

Nº 179643

Cartografia geotécnica: setorização de riscos

Nestor Kenji Yashikawa

*Palestra apresentada na Casa Militar em
Franca., 14/05/25. 193 slides.*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

PROIBIDO REPRODUÇÃO

CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA

SETORIZAÇÃO DE RISCOS

Nestor Kenji Yoshikawa

RISCOS URBANOS 1



RISCOS URBANOS 2



CONTEXTO ATUAL



Brasil: > 90% de população urbana em 2030

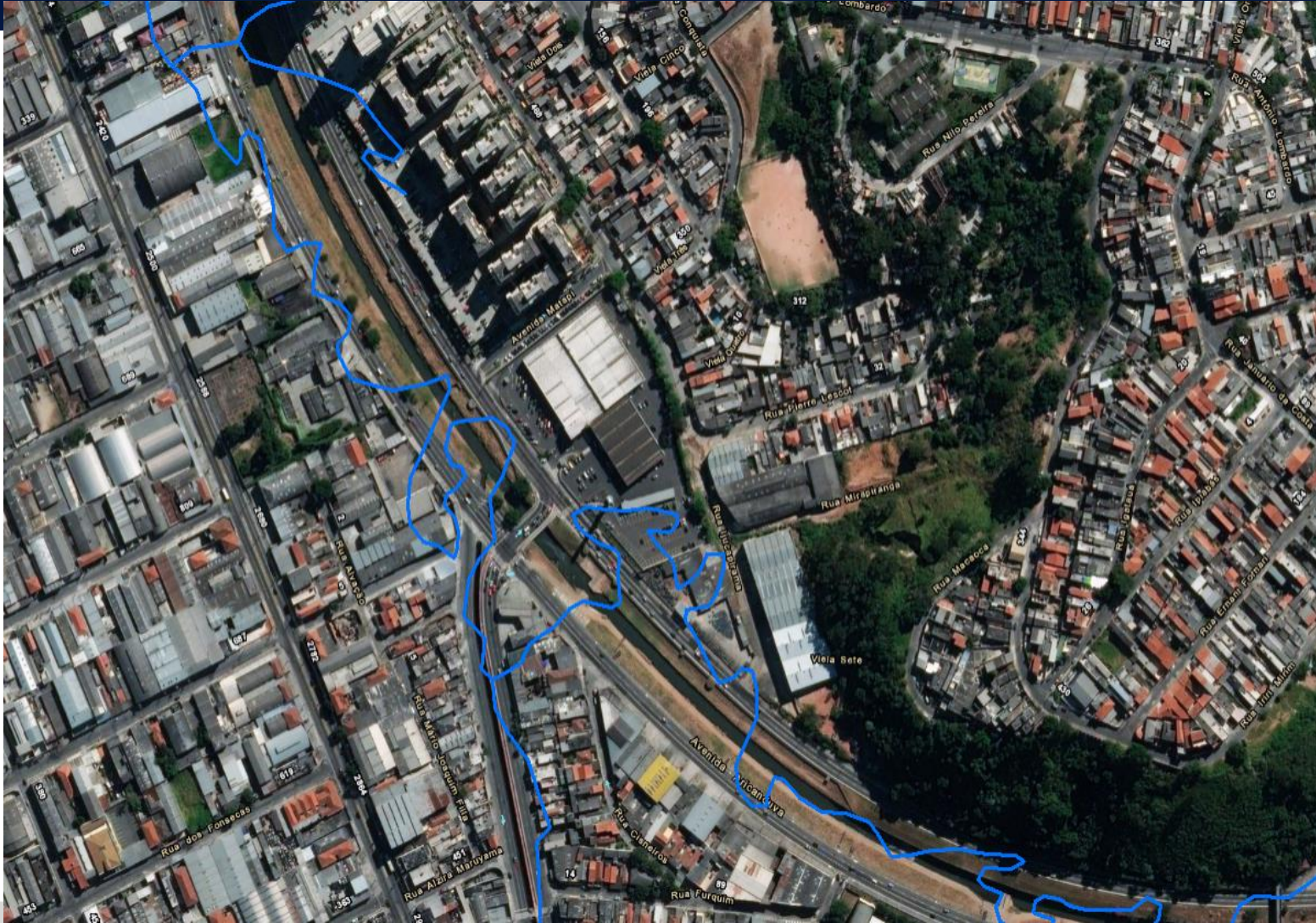
8,2 mi de pessoas em áreas de risco:
inundação e/ou desmoronamento

342 dos 645 municípios sujeitos a
Inundações urbanas em SP

Planejamento urbano:

A **identificação dos perigos** é fundamental
para apoiar os planos diretores dos
municípios

INUNDAÇÕES E ENCHENTES



- A estrutura de drenagem urbana é adaptada na medida em que uma cidade cresce.
- Não há de fato um planejamento visando previsões de chuva anômalas, bem como análise de bacias hidrográficas, para elaborar modelos de previsão.

MOVIMENTOS DE MASSA

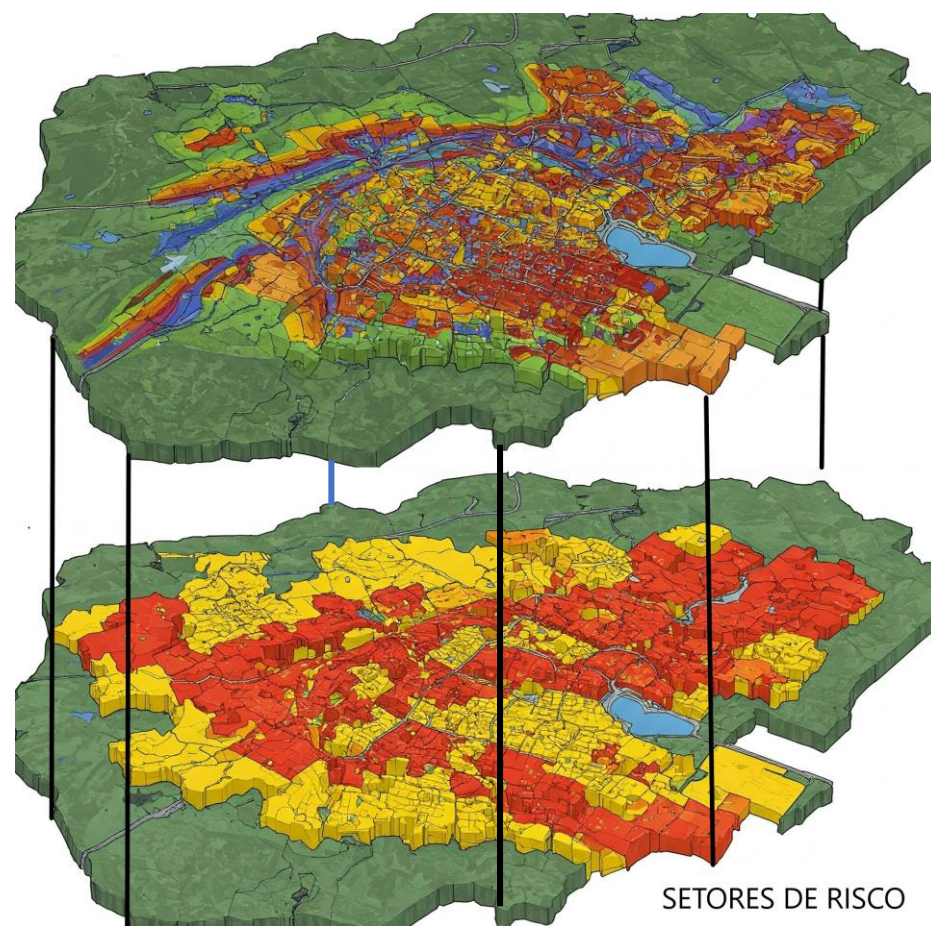


- Os movimentos de massa ocorrem principalmente em topografias com declives mais acentuados, cuja porções são denominadas de taludes.
- Erosões, deslizamentos de terra, quedas de blocos rochosos.

Característica	Cartas Geotécnicas	Cartas de Aptidão	Cartas de Susceptibilidade	Cartas de Risco
Foco Principal	Características físicas e geotécnicas do terreno, comportamento frente a obras.	Adequabilidade do terreno para um uso ou atividade específica, considerando suas características geotécnicas e outros fatores relevantes	Probabilidade de ocorrência de um processo geodinâmico específico.	Probabilidade de ocorrência de um perigo geotécnico e as consequências potenciais nos elementos expostos.
Informações	Geologia, geomorfologia, hidrogeologia, propriedades geotécnicas, aptidão/restrições.	Informações da Carta Geotécnica + Critérios de Avaliação específicos para o uso/atividade (ex: estabilidade para construção, capacidade de suporte, permeabilidade para drenagem).	Fatores condicionantes (geologia, relevo, hidrologia, uso do solo), histórico de eventos.	Informações da Carta de Susceptibilidade + Dados de Vulnerabilidade (densidade populacional, tipo de construção, infraestrutura, valor econômico) .
Objetivo	Subsidiar o planejamento e projeto de obras, garantir a segurança e adequação do uso do solo às condições do terreno.	Indicar as áreas mais adequadas, restritas ou inadequadas para um determinado tipo de uso ou atividade (ex: construção residencial, industrial, agrícola, áreas de preservação), com base em critérios técnicos	Identificar áreas de risco potencial para prevenção e mitigação de desastres.	Delimitar áreas com diferentes níveis de risco , considerando a probabilidade do perigo e a magnitude das perdas esperadas, para orientar ações de prevenção, mitigação, resposta e recuperação.
Pergunta Principal	Como o terreno é e como ele se comportará sob diferentes usos e intervenções?	Quais áreas são adequadas, restritas ou inadequadas para um determinado uso ou atividade, considerando as características do terreno?	Qual o tipo de processo e onde é mais provável que um determinado evento perigoso ocorra?	Em qual área é provável que um perigo /ameaça poderá se manifestar , e quais seriam as consequências para os elementos expostos?

SOBREPOSIÇÃO DE CARTAS

SUCEPTIBILIDADE



AVALIAÇÃO DE RISCOS - SETORIZAÇÃO

A sobreposição de cartas geotécnicas com **cartas de setorização de risco** permite identificar áreas onde as condições geotécnicas desfavoráveis coincidem com áreas de maior perigo a eventos como inundações ou deslizamentos, auxiliando na priorização de ações preventivas e de mitigação

RELAÇÃO Inundações x Movimentos de massa

INUNDAÇÕES X MOVIMENTOS DE MASSA

Precipitações como Fator Desencadeador de Movimentos de Massa

- **Saturação do Solo:** aumenta o teor de água no solo- mais pesado e reduzindo sua coesão interna = perda de estabilidade = deslizamentos de terra (especialmente em áreas com encostas íngremes e desmatamento).
- **Aumento da Pressão da Água:** A água infiltrada no solo preenche os poros e exerce pressão sobre as partículas do solo e as fraturas nas rochas. Redução da resistência ao cisalhamento do material, facilitando o deslizamento ou a queda de blocos.
- **Erosão:** A força da água = erosão do solo, removendo material de suporte na base de taludes e encostas, tornando-os mais suscetíveis a movimentos de massa.
- **Enxurradas:** Precipitações intensas podem gerar enxurradas, que são fluxos rápidos e volumosos de água carregada de sedimentos. Essas enxurradas podem desestabilizar encostas e taludes, contribuindo para deslizamentos e quedas de blocos

INUNDAÇÕES X MOVIMENTOS DE MASSA

Movimentos de Massa como Fator Agravante ou Causador de Inundações:

- **Obstrução de Cursos d'Água:** Deslizamentos de terra e quedas de blocos podem bloquear rios e córregos, formando represamentos naturais. O acúmulo de água a montante dessas obstruções pode levar a inundações repentinas quando a barreira cede ou a água transborda.
- **Assoreamento de Rios:** A erosão intensificada e o transporte de sedimentos durante movimentos de massa podem aumentar o assoreamento dos leitos dos rios. A diminuição da profundidade e da capacidade de escoamento dos rios torna as áreas adjacentes mais vulneráveis a inundações, mesmo com precipitações não tão extremas.
- **Alteração do Escoamento Superficial:** Deslizamentos podem alterar a topografia local, criando novas áreas de acúmulo de água ou redirecionando o fluxo superficial, o que pode levar a inundações em locais antes não afetados.
- **Destruição da Vegetação:** Movimentos de massa frequentemente removem a cobertura vegetal, que desempenha um papel importante na interceptação da chuva e na infiltração da água no solo. A perda da vegetação aumenta o escoamento superficial e, conseqüentemente, o risco de inundações.

MOVIMENTOS DE MASSA E CORPOS DE ÁGUA



MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCOS

FATORES AVALIADOS

- **Tipologia do processo esperado e a sua probabilidade ou possibilidade de ocorrência**
- **Vulnerabilidade dos assentamentos urbanos**
- **Potencial de danos**

CARTAS GEOTÉCNICAS DE APTIDÃO E SUCEPTIBILIDADE E MAPEAMENTOS DE RISCO EM ÁREAS OCUPADAS

Em áreas já ocupadas, a CARTAS GEOTÉCNICAS ganha nuances específicas, focando na identificação e avaliação de condições geotécnicas que podem impactar a SEGURANÇA e a ESTABILIDADE das construções existentes e futuras.

INFORMAÇÕES DE DADOS BÁSICOS

Histórico de Ocupação

Análise da forma como a área foi ocupada, incluindo aterros, cortes, construções irregulares, e suas possíveis influências nas condições geotécnicas.

Infraestrutura Existente

Identificação local e avaliação da condição de redes de água, esgoto, drenagem pluvial, e outras infraestruturas que podem interagir com o comportamento do solo.

INFORMAÇÕES DE DADOS BÁSICOS

Patologias Construtivas

Identificação de manifestações patológicas em edificações (rachaduras, recalques, etc.) que podem indicar problemas geotécnicos subjacentes.



Interferências Antrópicas

Avaliação de atividades humanas que podem ter alterado a estabilidade do terreno (desmatamento, escavações, disposição inadequada de resíduos, etc.)

UTILIDADE PRÁTICA DE CARTAS DE RISCO EM ÁREAS OCUPADAS

Diagnóstico de Problemas Existentes

Identificação das causas de instabilidade, recalques, inundações e outros problemas geotécnicos que afetam as construções e a infraestrutura existente.

Avaliação de Riscos Geotécnicos - Mapeamento de áreas com diferentes níveis de risco a movimentos de massa (deslizamentos, escorregamentos), subsidência, erosão, inundações e outros eventos geotécnicos que ameaçam a segurança da população e o patrimônio construído.



UTILIDADE PRÁTICA DE CARTAS DE RISCO EM ÁREAS OCUPADAS

Planejamento de Intervenções e Remediações Desenvolvimento de projetos de estabilização de taludes, contenção de encostas, recuperação de áreas degradadas e outras intervenções necessárias para mitigar riscos.

Orientação para Novas Construções

Definição de diretrizes geotécnicas para novas construções em áreas adjacentes ou para a requalificação de áreas existentes, visando garantir a segurança e a durabilidade das edificações.



UTILIDADE PRÁTICA DE CARTAS DE RISCO EM ÁREAS OCUPADAS

Gestão de Riscos e Defesa Civil

Subsídio para a elaboração de planos de contingência, sistemas de alerta e ações de evacuação em áreas de risco



ipt

GESTÃO DE RISCOS

- **ELIMINAR/REDUZIR** as ameaças
 - Intervenção sobre o processo
 - Ação sobre a consequência
- **EVITAR** a criação novas de áreas de risco
 - Controle e fiscalização do uso do solo
- **CONVIVER** com os riscos
 - Planos de contingência

ASSOCIAÇÃO, INTEGRAÇÃO E AUXÍLIO DA SETORIZAÇÃO DE RISCO COM CARTAS GEOTÉCNICAS EM ÁREAS OCUPADAS

SETORIZAÇÃO DE RISCO

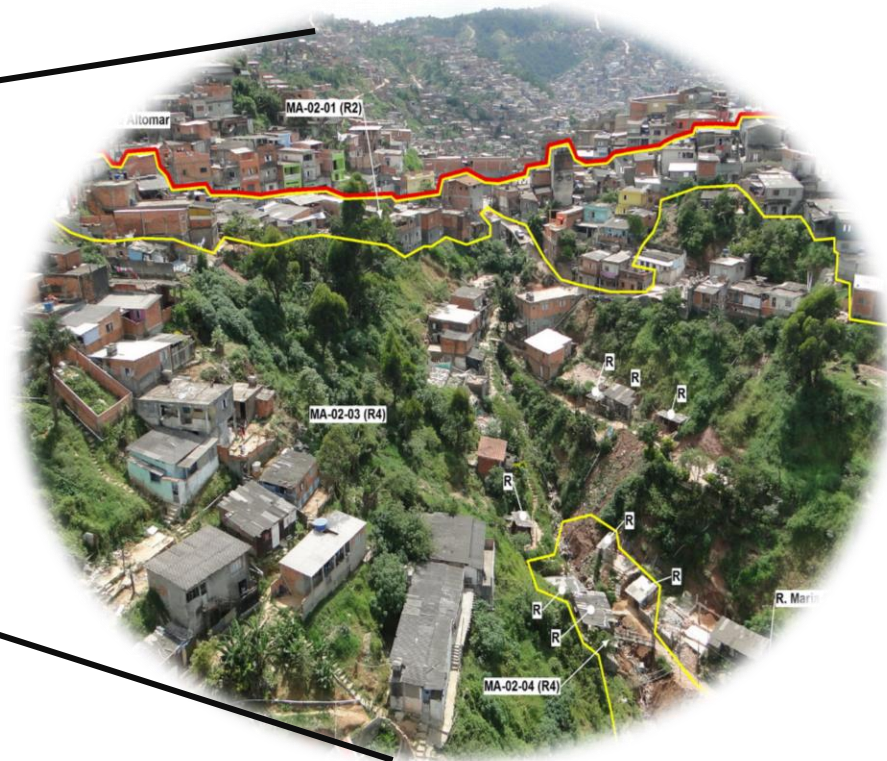
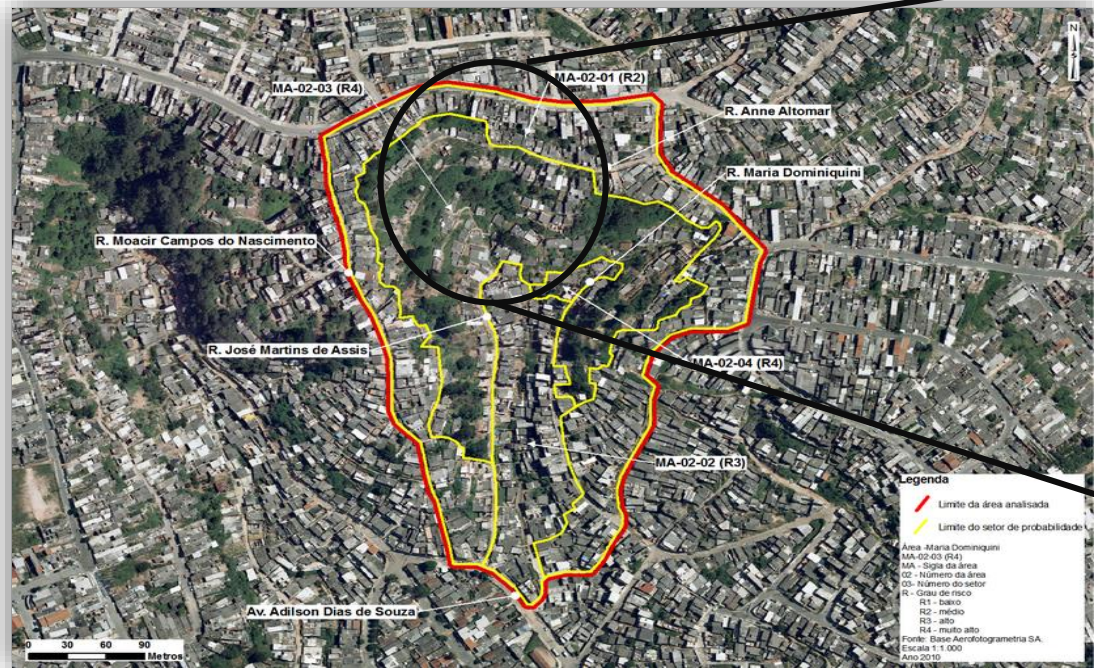
Consiste na delimitação de áreas com diferentes níveis de risco a um ou mais perigos (neste caso, **perigos de natureza geotécnica**).

A setorização é fundamental em **áreas ocupadas**, onde a vulnerabilidade da população e do patrimônio é alta.

CADASTRO DE SETORES DE RISCO

Tomada de decisão sobre os setores ou as moradias que estão sob risco

Estabelecer o nível de risco ao qual estão sujeitos os setores ou a moradia mapeada



SETORIZAÇÃO DE RISCO

**Carta
Geotécnica de
aptidão e
suceptibilidade**

Carta geotécnica fornece a base para a identificação dos perigos geotécnicos (áreas com solos instáveis, alta declividade, presença de água subterrânea, etc).

**Setorização de
Riscos**

Integrada com dados sobre a ocupação (densidade populacional, tipo de construção, infraestrutura existente), permite a delimitação de setores de risco

PARÂMETROS GEOTÉCNICOS NA DEFINIÇÃO DOS SETORES DE RISCO

CARTA GEOTÉCNICA



- As propriedades geotécnicas dos materiais (resistência ao cisalhamento, permeabilidade, compressibilidade),
- Geometria do terreno (declividade, altura de taludes) e
- Condições hidrogeológicas (nível freático, fluxo de água)

Avaliação da **probabilidade e da magnitude** dos perigos geotécnicos e, conseqüentemente, para a definição dos limites e dos níveis de risco dos setores em função dos DANOS ESPERADOS

CARTAS GEOTÉCNICAS - SETORIZAÇÃO DE RISCO

- **Priorização de Ações:** A setorização de risco permite identificar as áreas mais críticas, onde a necessidade de intervenção (estabilização, remoção, reassentamento) é mais urgente. Isso auxilia na priorização de investimentos e na alocação eficiente de recursos
- **Comunicação de Riscos:** A setorização de risco traduz a complexidade das informações geotécnicas em uma linguagem mais acessível para a população, os gestores públicos e outros atores/interessados/*stakeholders*.

CARTAS GEOTÉCNICAS - SETORIZAÇÃO DE RISCO

- **INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO:** A setorização de risco se torna um instrumento fundamental para o planejamento urbano, a gestão territorial e a elaboração de políticas públicas voltadas para a prevenção de desastres e a redução da vulnerabilidade
- Mapas de risco claros e bem definidos facilitam a comunicação dos perigos existentes e das medidas preventivas a serem adotadas.
- Ela pode orientar restrições de uso e ocupação do solo em áreas de alto risco como por exemplo na regularização fundiária

CARTAS GEOTÉCNICAS - SETORIZAÇÃO DE RISCO

Base para Ações de Defesa Civil: A identificação de setores de risco é essencial para a elaboração de planos de contingência, a definição de rotas de fuga, a identificação de áreas seguras para abrigo temporário e a organização de ações de resposta em caso de emergência.

Subsídio para Estudos Detalhados: A setorização de risco, baseada na carta geotécnica, pode indicar áreas onde estudos geotécnicos mais detalhados são necessários para aprofundar a avaliação dos perigos e subsidiar projetos de intervenção específicos.

MAPEAMENTO DOS RISCOS - DEFINIÇÃO DE ÁREAS E SETORIZAÇÃO

TIPOLOGIA DO MOVIMENTO DE MASSA

ESCORREGAMENTOS/DESLIZAMENTOS

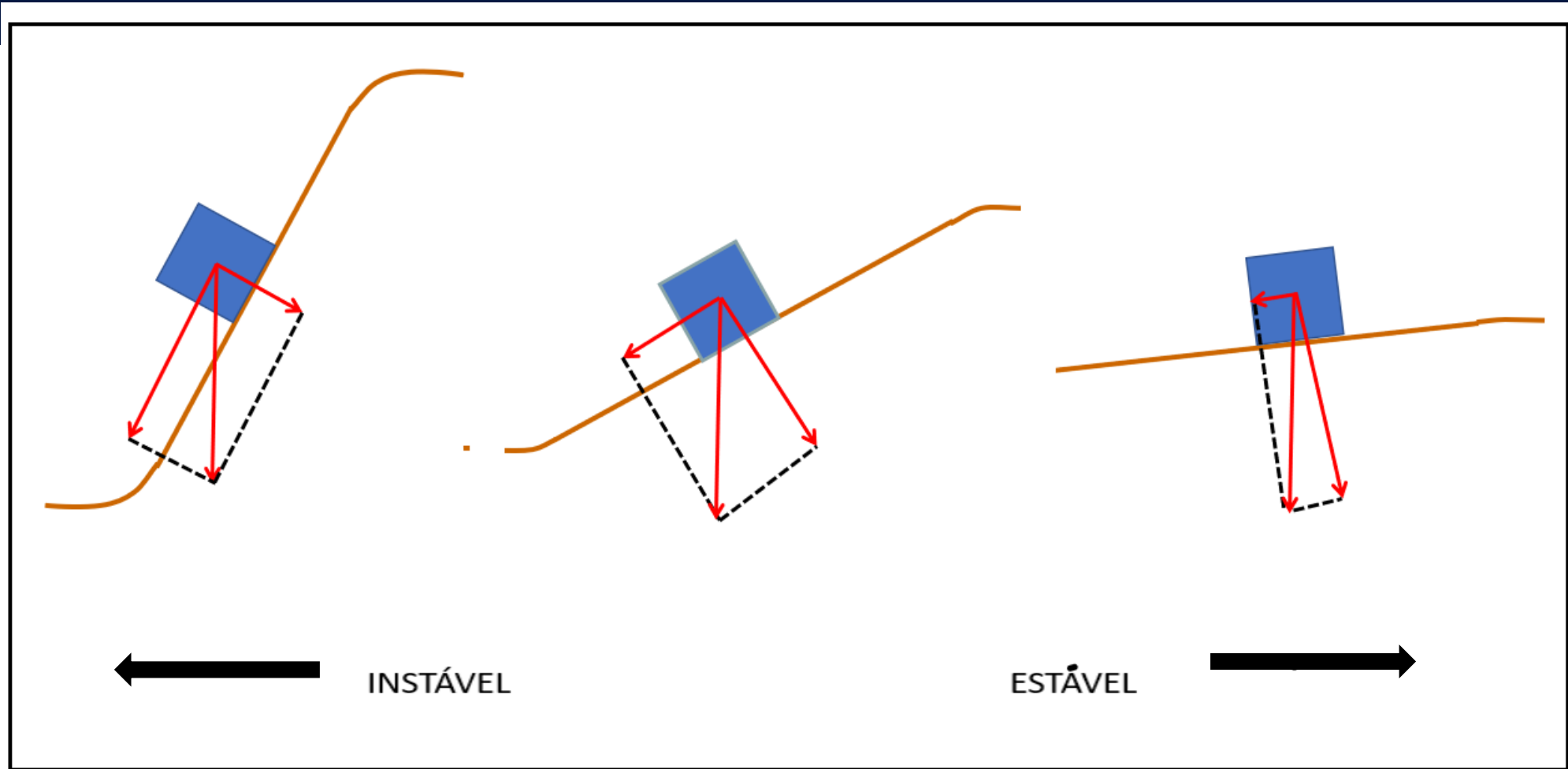
DEFINIÇÃO

Movimentos gravitacionais de massa, mobilizando o solo, a rocha ou ambos.

- Escorregamento de solo
- Escorregamento de rocha
- Rastejo ou “creep”
- Queda de blocos
- Desplacamento rochoso
- Rolamento de matacões
- Corridas de terra
- Corridas de lama
- Corridas de blocos

TIPOS DE PROCESSOS

PRINCIPIO BÁSICO DO EQUILÍBRIO



ESCORREGAMENTOS

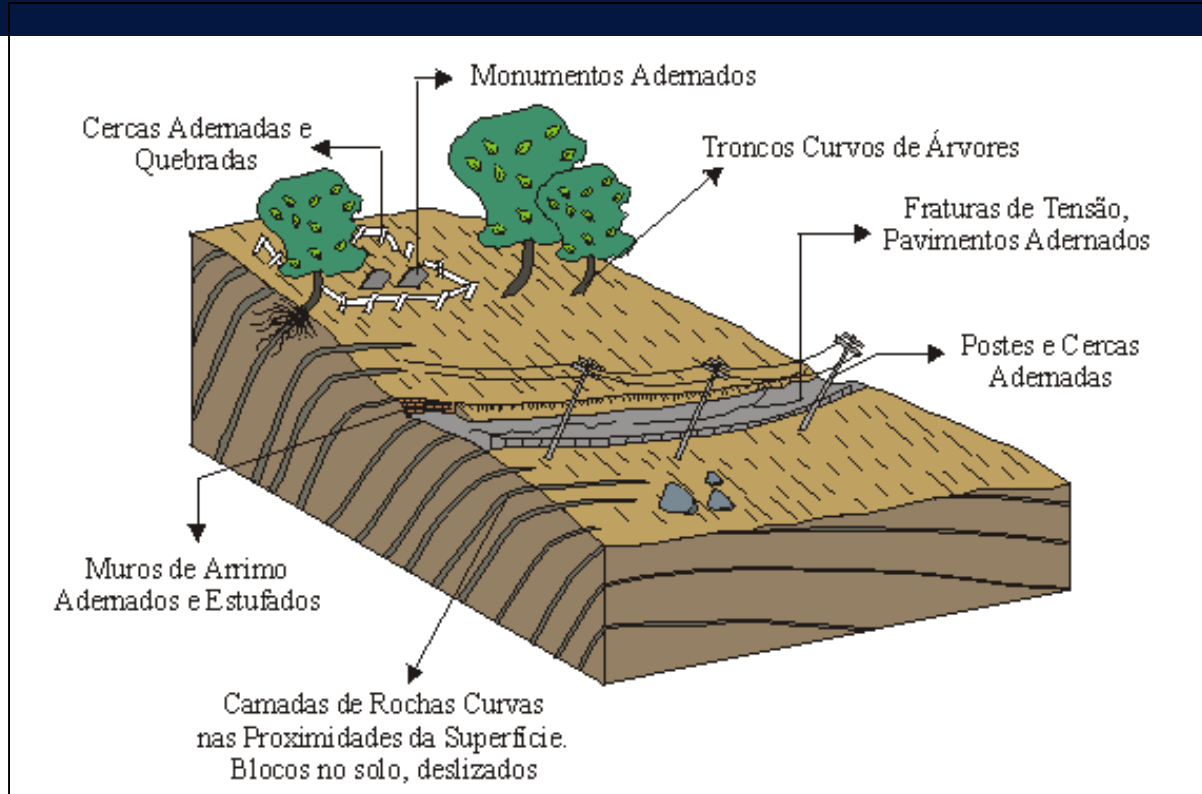
CONDICIONANTES NATURAIS

- Características dos solos e rochas
- Relevo (declividade/inclinação)
- Vegetação
- Clima
- Nível d'água

CONDICIONANTES ANTRÓPICOS

- Cortes e aterros
- Desmatamento
- Lançamento de água servida em superfície
- Fossas sanitárias
- Lixo e entulho
- Cultivo inadequado

RASTEJO



- Vários planos de deslocamento (internos)
- Velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e decrescentes com a profundidade



- Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes
- Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada
- Geometria indefinida



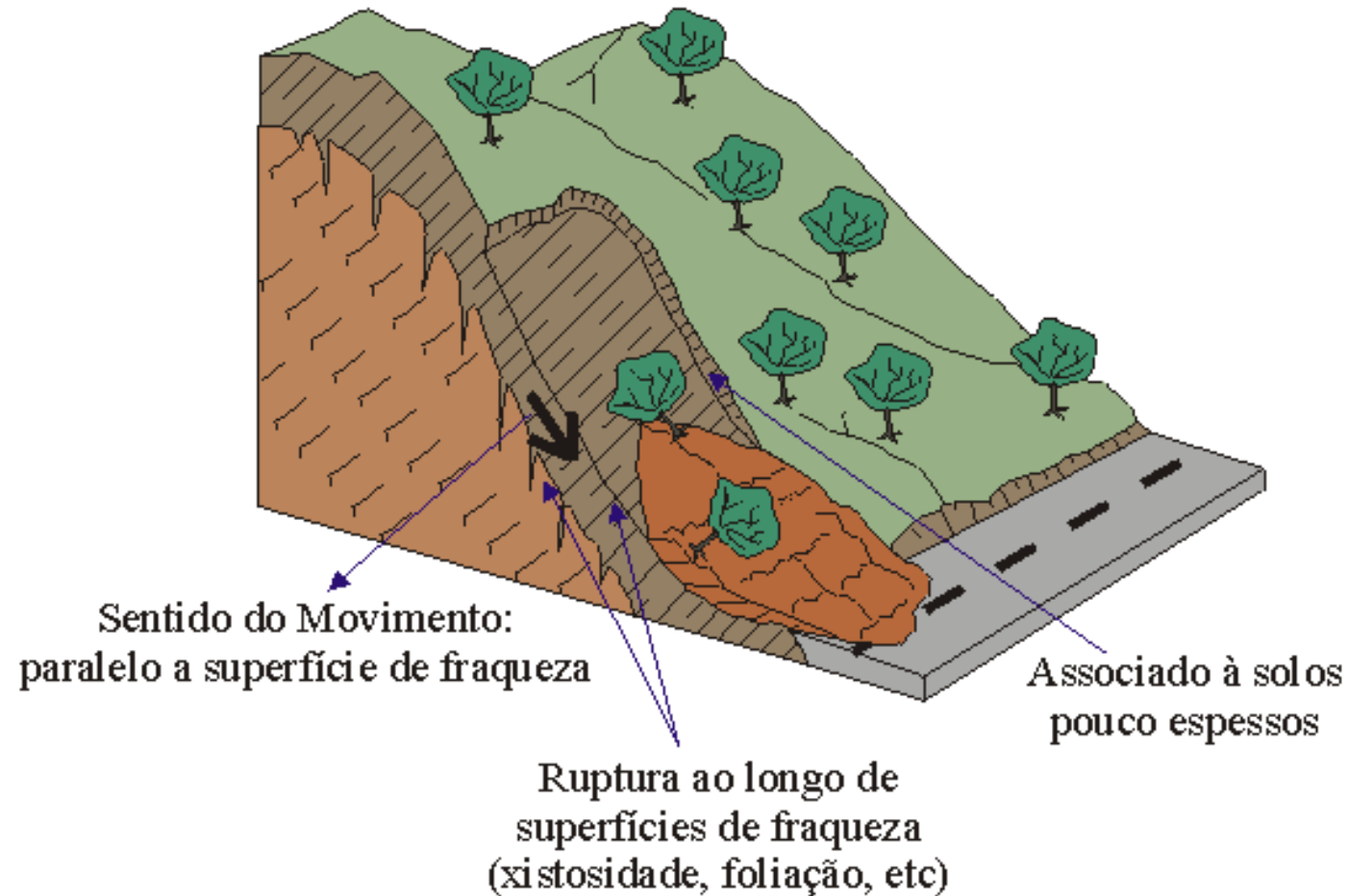






ESCORREGAMENTOS

Escorregamento Planar (Translacionais)



ESCORREGAMENTOS PLANARES



ESCORREGAMENTOS PLANARES

São Bernardo (SP)

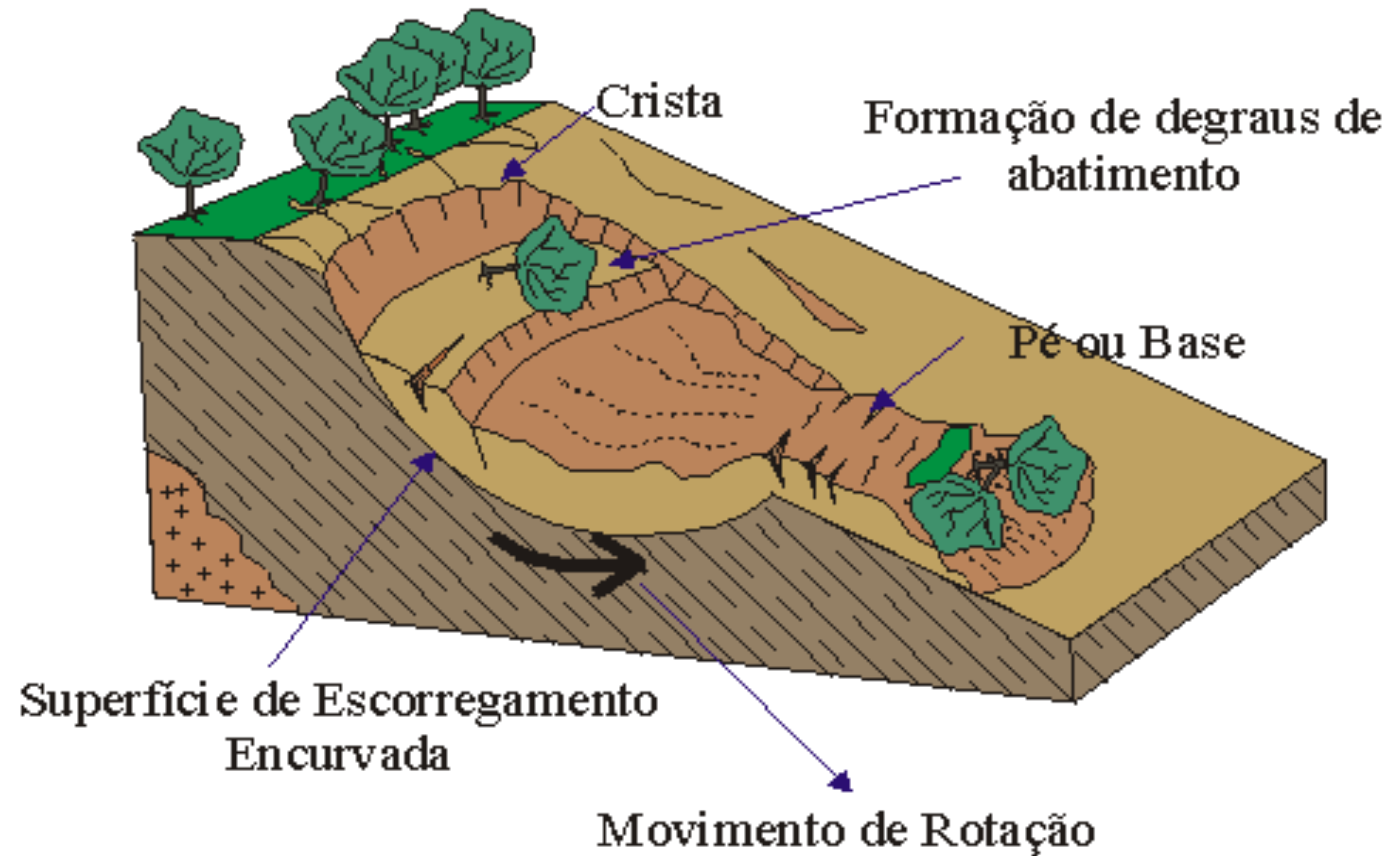


Santos (SP)



ESCORREGAMENTOS

Escorregamentos Circulares (Rotacionais)



ESCORREGAMENTOS CIRCULARES/ROTACIONAIS

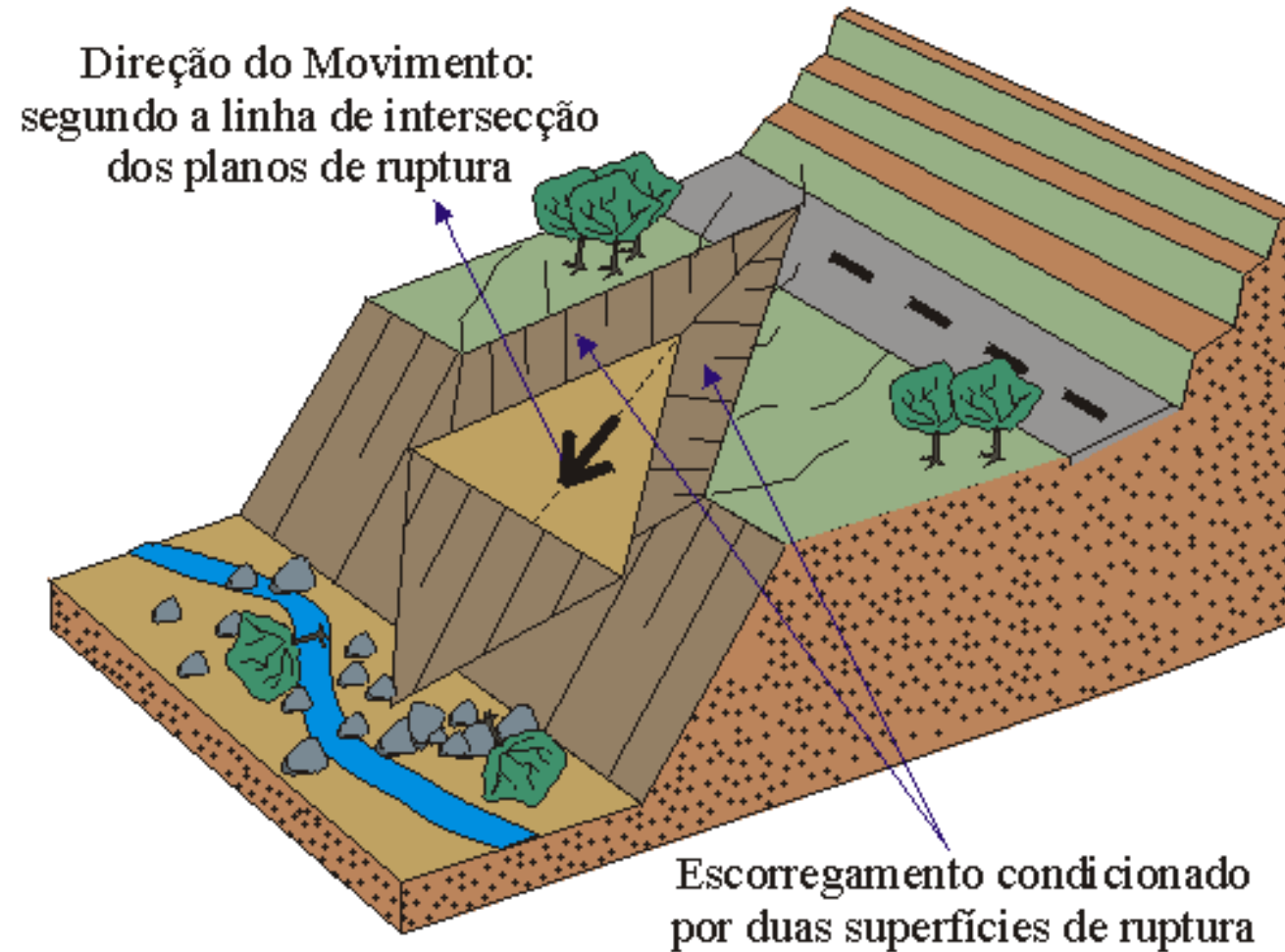






ESCORREGAMENTOS

Escorregamento em Cunha



ESCORREGAMENTOS EM CUNHA

(CONDICIONADOS POR ESTRUTURAS)



QUEDAS – DINÂMICA/GEOMETRIA/MATERIAL

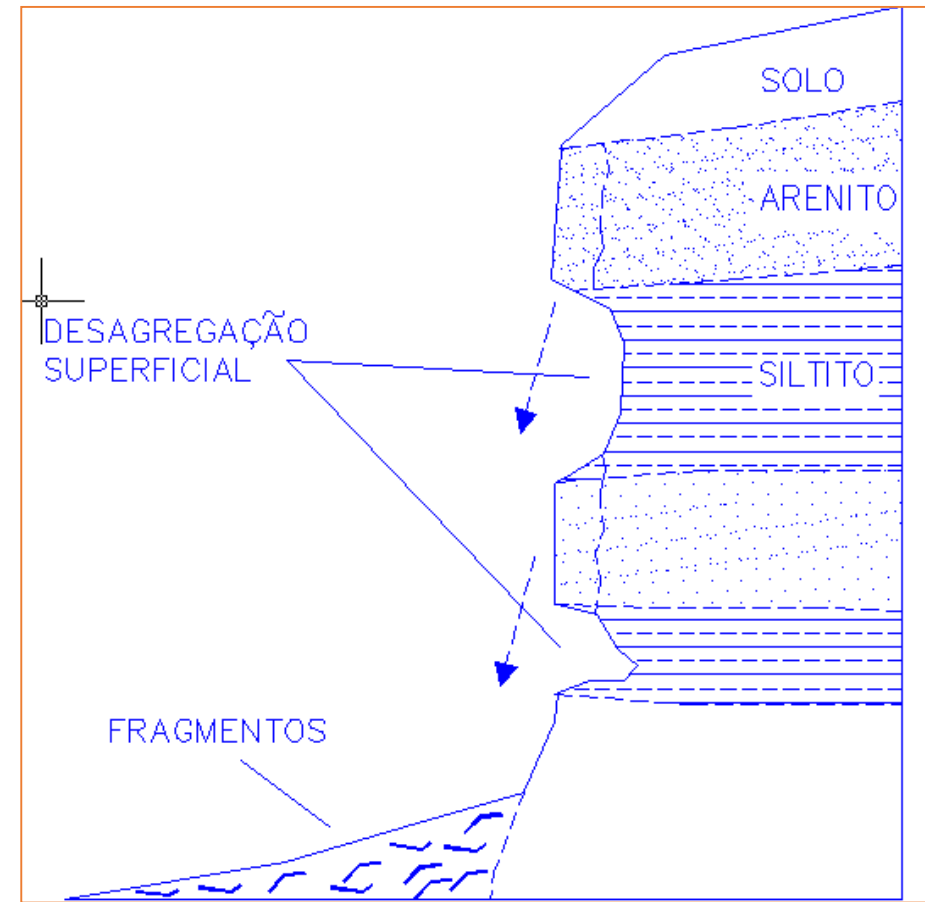
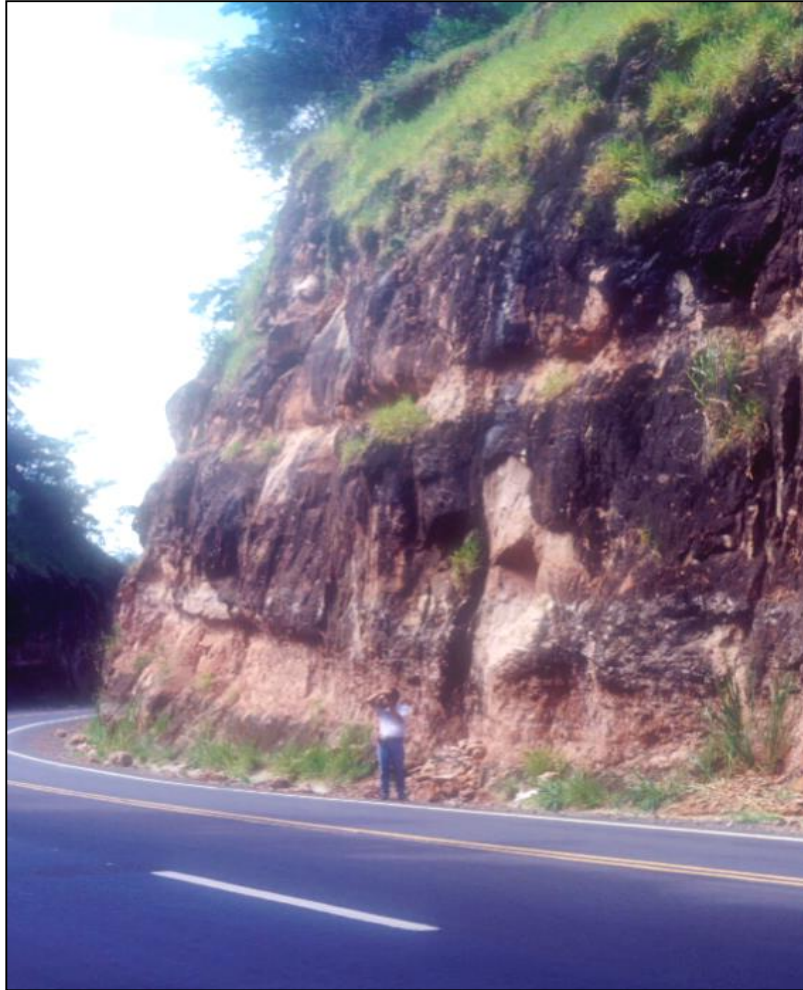
- SEM PLANOS DE DESLOCAMENTO
- MOVIMENTOS TIPO QUEDA LIVRE OU EM PLANO INCLINADO
- VELOCIDADES MUITO ALTAS (VÁRIOS M/S)
- MATERIAL ROCHOSO
- PEQUENOS A MÉDIOS VOLUMES
- GEOMETRIA VARIÁVEL: LASCAS, PLACAS, BLOCOS, ETC.

ROLAMENTO DE MATAÇÃO

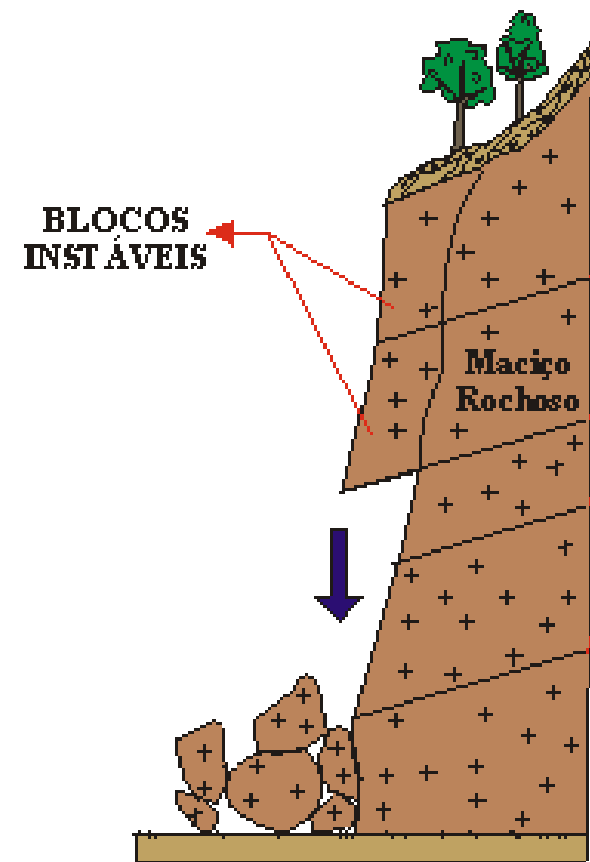
TOMBAMENTO

DESPLACAMENTO ROCHOSO

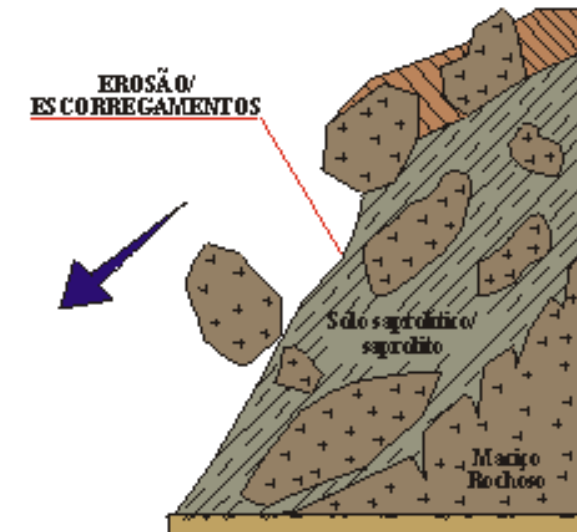
QUEDAS



QUEDAS

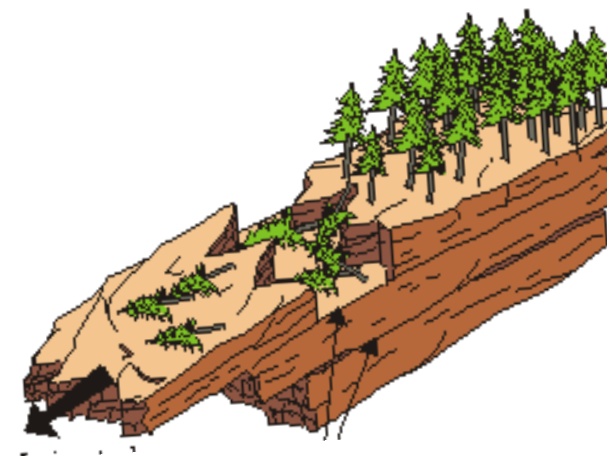


ROLAMENTO DE MATAÇÃO

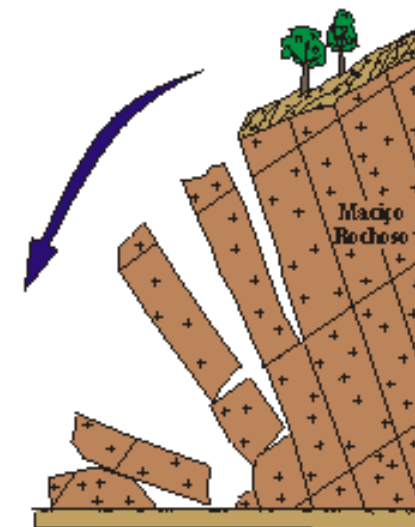


DESPLACAMENTO ROCHOSO

(CONDICIONADO POR ESTRUTURAS)



TOMBAMENTO



TOMBAMENTO



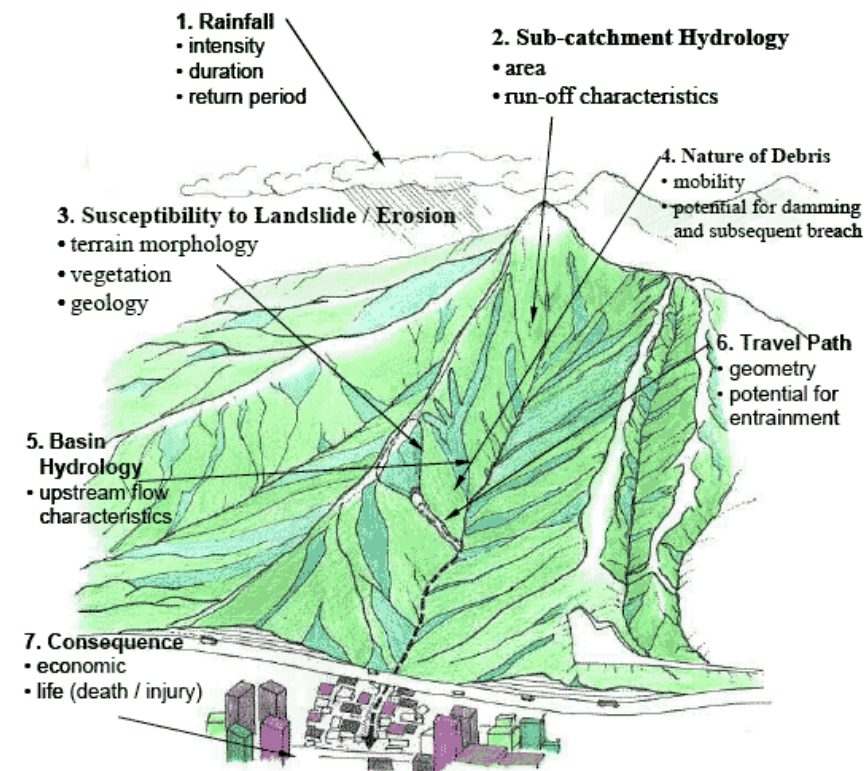
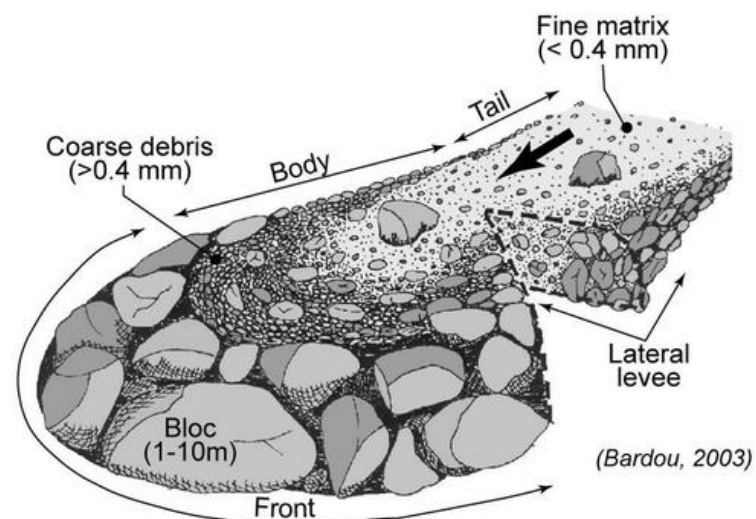
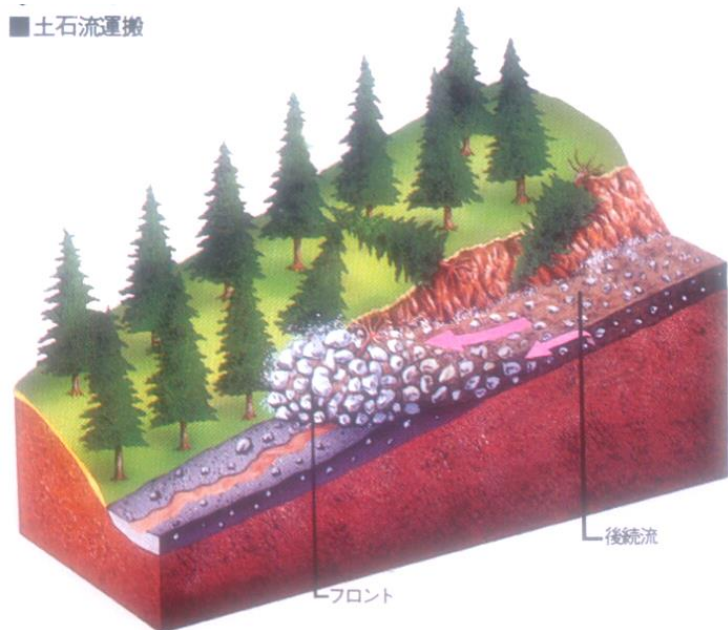
CORRIDAS

DINÂMICA/GEOMETRIA/MATERIAL

- Muitas superfícies de deslocamento
- Movimento semelhante ao de um líquido viscoso
- Desenvolvimento ao longo das drenagens
- Velocidades médias a altas
- Mobilização de solo, rocha, detritos e água
- Grandes volumes de material
- Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas

CORRIDA

■ 土石流運搬



CORRIDAS

ETAPA 1: Deslizamentos generalizados e retrabalhamento



CORRIDAS

ETAPA 1: Deslizamentos generalizados e retrabalhamento



CORRIDAS

Poder de transporte e impacto potencial



CORRIDAS

ETAPA 3: Transformação em enchente “suja”



INDUTORES DA INSTABILIZAÇÃO E DEFLAGRAÇÃO DE MOVIMENTOS DE MASSA

DESMATAMENTO E ESCORREGAMENTO DE SOLO

SOLUÇÕES

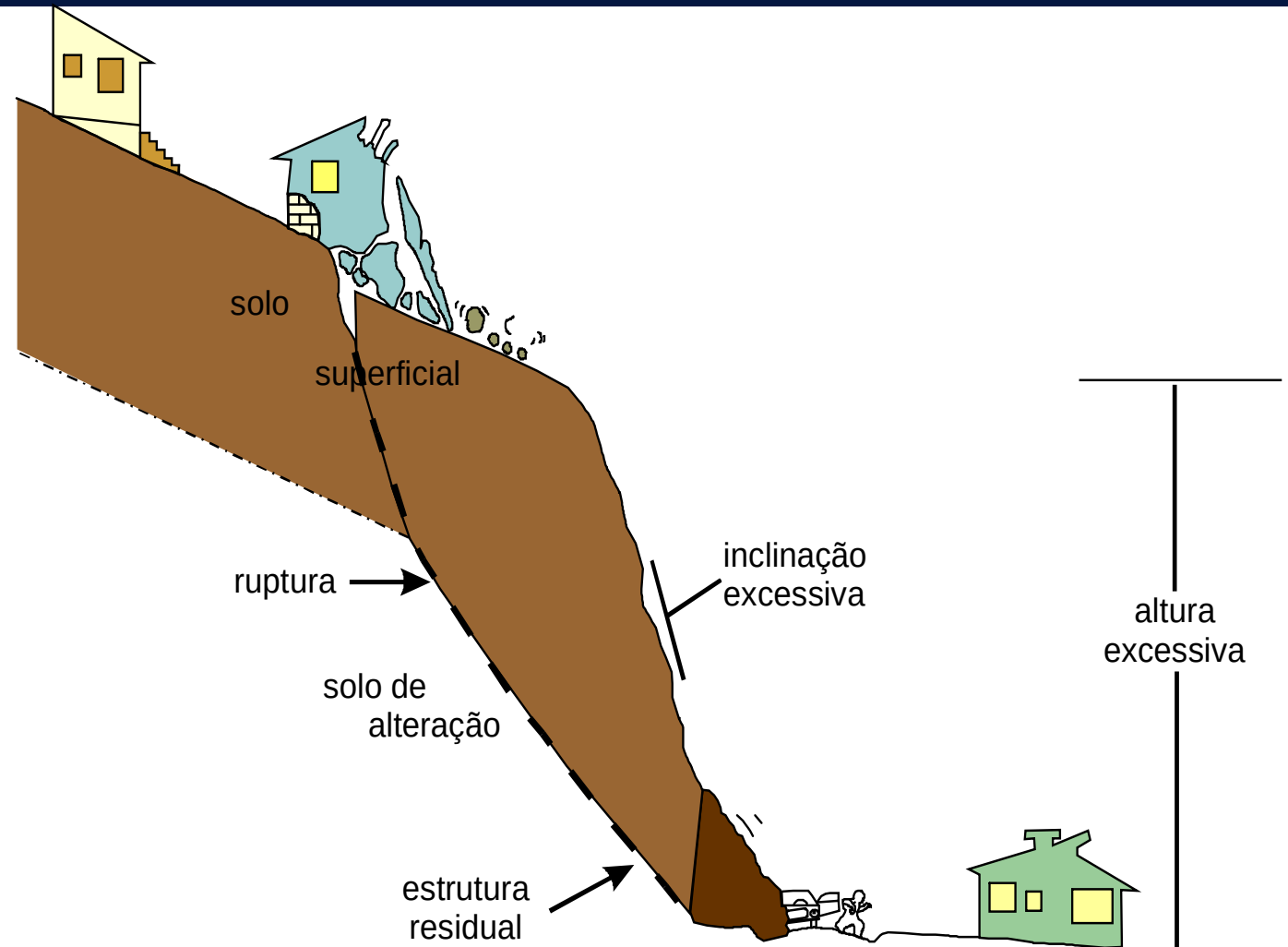
- ✓ remoção das bananeiras;
- implantação de cobertura vegetal apropriada, associada, quando necessário, a barreiras vegetais para proteção contra possíveis massas escorregadas.



ALTURA E INCLINAÇÃO EXCESSIVAS

SOLUÇÕES

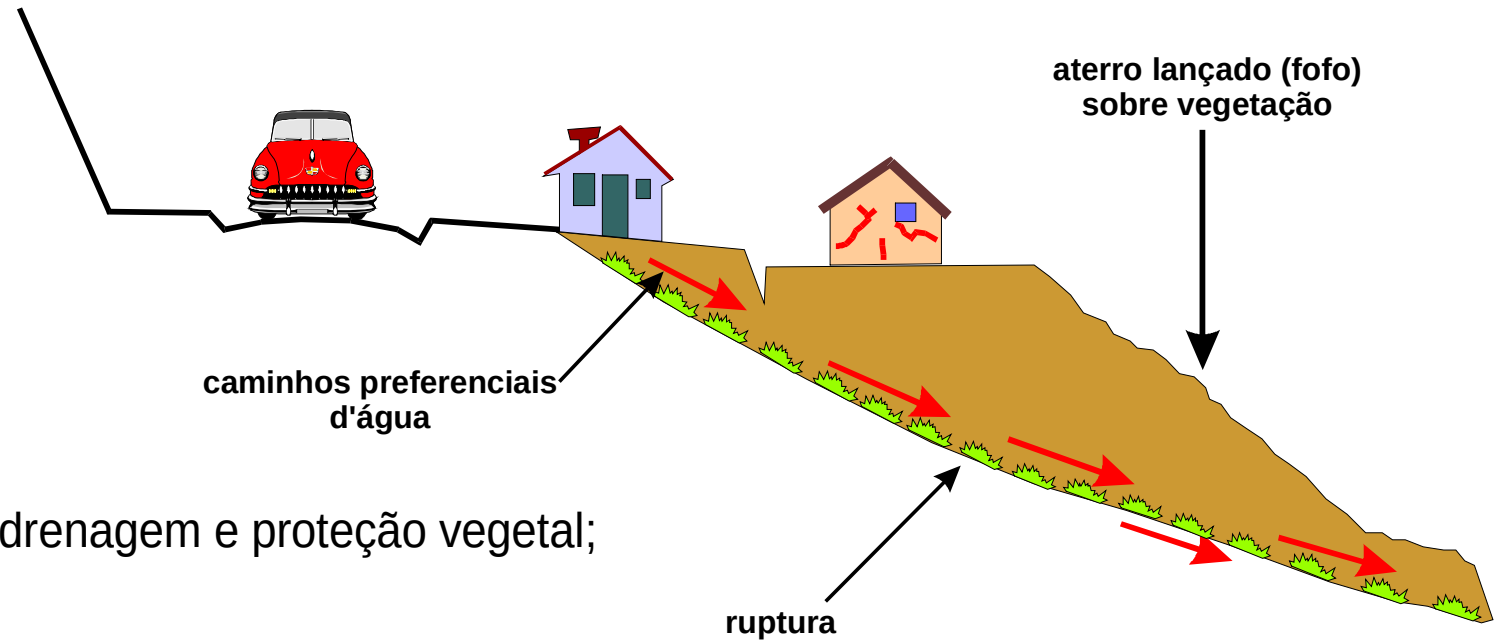
retaludamento;
✓ execução de obras de contenção.



ATERRO MAL EXECUTADO

SOLUÇÕES

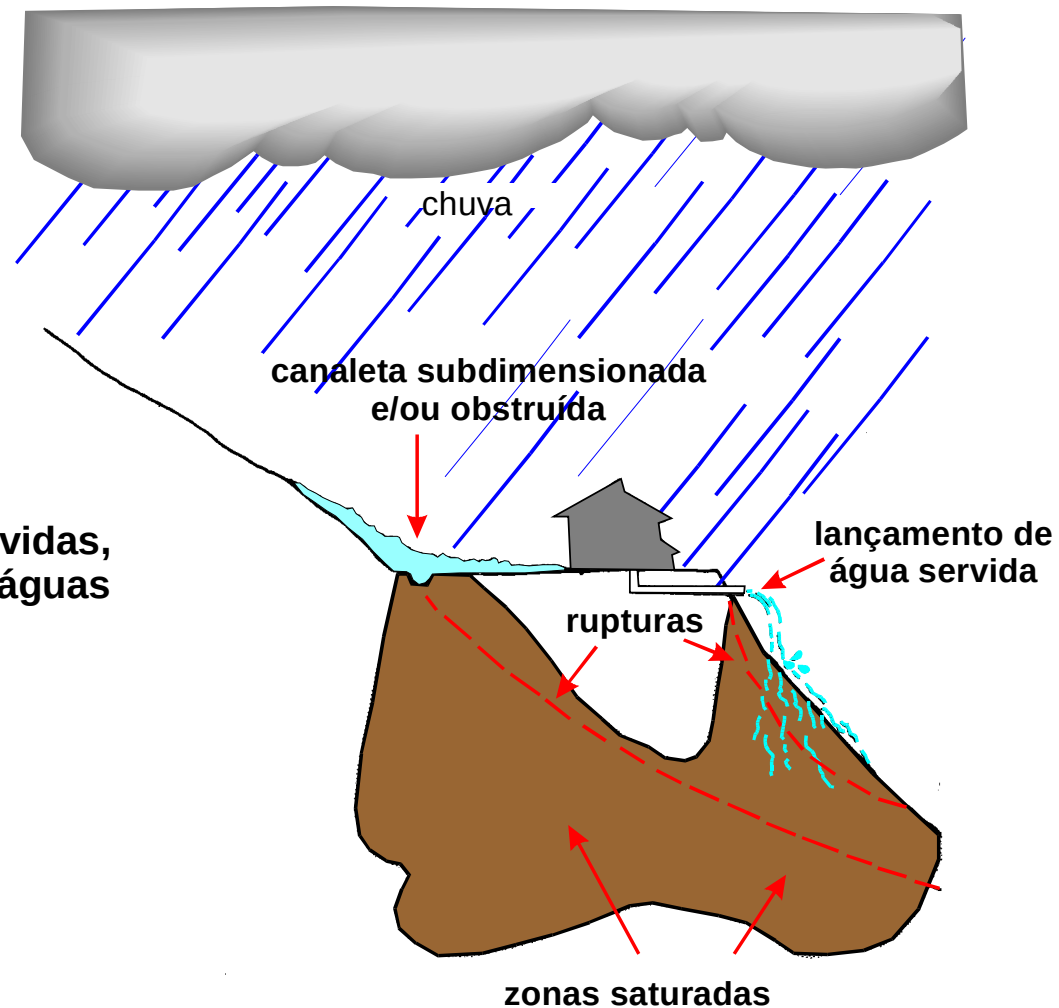
- ✓ execução de reaterro, associada a drenagem e proteção vegetal;
- ✓ drenagem da fundação do aterro.



INFILTRAÇÃO DE ÁGUA

SOLUÇÕES

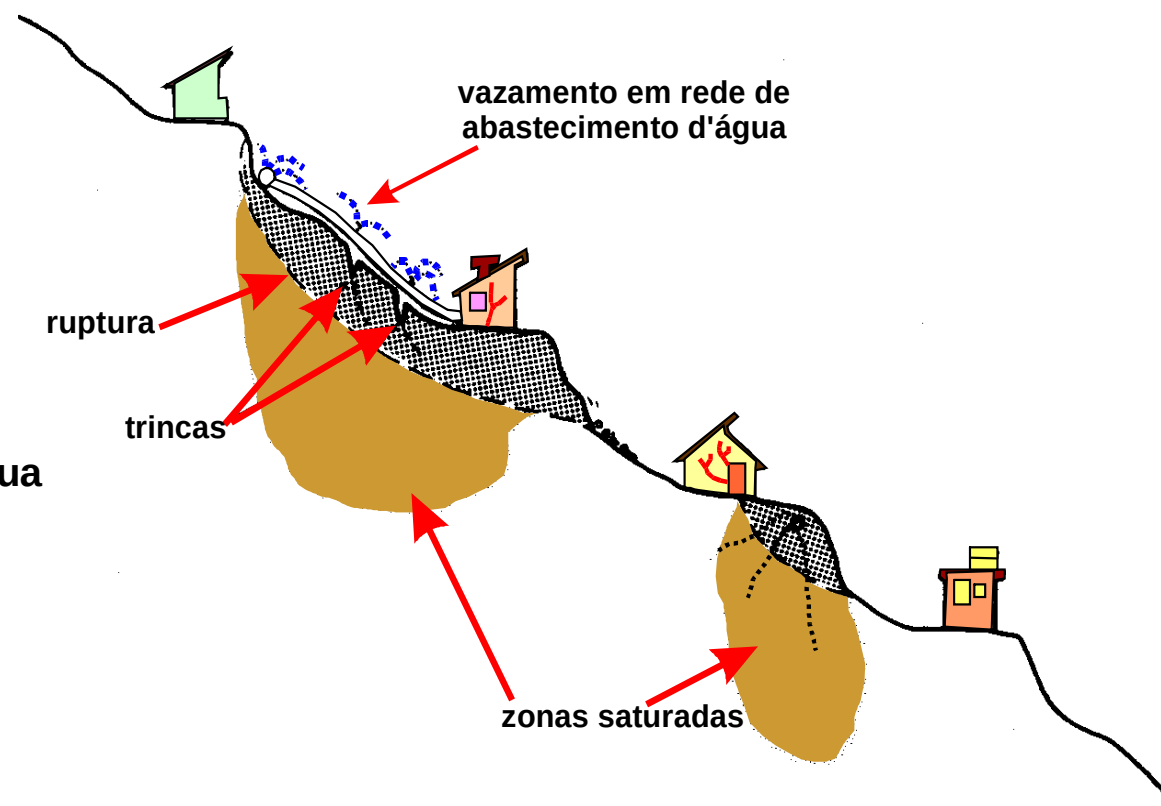
- ✓ implantação de rede de coleta e condução das águas servidas, de preferência separada do sistema de drenagem das águas pluviais.



VAZAMENTO E INFILTRAÇÃO DE ÁGUA

SOLUÇÕES

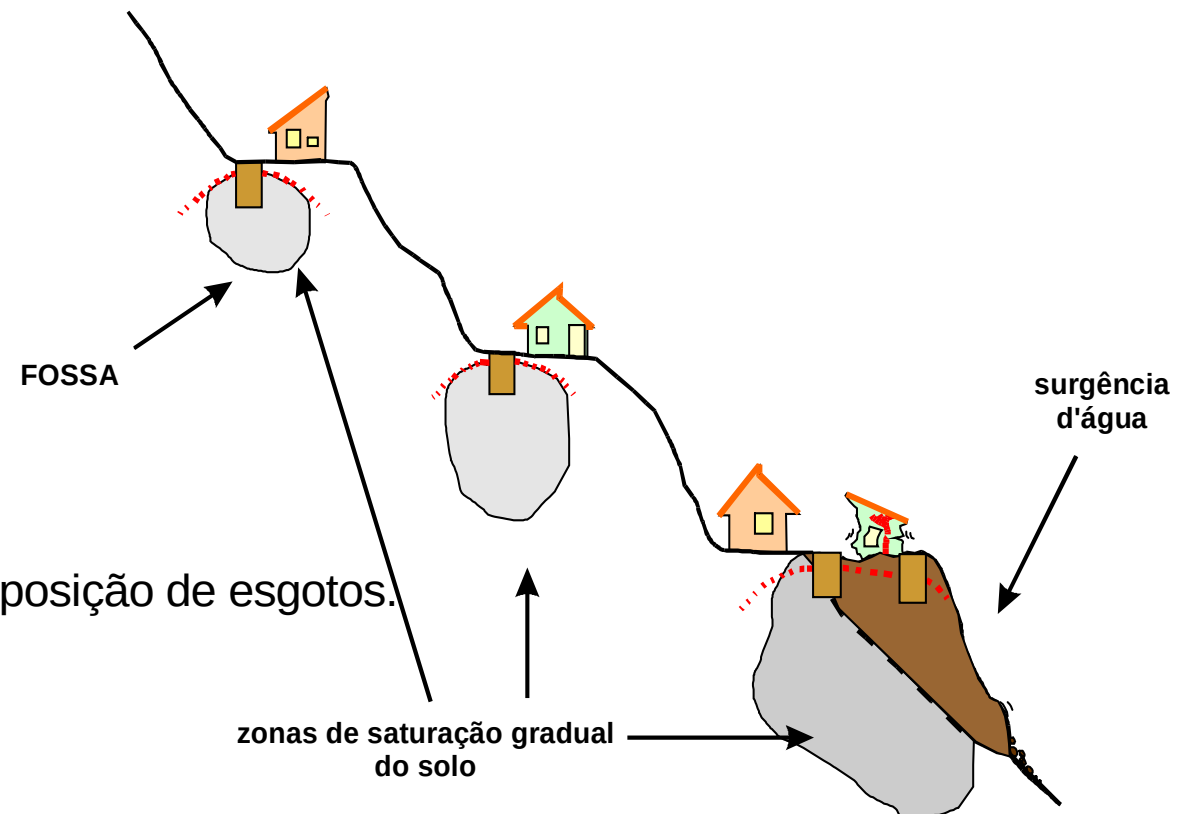
- ✓ serviços de manutenção na rede já implantada;
- ✓ implantação de adequada rede de abastecimento de água



FOSSAS SÉPTICAS

SOLUÇÕES

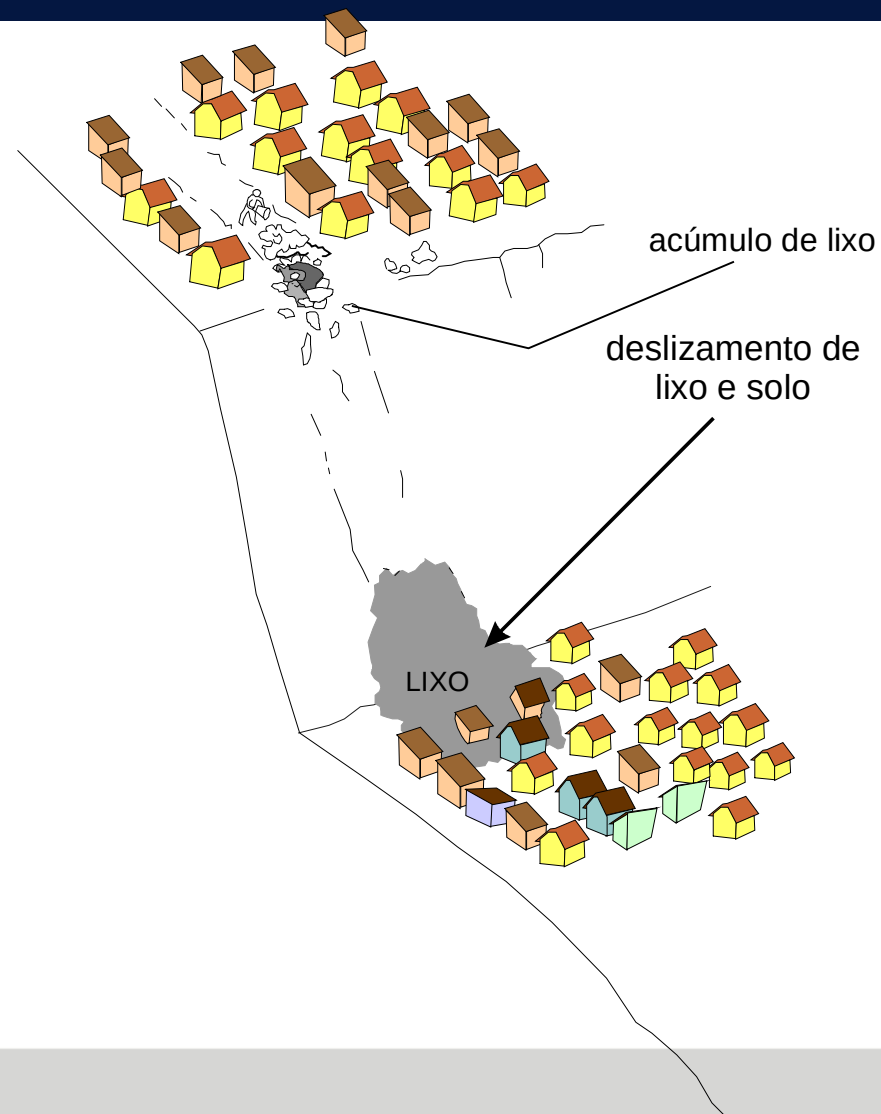
- ✓ implantação de rede e de dispositivos para tratamento e disposição de esgotos.



ESCORREGAMENTO DE LIXO

SOLUÇÕES

- ✓ remoção do lixo e definição de locais adequados para sua deposição;
- ✓ implantação ou melhoria do serviço público de coleta.

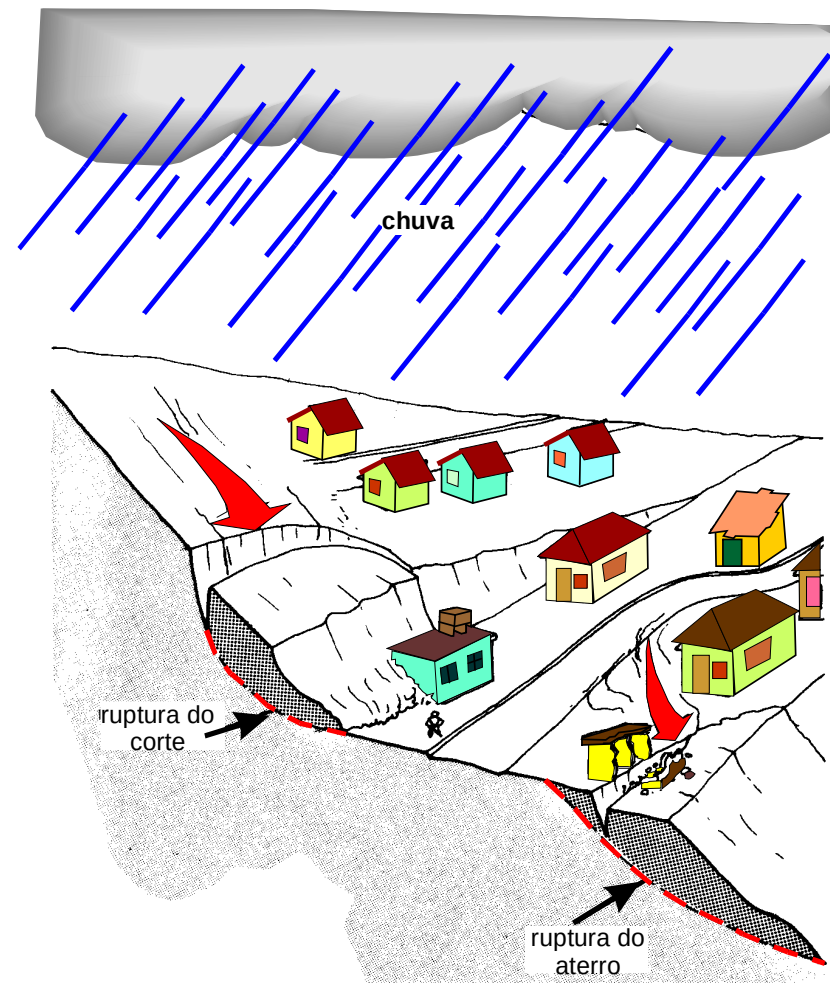


ESCORREGAMENTO EM CORTE / ATERRO

SOLUÇÕES

SOLUÇÃO

- ✓ implantação de sistemas adequados de coleta e condução das águas pluviais, juntamente com o tamponamento das trincas com solo argiloso compactado e execução de proteção superficial.



**MAPEAMENTOS DE ÁREAS DE RISCO DE
ESCORREGAMENTOS E SOLAPAMENTOS DE
MARGENS DE CÓRREGOS – METODOLOGIA**

MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCOS

- Reconhecimento do problema
- Propõe a concepção das soluções
- Permite priorizar as intervenções (estruturais e não-estruturais)

MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCOS

- Uso de metodologia desenvolvida pelo IPT e adotada pelo ministério das cidades
- Fotografias aéreas oblíquas obtidas em voos de helicóptero
- Avaliações geológicas-geotécnicas "*in situ*"

MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCOS

VANTAGENS

- facilidade de entendimento
- ausência de mapas-base em escalas adequadas
- rapidez e baixo custo de execução

MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCOS

FATORES AVALIADOS

- tipologia do processo esperado e a sua probabilidade ou possibilidade de ocorrência
- vulnerabilidade dos assentamentos urbanos
- potencial de danos

CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS

RISCOS = PROBABILIDADE X DANOS - GRAVIDADE

RISCOS = SUCETIBILIDADE X VULNERABILIDADE - MAGNITUDE

CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS

R1 – BAIXO

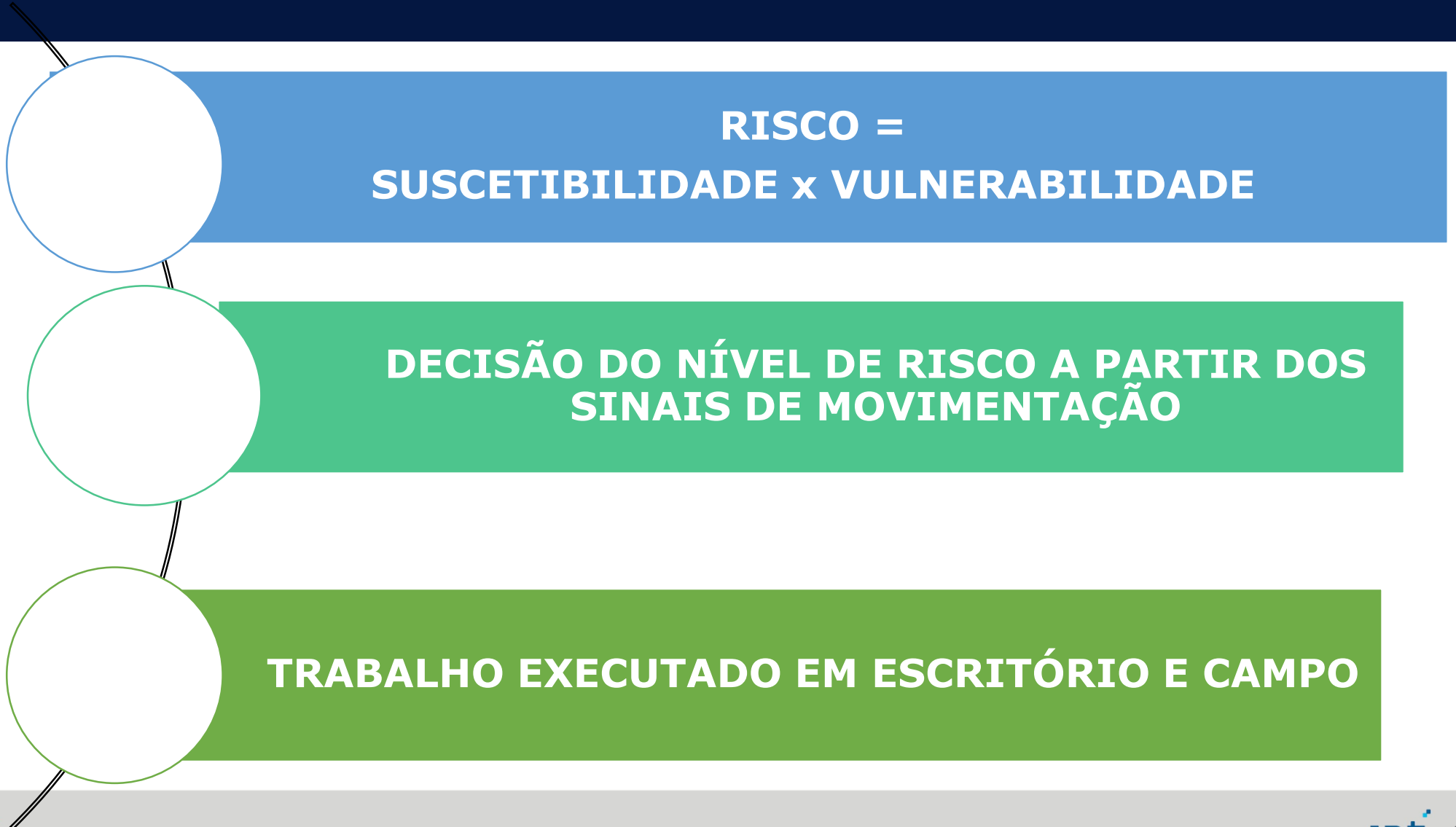
R2 – MÉDIO

R3 – ALTO

R4 – MUITO ALTO

SETORES DE MONITORAMENTO - SM

METODOLOGIA IPT/MINISTÉRIO DAS CIDADES



METODOLOGIA IPT/MINISTÉRIO DAS CIDADES

SUCEPTIBILIDADE

Características do meio físico

- Geologia
- Geomorfologia
- Comportamento geotécnico
- Tipo de solo
- Presença de água

VULNERABILIDADE

Características da ocupação

- Tipo de moradia
- Cortes e aterros
- Distância da moradia ao talude
- Depósitos
- Condições da drenagem de águas pluviais e servidas
- Qualidade e eficiência de obras de contenção existentes

PARÂMETROS PARA DEFINIÇÃO DE RISCOS

Sinais de movimentação

- Trincas nos terrenos e edificações
- Degraus de abatimento
- Inclinação de árvores, postes, muros
- Cicatriz de escorregamento pretérito

CLASSIFICAÇÃO DOS RISCOS

R4 – MUITO ALTO

- Suscetibilidade ALTA
- Vulnerabilidade ALTA
- Sinais de movimentação PROEMINENTES

R3 – ALTO

- Suscetibilidade MÉDIA e ALTA
- Vulnerabilidade ALTA
- Sinais de movimentação PEQUENOS

R1 – BAIXO

R2 – MÉDIO

SETORES DE MONITORAMENTO

- Suscetibilidade BAIXA e MÉDIA
- Vulnerabilidade BAIXA e MÉDIA
- SEM sinais de movimentação

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREA DE RISCO DE ESCORREGAMENTO			
LOCALIZAÇÃO			
Município: _____	Área: _____	Nº do Setor: _____	
Nome da Área: _____	Coord E (m): _____	Coord N (m): _____	
Localização: _____	Data: _____		
Equipe: _____			
UNIDADE DE ANÁLISE			
☐ Encosta ☐ Margem de Córrego			
CARACTERÍSTICAS DA ÁREA			
Tipos predominantes de construção: ☐ alvenaria ☐ madeira ☐ misto Obs: _____			
Densidade de ocupação: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4			
Condições das vias: ☐ pavimentada ☐ não pavimentada Obs: _____			
Inclinação média do setor (*): _____			
CONDICIONANTES			
☐ Encostas Naturais Obs: _____			
Altura (m): _____ Inclinação (*): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Distância da moradia à base (m): _____			
☐ Talude de Corte Obs: _____			
Altura (m): _____ Inclinação (*): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Distância da moradia à base (m): _____			
Material predominante: ☐ solo residual ☐ saprolito ☐ rocha alterada ☐ rocha sã			
☐ Estruturas desfavoráveis a estabilidade Obs: _____			
☐ Taludes de aterro Obs: _____			
Altura (m): _____ Inclinação (*): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Distância da moradia à base (m): _____			
☐ Maciço rochoso ☐ Estruturas desfavoráveis à estabilidade Outros: _____			
Altura (m): _____ Inclinação (*): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Distância da moradia à base (m): _____			
☐ Matacões Obs: _____			
☐ Depósito localizado sobre: ☐ Encosta natural ☐ Talude de corte ☐ Talude de aterro ☐ Talude marginal			
Obs: _____			
Material presente: ☐ aterro ☐ lixo ☐ entulho Obs: _____			
☐ Drenagens Naturais: ☐ retificado ☐ natural ☐ retilíneo ☐ meandrante ☐ assoreado ☐ lixo ☐ entulho			
☐ Talude Marginal Altura (m): _____ Distância da moradia ao topo (m): _____ Obs: _____			
EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO			
☐ trincas na moradia		☐ cicatrizes de escorregamento	
☐ trincas no terreno		Data e dimensão: _____	
☐ dregraus de abatimento		☐ fraturas no maciço rochoso	
☐ muros e paredes embarrigado			
☐ árvores, postes, muros inclinados			
☐ solapamento de margem			
ÁGUA			
☐ concentração de água de chuva em superfície		☐ fossa	
☐ lançamento de águas servidas em superfície		☐ surgência d'água Obs: _____	
☐ vazamento de tubulação		sistema de drenagem superficial: ☐ inexistente ☐ precário ☐ satisfatório	
VEGETAÇÃO NA ÁREA OU PROXIMIDADES			
☐ presença de árvores		☐ área desmatada	
☐ vegetação rasteira		☐ área de cultivo: _____	
PROCESSO DE INSTABILIZAÇÃO			
☐ escorregamento em encosta natural		☐ escorregamento em depósito encosta	
☐ escorregamento em talude de corte		☐ queda de blocos ☐ corrida	
☐ escorregamento em talude de aterro		☐ rolamento de blocos ☐ rastejo	
☐ erosão		☐ deslocamento	
CONDIÇÃO DA ESTABILIDADE DOS BLOCOS E MACIÇO ROCHOSO			
☐ Condição favorável de estabilidade		☐ Condição desfavorável de estabilidade	
GRAU DE RISCO			
☐ Risco 4 - Muito Alto		☐ Risco 3 - Alto	
SETOR DE MONITORAMENTO (R1 e R2)			
☐ Setor Monitoramento Ocupado		☐ Setor Monitoramento Não Ocupado	
Número de moradias na área: _____			

Ficha de campo

Mapeamento de Área de Risco de Escorregamento

1º PASSO - DADOS GERAIS SOBRE A ÁREA OU MORADIA

Município:	Área:
Nome da área:	Setor:
Equipe:	Data: / /

Localização:
Coordenadas:
Condições de acesso à área:
Nome de Moradores

Unidade de Análise	
☐ Encosta	☐ Margem de Córrego
Inclinação Média do Setor: _____º	
Tipos de moradias: __ Alvenaria __ Madeira __ Misto (alvenaria e madeira)	

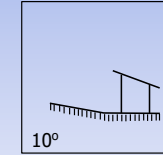
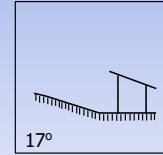
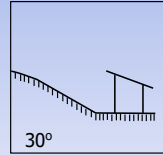
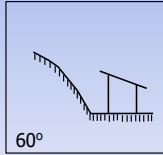
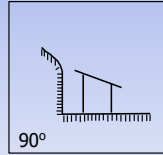
Instruções

Este campo deve ser preenchido com cuidado, pois deverá permitir que qualquer pessoa possa chegar (retornar) ao local.

2º PASSO - CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

☐ Encosta Natural

Altura max ____ m Inclinação: ____°



☐ Talude de corte

Altura max ____ m Inclinação: ____°

Dist. das moradias: ____m da base do talude ou ____m do topo do talude

☐ Maciço rochoso

Altura max ____ m Inclinação: ____°

Dist. das moradias: ____m da base do maciço ou ____m do topo do maciço

Há estrutura desfavorável à estabilidade? _____

☐ Presença de blocos de rocha e matacões

☐ Depósito de encosta

sobre:

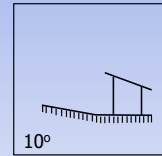
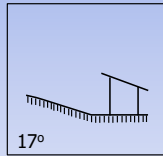
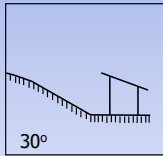
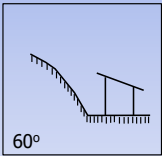
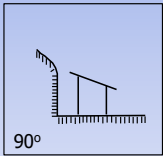
☐ Encosta Natural ☐ Talude de corte ☐ Talude de aterro ☐ Talude marginal

Material presente: ☐ Aterro ☐ Lixo ☐ Entulho Obs: _____

2º PASSO - CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

☐ Encosta Natural

Altura max ____ m Inclinação: ____°

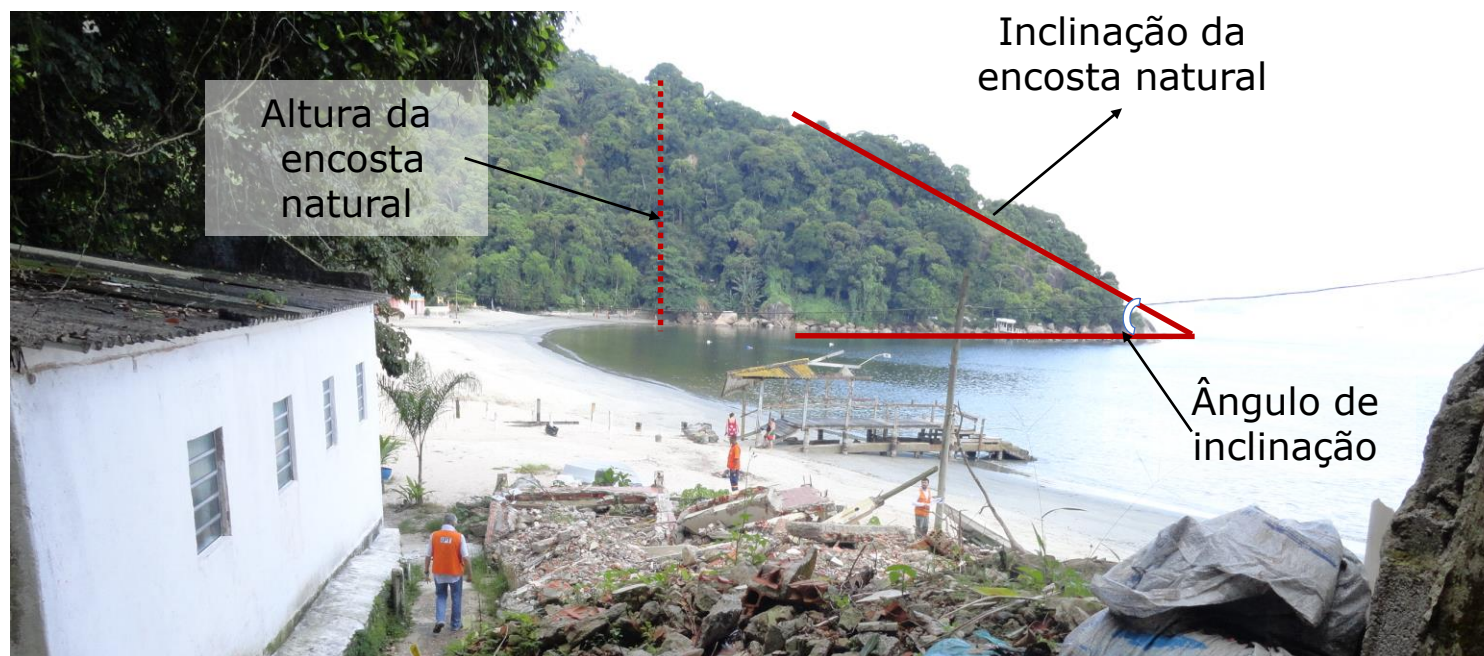


Instruções

Descrever o terreno onde está a moradia.

Encosta Natural



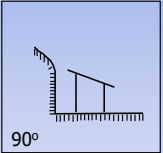
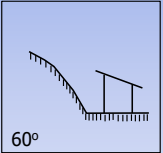
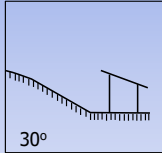
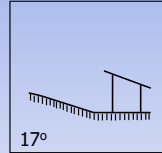
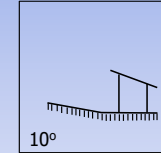




2º PASSO - CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

☐ Talude de corte

Altura max ____ m Inclinação: ____ °

 90°	 60°	 30°	 17°	 10°
--	---	--	--	--

Dist. das moradias: ____ m da base do talude ou ____ m do topo do talude

Instruções:

Descrever o terreno onde está(ão) as moradias.

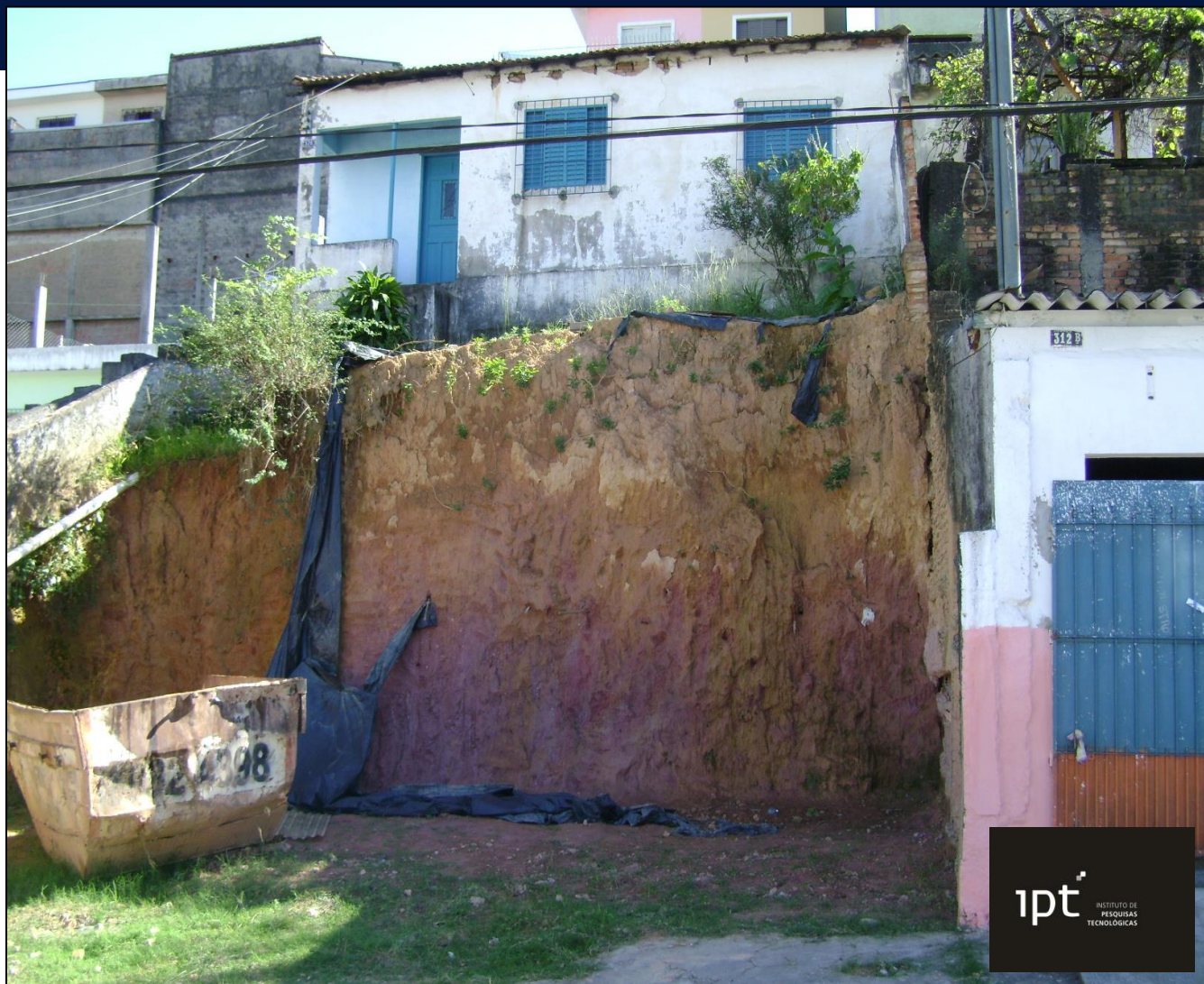




Talude de corte

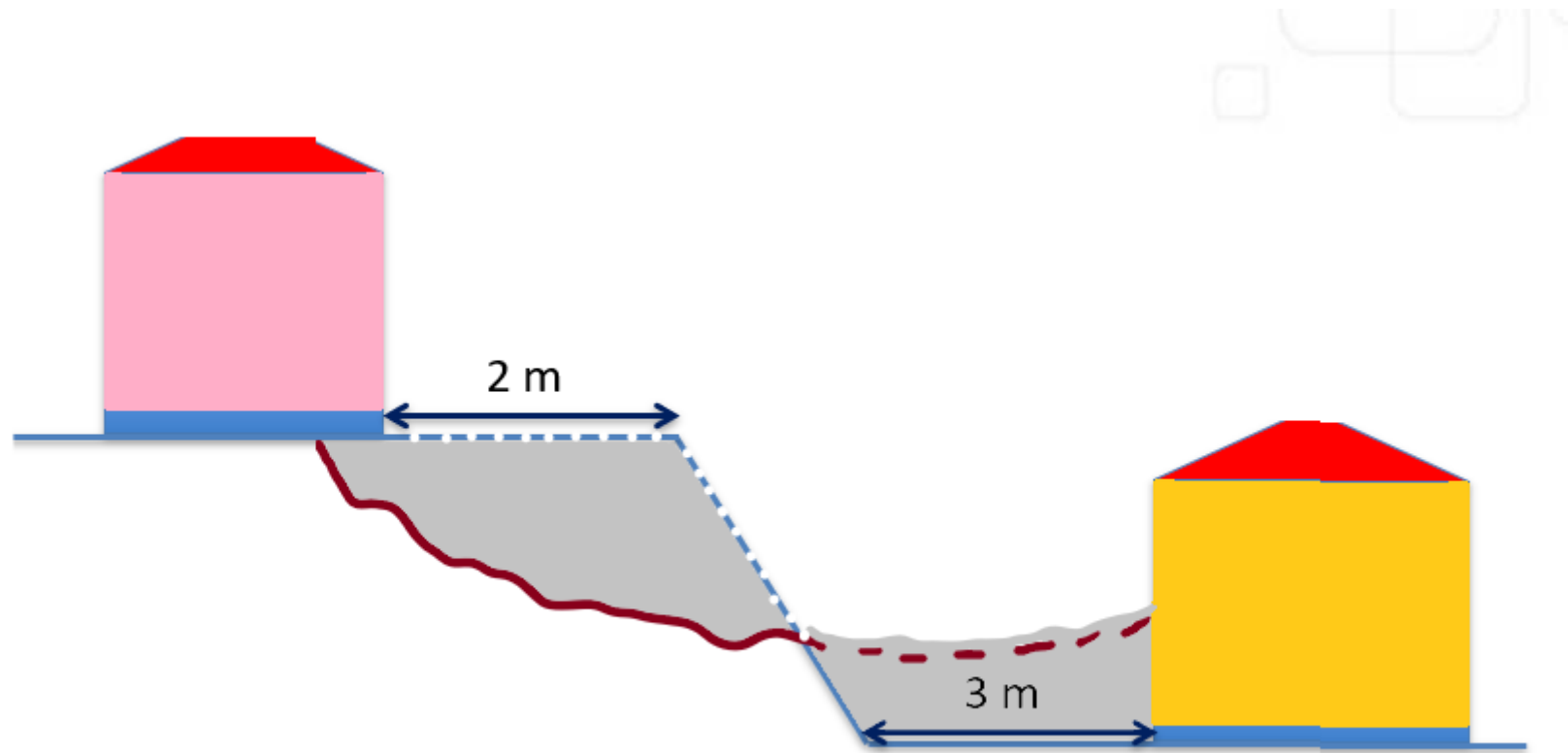


Talude de corte



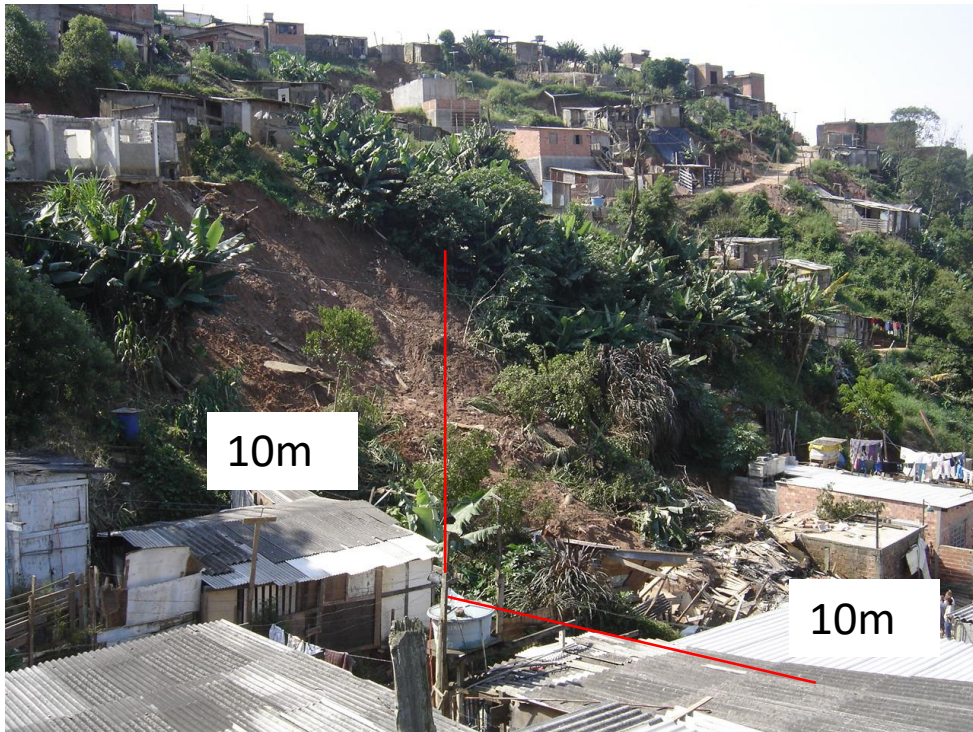
Talude de corte

LOCALIZAÇÃO RELATIVA DA MORADIA E O TALUDE



PORQUE A DISTÂNCIA DA MORADIA COM RELAÇÃO AO TOPO E A BASE DO TALUDE É IMPORTANTE?

- Há uma relação entre a altura do talude e a distância que o material percorre quando do escorregamento
- Trabalhos no Brasil indicam uma relação 1:1, ou seja o material percorre uma distância equivalente à altura do talude onde se origina o escorregamento
- Isso possibilita a delimitação de faixas de segurança



Talude de corte

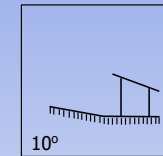
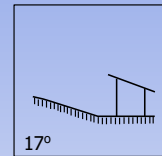
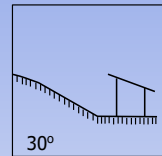
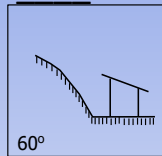
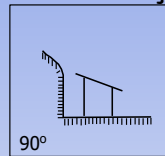


2º PASSO - CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

☐ Maciço rochoso

Altura max ____ m

Inclinação: ____ °



Dist. das moradias: ____ m da base do maciço ou ____ m do topo do maciço

Há estrutura desfavorável à estabilidade? _____

Instruções:

Descrever o terreno onde está(ão) as moradias.



Maciço Rochoso



Maciço Rochoso



? Presença de blocos de rocha e matacões



❓ Presença de blocos de rocha e matacões



☒ Depósito de encosta

sobre:

☒ Encosta Natural ☐ Talude de corte ☐ Talude de aterro ☐ Talude marginal

Material presente: ☒ Solo ☐ Lixo ☐ Entulho Obs: _____



☒ Depósito de encosta
sobre:

☒ Encosta Natural ☒ Talude de corte ☐ Talude de aterro ☐ Talude marginal

Material presente: ☒ Solo ☐ Lixo ☒ Entulho Obs: _____



☒ Depósito de encosta
sobre:
☒ Encosta Natural ☐ Talude de corte ☐ Talude de aterro ☐ Talude marginal
Material presente: ☐ Solo ☒ Lixo ☒ Entulho Obs: _____

3° PASSO – ÁGUA

☐ Concentração de água de chuva em superfície	☐ Lançamento de água servida em superfície (a céu aberto ou no quintal)	
☐ Vazamento de tubulação	☐ Fossa	☐ Surgência d'água
Sistema de drenagem superficial ☐ inexistente ☐ precário ☐ satisfatório		

Instruções

A água é uma das principais causas de escorregamentos. A sua presença pode ocorrer de várias formas e deve ser sempre observada.

Pergunte aos moradores de onde vem a água (servida) e o que é feito dela depois do uso, e o que ocorre com as águas das chuvas.

- Marque com um "X" as condições encontrada.



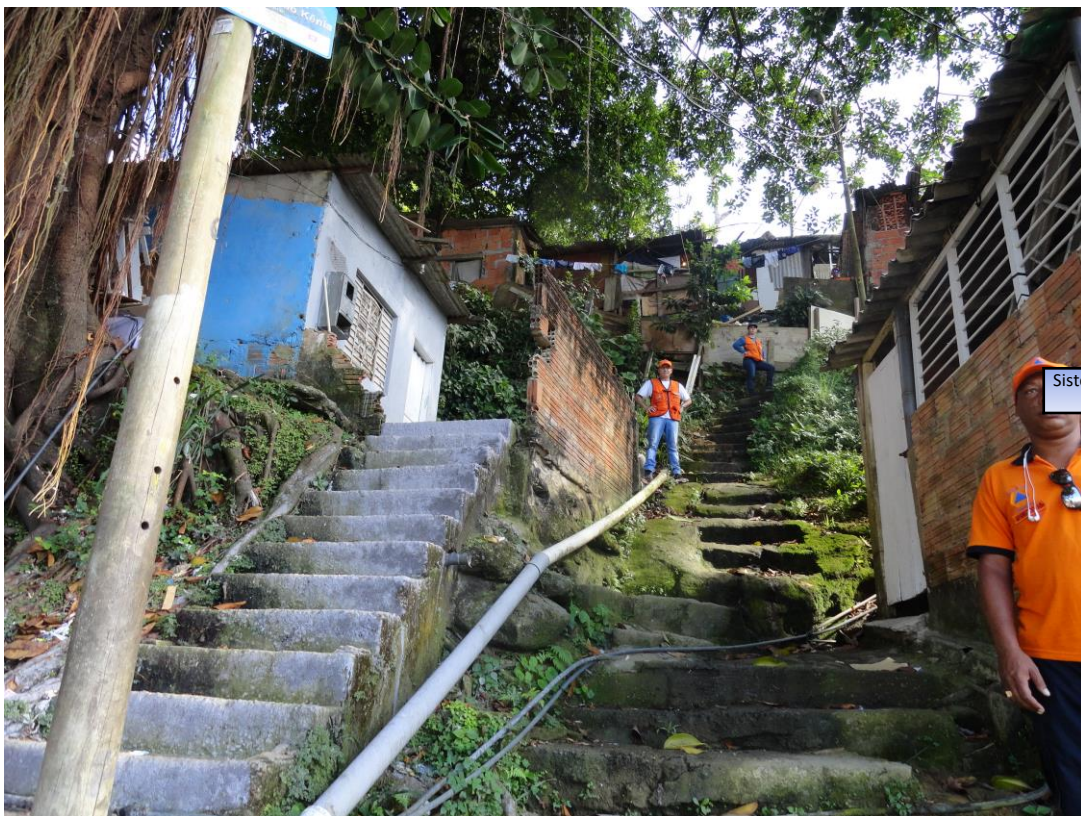
Concentração de água de chuva em superfície



🔴 Lançamento de água servida em superfície (a céu aberto ou no quintal)

❗ Lançamento de água servida em superfície (a céu aberto ou no quintal)





Sistema de drenagem superficial ☐ inexistente ☐ precário ☒ satisfatório





Sistema de drenagem superficial ☒ inexistente ☒ precário ☐ satisfatório

Sistema de drenagem superficial ☒ inexistente ☐ precário ☒ satisfatório





Sistema de drenagem superficial ☐ inexistente ☐ precário ☒ satisfatório

● Fossa



● Vazamento de tubulação



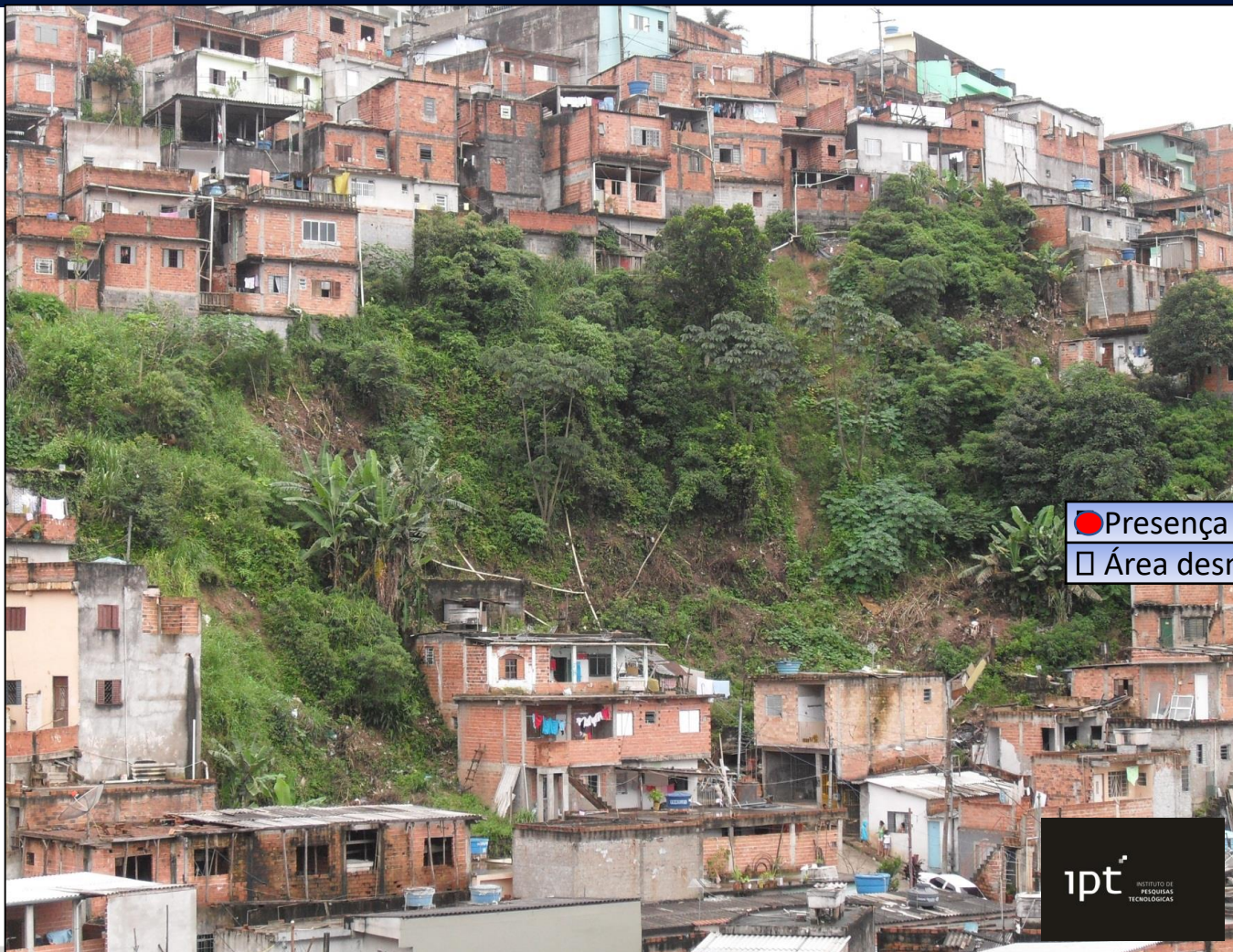
4° PASSO - VEGETAÇÃO NO TALUDE OU PROXIMIDADES

☐ Presença de árvores	☐ Vegetação rasteira (arbustos, capim, etc)
☐ Área desmatada	☐ Área de cultivo _____

Instruções:

Dependendo do tipo de vegetação, ela pode ser boa ou ruim para a segurança da encosta. Anotar a vegetação que se encontra na área da moradia que está sendo avaliada, principalmente se existirem bananeiras.

- Marque com um "X" as condições encontradas



☒ Presença de árvores	☒ Vegetação rasteira (arbustos, capim, etc)
☐ Área desmatada	☒ Área de cultivo

ipt
INSTITUTO DE
PESQUISAS
TECNOLOGICAS

☐ Presença de árvores	☒ Vegetação rasteira (arbustos, capim, etc)
☒ Área desmatada	☐ Área de cultivo



5º PASSO - SINAIS DE MOVIMENTAÇÃO (Feições de instabilidade)

☐ Trincas na moradia	☐ Trincas no terreno
☐ Degraus de abatimento	☐ Muros/paredes embarrigados
☐ Árvores, postes, muros inclinados	☐ Solapamento de margem
☐ Cicatriz de escorregamento	☐ Fraturas no maciço

Instruções:

Lembre-se que antes de ocorrer um escorregamento, a encosta dá sinais que está se movimentando. A observação desses sinais é muito importante para a classificação do risco, a retirada preventiva de moradores e a execução de obras de contenção.

- Marque com um "X" as condições encontradas

Trincas no terreno





Trincas no terreno



Trincas no terreno



Trincas no moradia



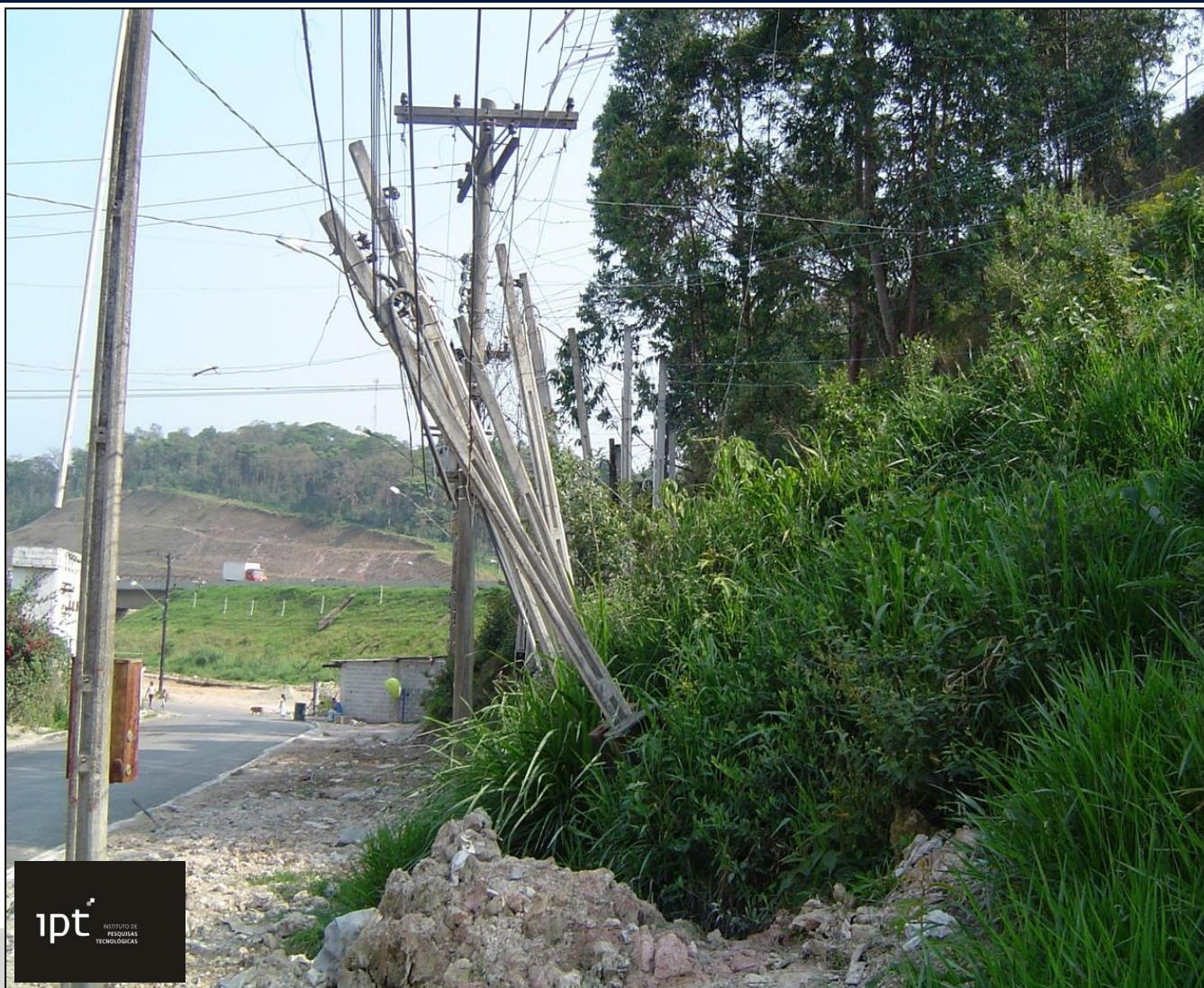
● Degraus de abatimento



● Muros/paredes embarrigados



● Árvores, postes, muros inclinados



● Árvores, postes, muros inclinados



● Solapamento de margem



● Cicatriz de escorregamento



● Cicatriz de escorregamento

6º PASSO - TIPOS DE PROCESSOS DE INSTABILIZAÇÃO ESPERADOS OU JÁ OCORRIDOS

☐ Escorregamento em encosta natural	☐ Queda de bloco
☐ Escorregamento em talude de corte	☐ Rolamento de bloco
☐ Escorregamento em dep. de encosta ☐ Aterro ☐ Lixo ☐ Entulho	☐ Desplacamento
	☐ Corrida
☐ Erosão	☐ Solapamento de margem

Instruções:

Em função dos itens anteriores é possível prever o tipo de problema que poderá ocorrer na área de análise. Leve em conta a caracterização da área, a água, a vegetação e as evidências de movimentação. A maioria dos problemas ocorrem com escorregamentos. Existem alguns casos de queda ou rolamento de blocos de rocha, que são de difícil observação.

- Marque com um "X" as condições encontradas

7º PASSO - DETERMINAÇÃO DO GRAU DE RISCO

Instruções

Agora junte tudo o que você viu:

- caracterização do local da moradia,
- a água na área,
- vegetação,
- os sinais de movimentação,
- os tipos de escorregamentos que já ocorreram ou são esperados.

☐ RISCO MUITO ALTO – R4

☐ RISCO ALTO – R3

☐ RISCO MÉDIO – R2 (SETOR DE MONITORAMENTO - SM)

☐ RISCO BAIXO – R1 (SETOR DE MONITORAMENTO - SM)

Número de moradias em cada Setor: ____

Fator que indica a passagem do R1-Baixo para o R2-Médio

R1-Baixo
<10°



DECLIVIDADE



R2-Médio
>10°

Fator que indica a passagem do R2-Médio para o R3-Alto

R2-Médio
SEM



**EVIDÊNCIAS DE
MOVIMENTAÇÃO
+
INTERVENÇÃO**



R3-Alto
COM

Fator que indica o R4-Muito Alto

R4-Muito Alto



**PIOR SITUAÇÃO POSSÍVEL
PROBLEMAS NA PRÓXIMA CHUVA
+ INTERVENÇÃO**

GRAU DE PROBABILIDADE

R4 - MUITO ALTO

Os **condicionantes** geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o **nível de intervenção** no setor são de **MUITO 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 à margem de córregos, 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 1 ano.



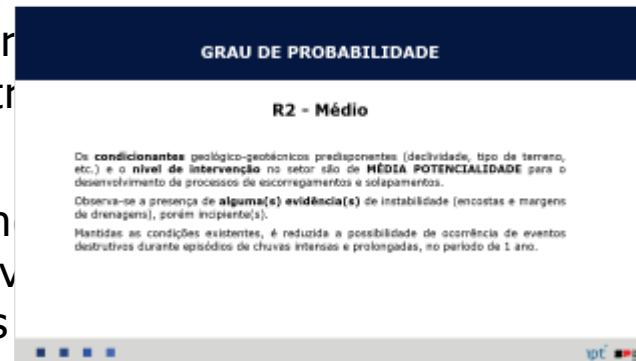
GRAU DE PROBABILIDADE

R3 - ALTO

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 instabilidade (trincas, taludes, etc.).

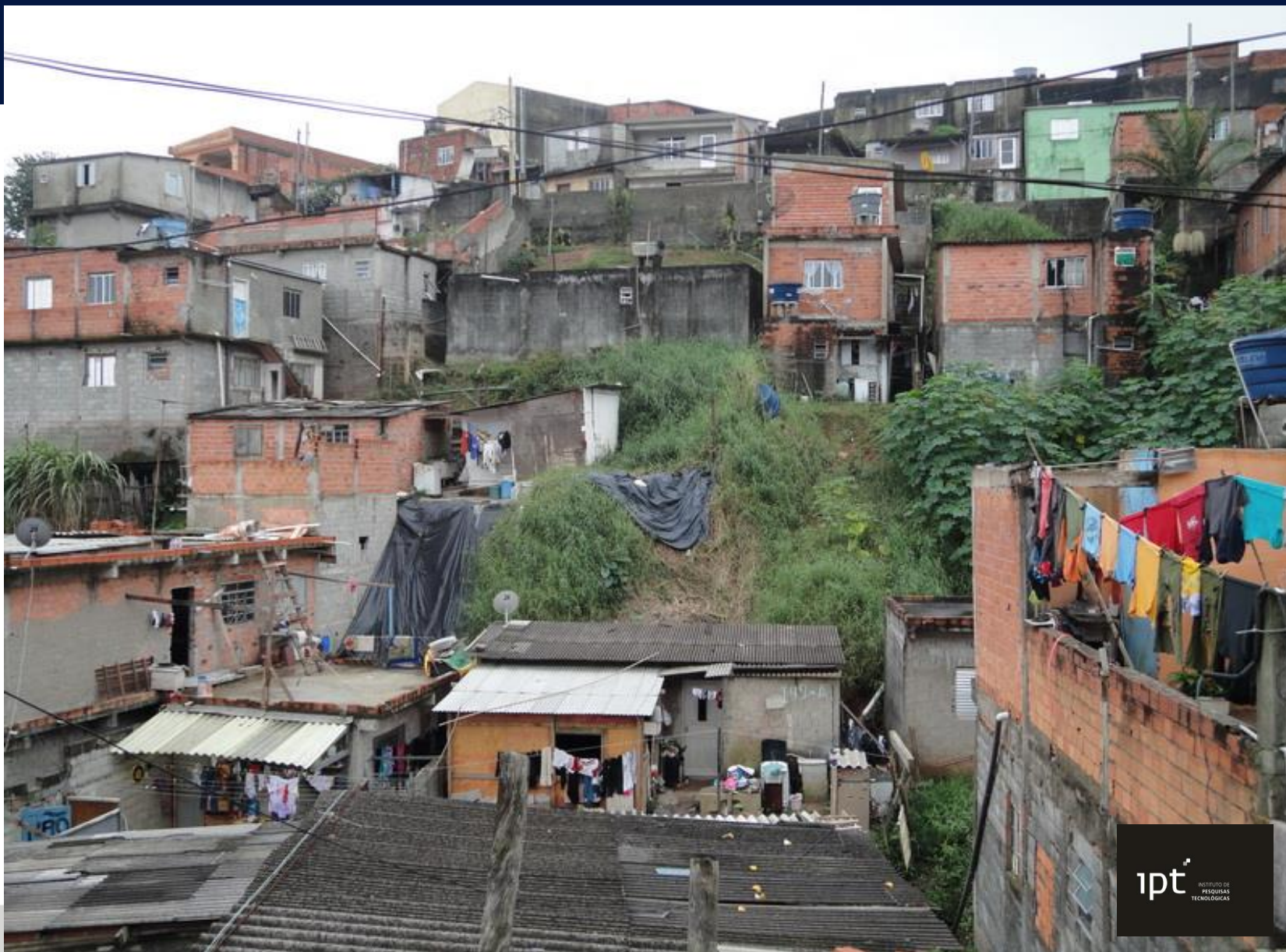
Mantidas as condições, a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas



evidência(s) de abatimento em

ente possível a sódios de 1 ano.







GRAU DE PROBABILIDADE

R2 - Médio

Os **condicionantes** geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o **nível de intervenção** no setor são de **MÉDIA 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 1 ano.







GRAU DE PROBABILIDADE]

R1 - Baixo

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 1 ano.





ipt
INSTITUTO DE
PESQUISAS
TECNOLOGICAS



O QUE DEFINE CADA GRAU DE RISCO

Fator que indica a passagem do R1-Baixo para o R2-Médio



Fator que indica a passagem do R2-Médio para o R3-Alto



Fator que indica o R4-Muito Alto



8º PASSO – NECESSIDADE DE REMOÇÃO (para as moradias em risco alto)

Número de moradias com necessidade de remoção: ____	Estimativa do nº de pessoas p/ remoção: _____
---	---

Instruções

Esta é uma informação para a Defesa Civil e para o pessoal que trabalha com as remoções. Marque quantas moradias estão em risco e mais ou menos quantas pessoas talvez tenham que ser removidas.

9º PASSO – OUTRAS INFORMAÇÕES

Instruções: Escreva neste espaço quaisquer informações adicionais que você julgar importante.

--

DESENHO 1 – PLANTA Instruções: Neste espaço faça um desenho de como chegar até a área. Coloque a casa, os taludes, os sinais de movimentação, árvores grandes, etc.	DESENHO 2 – PERFIL Instruções: Neste espaço faça um desenho com um perfil da área ou a casa vista de lado, com a distância e altura do talude e do aterro, posição dos sinais de movimentação, etc.
---	---

EQUIPE TÉCNICA (NOME / INSTITUIÇÃO)	ASSINATURA

LEMBRETE IMPORTANTE:

Em caso de dúvidas encaminhe o problema para um técnico especialista mais experiente.



EXEMPLO DE MAPEAMENTO



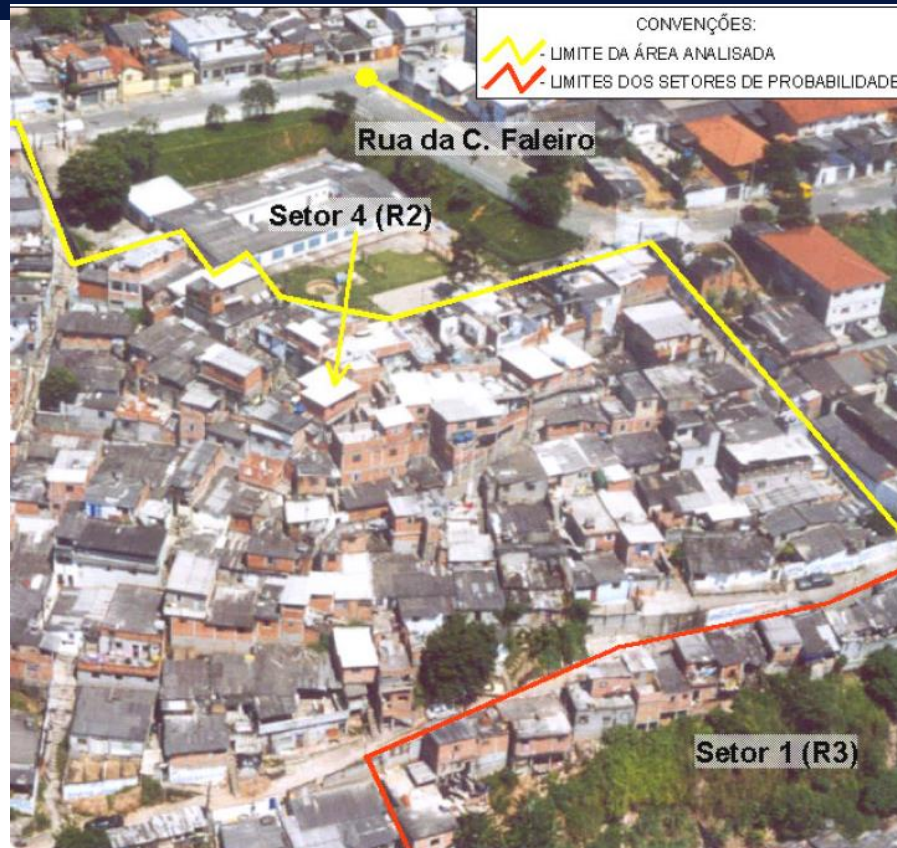


EXEMPLO DE MAPEAMENTO



EXEMPLOS DE UTILIZAÇÃO DO MAPEAMENTO

Jardim Dulce



2004



2009

Jardim Dulce



2004

2009



Favela do Jaguaré

Jaguaré



2005

2010



Parque Europa



2005

2009



Jardim Icarai



INSTRUÇÕES PARA O TRABALHO DE CAMPO

Antes de iniciar o preenchimento das fichas dê uma olhada geral na área.



FAÇA A PRÉ-SETORIZAÇÃO



Lembre-se dos quatro parâmetros a serem observados

- 1. INCLINAÇÃO**
- 2. TIPOLOGIA DO PROCESSO**
- 3. POSIÇÃO DAS MORADIAS COM RELAÇÃO A ENCOSTA**
- 4. QUALIDADE DAS MORADIAS**

NOMENCLATURA DA ÁREAS

NOME DA ÁREA:

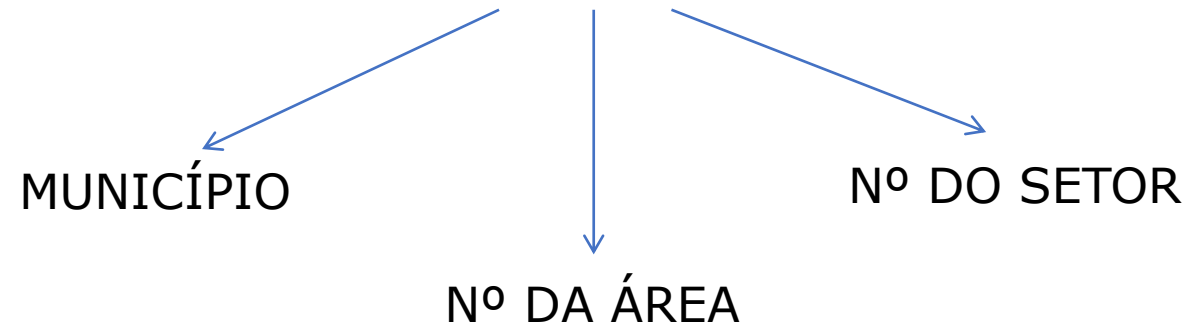
Jardim Três Marias

ÁREA:

GRJ-07

SETOR:

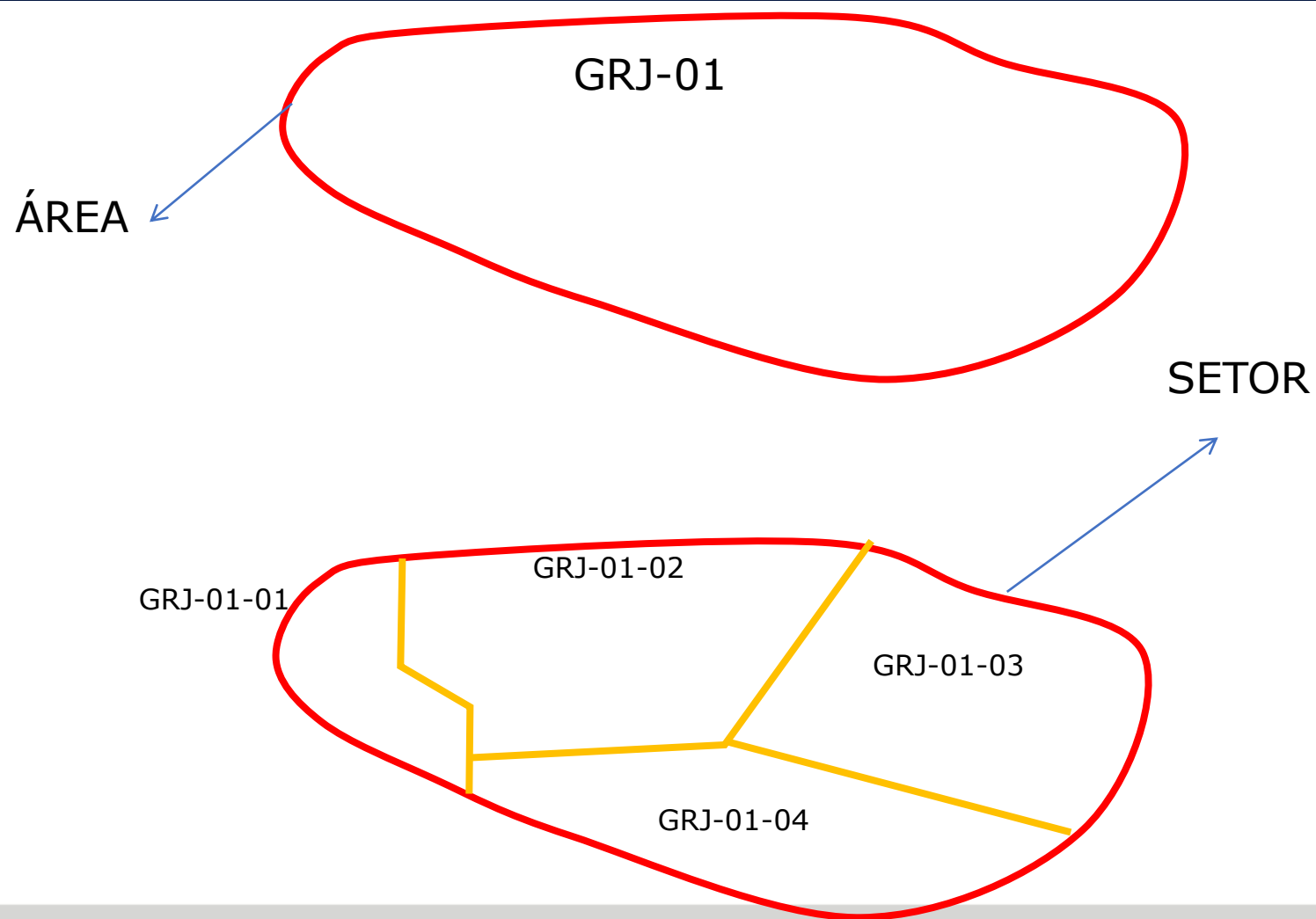
GRJ-07-01



Área com 5 setores:

GRJ-07-01 / GRJ-07-02 / GRJ-07-03 / GRJ-07-04

ÁREA/SETOR



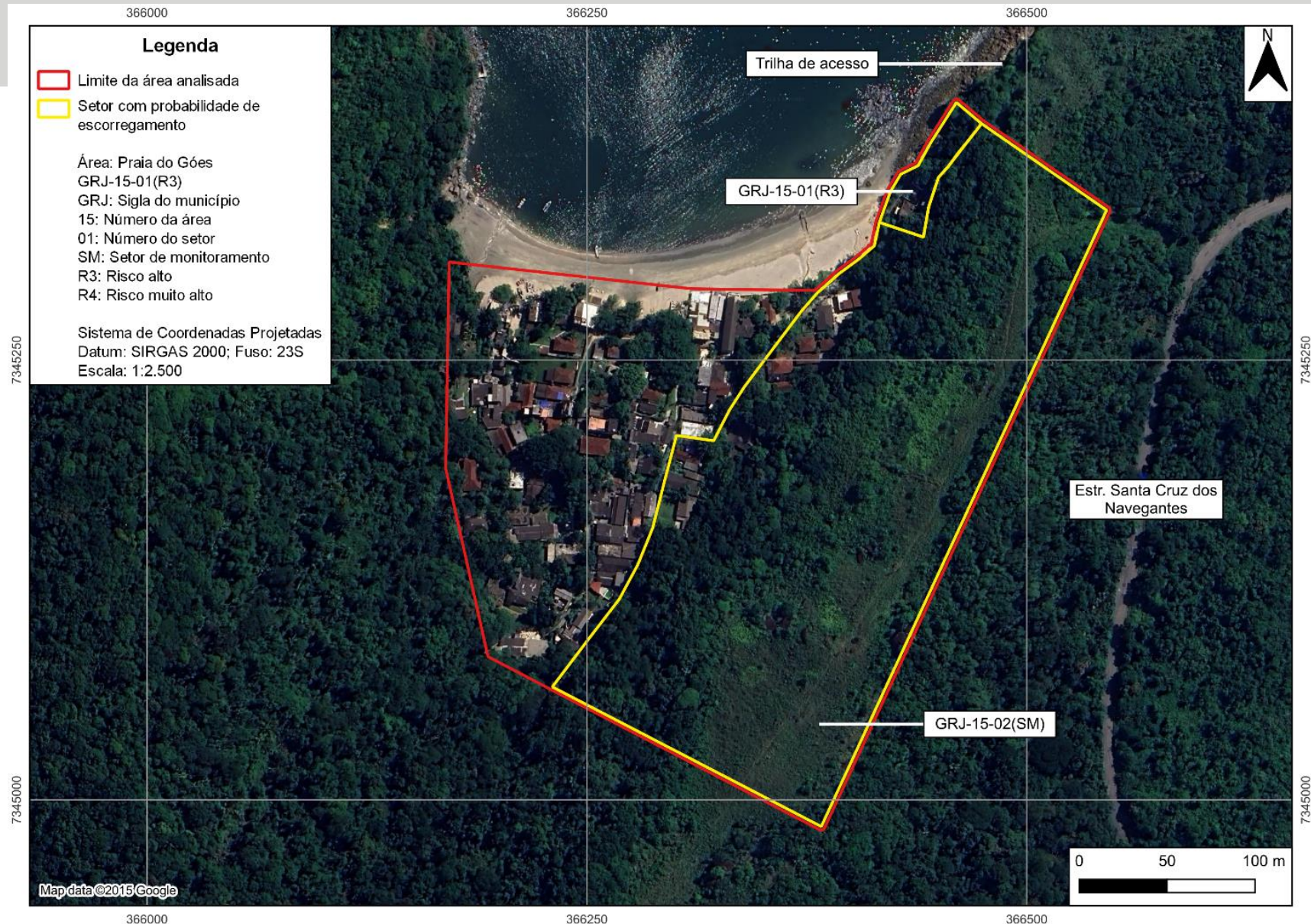
ALÉM DE PREENCHER AS FICHAS, NÃO SE ESQUEÇA DE DESENHAR OS LIMITES DOS SETORES NAS FOTOS AÉREAS



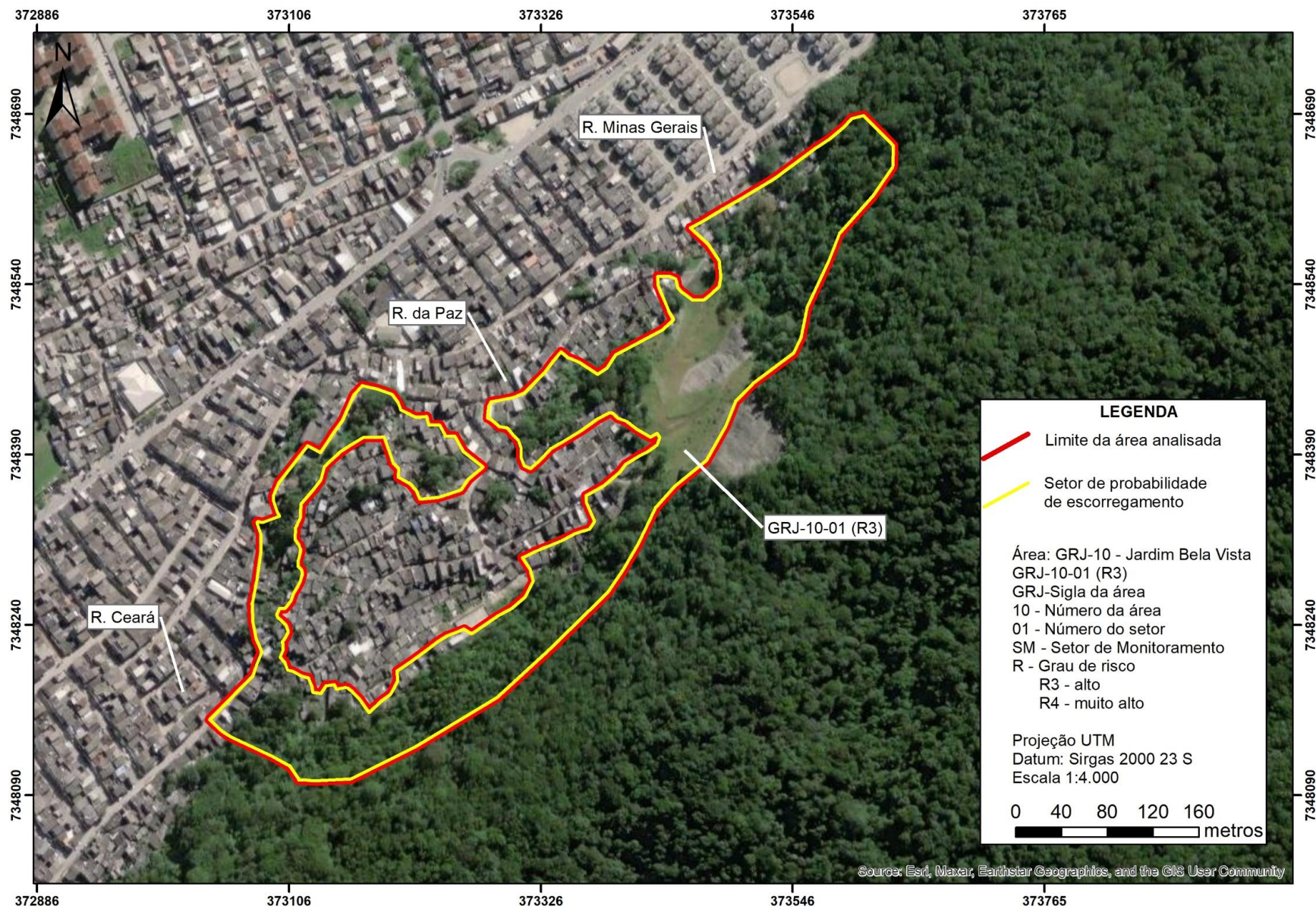
AS FOTOS USADAS NO CAMPO SÃO RASCUNHOS QUE SERÃO PASSADAS A LIMPO EM ESCRITÓRIO.



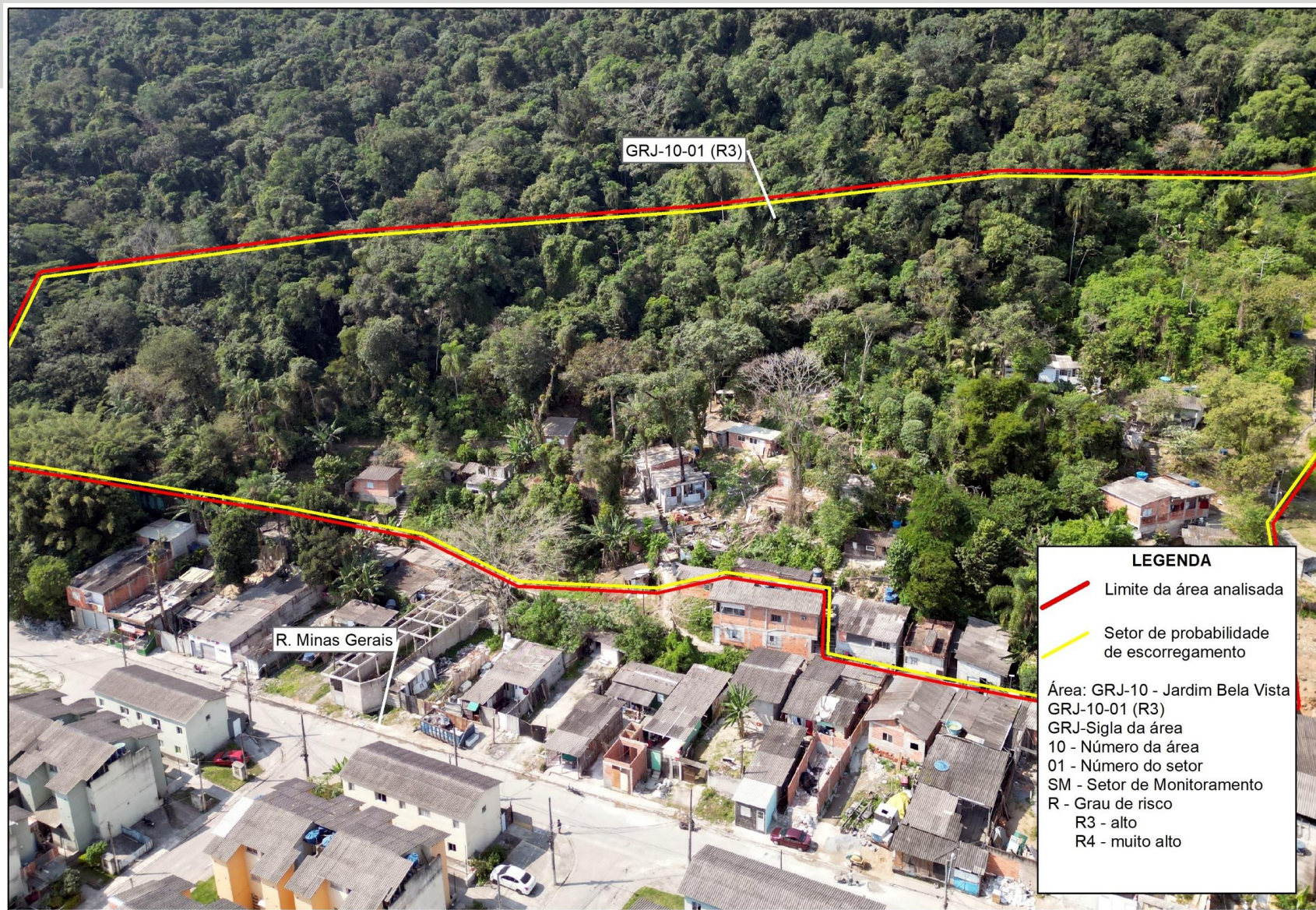
DELIMITAÇÃO SETORES



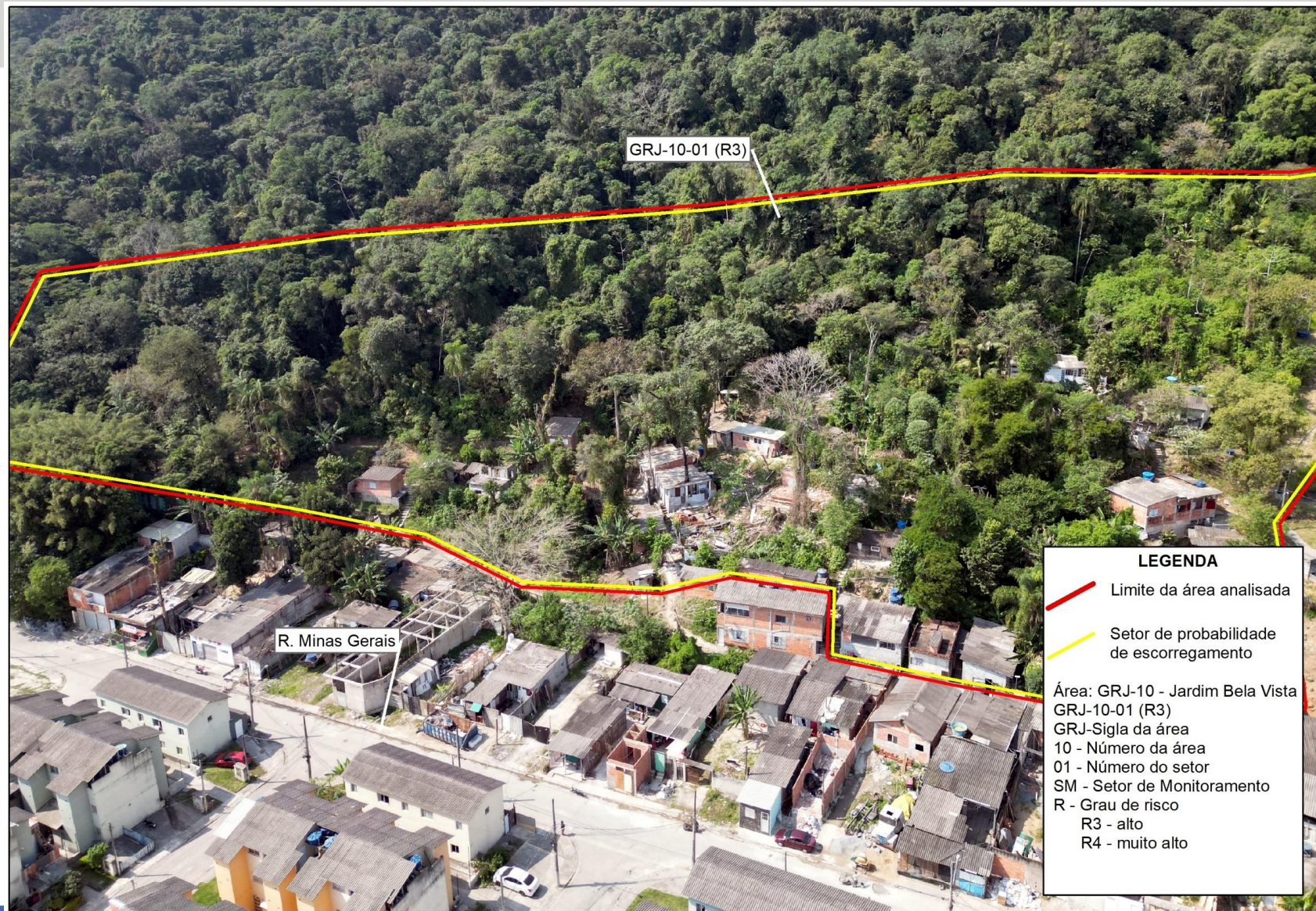
DELIMITAÇÃO SETORES



DELIMITAÇÃO SETORES



DELIMITAÇÃO SETORES



INDICAÇÃO DE OBRAS



INDICAÇÃO DE OBRAS



INUNDAÇÕES URBANAS. O QUE FAZER?



INUNDAÇÃO

Com o mapeamento de risco à inundação poderão ser propostas as MEDIDAS PARA MITIGAÇÃO

INUNDAÇÕES URBANAS - MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

Ações não-estruturais:

Procuram reduzir impactos sem modificar o risco das enchentes naturais (por ações de convivência com as inundações sem intervenções por obras).

Ex.: regulamentação do uso da terra, sistema de previsão e alerta, seguro contra inundações etc.

Ações estruturais:

Modificam o sistema para reduzir o risco de cheias, pela implantação de obras para conter, reter ou melhorar a condução de escoamentos.

Ex.: barragens, diques, reflorestamento, canalização, retificação etc.

INUNDAÇÕES URBANAS

Abordagem ambientalista:

- Abordagem alternativa (deveria ser a usual) em projetos de drenagem urbana.
- Manutenção e recuperação de ambientes, de forma a os terem saudáveis, tanto interna quanto externamente à área urbana.
- Medidas de controle devem ser integrados ao planejamento ambiental do meio urbano e às medidas não-estruturais.
- O objetivo principal é o de compensar o efeito da urbanização sobre os processos hidrológicos.

INUNDAÇÕES URBANAS. O QUE FAZER?

Boas práticas de drenagem urbana:

- Manutenção do **traçado natural** dos cursos d'água;
- Redução da declividade do escoamento ou manutenção da **declividade natural**, quando possível;
- Adoção de revestimentos rugosos: gabiões ou manutenção do **revestimento natural**;
- Adoção de **seções hidráulicas mistas**, mantendo-se as vazões frequentes no leito menor;
- No leito maior, prever a utilização das áreas como **parques lineares e áreas de lazer**;
- Adotar ações atreladas a políticas de educação ambiental

INUNDAÇÕES URBANAS. O QUE FAZER?

Boas práticas de drenagem urbana:

- Prevenção e minimização da poluição difusa também é um objetivo alcançável quando se adotam práticas de drenagem sustentável e de controle na fonte.
- Estruturas de controle na fonte são: pavimentos permeáveis, trincheiras de infiltração, valas permeáveis, bacias de retenção e detenção, poços de infiltração, telhados verdes.
- Atenção: pavimento intertravado **não** é o mesmo que pavimento permeável!

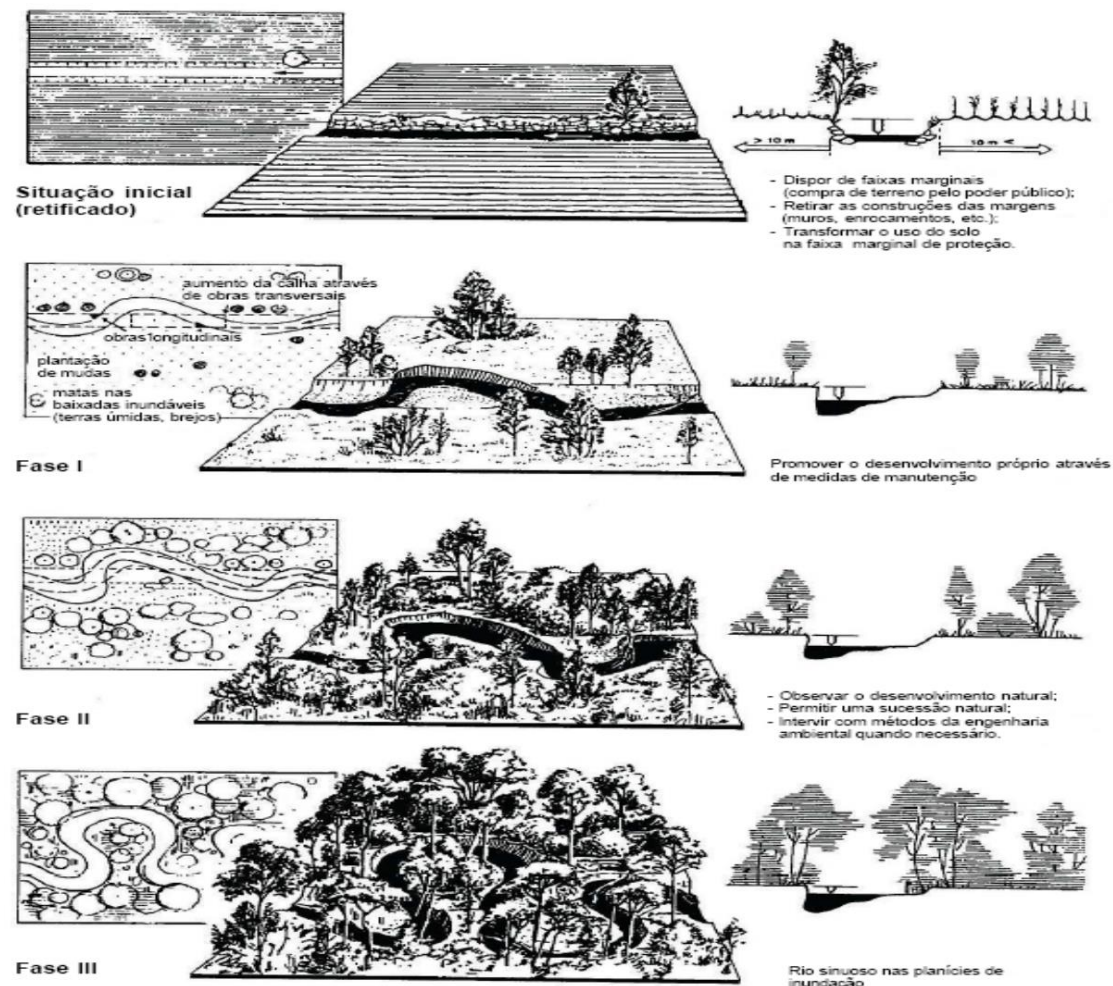
INUNDAÇÕES URBANAS. O QUE FAZER?

Conhecer a bacia hidrográfica é fundamental.

Entender o solo, a vegetação que nele se desenvolvia, o grau de impermeabilização o atual.

Entender o clima, a magnitude dos eventos extremos, as tendências climáticas.

Entender a dinâmica demográfica, como se dará a ocupação e densificação do tecido urbano nos anos seguintes.



INUNDAÇÕES URBANAS. O QUE FAZER?

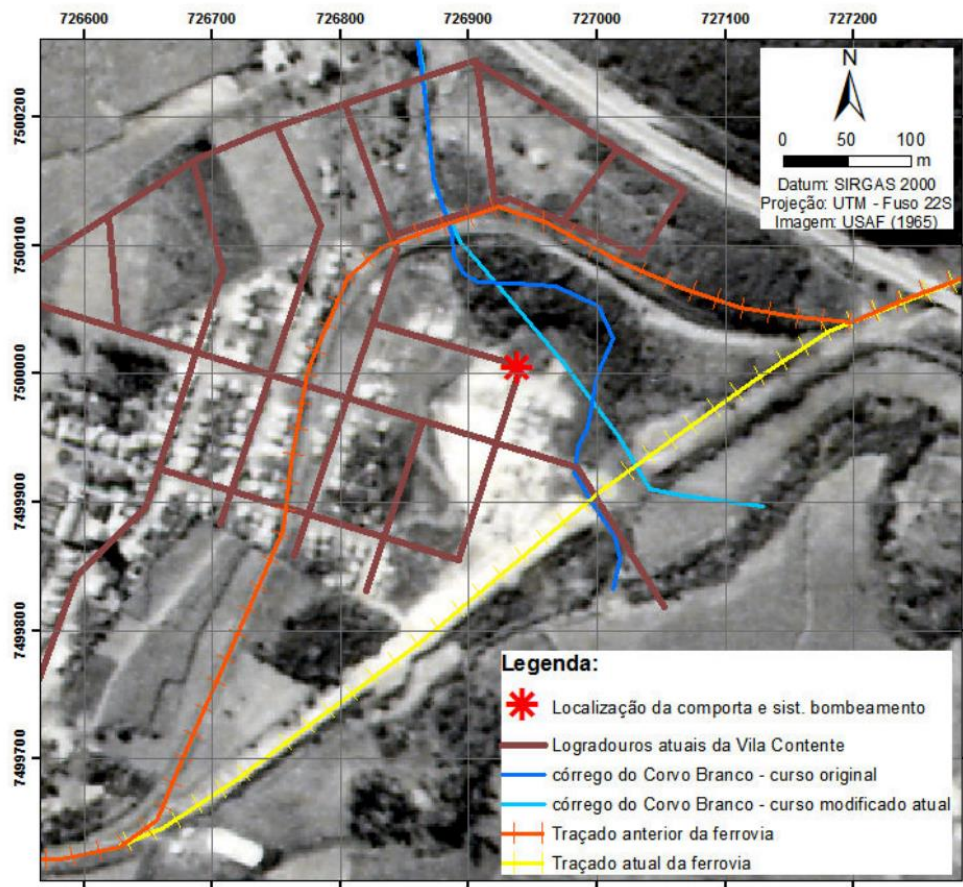


Figura 20 – Ocupação do solo na Vila Contente em 1965, em aerofoto da USAF, georreferenciada. Indicação das feições atuais na forma de linhas.

Conhecer a história
de nossas bacias ...

O bairro que hoje
inunda era uma
lagoa...

...as pontes que hoje
não comportam a
vazão foram
construídas no final
do século XIX para o
antigo traçado da
ferrovia que
atravessava o atual
agrupamento de
casas.

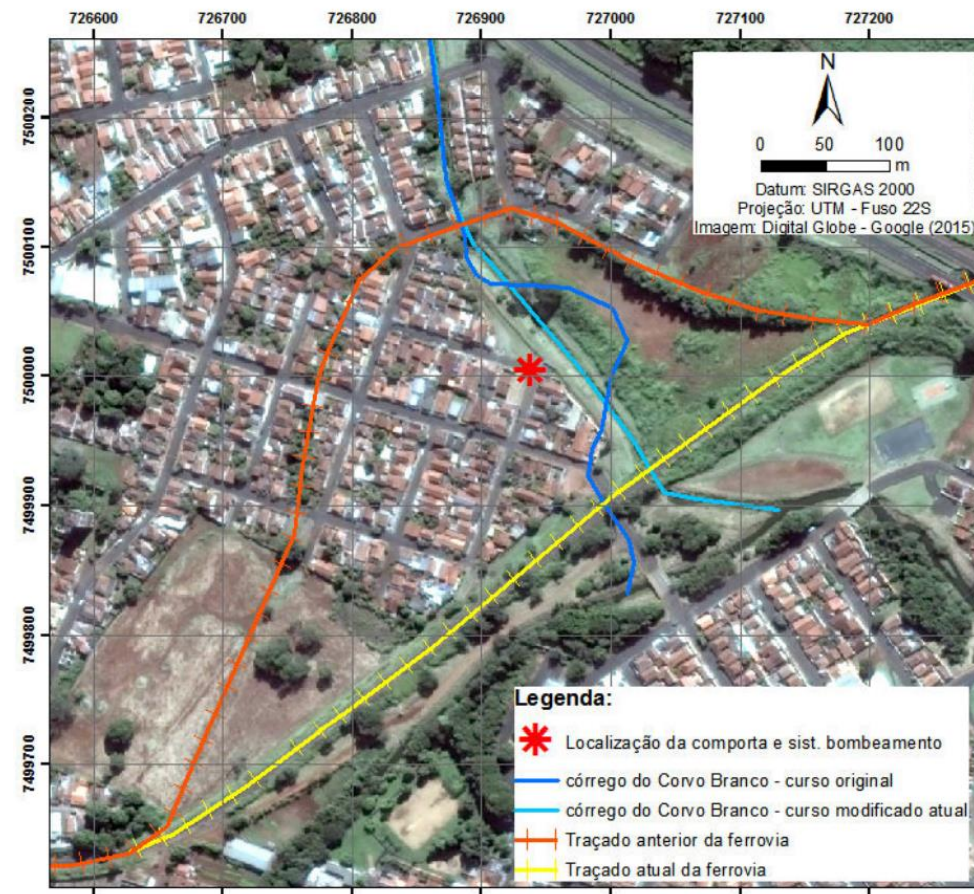
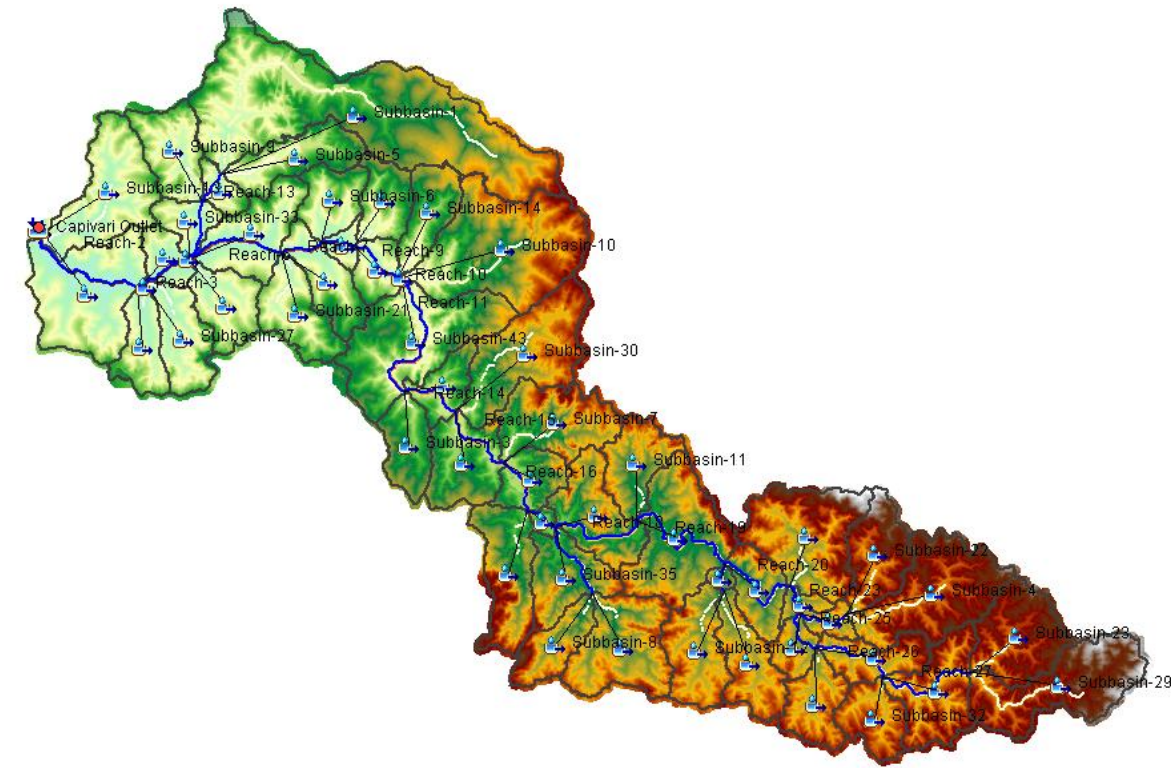
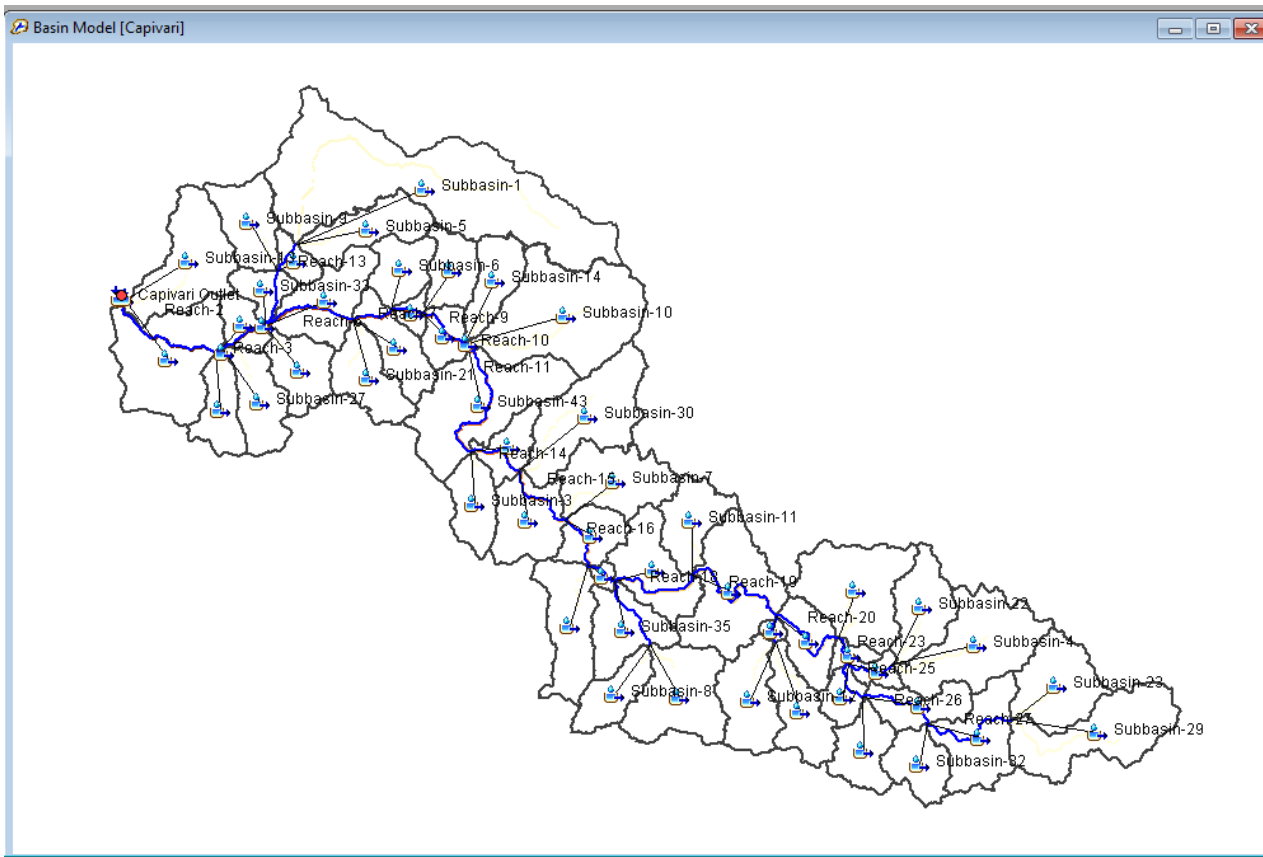


Figura 21 – Ocupação do solo na Vila Contente em 2015, em foto da Digital Globe (Google Earth Pro), georreferenciadas, com indicações das feições anteriores na forma de linhas.

MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DEFININDO RISCO A PARTIR DOS DANOS ESPERADOS

- **Modelagem hidrológica e hidráulica**
 - Cenário de **crise climática** em curso: prevalência de eventos extremos de precipitação, com fenômenos de chuva cada vez mais intensos e concentrados.
 - **Modelagem hidrológica** passa a ser importante instrumento de planejamento urbano: permite estimar o acréscimo nas vazões máximas e nos volumes escoados induzidos pela urbanização.
 - Permite prever o tempo necessário para ocorrer resposta dos agentes de Proteção e de Defesa Cívica deflagrado o evento de precipitação cuja intensidade ou altura pluviométrica seja motivo de preocupação.
 - Estes modelos podem incorporar diversos cenários climáticos e de ocupação do solo.

MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA

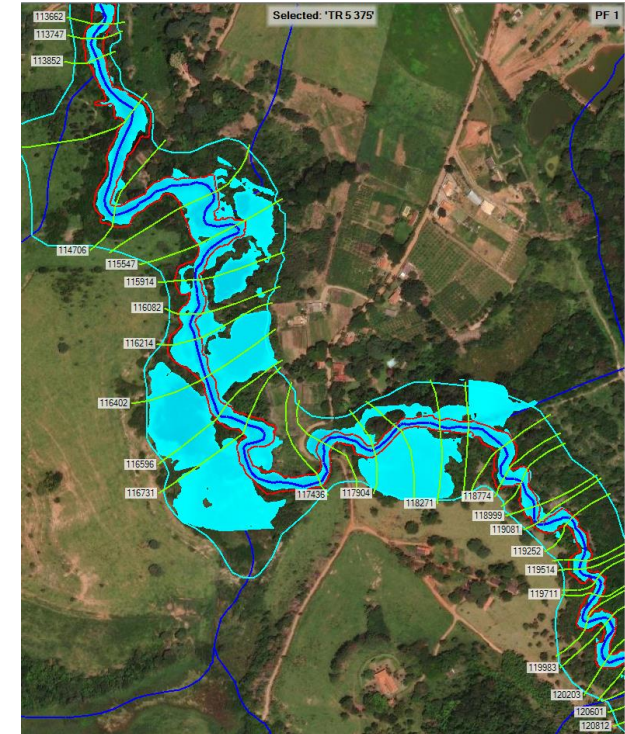
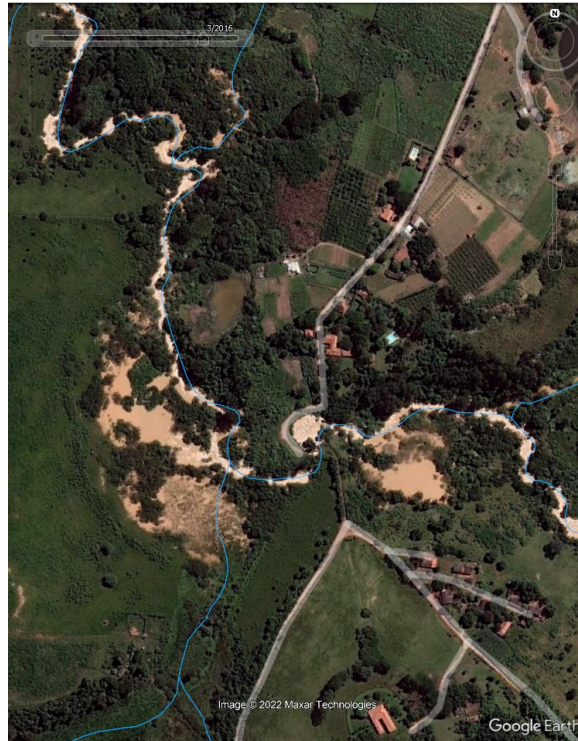


MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA

- A **modelagem hidráulica** permite estimar as áreas que serão responsáveis pelo escoamento dos picos de vazão estimados pelo modelo hidrológico.
- Com base nos cenários adotados como dados de entrada de ambos modelos, as modelagens podem ser utilizadas como importantes **instrumentos de gestão** e de **planejamento urbano** e **governança climática**.

MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA

Comparação dos resultados do modelo hidráulico (TR 5 anos; aprox. 100 mm de chuva) com cheia ocorrida no rio Capivari em março/2016 referentes ao instante de tempo 375 minutos da onda de cheia)



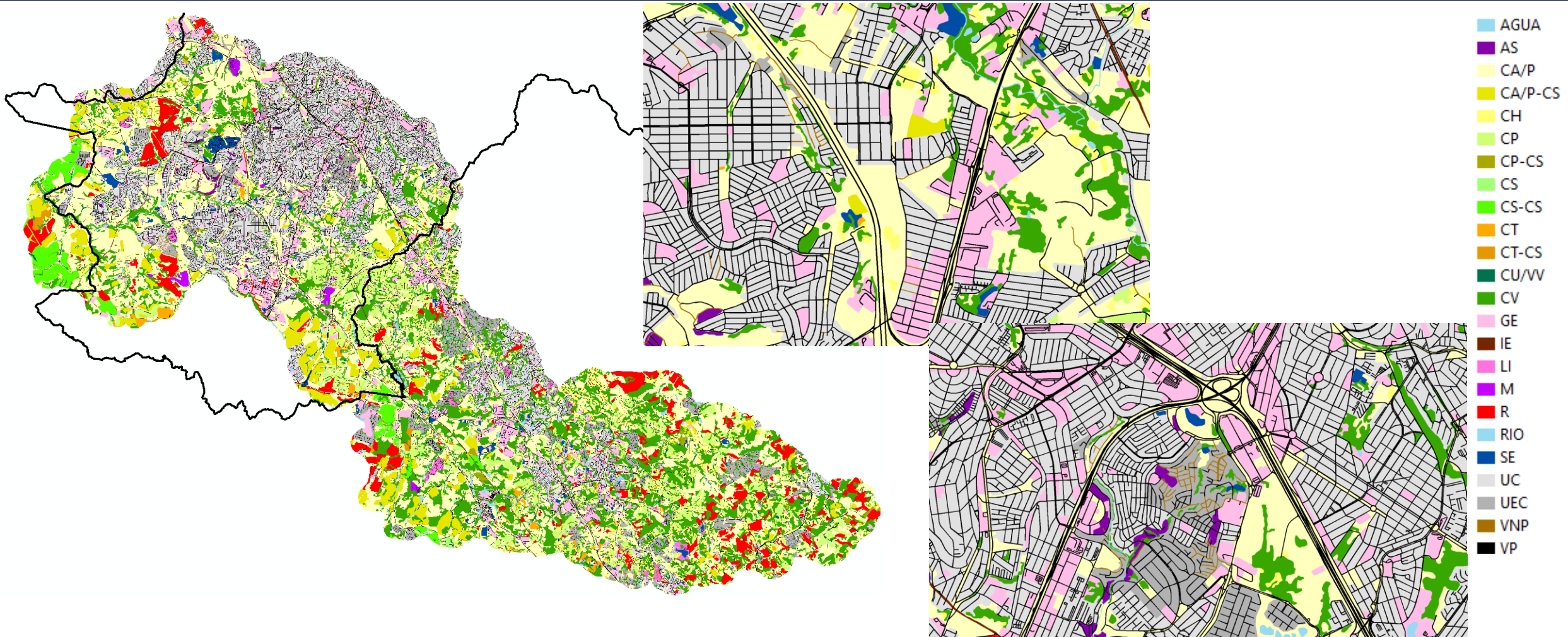
MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA

- Mapeamento das áreas inundáveis
 - No mapeamento das áreas inundáveis, diversos eventos de precipitação associados a diversas probabilidades de recorrência são transformados em vazão com a utilização de um [modelo hidrológico](#); posteriormente, um [modelo hidráulico](#) estima a geometria da calha dos cursos d'água capaz de escoar determinada vazão.
 - O mapeamento das áreas inundáveis começa com a delimitação da área de estudo, essencialmente, a [bacia hidrográfica](#) que contribui com a formação de vazão na área considerada.

MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA

- Os **dados topográficos** utilizados para se determinar as áreas de estudo são cada vez mais facilmente obtidos por meio de técnicas de sensoriamento remoto, com aplicação de VANTs, drones, aeronaves de pequeno porte equipadas com sensores LIDAR, imagens espectrais... A **qualidade dos dados** topográficos e do tratamento destes é determinante para a qualidade das modelagens e dos produtos por elas obtidos.
- Também faz parte da modelagem a produção de mapas de **uso e ocupação do solo** detalhados em escala que seja possível separar áreas urbanas consolidadas das em consolidação, arruamentos urbanos, pequenas áreas verdes (como parques e praças) etc.

MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA



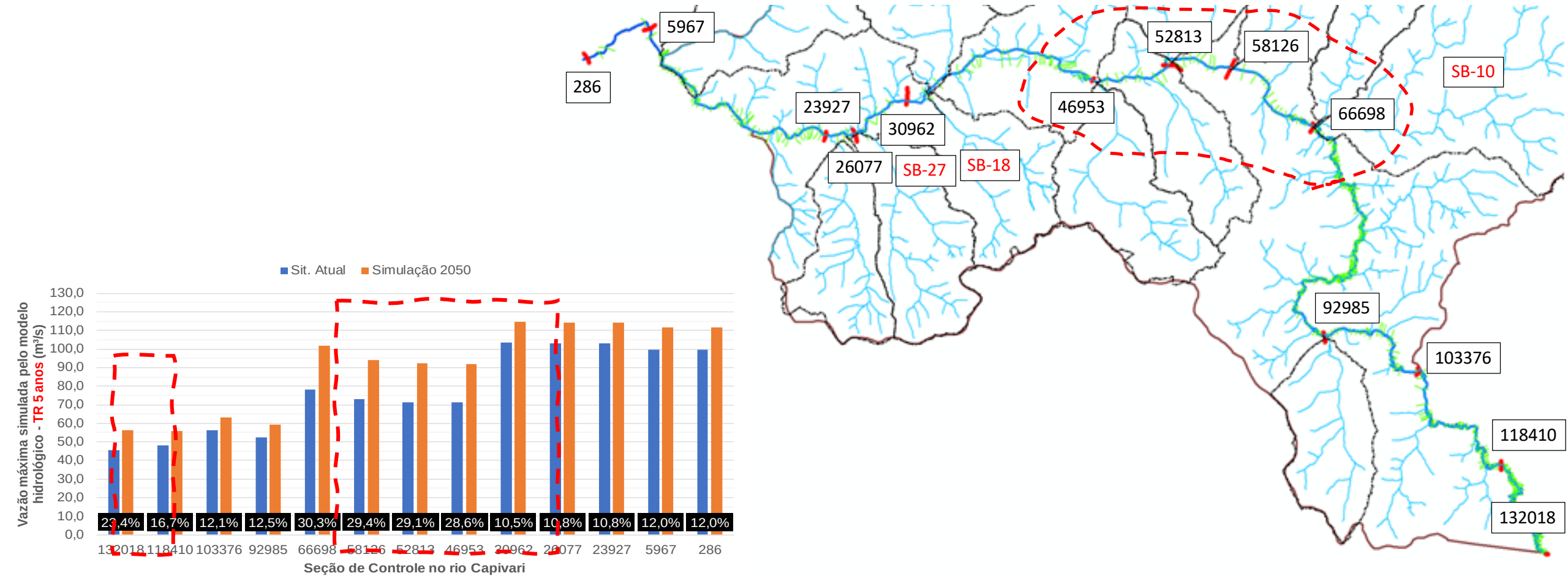
MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA

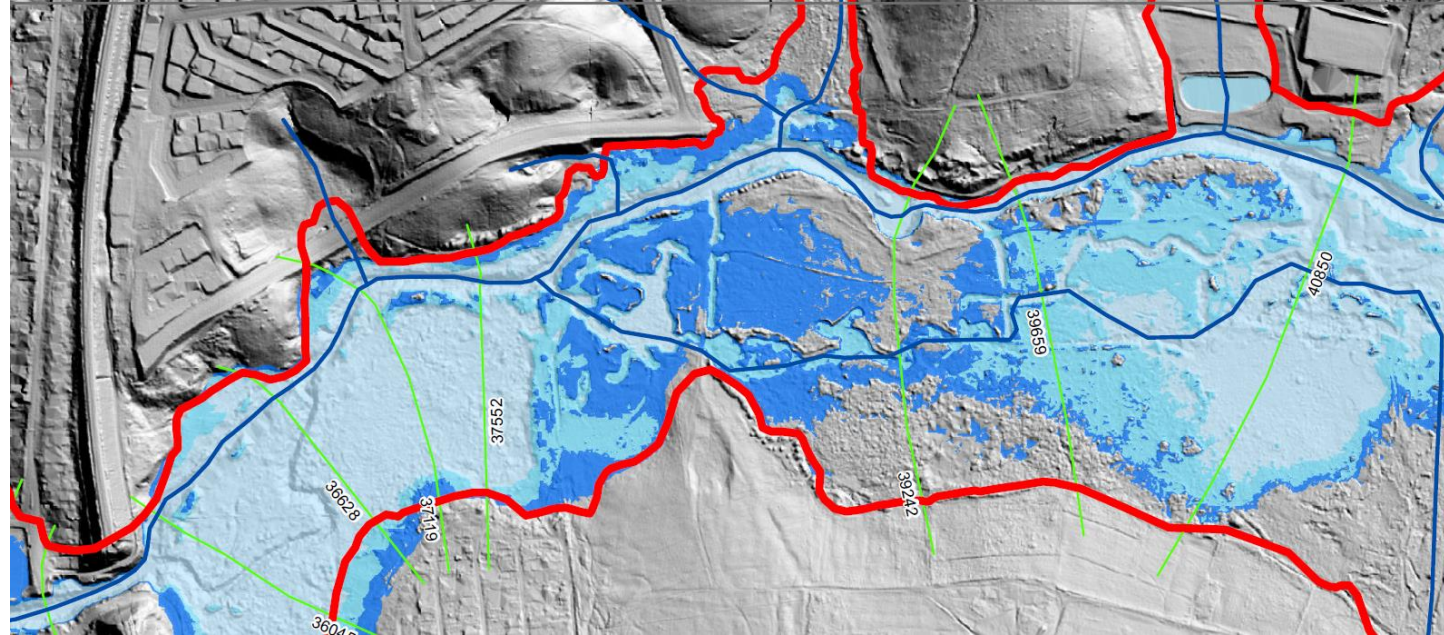
- Os **dados pluviométricos** atrelados a probabilidades de ocorrência são obtidos por meio de **análises estatísticas** elaboradas com as **séries temporais** dos postos pluviométricos. Também se insere nesta informação fatores de correção das **tendências climáticas globais**.
- Este conjunto de informações permite estimar os **parâmetros** necessários para aplicação do **modelo hidrológico chuva-vazão** escolhido, dentre estes, podem ser citados: área da bacia, tempo de concentração, abstração inicial, coeficiente de escoamento superficial etc.
- A resposta do modelo consiste em **hidrogramas** e **vazões máximas** resultantes dos eventos de precipitação e dos cenários de uso do solo considerados na análise.

MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA

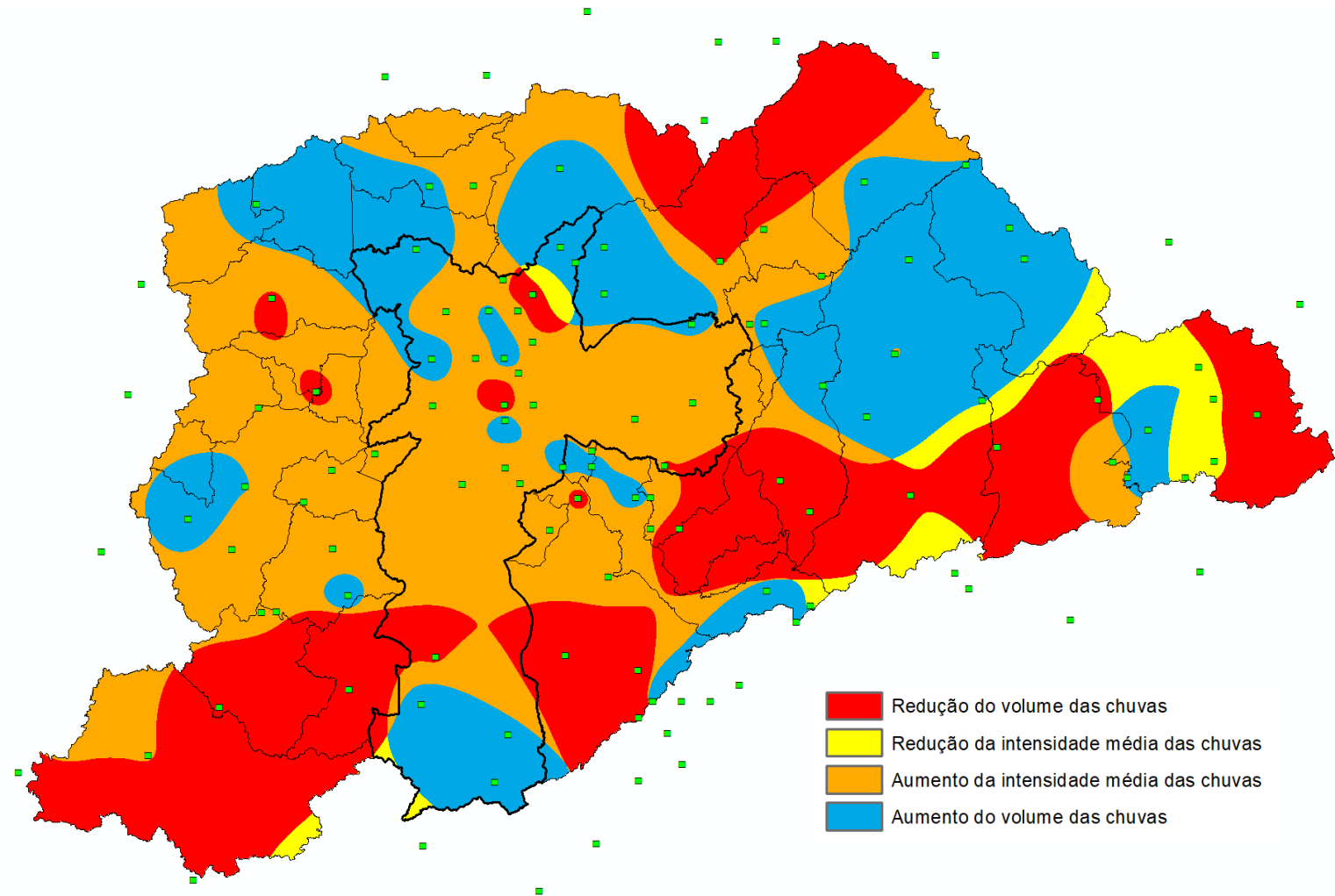
- Este dado de vazão, combinado às características hidráulicas da planície de inundação e dos canais de drenagem, é inserido no **modelo hidráulico**, o qual procederá com a análise necessária para a **determinação das manchas de inundação**, as quais **combinadas** formam o **mapeamento das áreas inundáveis**, associadas ao cenário de ocupação do solo considerado e à probabilidade de ocorrência das chuvas.
- **Mapeamento das áreas inundáveis**: pode **subsidiar políticas de planejamento urbano e territorial**, de **políticas públicas** e **ações afirmativas** nas **sub-bacias** onde existe uma parcela maior da população atingida ou onde há a possibilidade de um maior atingimento da população considerando os cenários futuros de ocupação e tendências climáticas.

MAPEAMENTO DE ÁREAS INUNDÁVEIS. DANDO DIMENSÃO ESPACIAL AO PROBLEMA





CRISE CLIMÁTICA GLOBAL. A IMPORTÂNCIA DE DIFUNDIR METODOLOGIAS DE PLANEJAMENTO



- Estudo de tendências nos dados pluviométricos observados na RMSP mostra uma forte tendência para o aumento da intensidade média das chuvas.
- O que quer dizer? Chuvas concentradas em eventos intensos – por vezes, extremos.
- Desafio para as Defesas Civas municipais, sobretudo considerando que as redes de drenagem já estão, em sua maioria, saturadas e obsoletas.

CRISE CLIMÁTICA GLOBAL. A IMPORTÂNCIA DE DIFUNDIR METODOLOGIAS DE PLANEJAMENTO

- Franco da Rocha – aprox. 400 mm entre 26 e 30/01/2022

DEFESA CIVIL 17/02/2022

Chuvas que atingiram Franco da Rocha em janeiro são classificadas como evento climático extremo pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas



CRISE CLIMÁTICA GLOBAL. A IMPORTÂNCIA DE DIFUNDIR METODOLOGIAS DE PLANEJAMENTO

- Belo Horizonte (966,6 mm em janeiro/2022)



Boletim

Chuvas em Minas: cidades em situação de emergência triplicam em um mês

Boletim divulgado pela Defesa Civil indica que 117 cidades estão em situação de emergência por conta do período chuvoso iniciado em setembro

CRISE CLIMÁTICA GLOBAL. A IMPORTÂNCIA DE DIFUNDIR METODOLOGIAS DE PLANEJAMENTO

- Petrópolis – 250 mm em 3h (15/02/2022); 534,4 mm no dia 20/02/2022



**Petrópolis registrou 250 deslizamentos
em 24 horas por causa da chuva**

Cinco pessoas morreram e mais três estão desaparecidas



CRISE CLIMÁTICA GLOBAL. A IMPORTÂNCIA DE DIFUNDIR METODOLOGIAS DE PLANEJAMENTO

- Pernambuco (28/05/2022) – 317 mm em 24h



CHUVAS EM PERNAMBUCO

Maior tragédia do século em Pernambuco, mortes pelas chuvas de 2022 superam total da cheia de 1975

Até o momento, são 122 mortes nessa que já se tornou a maior catástrofe dos últimos 50 anos do Estado. Registros sobre a cheia de 1966 indicam 175 mortos

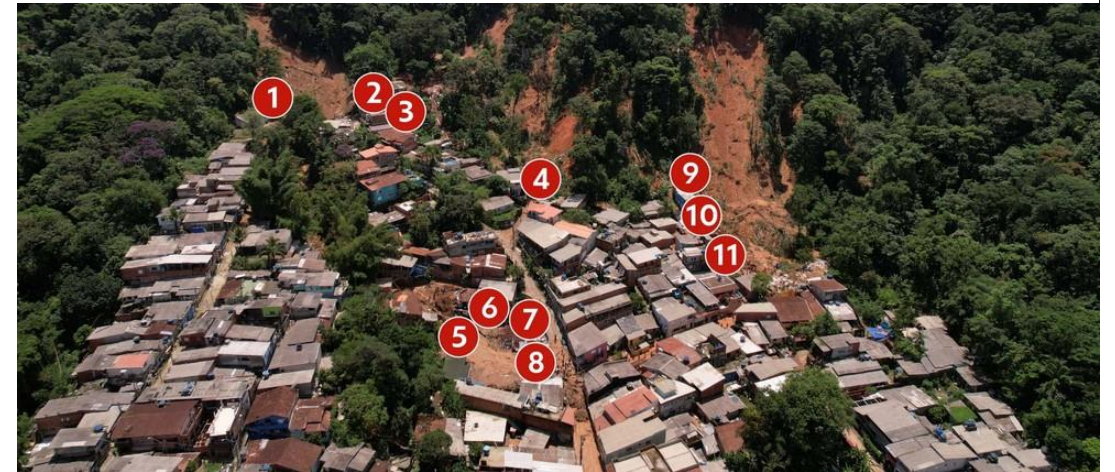
CRISE CLIMÁTICA GLOBAL. A IMPORTÂNCIA DE DIFUNDIR METODOLOGIAS DE PLANEJAMENTO

- São Sebastião – Vila Sahy (633 mm entre 18 e 19/02/2023)



Chuva em São Sebastião foi o mesmo que 101 mil piscinas em um dia: Gráfico mostra minuto a minuto

Mudanças climáticas podem mudar dinâmica de temporais pela costa brasileira, afirma especialista; tragédia no litoral norte deixou 65 mortos



CRISE CLIMÁTICA GLOBAL. A IMPORTÂNCIA DE DIFUNDIR METODOLOGIAS DE PLANEJAMENTO

- Vale do Taquari-Antas (RS) (até 300 mm entre 01/09/2023 e 05/09/2023)



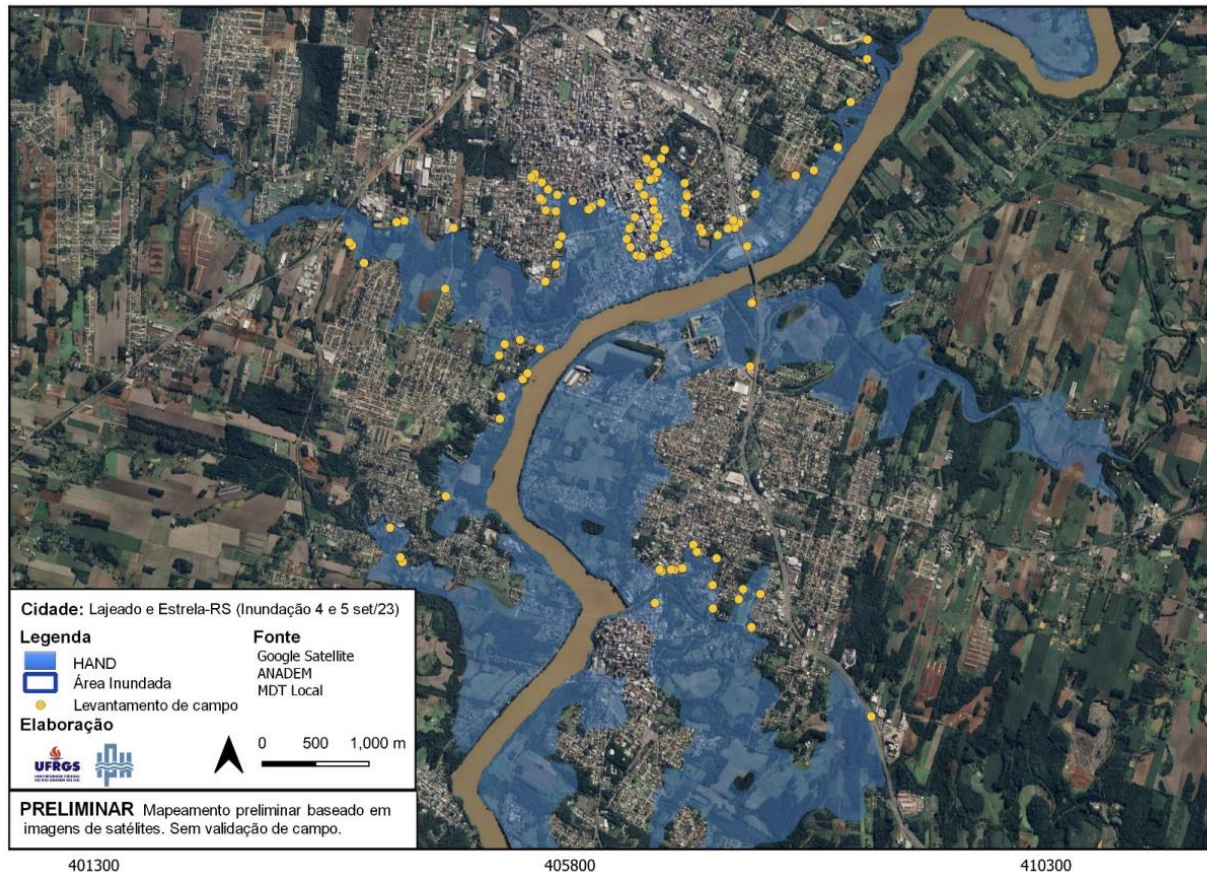
GRANDE VOLUME / NOTÍCIA

Chuva no Vale do Taquari nos primeiros cinco dias de setembro pode ter alcançado o dobro do esperado para o mês

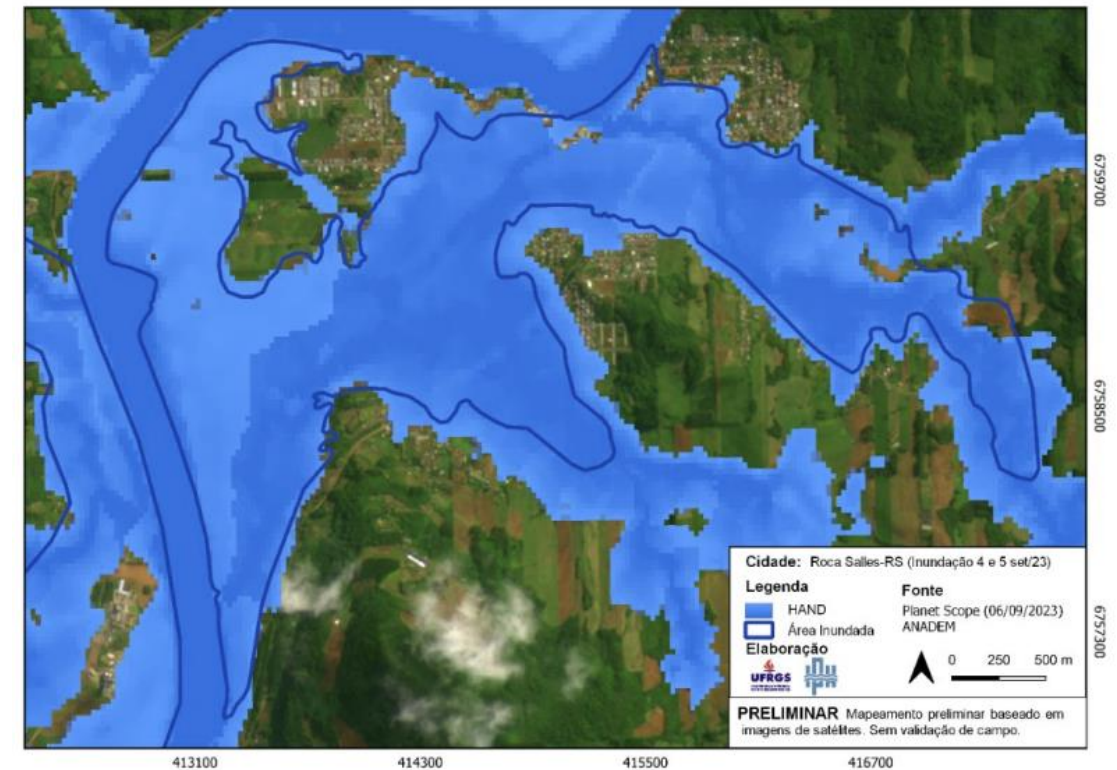
Dependendo da cidade, a precipitação atinge entre 150mm e 300mm

CRISE CLIMÁTICA GLOBAL. A IMPORTÂNCIA DE DIFUNDIR METODOLOGIAS DE PLANEJAMENTO

■ Vale do Taquari-Antas (RS) – mapeamento IPH/UNIVATES



Comparação de manchas de inundação reais e modelagem de áreas inundáveis.



CRISE CLIMÁTICA GLOBAL. A IMPORTÂNCIA DE DIFUNDIR METODOLOGIAS DE PLANEJAMENTO

AÇÕES URGENTES E PRIORITÁRIAS (implementação imediata):

- **Ação técnica:** Levantamento topográfico em alta resolução espacial com grande detalhamento da superfície e da elevação do terreno, com disponibilização em bases de dados públicas.
- **Ação técnica:** Levantamento topobatimétrico dos principais rios, com disponibilização em bases de dados públicas. Esta ação deve ser cíclica, sendo que os levantamentos devem ser atualizados após modificações ocorridas nas cursos e calhas dos rios.
- **Ação técnica:** Identificação de áreas de perigo de inundação, para, em futuro próximo, desenvolvimento de planos adequados de ocupação.
- **Ação técnica:** Melhorias no sistema de alerta à população, com utilização de diferentes alternativas de comunicação (telefone celular, sirenes, alto-falantes e outros) e com maior detalhamento das informações e das ações necessárias, buscando maior eficácia na comunicação.

Nota técnica
IPH/UFRGS (2023)

CRISE CLIMÁTICA GLOBAL. A IMPORTÂNCIA DE DIFUNDIR METODOLOGIAS DE PLANEJAMENTO

■ Rio Casca (MG) – 2017 – Estudo de Caso



Obrigado!

- Nestor Kenji Yoshikawa
- nestorky@ipt.br 1137674378 - 1196974572



linkedin.com/school/iptsp/



instagram.com/ipt_oficial/



youtube.com/@IPTbr/

www.ipt.br

