sem emboço, sendo observadas ainda moradias de tapumes, sustentadas por estacas de madeira e alvenaria por sobre o leito do rio.

Assim como na maior parte das ocupações existentes nestas circunstâncias em nosso estado, o sistema de esgoto é deficiente, gerando uma cultura de despejo de descargas líquidas e sólidas no rio por parte de alguns ribeirinhos. Esta situação se agrava com acumulações de lixo e entulho pelas margens, o que pode provocar proliferação de doenças, assoreamento e inundações em épocas de chuvas.

A porção norte da área mapeada apresenta-se menos ocupada, com alta declividade e densa vegetação, enquanto que ao sul, ocorrem moradias concentradas em elevação a esquerda do córrego e uma área desmatada a direita para agricultura de subsistência.

- **Levantamento efetuado**

No levantamento realizado de setembro a outubro de 2006 foram percorridos os acessos e visitadas as casas nas margens do rio, com o cadastro e o zoneamento das principais áreas de risco. Porém, após o evento de pico pluviométrico de janeiro de 2007, a região apresentou significativas alterações no terreno. (Ver Tabela 6 do Anexo III)

Posteriores visitas pela equipe da CPRM dando suporte à Defesa Civil Municipal, registraram os inúmeros escorregamentos recentes nas proximidades de corte e aterro dos acessos e solapamento das margens, influenciando a setorização das áreas de risco previamente mapeadas.

- **Aspectos geotécnicos locais**

A região de Riograndina compreende uma área cujo substrato rochoso é composto por granodioritos e biotita granitos, foliados de granulação média a grossa, aflorantes no leito do rio Grande. Estas rochas estão individualizadas na “Suíte Intrusiva Serra dos Órgãos”, e trazem registradas feições estruturais resultantes de processos tectônicos regionais, como falhamentos e fraturas, que condicionam fortemente a morfologia atual do terreno, por onde se encaixam leito de rios, córregos e vales. Destas feições estruturais estão presentes 3 famílias de descontinuidades, com direções ENE-WSW, NE-SW e NW-SE

Na área mapeada, é notável a ocorrência de estreitos depósitos aluvionares na margem direita da porção retilínea do Rio Grande, e em trecho mais alargado na região meandrante a oeste do mapa, quando ocupam ambas as margens. Tais depósitos são formados por sedimentos fluviais

compostos por areias, cascalhos e blocos de rocha. O rio Grande corre sobre leito rochoso granítico.

Grande parte da área mapeada é constituída de depósitos coluvionares areno-argilosos por sobre o solo residual oriundo do intemperismo físico-químico do embasamento rochoso. Este tipo de terreno apresenta boa característica geotécnica, porém, pode se tornar instável em locais de alta declividade ou cortes em taludes.

O aterro existente no acesso paralelo à margem direita do Rio Grande, apesar de projetado e compactado na época de implantação da ferrovia, apresenta indícios de instabilidade resultante da obstrução do córrego abaixo dele, decorrente das chuvas de janeiro de 2007.

- **Setores de risco 3 e 4**

A principal característica do mapeamento de risco na região de Riograndina em relação às demais regiões se dá em função da forte influência do leito do Rio Grande nos processos naturais locais e a proximidade das moradias, muitas delas construídas na própria calha de cheia do rio. No setor retilíneo do Rio Grande ocorre um estrangulamento das margens favorecendo as inundações em épocas de chuva. (Ver Mapa 6 do Anexo I e Quadro 12).

Foi delimitado um trecho de **risco 3** longitudinal à margem direita do rio, sendo esta uma área sujeita a constantes inundações. Notou-se que em inúmeras residências, as águas passaram por sobre as janelas das moradias, colocando em situação de perigo a vida de muitos moradores.

Diferentemente da margem direita, onde ocorrem depósitos aluvionares, na margem esquerda ainda que coberta pelas águas em trecho mais restrito, predominam processos erosivos causando solapamentos e colocando em risco as moradias, principalmente àquelas localizadas nos setores de **risco 3 e risco 4** mapeados.

Um amplo setor de **risco 3** na ombreira esquerda, logo acima da antiga Estrada Riograndina-Banquete, foi delimitado em função dos recentes escorregamentos registrados. Tais escorregamentos, assim como outros ocorridos ao sul do mapa são consequência da alta declividade, saturação d'água e cortes no terreno.

O setor mais delicado de Riograndina II está representado por um **risco 4** no entorno do aterro existente ao centro da área mapeada, por onde passa uma estrada que une duas elevações que delimitam um talvegue. Por ocasião das chuvas de janeiro de 2007, o sistema de manilha existente na base do aterro para a transposição do córrego foi obstruído por uma mistura de troncos, sedimentos e blocos de rocha, gerando o represamento das águas de montante. Na ocasião, um esforço conjunto de moradores e Defesa Civil foi realizado para a desobstrução da mesma, evitando desastre maior, porém, ainda assim percebeu-se a deteriorização do aterro e dos

taludes a montante, com inúmeros deslizamentos e trincas abertas. Recomenda-se um redimensionamento da manilha bem como um estudo de estabilidade do aterro existente.

Setor	Grau de Risco	Moradias em Risco	Pessoas Ameaçadas	Tipo de Processo	Descrição
I	R4	20	77	Solapamento	Solapamento da margem esquerda do rio Grande com destruição de moradias e água passando sobre a via.
II	R4	-	-	Escorregamento planar	Escorregamento no talude do aterro sobre o talvegue onde a montante ocorrem várias rupturas.
III	R4	4	12	Inundação	Inundação de pequeno terraço aluvionar do rio Grande onde diversas casas foram atingidas.
IV	R3	-	-	Escorregamento planar/rotacional	Ocorrência de 03 rupturas em vertente de alta declividade, vegetada, sobre colúvio e solo residual.
V	R3	11	51	Inundação	Inundação de pequeno terraço aluvionar do rio Grande onde diversas casas foram atingidas

QUADRO 12. Setorização de riscos – Riograndina II

➤ Olaria I e II

• Características dos assentamentos

O bairro de Olaria localiza-se ao sul da mancha urbana de Nova Friburgo no sopé da Pedra do Elefante, onde se procedeu ao loteamento onde foram construídas as moradias. Ali se localizam imóveis de boa qualidade feitos em alvenaria, em área dotada de infraestrutura pública, como acesso asfaltado, serviços de coleta de lixo, água e esgoto, luz etc.

As vias são, em geral, ortogonais entre si, sendo que as secundárias costumam ser paralelas às curvas de nível, ao passo que as vias principais, como a Rua Uruguaiana, tendem a uma moderada declividade ao contornar o sopé da Pedra do Elefante.

Nesta abordagem, foi considerado como “Olaria I” o setor que abrange a porção Leste da área mapeada, limitado pelas ruas Uruguaiana e João da Silva, enquanto que “Olaria II” abrange a porção Oeste onde se encontram a Rua Purus e Travessa Purus.

• Levantamento efetuado

No levantamento de campo efetuado em setembro e outubro de 2006, revisado após o evento de chuvas de ocorrido em janeiro de 2007, foram percorridas as vias de acesso que bordejam o sopé da Pedra do Elefante em Olaria, com inspeções nas residências em situações de risco.

A base da escarpa rochosa, onde ocorrem materiais detríticos tais como pedregulhos, pedras-de-mão e blocos, depositados diretamente sobre a rocha sã, foi percorrida para se avaliar a existência de possíveis rupturas.

Associado a esse levantamento foi realizado um caminhamento ao longo de parte da crista do maciço rochoso. Esta inspeção teve a intenção de avaliar as condições de estabilidade de blocos de rocha de grandes dimensões, soltos, ali existentes, que poderiam causar sérios danos nas moradias situadas no sopé do maciço rochoso, em caso de rolamento. (Ver Tabela 7 do Anexo III).

- **Aspectos geotécnicos locais**

A porção sul da área mapeada é caracterizada por uma escarpa sob a forma de um paredão rochoso de elevada declividade. Este paredão delimita um dos corpos graníticos e granodioríticos pós-tectônicos existentes na região. Esses corpos apresentam formas arredondadas, mais resistentes em função de sua homogeneidade e mineralogia, e estão encaixados no batólito Serra dos Órgãos e gnaisses do Grupo Paraíba do Sul (biotita granitos foliados e biotita gnaisses migmatíticos, respectivamente) que compõem as partes mais baixas.

A porção central da área mapeada, menos elevada, onde predominam depósitos coluvionares sobre solos residuais oriundos desta rocha encaixante, apresenta falhamentos contínuos e paralelos entre si de direção NW-SE.

Outras fraturas de direção NNE podem ser identificadas limitando o maciço granítico, que reage diferentemente aos processos intempéricos. São percebidas juntas de alívio concentradas em sua crista, onde ocorrem blocos de rocha individualizados e em posição de instabilidade.

Desmoronamentos ao longo do tempo produziram um depósito detrítico pouco espesso, composto de fragmentos de rocha de tamanhos variados no sopé do escarpamento. Abaixo deste, existe uma faixa de 100 a 200m de depósito de tálus inconsolidado onde foram edificadas diversas moradias ao longo da via de acesso ali presente.

As águas pluviais tendem a descer uniformemente por toda a face lisa do maciço, com exceção de um trecho a sudeste por onde termina a Rua Uruguaiana, aparentemente orientada ao longo de um alinhamento estrutural N-S. A partir daí, elas vão se concentrando ao longo do arruamento, recebendo ainda contribuições de pequena elevação a Nordeste formando um fluxo no sentido das partes mais baixas do terreno.

- **Setores de risco 3 e 4**

Apesar de sujeito a pequenos movimentos de massa provenientes dos depósitos de tálus, o principal risco observado para esta localidade está na possibilidade de rolamento de blocos de rocha apenas pela ação da gravidade. Foram registradas, no mapeamento, algumas moradias que sofreram danos parciais decorrentes desse tipo de processo.

Tendo em vista a amplitude topográfica do maciço rochoso que se eleva naquele local a montante das áreas ocupadas, foram realizados dois tipos de mapeamento de risco enfocando regiões de possíveis desprendimento desses blocos:

No primeiro (mapeamento I), prevendo-se um desprendimento de blocos proveniente da parte alta do talude, delimitou-se uma faixa de **risco 4** de cerca de 70 a 100 metros de largura, contornando o sopé e englobando a maioria das moradias da Rua Uruguaiana, diminuindo gradativamente o grau de risco conforme o afastamento natural (Ver Mapa 7 do Anexo I e Quadro 13);

No segundo (mapeamento II), prevendo-se o rolamento de pedras da parte mais baixa, principalmente oriunda dos depósitos detríticos e de tálus, delimitou-se um delgado trecho de **risco 4** que não chegou a englobar a Rua Uruguaiana (ficando este como **risco 3**), mas sim a Travessa Purus (Ver Mapa 8 do Anexo I e Quadro 13).

Setor	Grau de Risco	Moradias em Risco	Pessoas Ameaçadas	Tipo de Processo	Descrição
I (mapa 7)	R4	451	1806	Rolamento de blocos	Risco potencial muito alto de ser atingido por blocos de rocha métricos posicionados na crista do maciço rochoso.
II (mapa 7)	R3	350	1410	Rolamento de blocos	Risco potencial alto de ser atingido por blocos de rocha métricos posicionados na crista do maciço rochoso.
I (mapa 8)	R4	117	468	Rolamento/tombamento de blocos/ queda de detrito	Risco potencial muito alto de ser atingido por blocos, lascas e material detrítico rochoso, acumulados a meia encosta e no sopé da escarpa.
II (mapa 8)	R3	216	864	Rolamento/tombamento de blocos/ queda de detrito	Risco potencial alto de ser atingido por blocos, lascas e material detrítico rochoso, acumulados a meia encosta e no sopé da escarpa.

QUADRO 13. Setorização de riscos – Olaria I e II

➤ Floresta e Alto Floresta

• Características dos assentamentos

Os assentamentos de Floresta e Alto Floresta localizam-se na porção norte da área urbana de Nova Friburgo, no distrito de Conselheiro Paulino. São adjacentes e constituem uma única mancha ocupando terrenos com a morfologia de um anfiteatro. A ocupação da área se deu de forma intensa, com a predominância de moradias de baixa renda, sendo a maioria de alvenaria, construídas em lotes pequenos, com áreas da ordem de 200m² ou menores.

A ocupação de Floresta está nos terrenos de declividade média (a meia encosta) a baixa (no fundo do anfiteatro), com moradias localizadas também em setores de declividade média a alta, a sudeste da área, onde estão situadas as áreas de maior risco. Muitas dessas moradias apresentam pavimentos superiores, construídos de forma gradativa

conforme a expansão das famílias que residem no local. Nos setores onde são maiores as declividades das vertentes, é comum o processo de nivelamento dos lotes por meio de corte / aterro, sem compactação ou por vezes com contenções rudimentares, construídos sem o conhecimento técnico adequado.

O acesso principal ao assentamento se dá pela Rua A, asfaltada, que circunda toda a parte baixa do anfiteatro. Esta via comporta o atendimento dos serviços públicos diários para a comunidade. Perpendiculares a ela são comuns vielas e escadarias de uso restrito a pedestres, interligando as demais residências. Tais vias e acessos são facilitadores do escoamento das águas pluviais que convergem para o centro do anfiteatro.

Percebeu-se que apesar do baixo risco de deslizamento (**risco 1**) devido a menor declividade no centro do anfiteatro, muitas moradias sofrem com a convergência das águas oriundas dos terrenos superiores. Tais casas “aglomeradas” apresentam problemas de infiltração de água e umidade nas paredes, pouca luminosidade, ausência de sistemas de esgoto, gerando condições insalubres, e ambiente não saudável, principalmente para idosos e crianças.

A comunidade de Alto Floresta é anexa à de Floresta, estando, porém, no topo e na parte alta das vertentes do anfiteatro onde ambas se localizam. A ocupação também se deu de forma desordenada, sendo mais intensa na porção leste, em geral por moradores de baixa renda. Nas áreas mais íngremes no segmento Norte, ainda restam setores sem construções.

A área mapeada localiza-se a montante da Rua A, e o acesso pela parte superior se dá pela Rua Aureliano Barbosa Faria que contorna a crista do anfiteatro pela porção leste do mapa. Perpendiculares a estas vias principais são comuns vielas e escadarias de uso restrito a pedestres interligando as demais residências.

As moradias também são em sua maioria de alvenaria, e ocupam setores de declividade média a alta no entorno do anfiteatro, multiplicando assim as intervenções de corte/aterro nos lotes para o seu nivelamento. Na porção Noroeste, de alta declividade, a encosta apresenta cobertura vegetal e está pouco ocupada em relação às demais. Neste setor, porém, ocorrem soltos na encosta muitos blocos de rocha de dimensões variadas, sujeitos a movimentos de rolamento e/ou queda, podendo atingir as moradias localizadas a jusante.

- **Levantamento efetuado**

No levantamento de campo realizado em setembro e outubro de 2006, foram percorridas praticamente todas as vias de acesso dos assentamentos de Floresta e Alto Floresta, com inspeções às moradias e avaliação dos riscos inerentes aos diversos setores de cada um deles. As chuvas intensas de dezembro e janeiro de 2007, porém tornaram necessária uma

reavaliação das áreas mapeadas anteriormente, com o registro de novos locais atingidos, ampliando o zoneamento de **risco 3 e risco 4** previamente mapeado (Ver Tabela 8 do Anexo III e Mapa 9 do Anexo I).

Esta reavaliação se sucedeu concomitantemente ao apoio emergencial fornecido pelo Serviço Geológico do Brasil / CPRM à Defesa Civil de Nova Friburgo no mês de janeiro de 2007. A partir do atendimento de diversas chamadas da população que solicitava vistorias residenciais, foi possível visitar e caracterizar os pontos críticos surgidos nas áreas em questão.

- **Aspectos geotécnicos locais**

Os assentamentos de Floresta e Alto Floresta abrangem uma região cujo substrato rochoso é composto em parte por granitos e granodioritos equigranulares pós-tectônicos nas porções altas ao Norte, e de biotita granitos foliados de granulação média a grossa, pertencentes ao Batólito Serra dos Órgãos na porção centro-sul da área mapeada.

Esta diferenciação litológica, juntamente com os lineamentos estruturais conjugados (falhas e fraturas) de direção NE e NW controla a morfologia e concavidade do anfiteatro local. Tais lineamentos são produtos da compartimentação tectônica regional e geralmente apresentam setores de maior fragilidade do maciço rochoso em suas intercessões.

A maior resistência das rochas oriundas da granitogênese pós-tectônica reagiu diferentemente ao processo intempérico atuante. Como resultado, observamos as feições mais elevadas do segmento norte do anfiteatro, ocorrência de afloramentos rochosos verticalizados, bem como depósitos coluvionares e de tálus na base de seus taludes, resultantes de movimentos de massa, compostos de solos areno-argilosos e blocos de rocha de tamanhos variados.

A presença em maior quantidade de biotita na rocha, mineral de características físico-químicas menos resistentes ao intemperismo, teoricamente contribuiu para uma maior fragilidade do terreno, se comparada às rochas graníticas equigranulares aflorantes nas porções altas do anfiteatro (pertencente ao setor de Alto-Floresta).

Na vertente leste, por sobre o embasamento de biotita granitos foliados, são típicos os depósitos coluvionares e de solos residuais, ambos formando um espesso pacote de solo, onde foram percebidas inúmeras cicatrizes de escorregamento.

Esta suposta fragilidade ao intemperismo do embasamento vem contribuindo ao longo do tempo para a evolução dos processos naturais geradores da atual morfologia. Portanto, percebe-se que o capeamento de solo existente no entorno da localidade de Floresta é constituído por um depósito coluvionar por sobre os solos residuais, de boas características geotécnicas, oriundos deste embasamento.

O centro do anfiteatro comporta um delgado depósito coluvionar de rampa ao longo da direção do fluxo das águas, resultante dos processos de escoamento superficial e gravitacional.

- **Setores de risco 3 e 4**

O mapeamento de risco realizado em outubro de 2006, juntamente com os novos acidentes ocorridos, decorrentes do pico pluviométrico de janeiro de 2007, serviu para estabelecer o zoneamento das principais áreas de risco dos assentamentos aqui abordados (Ver Mapa 9 do Anexo I e Quadro 14).

Na área do assentamento de Floresta, como já citado anteriormente, o centro da região conhecido como “Buraco da Concha”, localizado abaixo da rua A, apresenta condição de baixo risco em termos de deslizamentos, corroborado pela menor declividade do local. Esta condição de baixo risco apresenta algumas exceções em pontos localizados ao longo do talude localizado a sudoeste do “Buraco da Concha”.

Registros de escorregamentos restritos em cortes no terreno neste setor foram caracterizados como de **risco 2 e risco 3**. Mais ao sul, um trecho de **risco 4** foi caracterizado em talude instável próximo ao “gargalo” topográfico por onde escoam um córrego que recebe as águas coletadas pelo anfiteatro. O maior grau de risco no trecho citado, se deve ao fato de que a instabilidade desse talude provocaria um possível deslizamento bloqueando a saída do córrego, podendo gerar vítimas no local, bem como ocasionar alagamentos e transtornos para a população das moradias logo a montante.

O setor mais crítico, com zonas de **risco 3 e risco 4**, ocorre à sudeste no trecho entre as ruas A e Aureliano Barbosa Faria. Também densamente povoado, apresenta instabilidade em taludes, trincas no terreno, registros de deslizamentos recentes em diversas escalas, e moradias atingidas. As intervenções típicas neste setor se referem aos procedimentos de corte/aterro para o nivelamento das moradias, na maioria das vezes realizado fora das especificações técnicas.

O aumento do grau de risco se dá conforme o aumento da declividade para sudeste do mapa. Nota-se que as águas carreadas por toda a crista leste do anfiteatro ao longo do arruamento, convergem em um único trecho, sendo o fator principal para a elevação da saturação dos terrenos e conseqüente instabilização dos taludes de solo. Apesar da existência de cobertura vegetal ao lado e de poucas moradias, percebem-se algumas cicatrizes de escorregamentos antigos, indicando que esse tipo de evento é freqüente no local.

No Alto Floresta foram constatados diversos trechos de **risco 3** na vertente leste, em conseqüência principalmente da ocupação desordenada por sobre espesso pacote de solo com declividade moderada a alta. Esta atuação antrópica, marcada por intervenções em corte / aterro, lançamento de lixo, e

encharcamento por águas servidas e pluviais concentradas, pode deflagrar situações de escorregamentos em função de possíveis chuvas intensas.

Ao Norte, foi delimitado um trecho de **risco 4** por onde passa um intenso fluxo d'água em períodos chuvosos, com direção NW-SE. Este fluxo contribui para a vazão do córrego existente no eixo do talvegue. Provavelmente tal fluxo aproveita a orientação de alguma estrutura geológica pré-existente, caracterizada por menor resistência do maciço ao longo deste alinhamento. Eventos de deslizamentos antigos e recentes justamente nesse setor, onde ocorrem depósitos coluvionares e de tálus instáveis, já atingiram diversas moradias na base da encosta.

Na vertente oeste, com menor espessura de solo em função da topografia mais íngreme, inclusive com afloramentos rochosos, o grau de **risco 4** se deve em consequência de inúmeros matacões e blocos de rocha soltos, tanto equilibrados precariamente, como rolados e depositados nos sopés da encosta. Este tipo de material pode se desprender causando danos materiais e de vida para a população.

Setor	Grau de Risco	Moradias em Risco	Pessoas Ameaçadas	Tipo de Processo	Descrição
I	R4	35	163	Escorregam. potencial em solo / rocha	Vertente de alta declividade c/ blocos de rocha e solo (tálus) onde pode ocorrer a ruptura do talude.
II	R4	3	20	Escorregam. e rolam. potencial de blocos	Encosta de alta declividade c/ blocos instáveis, lixo e solo onde há escoamento de águas servidas do Alto Floresta.
III	R4	5	52	Escorregamento	Escorregamentos localizados em aterro e colúvio
IV	R4	2	9	Escorregamento potencial	Escoamento e infiltração das águas superficiais no terreno pode causar a ruptura do talude e obstruir a calha da drenagem do Buraco da Concha.
V	R4	7	22	Escorregamento planar	Dois grandes rupturas em talude de alta declividade em solo coluvionar e residual até a rocha são condicionadas pela infiltração das águas superficiais
VI	R3	2	7	Escorregamento potencial	Ocorrência de escorregamento e trincas no solo. Podem ocorrer novas rupturas.
VII	R3	29	133	Escorregam. e rolam. potencial de blocos	Risco alto de ocorrência de solo e rocha causado pelo escoamento das águas superficiais.
VIII	R3	3	13	Escorregam. e rolam. potencial de blocos	Vertente vegetada de alta declividade com cobertura de tálus onde as águas superficiais podem causar rupturas.
IX	R3	5	21	Escorregamento potencial	Área de alta declividade com escoamento de águas superficiais onde já ocorreu ruptura no talude.
X	R3	2	8	Escorregamento	Ruptura no talude com trincas no solo que podem evoluir para novas rupturas.
XI	R3	8	36	Escorregamento potencial	Escoamento / infiltração de águas superficiais pode condicionar a ruptura do talude.
XII	R3	22	100	Escorregamento	Ocorrência de escorregamento e trincas no solo. A ruptura que destruiu a moradia foi condicionada pela saturação do solo. Pode estar relacionado ao rompimento de tubulações.

QUADRO 14. Setorização de riscos – Floresta e Alto Floresta

6. O PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS DE NOVA FRIBURGO

6.1. Considerações Gerais

Para a elaboração do plano de redução de riscos de uma cidade com as peculiaridades territoriais de Nova Friburgo, é indispensável o conhecimento do ambiente urbano, e, ainda, a compreensão de como foi (anteriormente) e é (atualmente) feita a gestão desse ambiente urbano, abrangendo as políticas públicas voltadas para as áreas de assentamento das populações de baixa renda que caracterizam a porção informal, vulnerável e geralmente degradada da cidade.

A gestão dos riscos urbanos, quase todos originados do uso e ocupação inadequados de terrenos naturalmente desfavoráveis, muitas vezes doados no passado pela própria Prefeitura Municipal em posturas assistencialistas, outras decorrentes de loteamentos irregulares, posteriormente legalizados, vai requerer um conjunto de medidas organizacionais e operacionais de natureza institucional a partir da atuação conjunta de diversos órgãos municipais. Todas essas medidas deverão ser voltadas para políticas públicas de recuperação ambiental, de inclusão social das populações carentes assentadas nos terrenos desfavoráveis, e, principalmente, de medidas estruturais e não estruturais, mitigadoras das situações de risco identificadas nas comunidades contempladas neste **Plano Municipal de Redução de Riscos**.

Como ponto de partida para garantir a eficácia deste instrumento de gestão, torna-se necessário estabelecer estratégias específicas para o gerenciamento dos riscos identificados, adotando-se as quatro estratégias de ação a seguir descritas, contidas na metodologia proposta pela agência das Nações Unidas voltada para a redução de desastres (UNITED NATIONS DISASTERS RELIEF OFFICE – UNDRO, 1991):

- Identificação e análise dos riscos (conhecimento dos problemas);
- Planejamento e implementação de intervenções (obras e serviços) para a redução ou erradicação (se possível) dos riscos;
- Monitoramento permanente das áreas de risco e implantação de planos preventivos de defesa civil;
- Informação pública e capacitação da sociedade para ações preventivas e de autodefesa.

As duas primeiras estratégias estão contidas e sistematizadas neste **Plano**. Sugere-se que o mapeamento de riscos aqui apresentado seja utilizado para ações preventivas e para o monitoramento de campo durante os períodos críticos de chuvas intensas. A implantação de Planos Preventivos de Defesa Civil em tais períodos chuvosos é indispensável para a garantia da segurança dos moradores das áreas mais críticas até que se execute a intervenção estrutural planejada. Um plano preventivo de defesa civil envolve ações

públicas que antecedam a ocorrência de acidentes, por meio do estabelecimento de indicadores de situações críticas e da observação, em campo, de evidências de instabilidade, no sentido de evitar suas conseqüências.

Os resultados do mapeamento e as intenções do **PMRR** devem ter ampla divulgação pública, tanto no sentido de informar e comprometer a sociedade civil com as propostas de redução de riscos, quanto para capacitar os moradores das áreas de risco a desenvolver parcerias com a Prefeitura de Nova Friburgo em ações preventivas e de autodefesa.

As intervenções estruturais sugeridas e apresentadas neste **Plano Municipal de Redução de Riscos** estão subordinadas à avaliação das condições de risco, compreendendo os processos adversos identificados, seus estágios de desenvolvimento, e tipologia das obras adequadas à erradicação e/ou redução dos processos destrutivos. A Prefeitura de Nova Friburgo poderá optar por soluções diferentes daquelas sugeridas se forem considerados mais eficientes projetos de interesse coletivo, de proteção ambiental ou de desenvolvimento urbano que privilegiem a remoção parcial de assentamentos ou de moradias.

Deve-se considerar, ainda, que as intervenções estruturais sugeridas terão sua eficácia limitada por eventos pluviométricos de recorrências excepcionais. Em tais situações será necessário que as populações atingidas estejam preparadas para se protegerem por meio de ações não estruturais de auto-defesa, já que intervenções estruturais eficientes para eventos de tal magnitude extrapolariam a disponibilidade de recursos financeiros em um quadro de avaliação racional.

Para áreas adjacentes às margens de rios, como no caso de Riograndina II, as alternativas estruturais viáveis, que resultem na eliminação dos problemas que as afetam em geral são poucas e caras. Sugere-se assim à municipalidade optar pela remoção destas moradias, assentando os moradores em áreas seguras, previstas no **Plano Diretor Municipal**.

Durante as vistorias de campo nos assentamentos selecionados, pôde-se observar a existência de infra-estrutura urbana (rede de esgotos e de drenagem, meio-fios e calçamento por paralelepípedos ou asfalto) implantada em boa parte de tais assentamentos. Por outro lado, constatou-se também que a maioria das situações de risco identificadas está associada à ausência em alguns setores ou ineficiência de tal infra-estrutura urbana, especialmente da drenagem das águas pluviais.

Considera-se, por isso, que o eixo das ações para redução dos riscos identificados nestes estudos esteja associado diretamente às melhorias urbanas em infra-estrutura e à sua permanente manutenção.

6.2. Inserção do Plano Municipal de Redução de Riscos no Plano Diretor Municipal

As ações desenvolvidas e/ou preconizadas neste **Plano Municipal de Redução de Riscos** deverão ser incorporadas ao **Plano Diretor Municipal**, de modo a terem a sua eficácia potencializada pela gestão integrada de todo o espaço territorial, através da ação conjunta dos órgãos municipais responsáveis por essa gestão.

6.3. Indicação de Alternativas de Intervenções Estruturais

A mitigação e / ou erradicação das situações de risco de grau 3 (alto) e 4 (muito alto) identificadas nos assentamentos incluídos neste **Plano Municipal de Redução de Riscos** por meio de intervenções estruturais passa, principalmente, pela execução de obras de drenagem, tanto superficial como subterrânea, e de contenção de encostas. Essas obras, como já foi dito anteriormente, deverão ser dimensionadas para recorrências de chuvas intensas não excepcionais. Tais eventos pluviométricos, de caráter sazonal, são os principais agentes indutores da instabilidade dos terrenos em toda a região, podendo ser catastróficos quando associados à ocupação desordenada de terrenos naturalmente instáveis.

Para os casos extremos de precipitações pluviométricas, tais como o evento ocorrido em dezembro de 2006 / janeiro de 2007, as intervenções necessárias para mitigação das situações de risco seriam de tal vulto que as tornariam inviáveis sob o ponto de vista econômico / financeiro. Para tais situações, as ações recomendáveis são as de caráter não-estrutural, privilegiando, principalmente, a preservação de vidas através da remoção das pessoas ameaçadas antes da deflagração dos acidentes, desconsiderando-se as perdas materiais.

As intervenções estruturais contidas neste **Plano** foram abordadas no nível de estudo de viabilidade, contemplando a adoção de dispositivos de drenagem e estruturas de contenção tradicionais como: canaletas em concreto, descidas hidráulicas, ruas hidráulicas, para drenagem superficial; cortinas atirantadas, solos grampeados, muros de flexão além de implantação de revestimentos vegetal e de concreto, retaludamentos, drenos profundos para contenções.

Ressalta-se que as intervenções previstas (geotécnica e drenagem superficial), são para um anteprojeto, de modo a compor um plano de viabilidade econômica. Cabem assim, estudos com dados de campo mais acurados a fim de consubstanciar as intervenções previstas.

O Quadro 15 apresenta os custos das obras de contenção das encostas e de drenagem superficial concebidas para a erradicação / redução de riscos de desastres de graus 3 e 4 nos assentamentos selecionados, considerando ainda, o número de moradias em risco e o de pessoas ameaçadas. Foi elaborado conforme os itens construtivos apresentados nas tabelas do Anexo III.

ASSENTAMENTO	Moradias em Risco	Pessoas Ameaçadas	Obras de Contenção + Drenos Horizontais Profundos (R\$)	Obras de Drenagem Superficial (R\$)	Custo Total das Obras por Assentamento (R\$)
LAZARETO	71	287	775 800,00	401 000,00	1 176 800,00
VILAGE	71	296	5 758 000,00	2 792 400,00	8 550 400,00
CORDOEIRO	54	171	745 500,00	409 500,00	1 155 000,00
BARROSO	5	20	427 300,00	605 100,00	1 032 400,00
RIOGRANDINA I	33	120	2 566 300,00	293 700,00	2 860 000,00
RIOGRANDINA II	35	140	-	-	-
OLARIA I e II (mapeamento I) *	801	3216	1 370 400,00	-	1 370 400,00
OLARIA I e II (mapeamento II) **	333	1332	1 266 100,00	-	1 266 100,00
ALTO FLORESTA E FLORESTA	123	584	435 000,00	155 000,00	590 000,00
TOTAL	(*) 1199	(*) 4873	12 078 300,00	4 656 700,00	16 735 000,00
	(**) 731	(**) 2989	11 974 000,00	4 656 700,00	16 630 700,00

QUADRO 15. Custos das obras de contenção e drenagem dos assentamentos.

*Olaria I e II - mapeamento I – queda / rolamento de blocos métricos da crista da Pedra do Elefante.

**Olaria I e II - mapeamento II – queda / rolamento de blocos rochosos da parte inferior da encosta.

As intervenções estruturais concebidas para a redução e / ou erradicação de riscos de desastres em cada um dos assentamentos incluídos no **Plano Municipal de Redução de Riscos de Nova Friburgo** são apresentadas a seguir.

6.3.1. Lazareto

As intervenções de carácter estrutural necessárias à mitigação e / ou erradicação das situações de risco 3 e 4 identificadas em 08 setores no assentamento do Lazareto compreendem obras de drenagem superficial e contenção de encostas.

As obras de drenagem superficial, necessárias ao ordenamento da captação e direcionamento das águas pluviais para os sistemas coletores da macrodrenagem, são as de maior relevância, já que essas águas constituem-se no principal agente deflagrador dos movimentos de massa identificados nas vertentes do assentamento, cuja susceptibilidade natural a tais desastres foi fortemente agravada pela ocupação desordenada. Essas obras de drenagem superficial compreenderão a transformação de acessos já existentes em ruas hidráulicas e a implantação, redimensionamento ou recuperação de canaletas, caixas de passagem e descidas em degraus.

Os sistemas de drenagem sugeridos captam e conduzem as águas pluviais nas vertentes sudeste e nordeste do assentamento, retirando-as dos taludes, cujas situações mais delicadas de instabilidade deverão ser sustentadas por obras de contenção tais como muros de flexão, de blocos de concreto, de sacos de solo-cimento, solo grampeado, recomposição das vertentes também com sacos de solo-cimento, e, ainda, drenagem profunda por meio de drenos horizontais.

A configuração espacial e tipologia de todas as intervenções sugeridas para a redução e / ou erradicação dos riscos identificados no assentamento do Lazareto está indicada no Mapa 10 do Anexo II, e os custos dessas obras, bem como as moradias em risco e as pessoas ameaçadas que serão beneficiadas por elas, no Quadro 15.

6.3.2. Vilage

A área ocupada pelo assentamento de Vilage, como já foi dito anteriormente, apresenta-se como um anfiteatro, cuja drenagem é convergente para o seu eixo na direção E - W. As vertentes íngremes foram ocupadas de forma desordenada por moradias construídas em pequenos lotes, nos quais as intervenções para o nivelamento dos terrenos ou implantação dos acessos interferiram com o sistema de drenagem natural e / ou desestabilizaram mais ainda as encostas naturalmente suscetíveis a escorregamentos.

As intervenções estruturais concebidas para a redução ou erradicação dos riscos de desastres de graus 3 e 4 em 18 setores identificados foram fundamentalmente baseadas em obras de drenagem superficial, uma vez que a maioria dos acidentes dessa natureza que já ocorreram anteriormente no assentamento foram desencadeados pela ação das águas pluviais juntamente com a forma de ocupação dos terrenos. Tais obras sugeridas compreendem a transformação de acessos existentes em ruas hidráulicas, e a implantação, redimensionamento ou recuperação de canaletas, bueiros, caixas de passagem e descidas em degraus para dissipação de energia.

Associadas e complementando as obras de drenagem superficial foram concebidas obras de contenção dos taludes por meio de cortinas atirantadas, concreto projetado, solo grampeado, reconstituição dos perfis dos terrenos e drenagem profunda por meio de drenos horizontais.

A configuração espacial e tipologia do conjunto de intervenções sugeridas para a redução e / ou erradicação dos riscos identificados no assentamento de Village está indicada no Mapa 11 do Anexo II. Os custos dessas obras, bem como as moradias em risco e as pessoas ameaçadas que serão beneficiadas por elas podem ser observadas no Quadro 15.

6.3.3. Cordoeiro

O assentamento de Cordoeiro, embora se apresente bem consolidado, contém setores de **risco 3 e 4** bastante problemáticos, necessitando de intervenções estruturais de vulto para a sua consolidação.

Tais setores de risco tiveram origem principalmente nas intervenções efetuadas nos terrenos para a ocupação antrópica, afetando diretamente o escoamento das águas superficiais e na estabilidade natural das vertentes dos morros ali existentes.

As principais obras de estabilização concebidas e recomendadas para esse assentamento compreendem as obras de drenagem superficial para direcionar as águas pluviais para os sistemas coletores já implantados, retirando-as dos taludes instáveis, e diversas obras pontuais de estabilização e / ou recuperação dos perfis naturais desses taludes.

Para as obras de drenagem superficial recomenda-se, principalmente, a execução de bueiros de concreto, canaletas, caixas de conexão e de passagem e descidas em degraus para dissipação de energia.

As obras de contenção e / ou recomposição dos taludes deverão compreender a construção de cortina atirantada, contenção por solo grampeado, reconstrução parcial de muros existentes, retaludamento e revegetação e, ainda, drenagem profunda por meio de drenos horizontais.

A configuração espacial e tipologia das intervenções sugeridas para a redução e / ou erradicação dos riscos identificados no assentamento do Cordoeiro está indicada no Mapa 12 do Anexo II, e os custos dessas obras, bem como as moradias em risco e as pessoas ameaçadas que serão beneficiadas por elas, no Quadro 15.

6.3.4. Barroso

O assentamento do Barroso, da mesma forma que Olaria I e Olaria II, está localizado no sopé da Pedra do Elefante. É uma ocupação antiga e consolidada, com muitos imóveis bem construídos. Para tanto, em alguns casos, esses imóveis ocuparam terrenos em encostas com declividades acentuadas e naturalmente instáveis. Assim, essas construções situadas nas partes mais elevadas, podem ser atingidas por material detrítico que venha a rolar do sopé da escarpa rochosa da Pedra do Elefante.

As intervenções preconizadas para mitigação e / ou erradicação de riscos de desastres por escorregamentos de solo e / ou de material detrítico rochoso acumulado no sopé da encosta devem compreender um conjunto de obras de drenagem e de contenção de encostas.

Tais obras são: para a drenagem, redimensionamento e melhoria da canalização do córrego que corta o assentamento e é responsável pelo escoamento das águas pluviais, conduzindo-as para o rio Cônego, e, ainda, do córrego situado na parte sul do assentamento; construção de bueiros, canaletas e caixas de passagem para condução das águas superficiais até à drenagem principal.

Para a estabilização das encostas são previstas obras de construção de muros de concreto ciclópico, de gabiões, estabilizações dos taludes por meio de concreto projetado e solo grampeado, e reconstituição de perfis de taludes onde já ocorreram escorregamentos com sacos de solo-cimento.

A visualização espacial e a tipologia das intervenções sugeridas para a redução e / ou erradicação dos riscos identificados no assentamento do Barroso está indicada no Mapa13 do Anexo II, e os custos dessas obras, bem como a indicação das moradias em risco e das pessoas ameaçadas que serão beneficiadas por elas, no Quadro 15.

6.3.5. Riograndina I

Neste assentamento, também identificado como Formigão, são encontradas moradias de pessoas de baixa renda lado a lado com casas bem construídas e de melhor padrão, embora edificadas em terrenos muitas vezes inadequados a qualquer tipo de ocupação.

A realização de obras de estabilização dos taludes do assentamento é muito problemática em função, principalmente, da forma de ocupação de seus terrenos, constituídos por um vale estreito de encostas íngremes.

O aproveitamento dos lotes por meio do sistema de corte / aterro desestabilizou tais encostas em muitos locais, deixando-as suscetíveis a movimentos de massa, vários já ocorridos e muitos ainda por ocorrer, mesmo com precipitações pluviométricas consideradas normais, face à precariedade das situações criadas.

A drenagem natural da área, incluindo as águas pluviais do Parque Maria Teresa, que é adjacente, é feita por um riacho que corre pelo talvegue do vale, cujo leito natural ou foi desviado ou coberto por lajes de concreto para criação de espaços nos terrenos das moradias. Essas intervenções em alguns locais, e no caso de ocorrência de enxurradas, podem por em risco a segurança dessas moradias e, conseqüentemente, de seus ocupantes.

As obras de estabilização das encostas concebidas para esse assentamento, face às condições de instabilidade encontradas e às dimensões dos locais

instáveis, são caras e complexas, justificando em alguns casos a desapropriação e demolição das moradias em risco e a indenização dos seus ocupantes.

Tais obras compreendem a desobstrução total da calha do córrego no talvegue do vale, a construção de um sistema de drenagem superficial por meio de rua hidráulica com a elevação das sarjetas, construção de bueiros, caixas de passagem, canaletas e descidas em degraus, todas elas associadas a obras de contenção e / ou recomposição dos taludes, com destaque para cortinas atirantadas, muros de gabiões, de gravidade e de flexão, concreto projetado e solo grampeado.

A configuração espacial e a tipologia das intervenções sugeridas para a redução e / ou erradicação dos riscos identificados no assentamento de Riograndina I (Formigão) está indicada no Mapa 14 do Anexo II, e os custos dessas obras, bem como as moradias em risco e as pessoas ameaçadas que serão beneficiadas por elas, no Quadro 15.

6.3.6. Riograndina II

O assentamento de Riograndina II, localizado às margens do rio Grande a jusante da sede do distrito de Riograndina, tem como maior risco de desastre a probabilidade de ocorrência de enchentes, que, a exemplo daquela causada pelo evento pluviométrico ocorrido em dezembro de 2006 / janeiro de 2007, transformou as áreas ocupadas na margem do rio em áreas de risco de graus 3 e 4, atingindo diversas moradias ali localizadas.

A probabilidade de que as moradias situadas nos setores mapeados como de risco 4 sejam atingidas por novas enchentes é bastante alta, com grande perigo à segurança das pessoas que ali habitam. A dificuldade para a realização de qualquer obra que venha a mitigar esse risco é muito grande, justificando a remoção dessas pessoas e a desapropriação e demolição das moradias face ao altíssimo custo de qualquer intervenção que ali possa ser realizada.

As moradias situadas nas áreas inundáveis de risco 3 encontram-se em locais mais seguros, com a ameaça à vida de seus habitantes muito menor. Tais moradias podem ser preservadas, principalmente se for implantado algum sistema de alerta à probabilidade de ocorrência de grandes cheias do rio Grande, no âmbito das intervenções não estruturais. Tal sistema de alerta deverá permitir a rápida evacuação das pessoas em risco no caso da possibilidade de ocorrência de algum evento pluviométrico catastrófico e, conseqüentemente, de uma grande enchente.

Na área em foco foram identificados ainda setores com possibilidade de ocorrência de movimentos de massa (risco 3 e 4), tal como o localizado em talude natural a montante da estrada Riograndina – Banquete, na margem esquerda do rio Grande, e como o situado na margem direita a jusante da ponte de pedestres, no aterro da rodovia de acesso a sede do distrito, onde

durante o evento de chuvas intensas de dezembro de 2006 / janeiro de 2007 ocorreram deslizamentos. Neste último, o entupimento do bueiro ali implantado para escoamento de um córrego sob o aterro quase causou sua ruptura, o que resultaria em um acidente de grandes proporções. Para esses dois setores não foram previstas intervenções de natureza estrutural, sendo recomendado, em situações de ocorrência de chuvas intensas, o monitoramento do aterro no que se refere ao entupimento do bueiro. Recomenda-se também a realização de estudos geotécnicos relativos à estabilidade do aterro.

6.3.7. Olaria I e Olaria II

As áreas do bairro de Olaria incluídas neste Plano estão sujeitas a dois tipos de risco provocados por deslocamentos de massas rochosas nas vertentes da Pedra do Elefante, que é o principal elemento condicionante da paisagem da região. Nessa abordagem, foi considerado como “Olaria I” o setor que abrange a porção Leste da área mapeada, limitado pelas ruas Uruguaiana e João da Silva, enquanto que “Olaria II” abrange a porção Oeste onde se encontram a Rua Purus e Travessa Purus.

O principal risco observado para as moradias localizadas nessas áreas está na possibilidade de rolamento e / ou queda de blocos de rocha apenas pela ação da gravidade. Foram registradas no mapeamento algumas moradias que sofreram danos parciais decorrentes desse tipo de processo em acidentes anteriores.

Os tipos de ocorrências de blocos isolados de dimensões variadas podendo atingir escalas métricas, e de ninhos de blocos de menores dimensões, ambos encontrados no topo, nas vertentes e no sopé da Pedra do Elefante, tendo em vista a amplitude topográfica desse maciço rochoso que se eleva a montante das áreas ocupadas, induziram à realização de dois mapeamentos, considerando possibilidades distintas de ocorrência de desastres, com soluções de estabilização diferentes para cada caso.

No primeiro (mapeamento I), previu-se o desprendimento de blocos de dimensões variadas da parte alta do talude, que atingiriam uma faixa de risco 4 de cerca de 70 a 100 metros de largura, contornando o sopé e englobando a maioria das moradias da Rua Uruguaiana. Esse grau de risco diminuiria gradativamente para risco 3 conforme o afastamento do sopé da encosta.

A mitigação dessa possibilidade de desastre, quase sempre de conseqüências catastróficas, deverá ser conseguida por meio da construção de contrafortes atirantados sustentando telas de aço onde ocorrerem blocos isolados ou grupos de blocos destacados do maciço rochoso, associados a telas fixadas com chumbadores, instaladas em pontos estratégicos das encostas com o objetivo de amortecer os impactos decorrentes da movimentação de blocos de menores dimensões que ultrapassarem a primeira barreira de contenção.

O segundo mapeamento das situações de risco (mapeamento II), considerou apenas a possibilidade de rolamento de pedras acumuladas no sopé do talude,

principalmente oriundas dos depósitos detríticos e de tálus. Para tanto, delimitou-se um trecho estreito de risco 4 que não chegou a englobar a Rua Uruguaiana (ficando este como risco 3), e também a Travessa Purus.

Para reduzir esse risco de desastre foi concebida a construção de um muro para absorção de impactos decorrentes da movimentação dos blocos de menores dimensões ali localizados, nos moldes de intervenções construídas pela Fundação GEORIO no Município do Rio de Janeiro.

A configuração esquemática e tipologia das intervenções sugeridas para a redução e / ou erradicação dos riscos identificados em Olaria I e Olaria II está indicada no Mapa 16 do Anexo II, e os custos das obras, bem como a quantificação das moradias em risco e das pessoas ameaçadas que serão beneficiadas por elas, no Quadro 15.

6.3.8. Alto Floresta e Floresta

A grande ocupação formada pelos dois assentamentos aqui enfocados tem em sua maior parte características de baixa renda, com as moradias construídas em pequenos lotes de modo desordenado, interferindo na drenagem natural, tornando as vertentes da concavidade, em forma de anfiteatro, ainda mais frágeis e suscetíveis a movimentos de massa.

O talvegue dessa concavidade, conhecido como “Buraco da Concha”, é cortado por um córrego que concentra toda as águas pluviais que são captadas nas vertentes, exceto as que se precipitam no divisor leste, que ao serem direcionadas para o talude ao sul no limite do assentamento, foram responsáveis por um grande escorregamento durante o evento de chuvas intensas de dezembro de 2006 / janeiro de 2007, com a ocorrência de três óbitos.

As intervenções necessárias à mitigação e / ou erradicação dos riscos de movimentos de massa nas encostas, identificados em setores de graus de risco 3 e 4 são compostas por obras de drenagem superficial e de contenção de encostas, sendo as primeiras correspondentes ao redimensionamento da canalização e quebra de energia por meio de degraus das águas do riacho que corta o assentamento na direção N-S, transformação de diversos acessos em ruas hidráulicas com elevação dos meio-fios, e construção / recuperação de canaletas e caixas de passagem.

As intervenções recomendadas relacionadas com a drenagem superficial para escoamento das águas pluviais assume fundamental importância na redução da saturação dos taludes e encostas dos assentamentos de Floresta e Alto Floresta. As grandes rupturas de taludes que ocorreram em janeiro de 2007 e que vitimaram três crianças no Floresta foram condicionadas pela elevada saturação dos terrenos em função da concentração de grandes volumes de águas pluviais que escoaram pela rua Aureliano Barbosa Faria (calçada) e por uma rua lateral de terra batida. No entroncamento dessas vias o sistema de drenagem existente não foi eficaz, tendo as águas ultrapassado o meio fio, passando a escoar diretamente pela encosta. A concentração dessas águas

nesse ponto da encosta constituiu-se num dos condicionantes principais da ruptura catastrófica que atingiu as ruas a jusante, e que se originou no entroncamento citado.

As obras de contenção das encostas recomendadas correspondem à construção de cortina atirantada com drenos horizontais profundos, construção de muro de impacto e de proteções de tela fixadas com chumbadores para absorção de choques provocados por queda e / ou rolamento de blocos rochosos encontrados na vertente NW / W, e estabilização de taludes com solo grampeado e concreto projetado.

A configuração espacial e a tipologia das intervenções sugeridas para a redução e / ou erradicação dos riscos identificados nos assentamentos de Floresta e Alto Floresta está indicada no Mapa 17 do Anexo II, e os custos das obras, bem como a quantificação das moradias em risco e das pessoas ameaçadas que serão beneficiadas por elas, no Quadro 15.

6.4. Estimativa de Custos e Priorização de Execução das Intervenções Estruturais

As obras de contenção das encostas e de drenagem superficial concebidas para reduzir os riscos de ocorrência de desastres nos assentamentos selecionados foram orçadas no contexto desse trabalho de modo preliminar, considerando-se o nível de anteprojeto dos estudos realizados, tendo como base a tabela de preços da EMOP, a qual corresponde à tabela oficial de preços para obras públicas no estado do Rio de Janeiro. Foi também embutido o valor de 10% nos custos totais, para a remuneração dos projetos.

A comparação entre os preços das diversas intervenções preconizadas para cada setor de risco individualizado nos assentamentos serviu de base para o estabelecimento de uma ordem de prioridade para execução das obras necessárias, levando-se em conta os custos de cada uma, o número de beneficiários a elas relacionados e a viabilidade orçamentária para a execução, de acordo com os critérios a seguir enumerados:

- grau de risco geológico;
- abrangência dos impactos resultantes de possível acidente;
- número de moradias diretamente beneficiadas pela intervenção;
- participação da comunidade na priorização;
- viabilidade técnica e executiva das obras;
- custos de implantação das obras por setor e cronograma de execução;
- viabilidade de articulação para captação de fontes alternativas de recursos necessários.

Para as obras de drenagem superficial, é praticamente impossível avaliar a quantidade de moradias e pessoas beneficiadas, os custos das intervenções por setor de risco e ainda, de prioridade para execução dessas intervenções. Tais obras foram concebidas no escopo de uma visão global de cada assentamento, beneficiando a totalidade das pessoas ali residentes, diferentemente das obras de contenção que em geral têm efeito apenas sobre o setor onde são projetadas. Assim, a definição das obras de drenagem superficial por setor de risco 3 e 4 foi estabelecida considerando-se o custo global de tais obras, dividido pela totalidade de moradias ameaçadas.

Como geralmente todo o conjunto de obras de estabilização, para ser realmente eficaz em seus objetivos, dependerá da eficiência das obras de drenagem, considerou-se neste trabalho, para a priorização de execução das intervenções, que todas as obras de drenagem projetadas deverão sempre ser executadas em prioridade 1.

Os Quadros 16 a 23, apresentados a seguir, demonstram os custos estimados das intervenções estruturais indicadas para cada assentamento, compreendendo os respectivos projetos para os quais considerou-se um valor de 10% do total dos custos de cada obra, e, ainda, de todas as obras de contenção e drenagem (por setor mapeado, por moradia por setor, e por pessoa ameaçada, identificada em cada moradia por setor). Indicam também, conforme os critérios acima apresentados, a ordem de prioridade preconizada para a execução das intervenções, considerando sempre as obras de drenagem como de prioridade 1, e as demais, de prioridades subsequentes.

Nos dez assentamentos contemplados neste Plano foram identificados sessenta e três setores de risco alto e muito alto (risco 3 e 4, respectivamente) sendo 29 de risco muito alto e 34 de risco alto. Os custos estimados das intervenções estruturais necessárias à erradicação e / ou mitigação desses riscos é da ordem de R\$ 16,7 milhões.

Em alguns casos, quando os custos das obras ultrapassarem os valores usuais de desapropriação praticados no Município, a Prefeitura deverá considerar tal hipótese, evitando gastos exagerados com obras onerosas, distribuindo dessa forma os recursos disponíveis de forma mais racional e eqüitativa entre as comunidades contempladas neste Plano.

Todas as ações estruturais preconizadas para os 10 assentamentos selecionados, incluídos neste trabalho, estão apresentadas na Matriz de Alternativas de Ações, que constitui o Anexo VI.

6.4.1. Lazareto

NOME DA ÁREA	ENCOSTA	MARGEM	SETOR	GRAU DE RISCO	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO (CONTENÇÃO / DRENAGEM) POR SETOR (R\$)	MORADIAS EM RISCO	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO POR MORADIA EM RISCO (R\$)	PESSOAS AMEAÇADAS	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO POR PESSOA AMEAÇADA (R\$)	PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO
Lazareto			I	R4	306 000,00	10	30 600,00	44	6 955,00	1
			II	R4	323 700,00	28	11 560,00	88	3 678,00	1 / 2
			III	R3	22 800,00	4	5 700,00	20	1 140,00	1
			IV	R3	28 500,00	5	5 700,00	20	1 420,00	1
			V	R3	171 600,00	16	10 725,00	78	2 200,00	1 / 3
			VI	R3	18 200,00	3	6 065,00	12	1 516,00	1
			VII	R3	35 200,00	1	35 200,00	5	7 040,00	1 / 4
			VIII	R3	270 900,00	4	67 725,00	20	13 545,00	1 / 5

QUADRO 16. Lazareto – estimativa de custos das intervenções estruturais: por setor, por moradia em risco e por pessoa ameaçada; ordem de prioridade para execução das intervenções. Drenagem, prioridade 1.

6.4.2. Vilage

NOME DA ÁREA	ENCOSTA	MARGEM	SETOR	GRAU DE RISCO	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO (CONTENÇÃO / DRENAGEM) POR SETOR (R\$)	MORÁDIAS EM RISCO	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO POR MORADIA EM RISCO (R\$)	PESSOAS AMEAÇADAS	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO POR PESSOA AMEAÇADA (R\$)	PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO
Vilage			I	R4	29 800,00	2	14 900,00	10	2 980,00	1
			II	R4	49 300,00	2	24 650,00	8	6 162,00	1 / 2
			III	R4	1 857 600,00	10	185 760,00	39	47 630,00	1 / 8
			IV	R4	1 738 500,00	2	869 250,00	8	217 312,00	1 / 9
			V	R4	14 900,00	1	14 900,00	9	1 655,00	1
			VI	R4	119 200,00	8	14 900,00	29	4 110,00	1
			VII	R4	82 700,00	2	41 350,00	7	11 815,00	1 / 3
			VIII	R4	14 900,00	1	14 900,00	3	4 966,00	1
			IX	R4	219 000,00	5	43 800,00	23	9 522,00	1 / 4
			X	R3	1 615 400,00	10	161 540,00	63	25 641,00	1 / 7
			XI	R3	29 800,00	2	14 900,00	6	4 966,00	1
			XII	R3	29 800,00	2	14 900,00	9	3 311,00	1
			XIII	R3	14 900,00	1	14 900,00	4	3 725,00	1
			XIV	R3	167 700,00	11	15 245,00	43	3 900,00	1 / 5
			XV	R3	29 800,00	2	14 900,00	5	5 960,00	1
			XVI	R3	14 900,00	1	14 900,00	4	3 725,00	1
			XVII	R3	59 600,00	4	14 900,00	16	3 725,00	1
			XVIII	R3	159 900,00	5	31 980,00	10	15 990,00	1 / 6

QUADRO 17. Vilage – estimativa de custos das intervenções estruturais: por setor, por moradia em risco e por pessoa ameaçada; ordem de prioridade para execução das intervenções. Drenagem, prioridade 1.

6.4.3. Cordoeiro

NOME DA ÁREA	ENCOSTA	MARGEM	SETOR	GRAU DE RISCO	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO (CONTENÇÃO / DRENAGEM) POR SETOR (R\$)	MORADIAS EM RISCO	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO POR MORADIA EM RISCO (R\$)	PESSOAS AMEAÇADAS	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO POR PESSOA AMEAÇADA (R\$)	PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO
Cordoeiro			I	R4	11 000,00	1	11 000,00	4	2 750,00	1 / 2
			II	R4	95 100,00	8	11 900,00	30	3 170,00	1 / 3
			III	R4	846 200,00	35	24 200,00	91	9 300,00	1 / 4
			IV	R3	-	-	-	-	-	1
			V	R3	181 300,00	7	25 900,00	36	5 040,00	1 / 5
			VI	R3	21 500,00	3	7 150,00	10	21 150,00	1

QUADRO 18. Cordoeiro – estimativa de custos das intervenções estruturais: por setor, por moradia em risco e por pessoa ameaçada; ordem de prioridade para execução das intervenções. Drenagem, prioridade 1.

6.4.4. Riograndina I

NOME DA ÁREA	ENCOSTA	MARGEM	SETOR	GRAU DE RISCO	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO (CONTENÇÃO / DRENAGEM) POR SETOR (R\$)	MORADIAS EM RISCO	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO POR MORADIA EM RISCO (R\$)	PESSOAS AMEAÇADAS	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO POR PESSOA AMEAÇADA (R\$)	PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO
Riograndina I (Formigão)			I	R4	1 957 000,00	16	122 312,00	51	38 372,00	1 / 3
			II	R3	56 300,00	1	56 300,00	4	14 075,00	1
			III	R3	838 000,00	16	52 375,00	65	12 892,00	1 / 2

QUADRO 19. Riograndina I (Formigão) – estimativa de custos das intervenções estruturais: por setor, por moradia em risco e por pessoa ameaçada; ordem de prioridade para execução das intervenções. Drenagem, prioridade 1.

6.4.5. Riograndina II

NOME DA ÁREA	ENCOSTA	MARGEM	SETOR	GRAU DE RISCO	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO (CONTENÇÃO / DRENAGEM) POR SETOR (R\$)	MORADIAS EM RISCO	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO POR MORADIA EM RISCO (R\$)	PESSOAS AMEAÇADAS	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO POR PESSOA AMEAÇADA (R\$)	PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO
Riograndina II			I	R4	Remoção	20	-	77	-	1
			II	R4	-	-	-	-	-	-
			III	R4	Remoção	4	-	12	-	1
			IV	R3	-	-	-	-	-	-
			V	R3	-	11	-	51	-	-

QUADRO 20. Riograndina II – intervenções: por setor, por moradia em risco e por pessoa ameaçada; ordem de prioridade para execução das intervenções.

6.4.6. Barroso

NOME DA ÁREA	ENCOSTA	MARGEM	SETOR	GRAU DE RISCO	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO (CONTENÇÃO / DRENAGEM) POR SETOR (R\$)	MORADIAS EM RISCO	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO POR MORADIA EM RISCO (R\$)	PESSOAS AMEAÇADAS	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO POR PESSOA AMEAÇADA (R\$)	PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO
Barroso			I	R4	121 000,00	1	121 000,00	4	30 250,00	1
			II	R4	87 900,00	-	-	-	-	1
			III	R4	431 600,00	3	143 866,00	12	35 966,00	1 / 1
			IV	R4	48 200,00	-	-	-	-	1
			V	R4	74 900,00	-	-	-	-	1
			VI	R3	-	-	-	-	-	1
			VII	R3	266 800,00	1	266 800,00	4	66 700,00	1 / 2
			VIII	R3	-	-	-	-	-	1
			IX	R3	-	-	-	-	-	1

QUADRO 21. Barroso – estimativa de custos das intervenções estruturais: por setor, por moradia em risco e por pessoa ameaçada; ordem de prioridade para execução das intervenções. Drenagem, prioridade 1.

6.4.7. Olaria I e II

NOME DA ÁREA	ENCOSTA	MARGEM	SETOR	GRAU DE RISCO	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO (CONTENÇÃO / DRENAGEM) POR SETOR (R\$)	MORADIAS EM RISCO	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO POR MORADIA EM RISCO (R\$)	PESSOAS AMEAÇADAS	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO POR PESSOA AMEAÇADA (R\$)	PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO
Olaria I e II (mapeamento I)			I	R4	685 200,00	451	1 520,00	1806	380,00	1
			II	R3	685 200,00	350	1 786,00	1410	486,00	2
Olaria I e II (mapeamento II)			I	R4	633 050,00	117	5 410,00	468	1 353,00	1
			II	R3	633 050,00	216	2 930,00	864	733,00	2

QUADRO 22. Olaria I e II (mapeamento I e mapeamento II) – estimativa de custos das intervenções estruturais: por setor, por moradia em risco e por pessoa ameaçada; ordem de prioridade para execução das intervenções.

6.4.8. Alto Floresta e Floresta

NOME DA ÁREA	ENCOSTA	MARGEM	SETOR	GRAU DE RISCO	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO (CONTENÇÃO / DRENAGEM) POR SETOR (R\$)	MORADIAS EM RISCO	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO POR MORADIA EM RISCO (R\$)	PESSOAS AMEAÇADAS	ESTIMATIVA DE CUSTO DE INTERVENÇÃO POR PESSOA AMEAÇADA (R\$)	PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO
Alto Floresta e Floresta			I	R4	231 000,00	35	6 600,00	163	1 417,00	1 / 2
			II	R4	3 750,00	3	1 250,00	20	188,00	1
			III	R4	76 600,00	5	15 320,00	52	1 473,00	1 / 3
			IV	R4	2 500,00	2	1 250,00	9	278,00	1
			V	R4	187 400,00	7	26 772,00	22	8 518,00	1 / 4
			VI	R3	2 500,00	2	1 250,00	7	357,00	1
			VII	R3	36 300,00	29	1 250,00	133	273,00	1
			VIII	R3	3 750,00	3	1 250,00	13	288,00	1
			IX	R3	6 250,00	5	1 250,00	21	298,00	1
			X	R3	2 500,00	2	1 250,00	8	312,00	1
			XI	R3	10 000,00	8	1 250,00	36	278,00	1
			XII	R3	27 500,00	22	1 250,00	100	275,00	1

QUADRO 23. Alto Floresta e Floresta – estimativa de custos das intervenções estruturais: por setor, por moradia em risco e por pessoa ameaçada; ordem de prioridade para execução das intervenções. Drenagem, prioridade 1.

6.5. Propostas de Ações para Intervenções Não Estruturais

A remediação de situações de risco de ocorrência de movimentos de massa em encostas e de inundações, surgidas em função da ocupação antrópica em áreas urbanas nas quais os terrenos tenham as características encontradas na região de Nova Friburgo, em geral é feita por meio de obras de engenharia caras e, algumas vezes, de eficiência limitada, que podem em situações excepcionais (chuvas catastróficas, por exemplo), não resistir a condições extremas.

A ação ideal, a ser empreendida pelas autoridades municipais para evitar as catástrofes que se repetem quase que anualmente durante o período de chuvas intensas de verão, deveria compreender o planejamento da ocupação dos terrenos, evitando-se as licenças de construção em áreas íngremes e de terrenos instáveis, ou, então, junto às calhas dos rios ocupando suas planícies de inundação. Os custos de um trabalho de levantamento adequado das melhores áreas a serem destinadas à expansão urbana são infinitamente menores do que aqueles necessários à execução de obras de remediação de situações de risco.

As ocupações clandestinas, geralmente decorrentes de invasões de terrenos públicos ou particulares por populações de baixa renda, ou então, da implantação de loteamentos irregulares, quando se derem em áreas inadequadas, devem ser imediatamente interditadas pelas autoridades municipais, removendo-se as pessoas assentadas, evitando-se assim o surgimento de futuras vítimas e / ou a necessidade de futuras obras que irão onerar os cofres municipais.

Por outro lado, em terrenos onde as ocupações precárias já tenham se instalado de forma definitiva, os custos das obras de remediação das áreas de risco criadas devem ser avaliados no sentido de se considerar a hipótese de remover moradores em risco, desapropriando-se e demolindo-se as moradias desocupadas pela remoção, de modo a garantir a segurança das pessoas atingidas por tais medidas extremas, quando os custos das obras necessárias ultrapassarem os valores das desapropriações.

Ainda no caso de assentamentos já definitivamente instalados e de remoção total inviável, as populações ali estabelecidas devem ser orientadas e preparadas pelas autoridades municipais, principalmente pelas de Defesa Civil, no sentido de saberem como se defender em situações de risco, entendendo o que pode ocorrer em tais situações, abandonando as áreas perigosas durante a ocorrência de eventos catastróficos, e buscando abrigo em locais seguros previamente definidos como tal.

Algumas propostas de ações para intervenções não estruturais que podem ser implantadas no Município de Nova Friburgo, visando à redução dos riscos de perdas de vidas humanas em decorrência de deslizamentos em encostas e de inundações, são sugeridas a seguir.

- Fortalecer e aprimorar o controle da ocupação urbana e do adensamento populacional especialmente nas áreas de risco, e fornecer alternativas de áreas passíveis de serem ocupadas, inseridas ou no entorno da mancha urbana definidas no **Plano Diretor Municipal**.
- Desapropriar as áreas de risco desocupadas por populações transferidas, recuperando-s ambientalmente, e proibindo novas ocupações.
- Atualizar, permanentemente, o conhecimento dos riscos no município, sistematizando e registrando informações coletadas durante vistorias periódicas de fiscalização e monitoramento dos assentamentos precários. Os registros de novas ocorrências poderão ser feitos em fichas conforme as sugeridas no modelo apresentado no anexo IV.
- Implantar um sistema de alerta preventivo da ocorrência de chuvas intensas, que poderá se basear em sistemas instalados em regiões próximas, como, por exemplo, o da Fundação GEORIO no Rio de Janeiro, e o do Laboratório Nacional de Computação Científica – LNCC, que está sendo implantado em Petrópolis.
- Implantar o **Plano Preventivo de Defesa Civil** com o objetivo de reduzir a vulnerabilidade das comunidades em risco, compreendendo:
 - avaliar previamente todas as áreas sujeitas a riscos e adoção de ações emergenciais e preventivas que antecedam o período anual de chuvas intensas;
 - instruir as populações sobre como alertar as autoridades municipais a respeito da necessidade de serviços públicos, como, por exemplo, coleta de lixo, limpeza de córregos, remoção de entulhos e de depósitos instáveis em encostas;
 - instruir e mobilizar as populações sujeitas a riscos para procedimentos preventivos e para ações de auto-defesa. Sem o envolvimento dos interessados dificilmente se avançará na redução de riscos, principalmente porque a maior parte deles é gerada pela ocupação desordenada e por outras atividades antrópicas; e
 - fortalecer a organização da estrutura institucional municipal capaz de monitorar as áreas de risco durante os períodos chuvosos, para agir preventivamente em situações críticas identificadas, e efetuar atendimentos de emergências, quando necessário.
- Constituir, juntamente com moradores voluntários das áreas de risco, núcleos de defesa civil (NUDECs). Estimular e capacitar essas pessoas a compartilhar com a gestão municipal as atividades de prevenção, auto-defesa e atendimento emergencial;

- Implantar programas de educação ambiental, estimulando as populações assentadas em áreas de risco a procederem de modo a preservar e/ou recuperar os terrenos já degradados de suas comunidades, por meio da difusão de cartilhas de fácil compreensão, inclusive nas salas de aula das escolas municipais em todos os níveis. Colaborando para a implantação dessa ação, o Serviço Geológico do Brasil - CPRM desenvolveu, em contribuição ao **Plano Municipal de Redução de Riscos de Nova Friburgo**, uma cartilha de educação ambiental que tem como foco a instrução sobre procedimentos para a redução de riscos de escorregamentos e inundações em assentamentos precários. Essa cartilha constitui o Anexo 6 deste Relatório Final, e poderá ser usada em qualquer iniciativa de educação ambiental dessa natureza.

6.6. Proposições Gerais

Para que o **Plano Municipal de Redução de Riscos de Nova Friburgo** alcance um nível de eficácia satisfatório, atingindo o seu principal objetivo que é o de reduzir cada vez mais a perda de vidas humanas por ocasião dos eventos de chuvas intensas, próprios do verão na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, são sugeridas as seguintes propostas de caráter geral:

- Implantação de políticas de habitação, saneamento e urbanização compatíveis com as características dos terrenos do Município.
- Definição, após discussão com as populações interessadas, de um prazo para a execução das intervenções nas situações mapeadas como de risco alto.
- Inclusão de recursos e dotações específicas para a execução de intervenções estruturais nas áreas de risco mapeadas já no orçamento do Município para o próximo ano, e que as intervenções programadas sigam a ordem de prioridades apresentada no **PMRR**.
- Que o Governo Federal, por meio do Ministério das Cidades e da Secretaria Nacional de Defesa Civil/ Ministério da Integração Nacional, e o Governo do Estado, por meio da Defesa Civil Estadual e/ou de outros órgãos, estabeleçam meios de cooperação com a Prefeitura do Município de Nova Friburgo para a captação de recursos e, também, no estabelecimento de parcerias para a execução das intervenções estruturais nas áreas de risco em prazos que atendam os interesses e necessidades da população.
- Realização por parte de todos os órgãos acima citados, de gestões junto à Caixa Econômica Federal para a viabilização e destinação de linhas de crédito de programas habitacionais específicos para melhorias das condições de habitabilidade, onde essas condições configurem risco (assistência técnica e cesta de materiais de construção).

6.7. Fontes de Recursos

Os recursos para implantação de um programa de redução de riscos consistente como o que Nova Friburgo pretende por em prática a partir da elaboração deste Plano devem ser obtidos nos três níveis de esfera governamental.

O município deve estabelecer metas e prazos para redução dos riscos, atrelado a um plano global de investimentos, no qual esteja definida uma aplicação anual de recursos do orçamento municipal, caracterizando a vontade política de solucionar o problema. Devem ser buscados ainda, recursos na esfera federal, oriundos do Orçamento Geral da União, principalmente nos Ministérios das Cidades, da Integração Nacional, e da Saúde, e, ainda, na esfera estadual, nas Secretarias de Obras, de Meio Ambiente, e de Defesa Civil.

Na esfera federal, os principais Programas com fontes de recursos para redução de riscos no Ministério das Cidades / Secretaria de Programas Urbanos são: Habitação de Interesse Social; Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários; Plano Estratégico Municipal para Assentamentos Subnormais (PEMAS); Habitar Brasil-BID; Programa de Arrendamento Residencial (PAR); Pro-Moradia; Pró-Municípios; Saneamento para Todos; Drenagem Urbana Sustentável.

No Ministério da Integração Nacional, por meio da Secretaria Nacional de Defesa Civil, destacam-se os Programas de Prevenção para Emergências e Desastres – PPED (através das ações Apoio aos Órgãos Especializados no Apoio de Sinistros, Apoio a Obras Preventivas de Desastres, Publicidade de Utilidade Pública, Capacitação de Agentes de Defesa Civil), e Resposta aos Desastres – PDR (ações Criação de Grupo de Apoio a Desastres, Socorro e Assistência às Pessoas Atingidas por Desastres e Reabilitação dos Cenários de Desastres).

No Ministério da Saúde, através da FUNASA e da ANVISA, são desenvolvidos os Programas: Saneamento Ambiental; Saúde da Família (PSF) – Agentes Comunitários de Saúde; Agentes de Saúde Ambiental.

Do Ministério da Justiça podem ser obtidos recursos para projetos de recuperação ambiental, educação ambiental e outros, a partir do Conselho Federal Gestor do Fundo de Defesa de Direitos Difusos – CFDD, que concentra e distribui os recursos provenientes de multas arrecadadas pelo Governo Federal.

7. EQUIPE TÉCNICA

7.1. Da Prefeitura Municipal de Nova Friburgo

Secretária de Obras:

Margareth Nacif Alves de Miranda

Coordenador da Defesa Civil:

Sergio Luis Marrafa Ribeiro

Equipe Técnica:

Arquiteta Giulliana Sant'Ana

Arquiteta Alessandra Elias Monteiro

7.2. Do Serviço Geológico do Brasil – CPRM

Chefe do DEGET:

Geólogo Cássio Roberto da Silva

Chefe do DIGATE:

Geógrafa Regina Gimenez Armesto

Equipe Executora:

Coordenador: Geólogo Jorge Pimentel

Geólogo Carlos Eduardo Osório Ferreira

Geólogo Samuel Viana

Engenheiro Geólogo Renaud Traby (contratado)

Engenheira Lúdma Heliodora Thomé Ferreira (contratada)

Colaboradores

Geólogo Walter Barradas

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL – MINISTÉRIO DAS CIDADES / SECRETARIA DE PROGRAMAS URBANOS. “Curso de Capacitação à Distância para Técnicos Municipais no Mapeamento e Gerenciamento de Riscos de Deslizamentos em Encostas e Inundações”. Programa Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários. 2004. Brasília.

BRASIL – MINISTÉRIO DAS CIDADES / CITIES ALLIANCE. “Prevenção de Riscos de Deslizamentos em Encostas. Guia para a Elaboração de Políticas Municipais” – Celso Santos Carvalho; Thiago Galvão – organizadores. 2006. Brasília.

CANIL, K.; MACEDO, E.S.; GRAMANI, M.F.; ALMEIDA FILHO, G.S.; YOSHIKAWA, N. K.; MIRANDOLA, F.A; VIEIRA, B.C.; BAIDA, L.M.A.; AUGUSTO FILHO, O; SHINOHARA, E.J. “Mapeamento de Risco em Assentamentos Precários nas Zonas Sul e Parte da Oeste no Município de São Paulo (SP)”. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental, 5, 2004, São Carlos. Anais...São Paulo: ABGE, 2004, p.193-204.

CARVALHO, C.S. “Análise Quantitativa de Riscos e Seleção de Alternativas de Intervenção - Exemplo de um Programa Municipal de Controle de Riscos Geotécnicos em Favelas”. In: Workshop Seguros na Engenharia, 1, 2000, São Paulo. Anais... São Paulo: ABGE, 2.000. p 49-73.

CERRI, L. E. S.; AMARAL, C. P. “Riscos Geológicos”. In: ABGE. *Geologia de Engenharia*. São Paulo: Oficina de Textos, 1998. p 301-310.

CERRI, L.E.S.; CARVALHO, C.S. “Hierarquização de Situações de Risco em Favelas no Município de São Paulo, Brasil - Critérios e Metodologia”. In: Simpósio Latinoamericano sobre Risco Geológico Urbano, 1, 1990, São Paulo. Anais... São Paulo: ABGE, 1990, p. 150-157.

CERRI, L.E.S.; ZAINE, J.E.; SILVA, V.C.R.; SILVA, L.C.R.; NÉRI, A.C.; BARBOSA, T.T.A.; PAULA, J.P.L. de, SCARANCE, M.R.A.P.; SILVA, D.M.B. “Mapeamento de Risco em Áreas de Ocupação Precária nas Zonas Norte, Leste e Oeste do Município de São Paulo (SP)”. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental, 5, 2004, São Carlos. Anais... São Carlos: ABGE, 2004, p.115-122.

FIDEM - FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL DE PERNAMBUCO. “Manual de Ocupação dos Morros da Região Metropolitana de Recife”. 2003. Recife. 384p.

FUNDUNESP - Fundação para o Desenvolvimento da UNESP. “Mapeamento de Risco Associado a Áreas de Encosta e Margens de Córregos nas Favelas do Município de São Paulo”. 2003. Relatório Final. UNESP/IGCE/DGA, Rio Claro, 78p.

LEITE, C. V. P.; BATISTA, P. C.; VIANA, C. S. “A Gestão do Risco Geológico em Belo Horizonte”. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 11, 2005, Florianópolis: ABGE. (CD-ROOM).

MACEDO, E.S.; OGURA, A.T.; CANIL, K.; ALMEIDA FILHO, G.S; GRAMANI, M.F.; SILVA, F.C.; CORSI, A.C.; MIRANDOLA, F.A. “Modelos de Fichas Descritivas para Áreas de Risco de Escorregamento, Inundação e Erosão”. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais 1, 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004b, p. 892-907, CD-ROM.

NOGUEIRA, F. R. “Gerenciamento de Riscos Ambientais Associados a Escorregamentos: Contribuição às Políticas Públicas Municipais para Áreas de Ocupação Subnormal”. 2002. 266 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE / UNESP. “Plano Municipal de Redução de Riscos de Belo Horizonte (MG) – Relatório Final”. 2006. Belo Horizonte.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DO JORDÃO / JBA ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA. “Plano Municipal de Redução de Riscos de Campos do Jordão – Relatório Final”. 2006. Campos do Jordão.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CONTAGEM / URBE CONSULTORIA e PROJETOS LTDA. “Plano Municipal de Redução de Riscos de Contagem – Relatório Final”. 2007. Contagem.

PREFEITURA MUNICIPAL DE GUARULHOS / ROSA E BINDONE ENGENHARIA LTDA. “Plano Municipal de Redução de Riscos de Guarulhos – Relatório Final”. 2005. Guarulhos.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JABOATÃO DOS GUARARAPES / GEOSISTEMAS ENGENHARIA E PLANEJAMENTO. “Plano Municipal de Redução de Riscos de Jaboatão dos Guararapes – Relatório Final”. 2006. Jaboatão dos Guararapes.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JACAREÍ / IPT. “Plano Municipal de Redução de Riscos de Jacareí – Relatório Final”. 2006. Jacareí.

PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO / FUNDAÇÃO GEORIO. “Plano Municipal de Redução de Riscos do Município do Rio de Janeiro – Relatório Final”. 2006. Rio de Janeiro.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTOS / IPT. “Plano Municipal de Redução de Riscos de Santos – Relatório Final”. 2005. Santos.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO / UNESP. “Plano Municipal de Redução de Riscos de São Paulo – Relatório Final”. 2004. São Paulo.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SUZANO / UNESP. “Plano Municipal de Redução de Riscos de Suzano – Relatório Final”. 2006. Suzano.

UNDRO – UNITED NATIONS DISASTER RELIEF OFFICE. “UNDRO’s Approach to Disaster Mitigation”. *UNDRO News, jan.-febr.*1991. Geneva: Office of the United Nations.