

RELATÓRIO TÉCNICO

152.911-205

Casa Militar do Gabinete do
Governador

Araraquara

01 de março de 2018

**MAPEAMENTO DE ÁREAS DE ALTO E MUITO ALTO RISCO A
DESLIZAMENTOS E INUNDAÇÕES DO MUNICÍPIO DE
ARARAQUARA, SP**

CLIENTE
CASA MILITAR DO GABINETE DO GOVERNADOR

UNIDADE RESPONSÁVEL
CENTRO DE TECNOLOGIAS GEOAMBIENTAIS – CTGeo
Seção de Investigações, Riscos e Desastres Naturais – Sirden

RESUMO

O presente relatório apresenta os resultados do mapeamento de áreas de alto e muito alto risco a deslizamentos e inundações do Município de Araraquara, Estado de São Paulo, em cumprimento ao contrato celebrado entre o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT e a Casa Militar do Gabinete do Governador do Estado de São Paulo. O mapeamento utilizou metodologia simplificada, a partir daquela desenvolvida pelo IPT para o Ministério das Cidades, e adotada em todo o país. No Município de Araraquara foram identificadas sete áreas de risco de inundação, sendo classificadas da seguinte forma: uma área de Risco Baixo (R1) e seis áreas de Risco Médio (R2). Não foram identificadas e relatadas áreas de risco de deslizamento no município.

Palavras-chave:

Casa Militar, deslizamento, inundação, área de risco, mapeamento, Araraquara.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO.....	1
3. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	3
4.1. Mapeamento de Risco de Deslizamento	4
4.1.1. Conceitos	4
4.1.2. Tipos de Deslizamentos	5
4.1.3. Condicionantes e Causas dos Deslizamentos	18
4.1.4. Mapeamento	19
4.2. Mapeamento de Risco de Inundação	23
4.2.1. Conceitos	23
4.2.2. Condicionantes e Causas das Enchentes e Inundações	31
4.2.3. Mapeamento	32
4.3. Tratamento dos Dados	36
4.4. Elaboração de Sugestões de Intervenções Estruturais	36
5. RESULTADOS DOS TRABALHOS	38
5.1. Contexto Geológico do Município de Araraquara.....	38
5.2. Contexto Geomorfológico do Município de Araraquara.....	41
5.3. Contexto Pedológico do Município de Araraquara	44
5.4. Áreas de Risco Mapeadas.....	47
5.4.1. Área ARA-01 (Rua Napoleão Selmi Dei/Rua Henrique Lupo – Vila Harmonia) – Inundação - (R2 – Risco Médio).....	47
Descrição da Área	47
5.4.2. Área ARA-02 (Avenida Padre Francisco Sales Colturato – Jardim dos Manacás) – Inundação - (R2 – Médio).....	49
Descrição da Área	49
5.4.3. Área ARA-03 (Estrada Abílio Augusto Corrêa – Bairro dos Machados) – Inundação - (R2 – Médio)	50
Descrição da Área	50
5.4.4. Área ARA-04 (Rua Imaculada Conceição – Jardim Tamoio) – Inundação - (R2 – Médio).....	51
Descrição da Área	51
5.4.5. Área ARA-05 (Avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira - Centro) – Inundação - (R2 – Médio)	52
Descrição da Área	52
5.4.6. Área ARA-06 (Avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira – Vila Melhado) – Inundação - (R2 – Médio)	53
Descrição da Área	53
5.4.7. Área ARA-07 (Av. Padre José de Anchieta - Suconase) – Inundação - (R2 – Médio)	54
Descrição da Área	54
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
EQUIPE TÉCNICA.....	58
APÊNDICE 1 DESENHOS DAS ÁREAS DE RISCO MAPEADAS	60
APÊNDICE 2 FICHAS DAS ÁREAS DE RISCO MAPEADAS E VISTORIADAS	68
APÊNDICE 2 ARQUIVO DIGITAL	104

1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta os resultados do mapeamento de áreas de alto e muito alto risco a deslizamentos e inundações do município de Araraquara, SP, objeto do contrato celebrado entre a Casa Militar do Gabinete do Governador do estado de São Paulo e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, por meio da Seção de Investigações, Riscos e Desastres Naturais - Sirden, do Centro de Tecnologias Geoambientais - CTGeo.

Os trabalhos de campo foram executados pela equipe técnica do IPT nas áreas indicadas pela Prefeitura Municipal, junto aos técnicos do município Srs. Luiz Dellaqua e Reginaldo Luís Bolato (Coordenador Municipal da Defesa Civil).

2. OBJETIVO

O objetivo do mapeamento de áreas de alto e muito alto risco a deslizamentos e inundações é dar conhecimento ao poder público da situação dessas áreas, o que permitirá uma série de medidas, ações, planos e projetos para minimizar os problemas encontrados.

3. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O *Office of the United Nations Disasters Relief Co-Ordinator* - UNDRO (1991), órgão das Nações Unidas que atua na prevenção de acidentes naturais e tecnológicos, bem como presta socorro aos países nos quais são registrados esses tipos de acidentes, pauta sua atuação em um modelo de abordagem composto pelas seguintes etapas:

- a) identificação dos riscos;
- b) análise (ou avaliação) de risco;
- c) medidas de prevenção de acidentes;
- d) planejamento para situações de emergência; e
- e) informações públicas e treinamento.

A sequência dessas etapas reflete o fundamento básico de atuação em gestão de risco, qual seja a busca de elementos técnico-científicos que fundamentem a previsão de acidentes, objetivando subsidiar a necessária prevenção e/ou preparação para eventos de acidentes. Destaca-se que, no presente trabalho, devem ser realizadas as etapas (a), (b) e (c) restando a etapa (d) “planejamento para situações de emergências”; fundamental para a gestão dos riscos, que deve ser estudada e desenvolvida pelas próprias equipes municipais, envolvendo todas as secretarias do município e as comunidades locais e a etapa (e) que poderá ser realizada também pela equipe municipal, principalmente no que tange às informações públicas.

No que se refere aos riscos de natureza geológica e geotécnica, é comum que as atividades que resultam na identificação e análise ou avaliação dos riscos sejam realizadas por meio de investigações de campo. Tais investigações requerem que seja considerada, tanto a probabilidade (ou possibilidade) de ocorrência do evento adverso, quanto as consequências sociais e/ou econômicas associadas aos processos de instabilidade (deslizamentos em encostas e solapamento de margens).

Quanto às consequências, além de avaliar o preparo da população moradora para reagir ao sinistro e recuperar a condição anterior ao acidente, os processos do meio físico devem ser também avaliados, pois além dos danos ao meio ambiente, os prejuízos materiais devem ser associados ao risco analisado.

Em termos da consideração da probabilidade (ou possibilidade) de ocorrência dos processos adversos, atribuem-se níveis de forma qualitativa ou às vezes semi-quantitativa, necessitando para tanto, que o profissional seja experiente.

Desse modo, trata-se de avaliar a probabilidade (ou possibilidade) de ocorrer um determinado fenômeno físico – que corresponde ao processo adverso – em um local e período de tempo definido, com características determinadas, referentes à sua tipologia, mecanismo, material envolvido, magnitude, velocidade, tempo de duração, trajetória, severidade, poder destrutivo, etc.

As investigações geológico-geotécnicas de campo correspondem aos instrumentos que permitem a observação de aspectos referentes às características citadas. Por meio dessas investigações podem ser identificados os condicionantes naturais e induzidos dos processos, indícios de desenvolvimento destes e, feições e evidências de instabilidade.

De um modo geral, no Brasil e em muitos outros países, as análises de riscos geológico-geotécnicos são quase que exclusivamente realizadas por meio de avaliações qualitativas. Dentre os vários motivos que justificam isso, deve ser creditado um peso especial à inexistência de bancos de dados de acidentes geológico-geotécnicos que permitam tratamentos estatísticos seguros, como é comum nas análises de risco tecnológico na área industrial.

Mesmo reconhecendo-se as eventuais limitações, imprecisões e incertezas inerentes à análise qualitativa de riscos, os resultados dessa atividade podem ser decisivos para a eficácia de uma política de intervenções voltada à consolidação da ocupação. Para tanto, é imprescindível que se adotem métodos, critérios e procedimentos adequados, bem como que se elaborem modelos detalhados de comportamento dos processos adversos. Tais condicionantes, aliados à experiência da equipe executora nas atividades de identificação e análise de riscos, podem subsidiar a elaboração de programas de gerenciamento de riscos, que acabam por reduzir substancialmente a ocorrência de acidentes geológico-geotécnicos, bem como minimizar a dimensão de suas consequências.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método adotado para o desenvolvimento dos trabalhos consiste no levantamento e análise de dados, essencialmente dos arquivos existentes na Prefeitura, Defesa Civil Municipal e de dados coletados pela equipe do IPT. Esses foram sistematizados de modo a estabelecer critérios e procedimentos para avaliação do zoneamento de risco nas áreas, com a finalidade de subsidiar o gerenciamento de riscos, a fim de promover maior segurança e/ou eliminar riscos.

As áreas mais críticas aos processos de deslizamentos e inundação correspondem, na maioria dos casos, às de ocupação não consolidada cuja infraestrutura às vezes é precária, sem equacionamento de processos do meio físico perante as intervenções feitas pela ocupação.

Foram selecionadas áreas para mapeamento de acordo com a experiência e conhecimento por parte dos agentes públicos, considerando as moradias sujeitas aos deslizamentos e inundação. Participaram dessa seleção das áreas representantes da equipe técnica da Prefeitura de Araraquara e do IPT.

Nas áreas mapeadas foram analisadas as situações potenciais de deslizamentos e solapamento de margens de córregos e inundação, sendo adotados os seguintes procedimentos:

- a) Vistorias em cada área, por meio de investigações de superfície, visando identificar condicionantes dos processos de instabilização, evidências de instabilidade, evidências de alcance do processo e indícios do desenvolvimento de processos destrutivos;
- b) Registro em fichas de campo das características de cada setor mapeado e dos resultados das investigações;
- c) Delimitação dos setores de risco, representando-os em imagens disponíveis no Google Earth. Para registrar indicadores de riscos observados no campo e que não estão visíveis nas imagens aéreas, estes foram fotografados durante os trabalhos de campo;
- d) Para cada setor, foi avaliado e definido o grau de risco de ocorrência de processo de instabilização (deslizamento de encostas, quedas de blocos e solapamento de margens de córregos), ou de inundação, válido por um período de 1 (um) ano, segundo critérios pela metodologia para mapeamento de áreas de risco (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2007);
- e) Estimativa das consequências potenciais do processo esperado, por meio da avaliação das possíveis formas de desenvolvimento do processo destrutivo atuante (por exemplo, volumes mobilizados, trajetórias dos detritos, áreas de alcance, nível máximo da inundação etc.), e do número de moradias ameaçadas, em cada setor de risco;
- f) Indicação da(s) alternativa(s) de intervenção adequada(s) para cada uma das áreas de risco mapeadas.

4.1. Mapeamento de Risco de Deslizamento

4.1.1. Conceitos

O termo genérico deslizamentos ou escorregamentos engloba uma variedade de tipos de movimentos de massa de solos, rochas ou detritos, gerados pela ação da gravidade, em terrenos inclinados, tendo como fator deflagrador principal a infiltração de água, principalmente das chuvas.

Podem ser induzidos, gerados pelas atividades do homem que modificam as condições naturais do relevo, por meio de cortes para construção de moradias, aterros, lançamento concentrado de águas sobre as vertentes, estradas e outras obras. Por isso, a ocorrência de deslizamentos resulta da ocupação inadequada, sendo, portanto, mais comum em zonas com ocupações precárias de baixa renda.

Os deslizamentos têm possibilidade de previsão, ou seja, pode-se conhecer previamente onde, em que condições vão ocorrer e qual será a sua magnitude, desde que se conheçam em detalhe os meios físico e antrópico e os condicionantes do processo. Para cada tipo de deslizamento existem medidas não estruturais e estruturais específicas.

4.1.2. Tipos de Deslizamentos

Existem diversas classificações nacionais e internacionais relacionadas a deslizamentos. Aqui será adotada a classificação proposta por Augusto Filho (1992), onde os movimentos de massa relacionados a encostas são agrupados em quatro grandes classes de processos: Rastejos, Deslizamentos, Quedas e Corridas.

Rastejo

Os rastejos são movimentos lentos, que envolvem grandes massas de materiais, cujo deslocamento resultante ao longo do tempo é mínimo (mm a cm/ano).

Este processo atua sobre os horizontes superficiais do solo, bem como, horizontes de transição solo/rocha e até mesmo rocha, em profundidades maiores (**Figura 1**). Também é incluído neste grupo o rastejo em solos de alteração (originados no próprio local) ou em corpos de tálus (tipo de solo proveniente de outros locais, transportado para a situação atual por grandes movimentos gravitacionais de massa, apresentando uma disposição caótica de solos e blocos de rocha, geralmente, em condições de baixa declividade).

Este processo não apresenta uma superfície de ruptura definida (plano de movimentação), e as evidências da ocorrência de movimento são trincas verificadas no terreno natural, que evoluem vagarosamente, bem como as árvores, que apresentam inclinações variadas (**Figura 2**). Sua principal causa antrópica é a execução de cortes em sua extremidade média inferior, o que interfere na sua precária instabilidade.

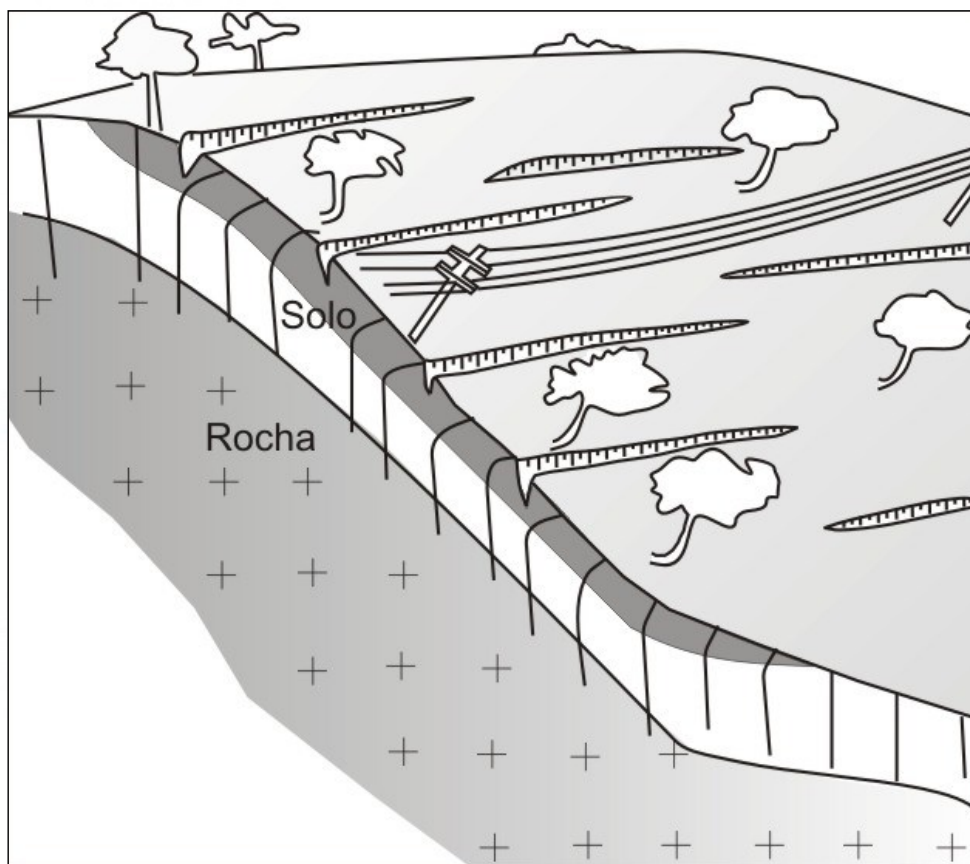


Figura 1 – Perfil esquemático do processo de rastejo (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).



Figura 2 – Árvores inclinadas e degraus de abatimento indicando processos de rastejo (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Deslizamentos Propriamente Ditos

Os deslizamentos são processos marcantes na evolução das encostas, caracterizando-se por movimentos rápidos (m/h a m/s), com limites laterais e profundidade bem definidos (superfície de ruptura). Os volumes instabilizados podem ser facilmente identificados, ou pelo menos inferidos. Podem envolver solo, saprolito, rocha e depósitos. São subdivididos em função do mecanismo de ruptura, geometria e material que mobilizam.

O principal agente deflagrador destes processos é a água das chuvas. Os índices pluviométricos críticos variam de acordo com a região, sendo menores para os deslizamentos induzidos e maiores para os generalizados.

Existem vários tipos de deslizamentos propriamente ditos: planares ou translacionais, os circulares ou rotacionais, os em cunha e os induzidos. A geometria destes movimentos varia em função da existência ou não de estruturas ou planos de fraqueza nos materiais movimentados, que condicionem a formação das superfícies de ruptura.

Os deslizamentos planares ou translacionais em solo são processos muito frequentes na dinâmica das encostas serranas brasileiras, ocorrendo predominantemente em solos pouco desenvolvidos das vertentes com altas declividades (**Figuras 3 e 4**). Sua geometria caracteriza-se por uma pequena espessura e forma retangular estreita (comprimentos bem superiores às larguras). Este tipo de deslizamento também pode ocorrer associado a solos saprolíticos, saprolitos e rocha, condicionados por um plano de fraqueza desfavorável à estabilidade, relacionado a estruturas geológicas diversas (foliação, xistosidade, fraturas, falhas, etc.).

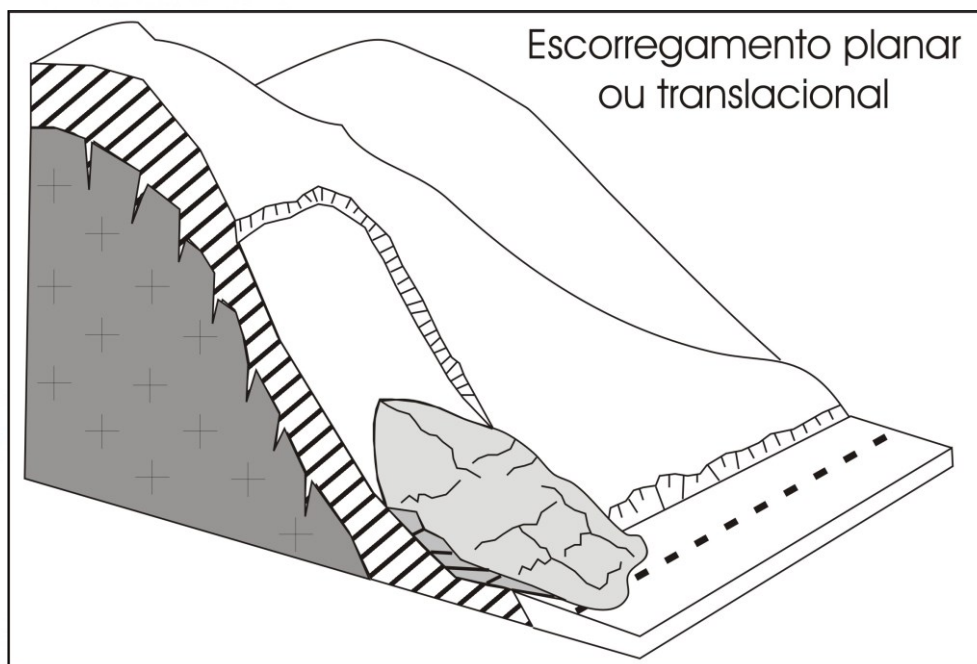


Figura 3 – Perfil esquemático de deslizamentos planares (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).



Figura 4 – Deslizamentos planares induzidos pela ocupação (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Os deslizamentos circulares ou rotacionais possuem superfícies de deslizamento curvas, sendo comum a ocorrência de uma série de rupturas combinadas e sucessivas (**Figuras 5 e 6**). Estão associadas a aterros, pacotes de solo ou depósitos mais espessos, rochas sedimentares ou cristalinas intensamente fraturadas. Possuem um raio de alcance relativamente menor que os deslizamentos translacionais.

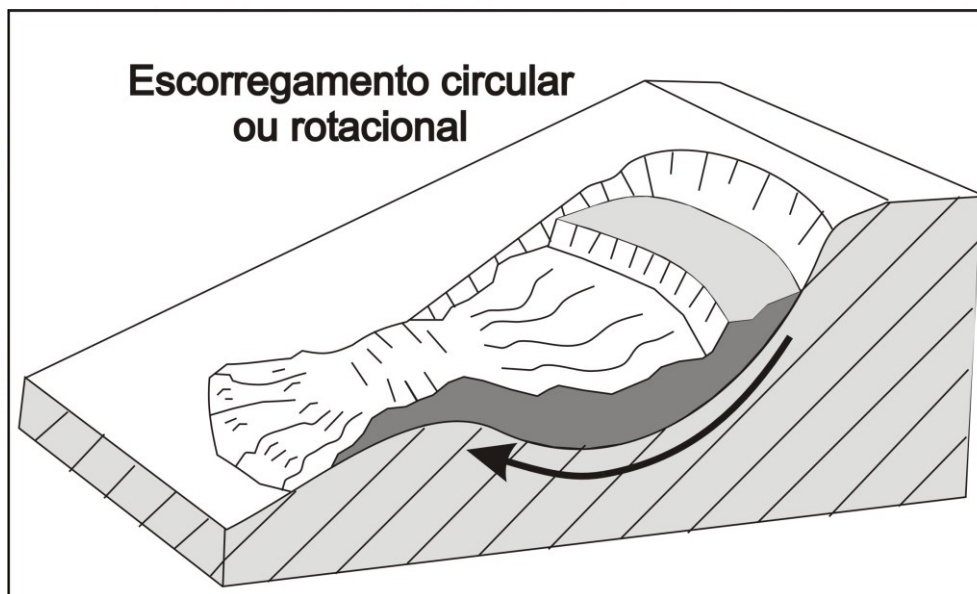


Figura 5 – Perfil esquemático do deslizamento circular ou rotacional (Min. das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).



Figura 6 – Deslizamento circular ou rotacional (Fonte: Sirden-CTGeo-IPT).

Os deslizamentos em cunha estão associados a saprolitos e maciços rochosos, onde a existência de dois planos de fraqueza desfavoráveis à estabilidade condicionam o deslocamento ao longo do eixo de intersecção destes planos (**Figuras 7 e 8**). Estes processos são mais comuns em taludes de corte, ou encostas que sofreram algum processo natural de desconfinamento, como erosão ou deslizamentos.

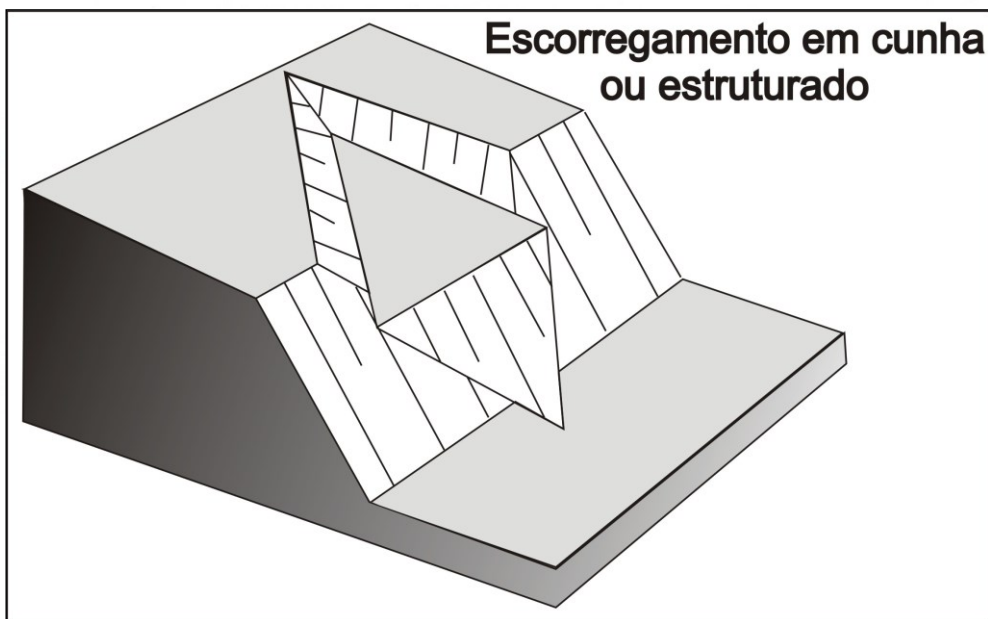


Figura 7 – Perfil esquemático de um deslizamento em cunha ou estruturado (Min. das Cidades, Inst. de Pesquisas Tecnológicas do Estado de SP – IPT, 2007).



Figura 8 – Deslizamento em cunha ou estruturado. (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Em geral, a evolução da instabilização das encostas acaba por gerar feições que permitem analisar a possibilidade de ruptura. As principais feições de instabilidade, que indicam a iminência de deslizamentos são representadas por fendas de tração na superfície dos terrenos, ou aumento de fendas preexistentes, pelo embarrigamento de estruturas de contenção, pela inclinação de estruturas rígidas, como postes, árvores, etc., degraus de abatimento e trincas no terreno e nas moradias.

Quedas

Os movimentos do tipo queda são extremamente rápidos (da ordem de m/s) e envolvem blocos e/ou lascas de rocha em movimento de queda livre, instabilizando um volume de rocha relativamente pequeno (**Figuras 9 e 10**).

A ocorrência deste processo está condicionada à presença de afloramentos rochosos em encostas íngremes, abruptas ou taludes de escavação, tais como, cortes em rocha, frentes de lavra, etc., sendo potencializados pelas amplitudes térmicas, através da dilatação e contração da rocha. As causas básicas deste processo são as descontinuidades do maciço rochoso, que propiciam isolamento de blocos unitários de rocha, subpressão através do acúmulo de água, descontinuidades ou penetração de raízes. Pode ser acelerado pelas ações antrópicas, como, por exemplo, vibrações provenientes de detonações de pedreiras próximas. Frentes rochosas de pedreiras abandonadas podem resultar em áreas de instabilidade decorrentes da presença de blocos instáveis remanescentes do processo de exploração.

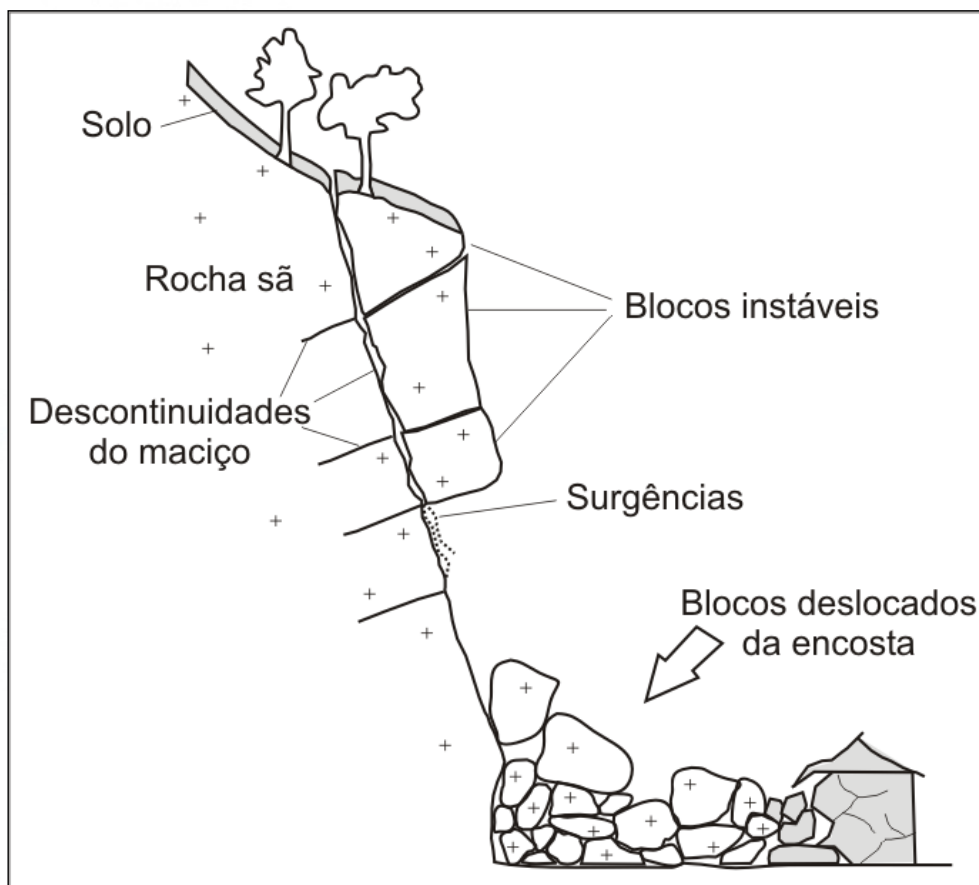


Figura 9 – Perfil esquemático do processo de queda de blocos (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

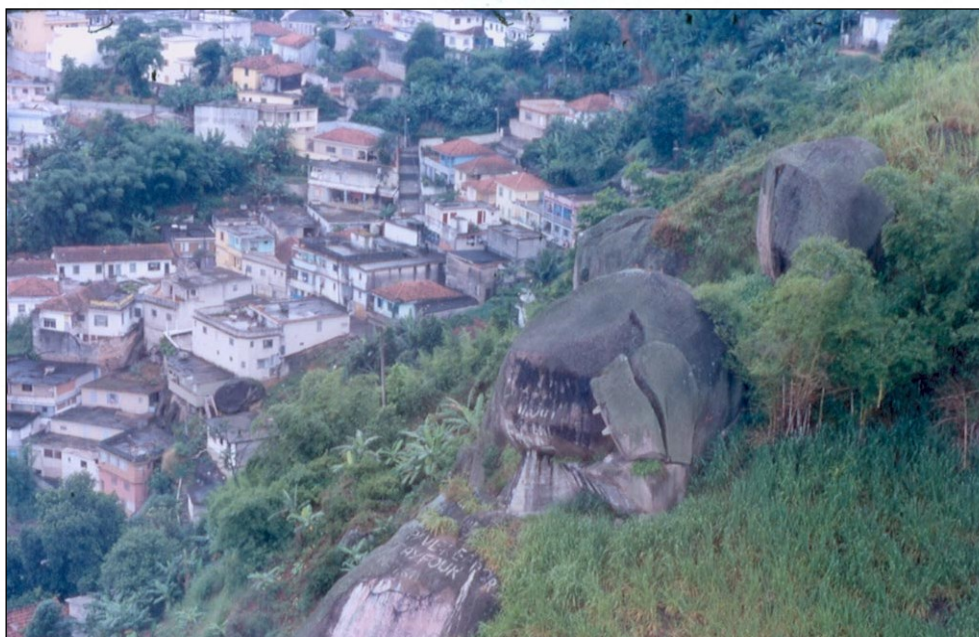


Figura 10 – Área de risco de processos de queda de blocos rochosos (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Além da queda, existem mais dois processos envolvendo afloramentos rochosos, o tombamento e o rolamento de blocos.

O tombamento, também conhecido como basculamento, acontece em encostas/taludes íngremes de rocha, com descontinuidades (fraturas, diáclases) verticais (**Figura 11**). Em geral, são movimentos mais lentos que as quedas e ocorrem principalmente em taludes de corte, onde a mudança da geometria acaba desconfinando estas descontinuidades e propiciando o tombamento das paredes do talude.



Figura 11 – Situação de risco de tombamento de bloco rochoso (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

O rolamento de blocos, ou rolamento de matacões, é um processo comum em áreas de rochas graníticas, onde existe maior predisposição a originar matacões de rocha sã, isolados e expostos em superfície (**Figura 12**). Estes ocorrem naturalmente quando processos erosivos removem o apoio de sua base, condicionando um movimento de rolamento de bloco. A escavação e a retirada do apoio, decorrente da ocupação desordenada de uma encosta, é a ação antrópica mais comum no seu desencadeamento.



Figura 12 – Situação de risco de rolamento de bloco rochoso (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Corridas de Massa

As corridas de massa são movimentos gravitacionais de massa complexos, ligados a eventos pluviométricos excepcionais. Ocorrem a partir de deslizamentos nas encostas e mobilizam grandes volumes de material, sendo o seu escoamento ao longo de um ou mais canais de drenagem, tendo comportamento líquido viscoso e alto poder de transporte (**Figuras 13 e 14**).

Estes fenômenos são bem mais raros que os deslizamentos, porém podem provocar consequências de magnitudes bem superiores, devido ao seu grande poder destrutivo e extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.

As corridas de massa abrangem uma gama variada de denominações na literatura nacional e internacional (corrida de lama, *mudflow*, corrida de detritos, corrida de blocos, *debris flow*, etc.), principalmente em função de suas velocidades e das características dos materiais que mobilizam.

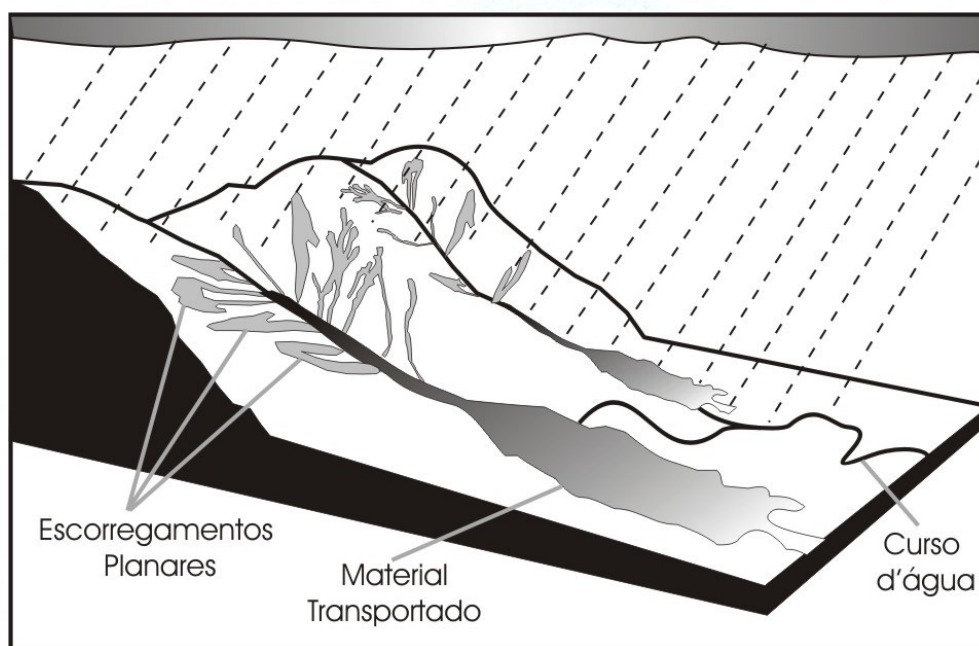


Figura 13 – Perfil esquemático de processos do tipo corrida (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).



Figura 14 – Acidente associado ao processo do tipo corrida (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Apresentam-se, no **Quadro 1**, os tipos de deslizamento/processo segundo a classificação de Augusto Filho (1992).

PROCESSOS	CARACTERÍSTICAS DO MOVIMENTO/MATERIAL/GEOMETRIA
RASTEJO (CREEP)	- vários planos de deslocamento (internos) - velocidades muito baixas a baixas (cms/ano) e decrescentes c/ a profundidade - movimentos constantes, sazonais ou intermitentes - solo, depósitos, rocha alterada/fraturada - geometria indefinida
DESLIZAMENTOS (SLIDES)	- poucos planos de deslocamento (externos) - velocidades médias (m/h) a altas (m/s) - pequenos a grandes volumes de material - geometria e materiais variáveis: PLANARES: solos poucos espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza CIRCULARES: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas EM CUNHA: solos e rochas com dois planos de fraqueza
QUEDAS (FALLS)	- sem planos de deslocamento - movimento 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
CORRIDAS (FLOWS)	- muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação) - movimento semelhante ao de um líquido viscoso - desenvolvimento ao longo das drenagens - velocidades médias a altas - mobilização de solo, rocha, detritos e água - grandes volumes de material - extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas

Quadro 1 – Tipos de deslizamento/processo. Fonte: modificado de Augusto Filho (1992).

4.1.3. Condicionantes e Causas dos Deslizamentos

Os deslizamentos ocorrem sob a influência de condicionantes naturais, antrópicos, ou ambos. As causas destes processos devem ser entendidas, a fim de se evitar e controlar deslizamentos similares.

Condicionantes Naturais

Os condicionantes naturais podem ser separados em dois grupos, o dos agentes predisponentes e o dos agentes efetivos.

Os agentes predisponentes são o conjunto das características intrínsecas do meio físico natural, podendo ser diferenciados em complexo geológico-geomorfológico (comportamento das rochas, perfil e espessura do solo em função da maior ou menor resistência da rocha ao intemperismo) e complexo hidrológico-climático (relacionado ao intemperismo físico-químico e químico). A gravidade e a vegetação natural também podem estar inclusas nesta categoria.

Os agentes efetivos são elementos diretamente responsáveis pelo desencadeamento de deslizamentos, sendo estes diferenciados em preparatórios (pluviosidade, erosão pela água e vento, congelamento e degelo, variação de temperatura e umidade, dissolução química, ação de fontes e mananciais, oscilação do nível de lagos e marés e do lençol freático, ação de animais e humana, inclusive desflorestamento) e imediatos (chuva intensa, vibrações, fusão do gelo e neves, erosão, terremotos, ondas, vento, ação do homem, etc.).

Outros condicionantes naturais de grande importância são as características intrínsecas dos maciços naturais (rochosos e terrosos), a cobertura vegetal, a ação das águas pluviais (saturação e/ou elevação do lençol freático, geração de pressões neutras e forças de percolação, distribuição da chuva no tempo), além dos processos de alteração da rocha e de erosão do material alterado.

Condicionantes Antrópicos

Os deslizamentos induzidos, ou causados pela ação antrópica são aqueles cuja deflagração é causada pela execução de cortes e aterros inadequados, pela concentração de águas pluviais e servidas, pela retirada da vegetação, etc. Muitas vezes, estes deslizamentos induzidos mobilizam materiais produzidos pela própria ocupação, envolvendo massas de solo de dimensões variadas, lixo e entulho.

4.1.4. Mapeamento

Nas áreas selecionadas pelo município foram executados mapeamentos de risco por meio de investigações geológico-geotécnicas de superfície, visando identificar os condicionantes dos processos de instabilização. Os resultados foram sistematizados em fichas de cadastro com a caracterização dos graus de risco, seguindo o modelo proposto por Macedo *et al.* (2004).

As fichas de campo apresentam, na forma de um *check-list* (**Figura 15**), diversos condicionantes geológicos e geotécnicos importantes para a caracterização dos processos de instabilização de encostas em áreas urbanas: tipologia (natural ou corte e aterro) e geometria da encosta, tipos de materiais mobilizados (solo / rocha / lixo / detritos, etc.), tipologia de deslizamentos ocorrentes ou esperados, tipo de talude (natural ou corte e aterro) e, condição de escoamento e infiltração de águas superficiais e servidas (**Quadro 2**).

Nas fichas de avaliação de risco foram considerados também aspectos específicos, tais como o padrão construtivo das habitações (madeira, alvenaria, misto) e a posição das mesmas em relação ao raio de alcance dos processos ocorrentes ou esperados. Observou-se ainda o estágio da ocupação atual, incluindo aspectos gerais sobre infraestrutura urbana implantada, tais como: condições das vias (pavimentada, terra, escadarias), sistemas de drenagem e esgoto, pontes e outras melhorias urbanas.

Além da caracterização dos processos de instabilidade, a ficha contempla também parâmetros de análise da vulnerabilidade em relação às formas de uso e ocupação presentes nas áreas de risco. O **Quadro 3** apresenta critérios para a caracterização da ocupação das áreas. Desta forma, serão identificados os processos de instabilização predominantes, delimitando e caracterizando os setores de risco.

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		☐ muros e paredes embarrigado	
☐ trincas no terreno		☐ árvores, postes, muros inclinados	
☐ dregaus de abatimento		☐ solapamento de margem	
		☐ cicatrizes de escorregamento	
		Data e dimensão: _____	
		☐ fraturas no maciço rochoso	
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		☐ solapamento margem	
☐ escorregamento em talude de aterro		☐ erosão	
		☐ queda de blocos	
		☐ rolamento de blocos	
		☐ corrida	
		☐ rastejo	
		☐ 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	
		☐ Risco 2 - Médio	
		☐ Risco 1 - Baixo ou Sem Risco	
Número de moradias na área: _____			

Figura 15 – Check-list dos diversos condicionantes geológicos e geotécnicos para a caracterização dos processos de instabilização de encostas em áreas urbanas.

CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL	
Unidade de análise: Encosta/Margem de córrego Tipos de construção: Alvenaria/Madeira/Misto Condição das vias Encosta natural Talude de corte/Aterro Presença de maciço rochoso Altura da encosta, ou talude, ou maciço rochoso Inclinação da encosta, ou talude, ou maciço rochoso Distância da moradia com relação ao topo/base da encosta, talude, maciço rochoso Estruturas em solo/rocha desfavoráveis Presença de blocos de rocha/matacões Presença de Depósitos de encosta: aterro/lixo/entulho	
EVIDÊNCIAS DE MOVIMENTAÇÃO	ÁGUA
Trincas na moradia Trincas no terreno Degraus de abatimento Muros e paredes “embarrigados” Árvores, postes e muros inclinados Solapamento de margem Cicatrizes de deslizamentos Fraturas no maciço rochoso	Concentração de água de chuva em superfície Lançamento de água servida em superfície Vazamento de tubulação Fossa Surgências d’água Sistema de drenagem superficial: inexistente/precário/satisfatório
VEGETAÇÃO NA ÁREA OU PROXIMIDADES	MARGENS DE CÓRREGO
Presença de árvores Vegetação rasteira (arbustos, capim, etc) Área desmatada Área de cultivo	Tipo de canal (retificado/natural), (retilíneo/meandrante), (assoreado/lixo/entulho) Altura do talude marginal Distância da moradia com relação ao topo do talude marginal

Quadro 2 – Principais dados levantados em campo para caracterizar os setores de risco.

Categoria de Ocupação	Características
Área consolidada	Áreas densamente ocupadas, com infraestrutura básica.
Área parcialmente consolidada	Áreas em processo de ocupação, adjacentes a áreas de ocupação consolidada. Densidade da ocupação variando de 30% a 90%. Razoável infraestrutura básica.
Área parcelada	Áreas de expansão, periféricas e distantes de núcleo urbanizado. Baixa densidade de ocupação (até 30%). Desprovidas de infraestrutura básica
Área mista	Nesses casos, caracterizar a área quanto à densidade de ocupação e quanto a implantação de infraestrutura básica

Quadro 3 – Critérios para caracterização da ocupação.

Os setores de risco foram delimitados em campo sobre as imagens de satélite obtidas do Google Earth e classificadas segundo os graus de risco em: risco baixo (R1), risco médio (R2), risco alto (R3) e risco muito alto (R4).

Os critérios de julgamento da probabilidade de ocorrência dos processos de instabilização do tipo deslizamentos em encostas ocupadas, bem como os parâmetros analisados para o desenvolvimento dos trabalhos, são apresentados no **Quadro 4**. É importante salientar que este trabalho se concentrou no mapeamento de áreas de risco alto (R3) e muito alto (R4).

GRAU DE PROBABILIDADE	DESCRIÇÃO
R1 Baixo	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de BAIXA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de deslizamentos 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.
R2 Médio	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de MÉDIA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. Observa-se a presença de ALGUMA(S) EVIDÊNCIA(S) de instabilidade, 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.
R3 Alto	Os condicionantes geológico-geotécnicos e o nível de intervenção no setor são de ALTA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. Observa-se a presença de SIGNIFICATIVA(S) EVIDÊNCIA(S) de instabilidade. Mantidas as condições existentes, é PERFEITAMENTE POSSÍVEL a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de 1 ano.
R4 Muito Alto	Os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes e o nível de intervenção no setor são de MUITO ALTA POTENCIALIDADE para o desenvolvimento de processos de deslizamentos e solapamentos. As evidências de instabilidade 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.

Quadro 4 – Critérios utilizados para determinação dos graus de probabilidade de ocorrência de processos de instabilização do tipo deslizamentos em encostas ocupadas e solapamento de margens de córregos. Fonte: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

4.2. Mapeamento de Risco de Inundação

4.2.1. Conceitos

As enchentes e inundações representam um dos principais tipos de desastres naturais que afligem constantemente diversas comunidades em diferentes partes do planeta, sejam áreas rurais ou metropolitanas. Esses fenômenos de natureza hidrometeorológica fazem parte da dinâmica natural e ocorrem frequentemente deflagrados por chuvas rápidas e fortes, chuvas intensas de longa duração, degelo nas montanhas e outros eventos climáticos tais como furacões e tornados, sendo intensificados pelas alterações ambientais e intervenções urbanas produzidas pelo Homem, como a impermeabilização do solo, retificação dos cursos d'água e redução no escoamento dos canais devido a obras ou por assoreamento.

Boa parte das cidades brasileiras apresenta problemas de enchentes e inundações, sendo as das regiões metropolitanas aquelas que apresentam as situações de risco mais graves decorrentes do grande número de núcleos habitacionais de baixa renda ocupando terrenos marginais de cursos d'água.

A seguir serão apresentadas algumas definições visando à uniformização conceitual de termos utilizados em relação a fenômenos e processos de natureza hidrometeorológica.

Enchente ou Cheia

As águas de chuva, ao alcançar um curso d'água, causam o aumento na vazão por certo período de tempo. A elevação temporária do nível d'água em um canal de drenagem devido ao aumento da vazão ou descarga é chamada de enchente ou cheia, como observado na **Figura 16**.



Figura 16 – Situação de enchente em um canal de drenagem (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Inundação

Por vezes, no período de enchente, as vazões atingem tal magnitude que podem superar a capacidade de descarga da calha do curso d'água e extravasar para áreas marginais habitualmente não ocupadas pelas águas. Este extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais (planície de inundação, várzea ou leito maior do rio), quando a enchente atinge cota acima do nível máximo da calha principal do rio caracteriza uma inundação (**Figura 17**).



Figura 17 – Inundação de terrenos marginais (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Na **Figura 18**, observa-se, didaticamente, os processos de enchente e inundação.

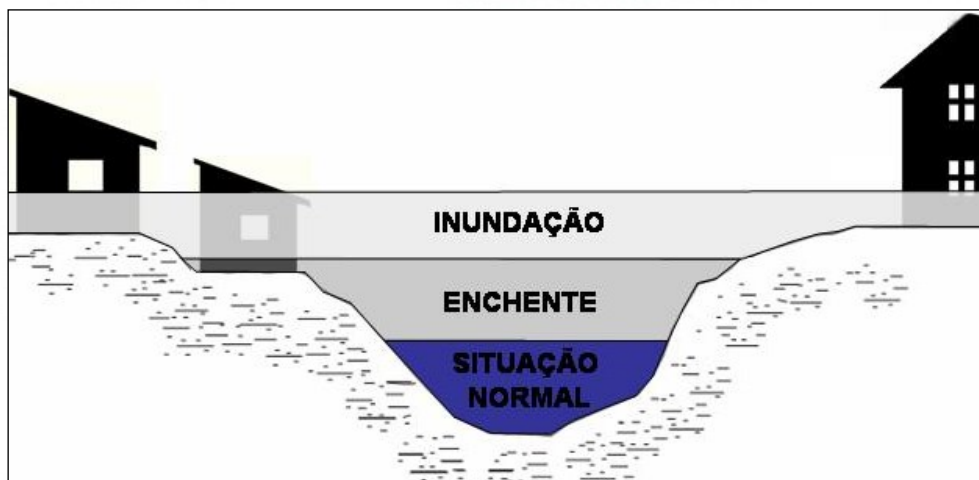


Figura 18 – Perfil esquemático do processo de enchente e inundação (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Vazão

A vazão é definida como a quantidade de água que passa por uma dada seção em um canal de drenagem num período de tempo.

Planície de Inundação

Define-se como planície de inundação as áreas relativamente planas e baixas que de tempos em tempos recebem os excessos de água que extravasam do seu canal de drenagem (**Figura 19**). Tecnicamente, o canal de drenagem que confina um curso d'água denomina-se leito menor e a planície de inundação representa o leito maior do rio. Emprega-se também o termo várzea para identificar a planície de inundação de um canal natural de drenagem.



Figura 19 – Planície de inundação (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Alagamento

Define-se alagamento como o acúmulo momentâneo das águas em uma dada área por deficiência no sistema de drenagem, podendo ter ou não relação com processos de natureza fluvial (**Figura 20**).



Figura 20 – Situação de alagamento. (Sirden-CTGeo – IPT).

Enxurrada

Define-se enxurrada como o escoamento superficial concentrado, com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais (**Figura 21**). É comum a ocorrência de enxurradas ao longo de vias implantadas sobre antigos cursos d'água com alto gradiente hidráulico em terrenos com alta declividade natural.



Figura 21 – Escoamento concentrado das águas pluviais (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Erosão Marginal

Remoção e transporte de solo dos taludes marginais dos rios provocados pela ação erosiva das águas no canal de drenagem (**Figura 22**).



Figura 22 – Taludes marginais sujeitos a erosão (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

Solapamento

Ruptura de taludes marginais do rio por erosão e ação instabilizadora das águas durante ou logo após processos de enchentes e inundações (**Figura 23**).



Figura 23 – Situação de risco associada a erosão e solapamento dos taludes marginais, com ocupação ribeirinha (Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 2007).

4.2.2. Condicionantes e Causas das Enchentes e Inundações

Pelas definições conceituais apresentadas, a diferença entre enchente e inundação resume-se ao confinamento ou não das águas de um curso d'água no seu canal de drenagem. Importante entender que o processo hidrológico de enchente ou inundação é um fenômeno dinâmico e que ao longo de um curso d'água podem ocorrer trechos com cenários de enchentes e trechos com cenários de inundação, com características dinâmicas específicas de energia cinética, volumes de água e impacto destrutivo que podem ou não causar efeitos adversos às ocupações humanas presentes nas áreas de domínio dos processos hidrológicos.

Nas cidades, a questão da drenagem urbana envolve, além dos processos hidrológicos de enchentes e inundações diretamente ligadas aos cursos d'água naturais, processos de alagamentos e enxurradas, decorrentes de deficiências no sistema de drenagem urbana e que podem ou não ter relação com os processos de natureza fluvial. Em muitas cidades, o descompasso entre o crescimento urbano e a drenagem urbana tem originado graves problemas de alagamentos e enxurradas.

Os trabalhos em áreas de risco de enchentes e inundações devem procurar identificar e entender os diversos processos passíveis de ocorrer, tanto aqueles de natureza efetivamente hidrológica, quanto os processos consequentes tais como erosão marginal e solapamento, capazes de causar danos para a ocupação.

Os condicionantes naturais climáticos e geomorfológicos de um dado local (pluviometria; relevo; tamanho e forma da bacia; gradiente hidráulico do rio) são determinantes na frequência de ocorrência, tipologia e dinâmica do escoamento superficial de processos de enchentes e inundações.

Pode-se dizer que, além dos condicionantes naturais, as diversas intervenções antrópicas realizadas no meio físico têm sido determinantes na ocorrência de acidentes de enchentes e inundações, principalmente nas áreas urbanas. Nas cidades brasileiras a expansão urbana se dá com um conjunto de ações que modificam as condições originais do ciclo hidrológico de uma dada região: o desmatamento, a exposição dos terrenos à erosão e consequente assoreamento dos cursos d'água, a impermeabilização dos terrenos, os diversos tipos de intervenção estrutural nos cursos d'água e, principalmente, no tocante à questão de risco, a ocupação desordenada dos seus terrenos marginais.

4.2.3. Mapeamento

Para os mapeamentos em campo foi utilizada ficha de campo na forma de um *check-list* (**Figura 24**), com diversos condicionantes geológicos, geotécnicos e hidrológicos importantes para a caracterização dos processos de inundação: tipologia do canal, largura máxima, altura máxima da margem do canal, distância das moradias, assoreamento do canal, solapamentos de margem, intervenções, obstruções, dados históricos de evento de inundação (raio de alcance máximo, altura máxima de inundação, quantidade de chuva registrada).

Nas fichas de avaliação de risco foram considerados também aspectos específicos, tais como o padrão construtivo das habitações (madeira, alvenaria, misto). Observou-se ainda o estágio da ocupação atual, incluindo aspectos gerais sobre infraestrutura urbana implantada, tais como: condições das vias (pavimentada, terra, escadarias), sistemas de drenagem.

A ficha contempla também espaço para descrição da área e matriz de definição de grau de risco, conforme **Quadro 5**.

LOCALIZAÇÃO				
Município: _____		Área: _____		
Nome da área: _____		Coord E (m): _____	Coord N (m): _____	
Localização: _____		Data: _____		
Equipe: _____				
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA				
Tipo predominante de construção: ☐ Alvenaria ☐ Madeira ☐ Misto				
Densidade de ocupação: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4				
Condição das vias: ☐ pavimentada ☐ não pavimentada Obs: _____				
Sistema de drenagem superficial: ☐ Inexistente ☐ Precário ☐ Satisfatório				
Cobertura da área: ☐ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☐ Vegetada				
☐ Presença de erosão nas proximidades				
Altura máxima do evento de inundação: _____ m Fonte dos dados: _____				
Raio de alcance máximo do evento a partir do eixo do canal: _____ m Fonte dos dados: _____				
Quantidade de chuva registrada na ocasião do evento: _____ mm Fonte dos dados: _____				
CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM				
Tipo de canal: ☐ Retificado ☐ Natural ☐ Retilíneo ☐ Meandrante ☐ Assoreado ☐ Lixo ☐ Entulho				
Largura máxima do canal: _____ m Altura máxima do canal: _____ m Distância das moradias ao eixo do canal: _____ m				
Presença de assoreamento: ☐ Lixo ☐ Entulho ☐ Solo				
Cobertura do talude marginal: ☐ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☐ Vegetada				
☐ Presença de solapamento de margem Obs: _____				
Presença de intervenções nas proximidades: ☐ Dique ☐ Barragem ☐ Piscinão ☐ Ponte ☐ Canalização ☐ Travessia				
Obs: _____				
☐ Presença de obstrução ou diminuição de vazão ao longo do canal				
Obs: _____				
DEFINIÇÃO DO GRAU DE RISCO				
Definição Grau de Risco - Descrição:				
GRAU DE RISCO				
Gravidade Probabilidade	Negligenciável	Médio	Alto	Desastre
Baixo	☐ Baixo	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Muito Alto
Médio	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto
Alto	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto
Muito Alto	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto
Número de moradias na área: _____				

Figura 24 – Check-list dos diversos condicionantes hidrológicos para a caracterização dos processos de inundação em áreas urbanas.

Os critérios observados em campo para a realização do mapeamento de áreas de inundação são os seguintes:

a) Análise dos cenários de risco, probabilidades de ocorrência e tempo de recorrência

O primeiro critério de análise refere-se à identificação do cenário hidrológico presente em cada área a ser investigada.

Nesse sentido, e de forma orientativa, podem-se considerar as tipologias de processos hidrológicos referentes aos respectivos cenários de risco:

- a) enchente e inundação lenta de planícies fluviais;
- b) enchente e inundação com alta energia cinética;
- c) enchente e inundação com alta energia de escoamento e capacidade de transporte de material sólido.

Cada um dos processos hidrológicos comumente ocorrentes será utilizado como critério de análise e de periculosidade na medida em que consistem em processos com diferentes capacidades destrutivas e potencial de danos sociais e econômicos em função da sua magnitude, energia de escoamento, raio de alcance lateral e extensão e impacto destrutivo.

Cada cenário tem suas particularidades e, portanto, probabilidades diferentes de ocorrência, o que pode ser medido a partir do tempo de retorno das chuvas que podem causá-los. Para efeito deste trabalho, foi adotado o que se segue:

- a) **probabilidades muito altas** com recorrência a partir de 2 (duas) vezes a cada 01 (um) ano;
- b) **probabilidades altas** com recorrência de 1 (uma) vez a cada 2 (dois) anos;
- c) **probabilidades médias** com recorrência de 1 (uma) vez a cada 5 (cinco) anos;
- d) **probabilidades baixas** com recorrência de 1 (uma) vez a cada 10 (dez) anos.

b) Gravidade do processo sobre os elementos sob risco

O segundo critério para análise de risco refere-se à gravidade do processo sobre a ocupação urbana presente em cada área de risco. A avaliação da gravidade compreende a análise das possibilidades de perdas causadas pelo processo. Assume-

se que os níveis de perdas devem variar entre aquelas que o município julgar absolutamente absorvíveis e que causam muito pequeno impacto social e nas contas públicas (incluindo arrecadação fiscal) até aquelas perdas de tal valor que ultrapassam a capacidade do próprio município responder a elas, configurando-se num desastre. Tem-se, assim:

- a) **gravidade negligenciável (baixa)** é aquela absolutamente absorvível pela municipalidade e de muito pequeno impacto social;
- b) **gravidade média** é aquela que pode causar algum impacto social e ser ainda gerenciado localmente;
- c) **gravidade alta** é aquela com altos impactos sociais e que pode comprometer os recursos municipais;
- d) gravidade equivalente a **desastre (muito alta)** onde o município não tem condições de responder sem recorrer à ajuda externa.

c) Definição de Níveis de Risco

A definição de níveis de risco, considerando os 2 critérios e parâmetros de análise de risco, pode ser desenvolvida considerando diferentes arranjos. São definidos nessa análise 4 níveis de risco: RISCO MUITO ALTO (MA), RISCO ALTO (A), RISCO MÉDIO (M) E RISCO BAIXO (B).

A matriz de risco obtida a partir do cruzamento entre a Probabilidade de Ocorrência (com tempo de recorrência) e a Gravidade do processo sobre os elementos sob risco está mostrada no **Quadro 5**.

PROBABILIDADE	GRAVIDADE			
	Negligenciável	Média	Alta	Desastre
Baixa	Baixo	Baixo	Médio	Muito Alto
Média	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Alta	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Muito Alta	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto

Quadro 5 – Matriz de risco segundo arranjo entre Probabilidade de ocorrência do processo e sua Gravidade.

4.3. Tratamento dos Dados

A identificação e a delimitação das áreas de risco, a partir dos trabalhos de campo estão representadas cartograficamente nas imagens obtidas no Google Earth. Nessa base, foram digitalizados os polígonos referentes às áreas mapeadas e suas respectivas classificações quanto ao grau de risco (MC/IPT, 2007). Essas informações de delimitação das áreas foram tratadas em software de Sistema de Informações Geográficas ArcInfo.

As imagens obtidas constam do arquivo digital que acompanha este relatório. As imagens foram separadas por área e cada conjunto de fotos foi utilizado nas atividades de campo. As informações de campo foram registradas em fichas de cadastro que compõem o banco de dados digitalizado no software Microsoft Access.

Salienta-se que a contagem das moradias foi realizada a partir das imagens do Google Earth tomando-se como base os telhados das moradias. Assim, o número de moradias é aproximado, considerando-se a possibilidade de mais de uma moradia estar recoberta por um único telhado. É necessário levantamento detalhado (cadastramento) para se ter o número de moradias preciso.

Este relatório apresenta, portanto, a síntese do mapeamento realizado com as áreas de risco identificadas, sua caracterização, a análise geral da situação na região mapeada, além de recomendações gerais de caráter estrutural (ex: intervenções e obras civis) e não estrutural (orientações para o gerenciamento de riscos), no sentido de prevenir, mitigar e controlar as situações de risco observadas.

4.4. Elaboração de Sugestões de Intervenções Estruturais

O objetivo dessa atividade compreendeu a sugestão das intervenções estruturais necessárias para as áreas de risco R3 (Alto) e R4 (Muito Alto).

As intervenções propostas contemplam basicamente oito tipos: limpeza, proteção superficial, drenagem, alterações de geometria, contenções, obras de infraestrutura, reparos e relocações de moradia. Como complementação a estas intervenções, de acordo com a situação exigida, poderão ser ainda sugeridas intervenções mais abrangentes, tais como reurbanizações parciais ou totais das referidas áreas.

Nesse trabalho foi adotada uma tabela de referência que sistematiza as recomendações quanto à caracterização dos diferentes tipos de intervenção propostos, visando à padronização das terminologias adotadas (**Quadro 6**).

TIPO DE INTERVENÇÃO	DESCRIÇÃO
SERVIÇOS DE LIMPEZA E RECUPERAÇÃO	Serviços de limpeza de entulho, lixo, etc., recuperação e/ou limpeza de sistemas de drenagem, esgoto 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 ($h_{max}=5$ m e $l_{max}=10$ m). 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 ($h>5$ m e $l>10$ m), envolvendo obras de contenção passivas e ativas (muros de gravidade, cortinas, etc). Poderão envolver serviços complementares de terraplenagem. Predomínio de serviços mecanizados.

Quadro 6 – Tipologias de intervenções estruturais voltadas à redução de riscos.

5. RESULTADOS DOS TRABALHOS

A equipe do IPT realizou o trabalho contando com o apoio da equipe da Prefeitura Municipal de Araraquara, junto aos técnicos do município Srs. Luiz Dellaqua e Reginaldo Luís Bolato (Coordenador Municipal da Defesa Civil).

O município de Araraquara situa-se na região geográfica imediata de Araraquara, e na região geográfica intermediária de Araraquara. O município encontra-se a cerca de 664 m de altitude e dista cerca de 270 km da capital. Possui clima tropical chuvoso (Aw) com inverno seco, e mês mais frio com temperatura média superior a 18°C. Os principais acessos rodoviários no município são as Rodovias Antônio Machado Sant'Anna e Rodovia Comandante João Ribeiro de Barros (SP-255), Rodovia Deputado Aldo Lupo (SP-257), Rodovia Washington Luís (SP-310).

Seus municípios limítrofes são Américo Brasiliense, Motuca, Rincão, Santa Lúcia, Boa Esperança do Sul, Ribeirão Bonito, Ibaté, São Carlos, Gavião Peixoto e Matão. Compreende área de 1.003,65 km², com população de 208.662 habitantes, atingindo uma densidade demográfica de 207,90 hab/km², conforme censo IBGE 2010.

O município está inserido na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Tietê/Jacaré (UGHRI 13). A hidrografia do município é composta principalmente pelos rios Rio Anhumas, Rio Chibarro, Rio Cabaceiras, Rio Araraquara, Ribeirão das Cruzes e Córrego Ouro.

A caracterização física do município, apresentada a seguir, foi abordada segundo as características geológicas, geomorfológicas e pedológicas. Os dados geológicos foram obtidos do Mapa Geológico do Estado de São Paulo, publicado por Perrota et al. (2006), escala 1:750.000, e os dados geomorfológicos do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, publicado por IPT (1981), escala 1:1.000.000. A caracterização pedológica referenciou-se pelo mapa pedológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000, elaborado por Oliveira *et al.* (1999), com base no novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999).

5.1. Contexto Geológico do Município de Araraquara

As rochas do município de Araraquara são representadas pela Província Paraná, relacionadas principalmente ao Grupo São Bento e ao Grupo Bauru. Localmente,

ocorrem rochas da Formação Pirambóia, da Formação Itaqueri e sedimentos neógenos aluvionares.

A Formação Pirambóia (**P3T1p**) é constituída por arenitos médios e finos com cores esbranquiçadas, avermelhadas e alaranjadas, com geometria lenticular bem desenvolvida, ambiente continental, eólico, com estratificações cruzadas acanaladas de grande porte, laminações cruzadas transladantes subcríticas, as quais são as estruturas primárias mais frequentes.

O Grupo São Bento é representado, na área do município, pela Formação Botucatu (**J3K1bt**), representada por arenito finos a grossos de cor vermelha, grãos bem arredondados e com alta esferocidade, estratificações cruzadas planar e acanaladas de médio a grande porte e pela Formação Serra Geral (**K1βsg**), composta predominantemente por basalto, andesito basáltico tholeítico, riolito e riodacito, intercalado por camadas de arenito, litarenito e arenito vulcânico.

O Grupo Bauru é representado, na área do município, pela Formação Vale do Rio Peixe (**K2vp**) é constituída por arenito muito fino a fino cor marrom, rosa e alaranjado, bem selecionado, de ambiente continental desértico, eólico, em camadas tabulares e lentes de arenito conglomerático com intraclastos argilosos ou carbonático.

A Formação Itaqueri (**K2Eit**) correspondem a rochas paleógenas de ambiente flúvio-continental, representadas por arenito siltico muito fino a grosso, eventualmente silicificado, matriz argilosa, folhelho e conglomerado com clastos de basalto, quartzo, calcedônia, granito, quartzito, argilito, filito, pegmatito, sílexito e folhelho.

Localmente ocorrem depósitos neógenos representados por Depósitos Aluvionares (**Q2a**), areia, areia quartzosa, cascalheira, silte, argila e, localmente, turfa.

A **Figura 25** apresenta a distribuição das unidades litoestratigráficas no município, de acordo com Perrota *et al.* (2006).

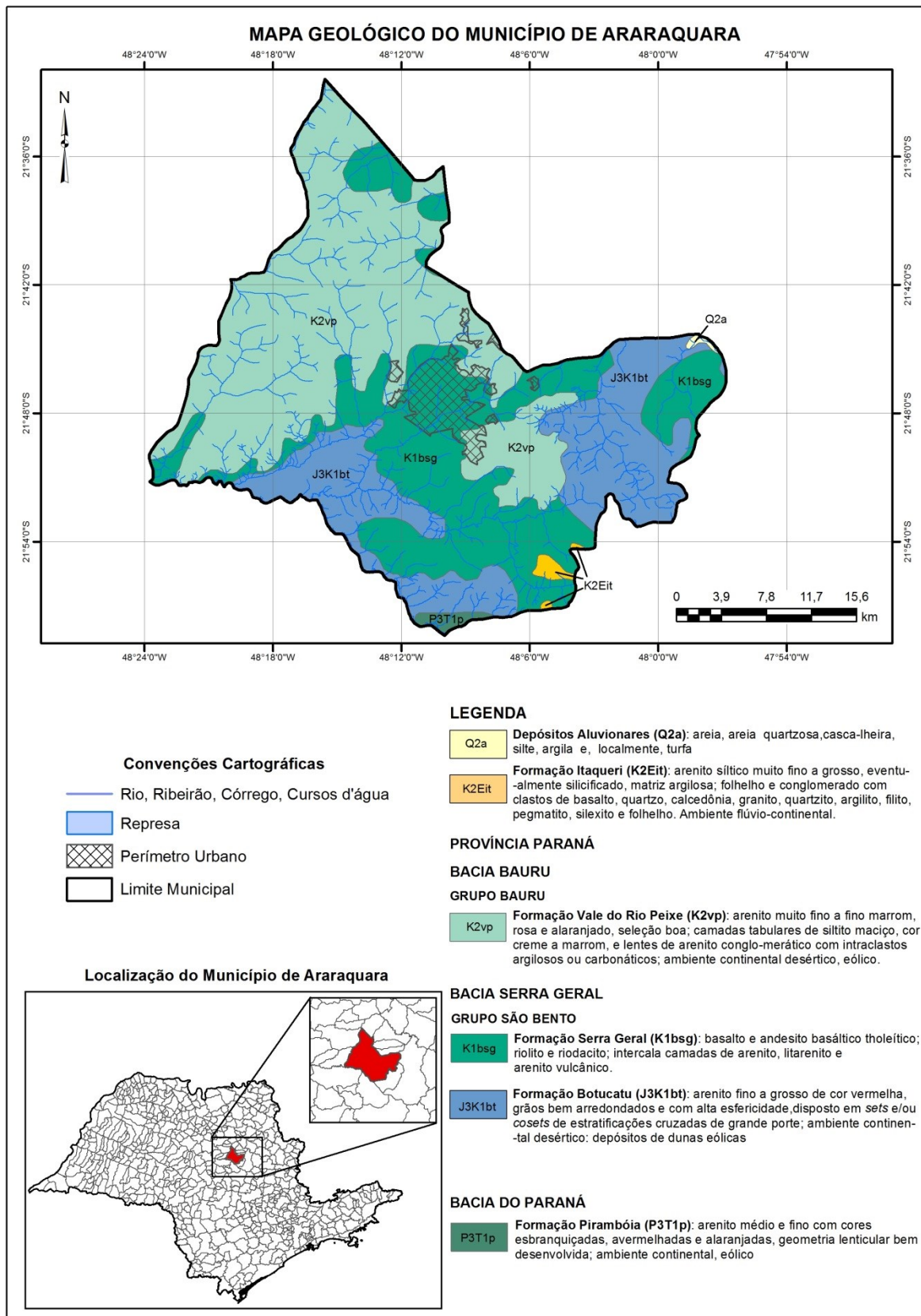


Figura 25 – Mapa geológico ampliado do município de Araraquara. Fonte: Mapa Geológico do Estado de São Paulo (Perrota *et al.*, 2006).

5.2. Contexto Geomorfológico do Município de Araraquara

De acordo com IPT (1981), o município está localizado numa zona de transição entre duas unidades geomorfológicas, a das Cuestas Basálticas e a do Planalto Ocidental. As Cuestas Basálticas estão relacionadas a um relevo escarpado nos limites com a Depressão Periférica, seguido de uma sucessão de grandes plataformas estruturais de relevo suavizado, inclinadas para o interior em direção à calha do rio Paraná, relacionada a outra unidade geomorfológica a do Planalto Ocidental, na Zona de Áreas Indivisas, caracterizada por relevos monótonos de colinas e morrotes, controlados estruturalmente, formado por camadas sub-horizontais, com leve caimento para oeste.

No município são encontrados Relevos de Degradação, em Planaltos Dissecados, representados por Relevo Colinoso, Relevo de Morros com Encostas Suavizadas e Relevo de Morros; Relevos Residuais suportados por litologias particulares, representados por aqueles Sustentados por Maciços Básicos; e Relevos de Transição, representados por Escarpas (**Figura 26**). Abaixo são descritas as unidades geomorfológicas que ocorrem no município, de acordo com IPT (1981).

No Relevo Colinoso predominam baixas declividades, de até 15 % e amplitudes locais inferiores a 100 m. Ocorrem Colinas Amplas (**212**), compostas por interflúvios com áreas superiores a 4 km² com topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos, drenagem de baixa densidade, padrão subdendrítico, vales abertos, com planícies aluviais interiores restritas e presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes; e Colinas Médias (**213**), onde predominam interflúvios com áreas de 1 a 4 km², topos aplainados, vertentes com perfis convexos a retilíneos, drenagem de média a baixa densidade, padrão subretangular, vales abertos a fechados, com planícies aluviais interiores restritas e presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes.

No Relevo de Morros com Encostas Suavizadas predominam baixas declividades (de até 15%) e amplitudes locais de 100 a 300 m. Ocorrem Morros Amplos (**221**), que constituem interflúvios arredondados com área superior a 15 km², topos arredondados a achatados, vertentes com perfis retilíneos a convexos, drenagem de baixa densidade com padrão dendrítico e vales abertos, planícies aluviais interiores restritas e presença de boçorocas localmente.

No Relevo de Morros predominam declividades médias a altas (acima de 15%) e amplitudes locais de 100 a 300 m. Predominam Morros Arredondados (**241**), compostos por topos arredondados e localmente achatados, vertentes com perfis convexos a retilíneos, localmente ravinadas. Há exposições locais de rocha e presença de espigões curtos locais. A rede de drenagem é de média densidade, com padrão dendrítico a subdendrítico e vales fechados.

Os Relevo Residuais sustentados por Maciços Básicos são representados por Mesas Basálticas (**311**), formados por morros testemunhos isolados (peões e baús) apresentando topos aplainados a arredondados, vertentes com perfis retilíneos, muitas vezes com trechos escarpados e exposição de rocha. A rede de drenagem é de média densidade, padrão pinulado a subparalelo, com presença de vales fechados.

No Relevo de Escarpas predominam declividades altas, acima de 30% e amplitudes maiores que 100 m. Ocorrem Escarpas Festonadas (521) desfeitas em anfiteatros separados por espigões, topos angulosos, vertentes com perfis retilíneos, drenagem de alta densidade, com padrão subparalelo a dendrítico e vales fechados.

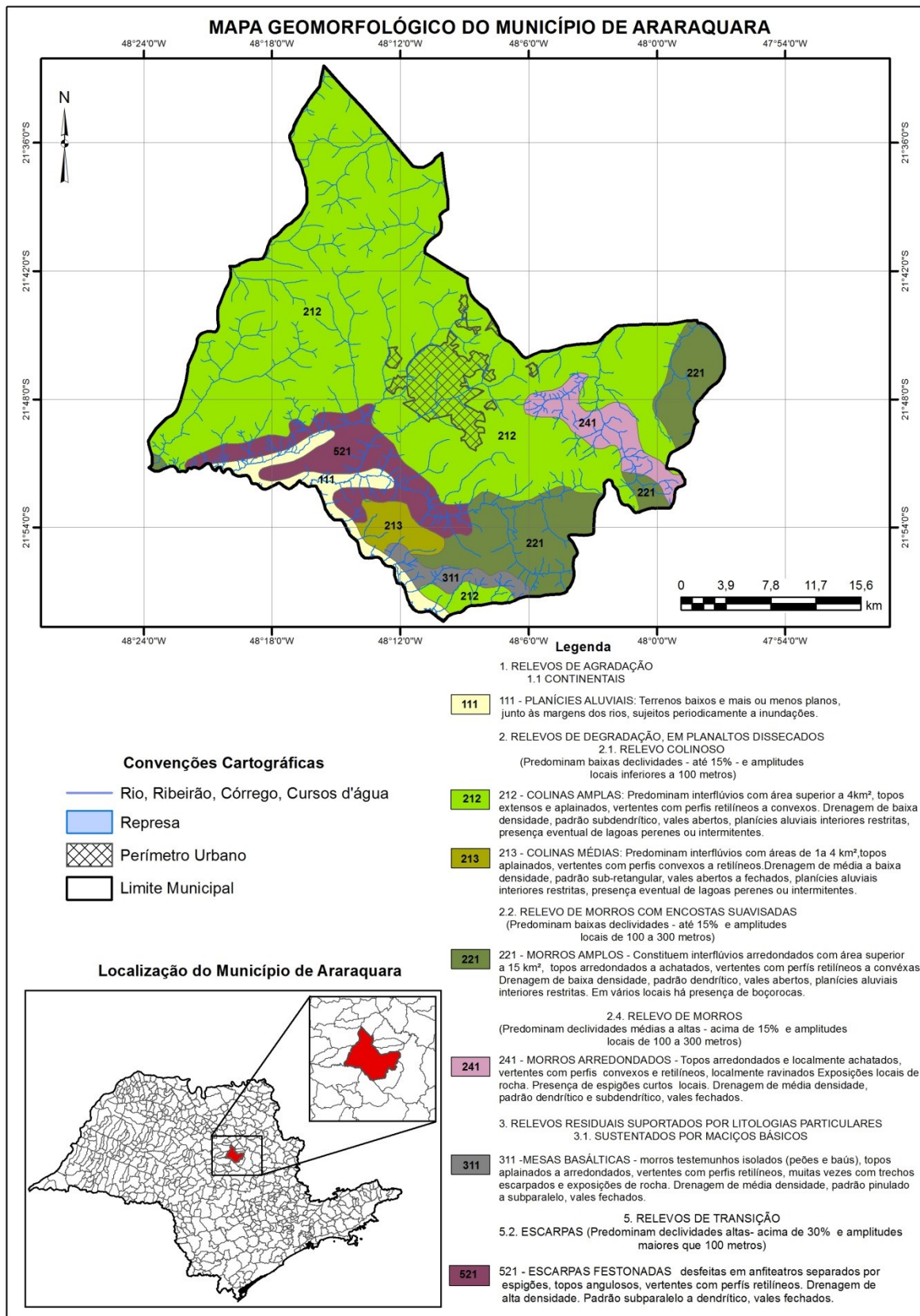


Figura 26 – Mapa geomorfológico ampliado do município de Araraquara. Fonte: Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981).

5.3. Contexto Pedológico do Município de Araraquara

No que se refere aos tipos de solos que ocorrem no município, segundo Oliveira *et al.* (1999), predominam as seguintes associações pedológicas descritas a seguir.

LV-15, composta por Latossolos Vermelhos Distroférricos A moderadoe proeminente, textura argilosa, relevo suave ondulado e plano; **LV-18** é composta por Latossolos Vermelhos Distroférricos com textura argilosa e Distróficos com textura média ambos A moderado, relevo suave ondulado e plano; **LV-19** é composta por Latossolos Vermelhos Distroférricos, de textura argilosa e Distróficos de textura média, ambos A moderado, relevo suave ondulado e ondulado; **LV-29**, composta por Latossolos Vermelhos Distroférricos e Eutroférricos com textura argilosa + Latossolos Vermelhos Distróficos todos A moderadoem relevo suave ondulado + Nitossolos Vermelhos Eutroférricos de relevo ondulado + Neossolos Litólicos Eutróficos A moderadoe chernozêmico em relevo forte ondulado; **LV-45**, composta por Latossolos Vermelhos Distróficos A moderadocom textura média, em relevo plano e suave ondulado; **LV-51**, composta por Latossolos Vermelhos Distróficos + Latossolos Vermelhos Distroférricos de textura argilosa, ambos A moderadoe proeminente em relevo suave ondulado e plano; **LV-55**, composta por Latossolos Vermelhos Distroférricos textura média e argilosa relevo suave ondulado + Latossolos Vermelhos Eutroférricos e Distroférricos textura argilosa relevo suave ondulado e ondulado ambos A moderado; **LV-56**, composta por Latossolos Vermelhos Distróficos + Latossolos Vermelhos-Amarelos Distróficos ambos A moderado, com textura média, em relevo plano e suave ondulado; **LV-71**, composta por Latossolos Vermelhos Distróficos de textura média + Latossolos Vermelhos Distroférricos de textura argilosa , ambos A moderadoem relevo suave ondulado + Gleissolos Háplicos e Melânicos, ambos em relevo de várzea; **LVA-3**, composta por Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos A moderadocom textura média e argilosa em relevo suave ondulado; **RL-17**, composta por Neossolos Litólicos Eutróficos e Distróficos de textura indiscriminada + Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos abrupticos de textura média /argilosa, ambos A moderadoem relevo ondulado; **RQ-2**, composta por Neossolos Quartzarênicos Órticos + Latossolos

Vermelho-Amarelos com textura média, ambos Distróficos, com horizonte A moderado e presentes em relevo suave ondulado; **RQ-5**, composta por Neossolos Quartzarênicos Órticos + Latossolos Vermelho-Amarelos de textura média, ambos Distróficos A moderado, relevo suave ondulado e plano + Gleissolos Háplicos e Melânicos ambos em relevo de várzea; e **SX-2**, composta por Planossolos Háplicos Distróficos A moderadoe proeminente com textura arenosa/média e arenosa/argilosa + Organossolos Háplicos Distróficos de textura argilosa, todos em relevo de várzea.

A **Figura 27** apresenta a distribuição das associações pedológicas presentes no município, de acordo com Oliveira et al. (1999).

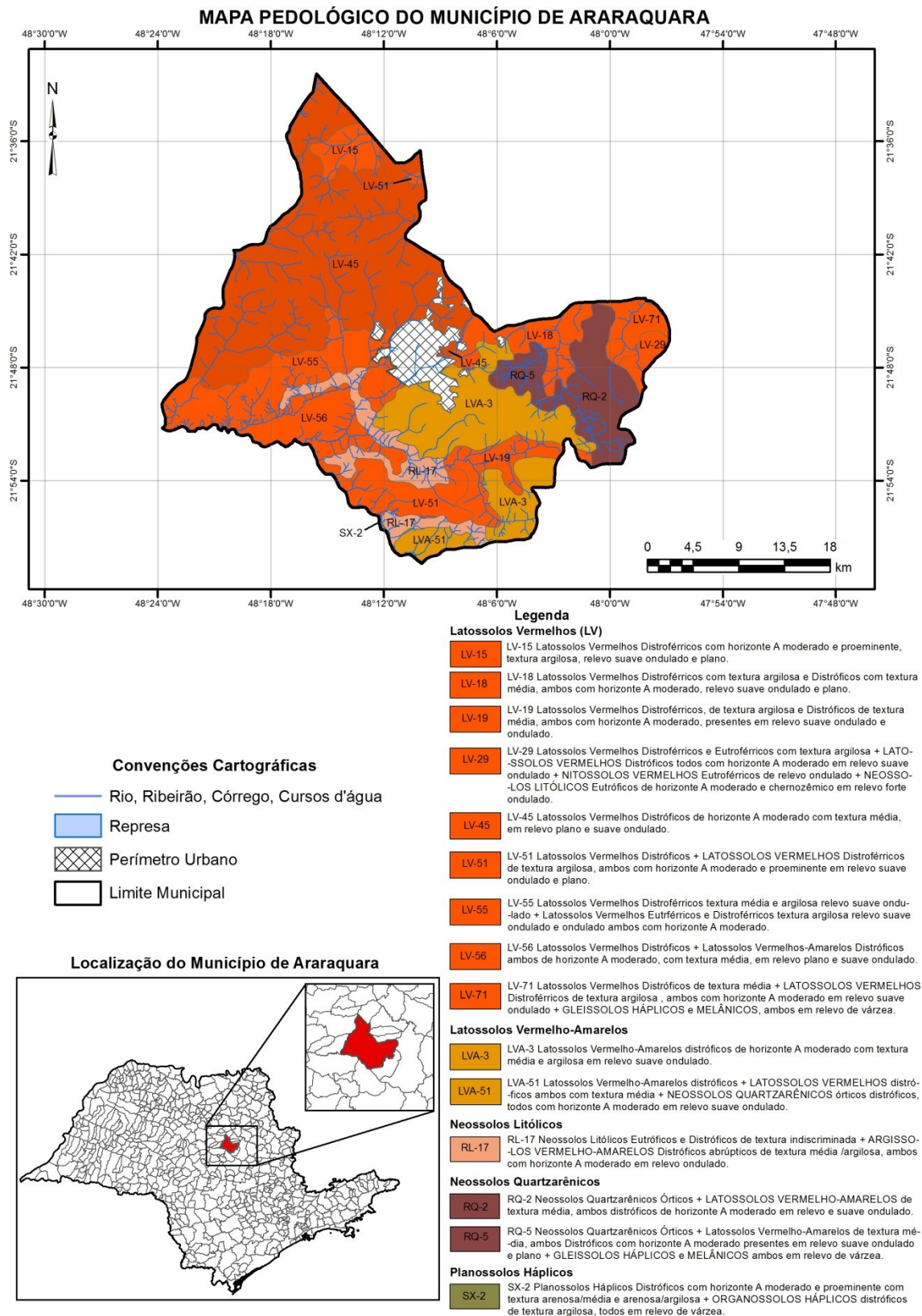


Figura 27 – Mapa pedológico ampliado do município de Araraquara. Fonte: Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (Oliveira *et al.*, 1999).

5.4. Áreas de Risco Mapeadas

No Município de Araraquara foram identificadas sete áreas de risco de inundação, sendo classificadas da seguinte forma: uma de Risco Baixo (R1) e seis de Risco Médio (R2). O **Quadro 7** apresenta as áreas de risco mapeadas, bem como a nomenclatura utilizada neste relatório, e pela Prefeitura do Município de Araraquara, para sua respectiva identificação.

ÁREA Nº	NOME DA ÁREA	PROCESSO	NÍVEL DE RISCO
ARA - 01	Rua Napoleão Selmi Dei/Rua Henrique Lupo – Vila Harmonia	Inundação	R2 – Médio
ARA - 02	Avenida Padre Francisco Sales Colturato/ Rua Heitor Souza Pinheiro – Jardim dos Manacás	Inundação	R2 – Médio
ARA - 03	Estrada Abílio Augusto Corrêa – Bairro dos Machados	Inundação	R2 – Médio
ARA - 04	Rua Imaculada Conceição – Jardim Tamoio	Inundação	R2 – Médio
ARA - 05	Avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira - Centro	Inundação	R2 – Médio
ARA - 06	Avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira – Vila Melhado	Inundação	R2 – Médio
ARA - 07	Rua Padre José de Anchieta - Suconase	Inundação	R1 – Baixo

Quadro 7 - Lista de áreas de risco mapeadas no município de Araraquara.

O **Apêndice 1** contém os desenhos com o resumo dos resultados das áreas mapeadas.

Deve-se salientar que as sugestões de tipologias de obras apresentadas neste Relatório Técnico tem caráter de concepção, não devendo ser tratadas, em hipótese alguma, como projeto de engenharia, seja ele básico ou executivo.

5.4.1. Área ARA-01 (Rua Napoleão Selmi Dei/Rua Henrique Lupo – Vila Harmonia) – Inundação - (R2 – Risco Médio)

Descrição da Área

A área **ARA-01** compreende o setor de risco localizado no bairro Vila Harmonia, nas proximidades das ruas Napoleão Selmi Dei e Henrique Lupo. O bairro apresenta

densidade ocupacional de média a baixa, pois é cercado por muitas áreas verdes (incluindo o Jardim Botânico - Horto). As moradias nas proximidades são de alvenaria de bom padrão construtivo, com infraestrutura pública (luz, água e esgoto). As vias são pavimentadas e o sistema de drenagem é satisfatório. A montante do ponto de visita, se verifica a abertura de loteamentos em diferentes fases construtivas. Tal situação tem como consequência o aumento da área impermeabilizada e da produção de sedimentos, podendo comprometer os cursos d'água.

A região vistoriada compreende área próxima a barragem de captação de água, nas margens do ribeirão das Cruzes. O ribeirão das Cruzes é uma drenagem natural, retilínea e assoreado em pontos específicos do canal. O canal, a jusante da barragem, possui cerca de 4 m de largura e taludes marginais com alturas da ordem de 5 m. As inundações, segundo informações do representante da COMPDEC, são graduais e frequentes neste trecho do ribeirão, sendo relatadas grandes concentrações de águas que escoam pelas ruas no entorno. As alturas máximas dos eventos de inundação são da ordem de 0,5 m a 1,0 m. As chuvas que provocam as inundações chegam a valores da ordem de 60 – 100 mm em poucas horas. As inundações afetam importantes vias de acesso a bairros e rodovia e foi verificada ampla circulação de veículos.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área **ARA-01** a ocorrência de inundação. Neste caso, o grau de risco da área **ARA-01**, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como **R2 – Risco Médio**.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento das cheias, com instalação de réguas em pontos específicos do canal; (b) desenvolvimento de um plano de contingência para a área, incluindo sinalizações e placas; (c) orientação aos condutores de veículos sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva; (d) avaliar o grau de assoreamento da barragem e as condições estruturais da mesma.

5.4.2. Área ARA-02 (Avenida Padre Francisco Sales Colturato – Jardim dos Manacás) – Inundação - (R2 – Médio)

Descrição da Área

A área **ARA-02** compreende o setor de risco localizado nas proximidades da Avenida Padre Francisco Sales Colturato, zona urbana, Jardim dos Manacás. O bairro apresenta densidade ocupacional baixa, composto por estabelecimentos comerciais e de ensino, com infraestrutura pública (pavimentação, água e esgoto). O sistema de drenagem na via é satisfatório.

A região vistoriada compreende vias de acesso que cruzam o ribeirão das Cruzes. O ribeirão é uma drenagem retificada (no trecho), retilínea e assoreada em pontos específicos do canal. O canal possui cerca de 8 m de largura e taludes marginais com alturas da ordem de 3 a 7 m. As inundações, segundo informações do representante da COMPDEC, são graduais e frequentes neste trecho da avenida. As alturas máximas dos eventos de inundação são da ordem de 0,40 m a 0,80 m. Além das águas que extravasam do canal, há contribuição significativa do escoamento superficial provindo das vias. As condições topográficas no entorno favorecem a rápida concentração superficial. Não há registro de danos e grandes impactos no trecho, apenas transtornos temporários na circulação dos veículos. Esse ponto está localizado a jusante da barragem descrita na área **ARA-01**.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área **ARA-02** a ocorrência de inundação. Neste caso, o grau de risco da área **ARA-02**, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como **R2 – Risco Médio**.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento das cheias, com instalação de réguas em pontos específicos do canal; (b) desenvolvimento de um plano de contingência para a área, incluindo sinalizações e placas; e (c) orientação aos condutores de veículos sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

5.4.3. Área ARA-03 (Estrada Abílio Augusto Corrêa – Bairro dos Machados) – Inundação - (R2 – Médio)

Descrição da Área

A área **ARA-03** compreende o setor de risco localizado na Estrada Abílio Augusto Corrêa, Bairro dos Machados. O bairro, com características rurais, apresenta densidade ocupacional baixa, composto por estabelecimentos comerciais e chácaras.

A região vistoriada compreende trecho da estrada afetado por inundações frequentes e por movimentações do terreno associadas à estrutura da ponte e solapamentos de margens localizados.

A drenagem no local é denominada córrego do Ouro e trata-se de canal natural, meandrante com pontos bastante localizados de assoreamento (depósitos de material arenoso). O córrego possui cerca de 5 m de largura máxima do canal e margens da ordem de 4 m. Segundo informações da COMPEDC as águas podem atingir até 1,0 m de altura com raio de alcance superior a 40 m. A situação mais crítica verificada e relatada pela COMPDEC foi a destruição da cabeceira da ponte, após inundações que apresentaram escoamentos com maiores velocidades, afetando o pavimento da estrada de rodagem. Foram executadas obras recuperativas no local. O raio de alcance das inundações chegam a superar 40 m de distância da drenagem.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área **ARA-03** a ocorrência de inundação. Neste caso, o grau de risco da área **ARA-03**, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como **R2 – Risco Médio**.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento das cheias na bacia do córrego do Ouro; (b) desenvolvimento de um plano de contingência para a área, incluindo sinalizações e placas de advertência; (c) capacitação de moradores na localidade para auxiliar no plano de contingência; e (d) orientação aos condutores de veículos sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

5.4.4. Área ARA-04 (Rua Imaculada Conceição – Jardim Tamoio) – Inundação - (R2 – Médio)

Descrição da Área

A área **ARA-04** compreende o setor de risco localizado nas proximidades da rua Imaculada Conceição, Jardim Tamoio. O bairro apresenta densidade ocupacional média a alta, composto por moradias de bom padrão construtivo, com infraestrutura pública (pavimentação, água e esgoto). O sistema de drenagem na via é satisfatório.

A região vistoriada compreende via de acesso que cruza o córrego do Ouro. O córrego é uma drenagem natural (no trecho), retilínea e assoreado em pontos específicos do canal. O canal possui cerca de 15 m de largura e taludes marginais com alturas da ordem de 3 m. Há pontos de solapamento da margem do córrego e algumas obras de contenção apresentam danos estruturais. Nas proximidades do canal, principalmente na margem esquerda, encontram-se poucas moradias. Informações coletadas no local indicaram que apenas uma vez as águas chegaram próxima dessas moradias. As inundações, segundo informações do representante da COMPDEC, são graduais e frequentes neste trecho da via. As alturas máximas dos eventos de inundação são da ordem de 0,50 m. Além das águas que extravasam do canal, há contribuição significativa do escoamento superficial provindo das vias. As condições topográficas no entorno favorecem a rápida concentração superficial. Não há registro de danos e grandes impactos no trecho, apenas transtornos temporários na circulação dos veículos.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área **ARA-04** a ocorrência de inundação. Neste caso, o grau de risco da área **ARA-04**, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como **R2 – Risco Médio**.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento das cheias na bacia do córrego do Ouro; (b) desenvolvimento de um plano de contingência para a área, incluindo sinalizações e placas de advertência; (c) orientação aos condutores de veículos sobre como proceder em casos de alertas nas situações

críticas de chuva; e (d) verificar as condições estruturais de algumas obras de engenharia, no entorno da ponte.

5.4.5. Área ARA-05 (Avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira - Centro) – Inundação - (R2 – Médio)

Descrição da Área

A área **ARA-05** compreende o setor de risco localizado nas proximidades da avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira, região central do município. O bairro apresenta alta densidade ocupacional, composto por moradias de bom padrão construtivo e comércio, com infraestrutura pública (pavimentação, água e esgoto). O sistema de drenagem na via é satisfatório.

A região vistoriada compreende importante via de ligação da região central com bairros, tendo um fluxo intenso de veículos, e terminal de integração de ônibus. A via encontra-se sobre o córrego da Servidão, canalizado até o encontro com o ribeirão do Ouro. Segundo informações da COMPDEC, o córrego é uma drenagem retificada (três linhas de galerias), retilínea e com muitos pontos que se apresentam danificados. O canal possui cerca de 7 m de largura e taludes marginais com alturas da ordem de 3 m. As inundações, segundo informações do representante da COMPDEC, são graduais e muito frequentes neste trecho da via. As alturas máximas dos eventos de inundação são da ordem de 2 m, afetando moradias, sistema viário e comércio (há cavaletes posicionados em pontos específicos da via para rápida interdição quando necessário. Além das águas que extravasam do canal, há contribuição significativa do escoamento superficial provindo das vias. As condições topográficas no entorno favorecem a rápida concentração superficial. Há registro de danos e impactos no trecho, provocando estragos em automóveis e ônibus e transtornos temporários na circulação dos veículos.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área **ARA-05** a ocorrência de inundação. Neste caso, o grau de risco da área **ARA-05**, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como **R2 – Risco Médio**.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento das cheias na bacia do córrego da Servidão; (b) desenvolvimento de um plano de contingência para a área, incluindo sinalizações e placas de advertência; (c) orientação aos condutores de veículos sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva; e (d) verificação das condições estruturais das galerias.

5.4.6. Área ARA-06 (Avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira – Vila Melhado) – Inundação - (R2 – Médio)

Descrição da Área

A área **ARA-06** compreende o setor de risco localizado nas proximidades da Rodoviária de Araraquara, avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira, Vila Melhado. O bairro apresenta alta densidade ocupacional, composto principalmente por casas comerciais, com infraestrutura pública (pavimentação, água e esgoto). O sistema de drenagem na via é satisfatório.

A região vistoriada compreende importante via de ligação da região central com bairros (fluxo intenso de veículos) e terminal Rodoviário. A avenida margeia o ribeirão do Ouro, drenagem que se encontra a céu aberto, por toda sua extensão. Segundo informações da COMPDEC, o córrego é uma drenagem retificada, retilínea e com taludes impermeabilizados em boa parte do córrego. O canal possui cerca de 5 m de largura e taludes marginais com alturas da ordem de 3 - 4 m. As inundações, segundo informações do representante da COMPDEC, são graduais e muito frequentes neste trecho da via. As alturas máximas dos eventos de inundação são da ordem de 1,5 m, afetando grande extensão (ambos os lados do avenida), basicamente o sistema viário e comércio. As chuvas que provocam as inundações chegam a valores da ordem de 60 – 100 mm em poucas horas. É considerado um dos pontos mais críticos do município. Além das águas que extravasam do canal, há contribuição significativa do escoamento superficial provindo das vias. As condições topográficas no entorno favorecem a rápida concentração superficial. Há registro de danos e grandes impactos no trecho, causando transtornos temporários na circulação dos veículos.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área **ARA-06** a ocorrência de inundação. Neste caso, o grau de risco da área **ARA-06**, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como **R2 – Risco Médio**.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento das cheias na bacia do córrego do Ouro; (b) desenvolvimento de um plano de contingência para a área, incluindo sinalizações e placas de advertência; (c) orientação aos condutores de veículos sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva; (d) verificar a possibilidade de proteção (defensas metálicas - barreira) entre a via e o ribeirão (instalação de “guard rail”).

5.4.7. Área ARA-07 (Av. Padre José de Anchieta - Suconase) – Inundação - (R2 – Médio)

Descrição da Área

A área **ARA-07** compreende o setor de risco localizado nas proximidades da rua Padre José de Anchieta, Suconase, bem próximo à Cutrale. O bairro apresenta baixa a média densidade ocupacional, composto principalmente por casas comerciais, com infraestrutura pública (pavimentação, água e esgoto). O sistema de drenagem na via é precário.

A região vistoriada compreende via de ligação entre bairros e possui fluxo intenso de veículos. A rua cruza o ribeirão do Ouro, drenagem que se encontra a céu aberto, por toda sua extensão. Trata-se de drenagem natural e meandrante até o muro de divisa da Cutrale. No interior da empresa (Cutrale) o ribeirão encontra-se canalizado. O canal possui cerca de 2 m de largura e taludes marginais com alturas da ordem de 3 m. As inundações, segundo informações do representante da COMPDEC, são graduais e muito frequentes neste trecho da via. As alturas máximas dos eventos de inundação são da ordem de 1,2 m, localizadas na região de baixada, afetando a circulação de veículos na área. É considerado um dos pontos críticos do município. Além das águas que extravasam do canal, há contribuição significativa do escoamento superficial provindo das vias. As condições topográficas no entorno favorecem a rápida

concentração superficial. Não há registro de danos e grandes impactos no trecho, apenas transtornos temporários na circulação dos veículos.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área **ARA-07** a ocorrência de inundação. Neste caso, o grau de risco da área **ARA-07**, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como **R2 – Risco Médio**.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento das cheias na bacia do córrego do Ouro; (b) desenvolvimento de um plano de contingência para a área, incluindo sinalizações e placas de advertência; e (c) orientação aos condutores de veículos sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório apresenta o resultado dos trabalhos referentes ao mapeamento de áreas de risco a deslizamentos e inundações do município de Araraquara, assim como indicação de concepção de intervenções para as áreas mais críticas. Foram mapeadas sete áreas de risco de inundação, sendo uma área de Risco Baixo (R1) e seis áreas de Risco Médio (R2). Não foram identificadas e relatadas áreas de risco de deslizamento no município.

As áreas de inundação localizam-se nas proximidades da região central do município, afetando principalmente a circulação de veículos (sistema viário) e alguns estabelecimentos comerciais. Há poucas moradias situadas nas planícies de inundação e não foi relatado nenhum caso crítico de inundações afetando bairros residenciais. As inundações atingem principalmente o sistema viário, provocando transtornos temporários. Tal processo é deflagrado pela ocorrência de chuvas fortes e concentradas e/ou prolongadas na região. Foram relatadas inundações graduais, com a possibilidade de se acompanhar o aumento no volume das águas. No entanto, o município deve estar preparado para situações mais críticas, como por exemplo, a geração de enxurradas nas vias impermeabilizadas.

As equipes da Defesa Civil do município conhecem os pontos críticos, a dinâmica das inundações e a tipologia das chuvas que geram esses processos. Assim sendo, os riscos podem ser gerenciados e reduzidos em função da preparação e antecipação dos problemas.

Nesse sentido, recomenda-se que o município desenvolva soluções de monitoramento das áreas atingidas já instaladas e mecanismos para controle daquelas ainda não ocupadas e/ou que apresentam potencial para impacto das águas. Recomenda-se, ainda, verificar a necessidade e/ou possibilidade de aplicação de medidas hidráulicas estruturais. Recomenda-se que o município desenvolva ferramentas para orientação da população sujeita ao impacto dos diferentes fenômenos, principalmente nos pontos onde a chegada do socorro pode ser prejudicada pela distância ou pela interdição de vias.

Ressalta-se que as sugestões de intervenção propostas neste estudo são, e devem ser tratadas, como concepções indicadas para cada situação ou caso, com base em observações expeditas. Projetos específicos deverão ser elaborados com base em estudos e investigações aprofundadas.

Sugere-se que o município desenvolva ferramentas para orientação da população sujeita ao impacto dos diferentes fenômenos, principalmente nos pontos onde a chegada do socorro pode ser prejudicada pela distância ou pela interdição de vias.

Os aspectos discutidos, assim como as sugestões de intervenção propostas para minimização dos riscos identificados neste relatório técnico, têm um caráter preliminar, compatível com a qualidade e quantidade de dados passíveis de levantamento em uma vistoria expedita. Esse caráter reforça a necessidade da manutenção de um monitoramento constante das áreas estudadas, objetivando adequações e ampliação das medidas sugeridas.

Todas as alternativas técnicas apresentadas e discutidas no âmbito deste relatório visam garantir a segurança da população no município de Araraquara.

São Paulo, 01 de março de 2018.

CENTRO DE TECNOLOGIAS
GEOAMBIENTAIS
Seção de Investigações, Riscos
e Desastres Naturais - Sirden

Geól. Mestre Fabrício Araujo Mirandola
Chefe da Seção
CREASP Nº 5062055808 – RE 08658

CENTRO DE TECNOLOGIAS
GEOAMBIENTAIS
Seção de Investigações, Riscos
e Desastres Naturais - Sirden

Geól. Mestre Marcelo Fischer Gramani
Gerente do Projeto
CREASP Nº 50608011434 – RE 8474

CENTRO DE TECNOLOGIAS
GEOAMBIENTAIS

Bióloga Dra. Cláudia Echevengua Teixeira
Diretora do Centro
CRBio Nº 009240-0 – RE Nº 08577

EQUIPE TÉCNICA

CENTRO DE TECNOLOGIAS GEOAMBIENTAIS – CTGeo

Seção de Investigações, Riscos e Desastres Naturais – Sirden

Gerente do Projeto: Marcelo Fischer Gramani – Mestre, Geólogo

Priscila Taminato Hirata – Geóloga

Luis Celso Coutinho da Silva – Técnico em Geologia

Luis Antonio Gomes – Tecnólogo Civil

Airton Marambaia Santa – Técnico em Geologia

Apoio

Maria Castro da Silva – Secretária

BIBLIOGRAFIA

AUGUSTO FILHO, O. 1992. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: **Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas**, 1, 1992, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABMS/ABGE. p. 721-733.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA. **Consulta à homepage oficial**. Disponível em: <<http://www.cepagri.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em dezembro/2017.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE, INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO – IGC. Unidades de Gestão de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas de Rios de Domínio da União (Porção Paulista). São Paulo. Escala: 1: 1.000.000. 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999. 412p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Consulta à homepage oficial**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: dezembro/2017.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT) **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1:1 000.000**. Vol. 1 e 2. São Paulo, 1981.

SILVA, F.C.; CORSI, A.C.; MIRANDOLA, F.A.. Modelos de fichas descritivas para áreas de risco de deslizamento, inundação e erosão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004, p. 892-907, CD-ROM.

MINISTÉRIO DAS CIDADES, INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. Org.: Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo, Agostinho Tadashi Ogura. Brasília: Min. das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E GESTÃO, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Regiões Geográficas do Estado de São Paulo**. São Paulo. Escala: 1:800.000. 2015.

OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.;ROSSI, M. & CALDERANO FILHO,B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas,Instituto Agrônômico / EMBRAPA Solos. Campinas. Escala: 1: 500 000.1999. 64p.

PERROTTA, M.M.; SALVADOR, E.D.; LOPES, R.C.; D'AGOSTINO, L.Z.; PERUFFO, N.; GOMES, S.D.; SACHS, L.L.B.; MEIRA, V.T.; LACERDA FILHO, J.V. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:750.000**. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, CPRM, São Paulo, 2006.

UNDRO - UNITED NATIONS RELIEF CO-ORDINATOR. 1991. **UNDRO'S approach to disaster mitigation**. UNDRO News, Geneva, p.20, jan-feb.

APÊNDICE 1

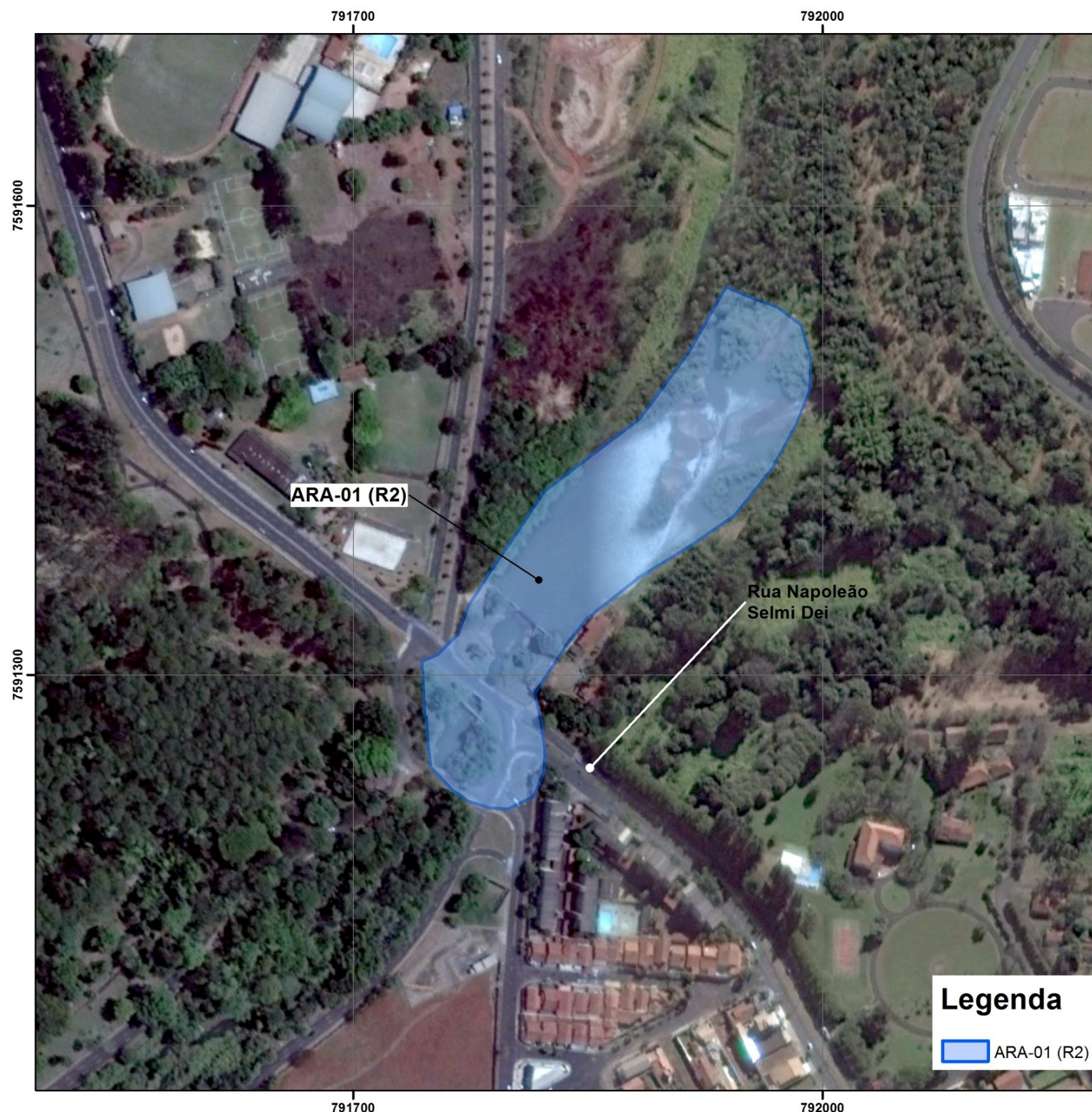
DESENHOS DAS ÁREAS DE RISCO MAPEADAS

Inundação

Município: Araraquara

Nome da Área: ARA-01 (Rua Napoleão Selmi Dei/Rua Henrique Lupo – Vila Harmonia)

Grau de Risco Predominante: R2 – Risco Médio



Vista geral de barragem localizada no ribeirão das Cruzes. Trata-se de área de captação de água e regularização de cheia.



Vista de banco de areia, a montante do vertedor central, mostrando grau de assoreamento do lago formado o barramento do ribeirão das Cruzes.



Vista da ponte sobre o ribeirão das Cruzes, nas proximidades da barragem.



Vista de área afetada pelas inundações do ribeirão das Cruzes (margem direita do ribeirão).

Descrição da Área

A área ARA-01 compreende o setor de risco localizado no bairro Vila Harmonia, nas proximidades das ruas Napoleão Selmi Dei e Henrique Lupo. O bairro apresenta densidade ocupacional de média a baixa, pois é cercado por muitas áreas verdes (incluindo o Jardim Botânico - Horto). As moradias nas proximidades são de alvenaria de bom padrão construtivo, com infraestrutura pública (luz, água e esgoto). As vias são pavimentadas e o sistema de drenagem é satisfatório. A montante do ponto de visita, se verifica a abertura de loteamentos em diferentes fases construtivas. Tal situação tem como consequência o aumento da área impermeabilizada e da produção de sedimentos, podendo comprometer os cursos d'água. A região vistoriada compreende área próxima a barragem de captação de água, nas margens do ribeirão das Cruzes. O ribeirão das Cruzes é uma drenagem natural, retilínea e assoreado em pontos específicos do canal. O canal, a jusante da barragem, possui cerca de 4 m de largura e taludes marginais com alturas da ordem de 5 m. As inundações, segundo informações do representante da COMPDEC, são graduais e frequentes neste trecho do ribeirão, sendo relatadas grandes concentrações de águas que escoam pelas ruas no entorno. As alturas máximas dos eventos de inundação são da ordem de 0,5 m a 1,0 m. As chuvas que provocam as inundações chegam a valores da ordem de 60 – 100 mm em poucas horas. As inundações afetam importantes vias de acesso a bairros e rodovia e foi verificada ampla circulação de veículos.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área ARA-01 a ocorrência de inundação. Neste caso, o grau de risco da área ARA-01, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como R2 – Risco Médio.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento das cheias, com instalação de réguas em pontos específicos do canal; (b) desenvolvimento de um plano de contingência para a área, incluindo sinalizações e placas; (c) orientação aos condutores de veículos sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva; (d) avaliar o grau de assoreamento da barragem e as condições estruturais da mesma.

Número aproximado de moradias: 0

Número aproximado de moradores: 0

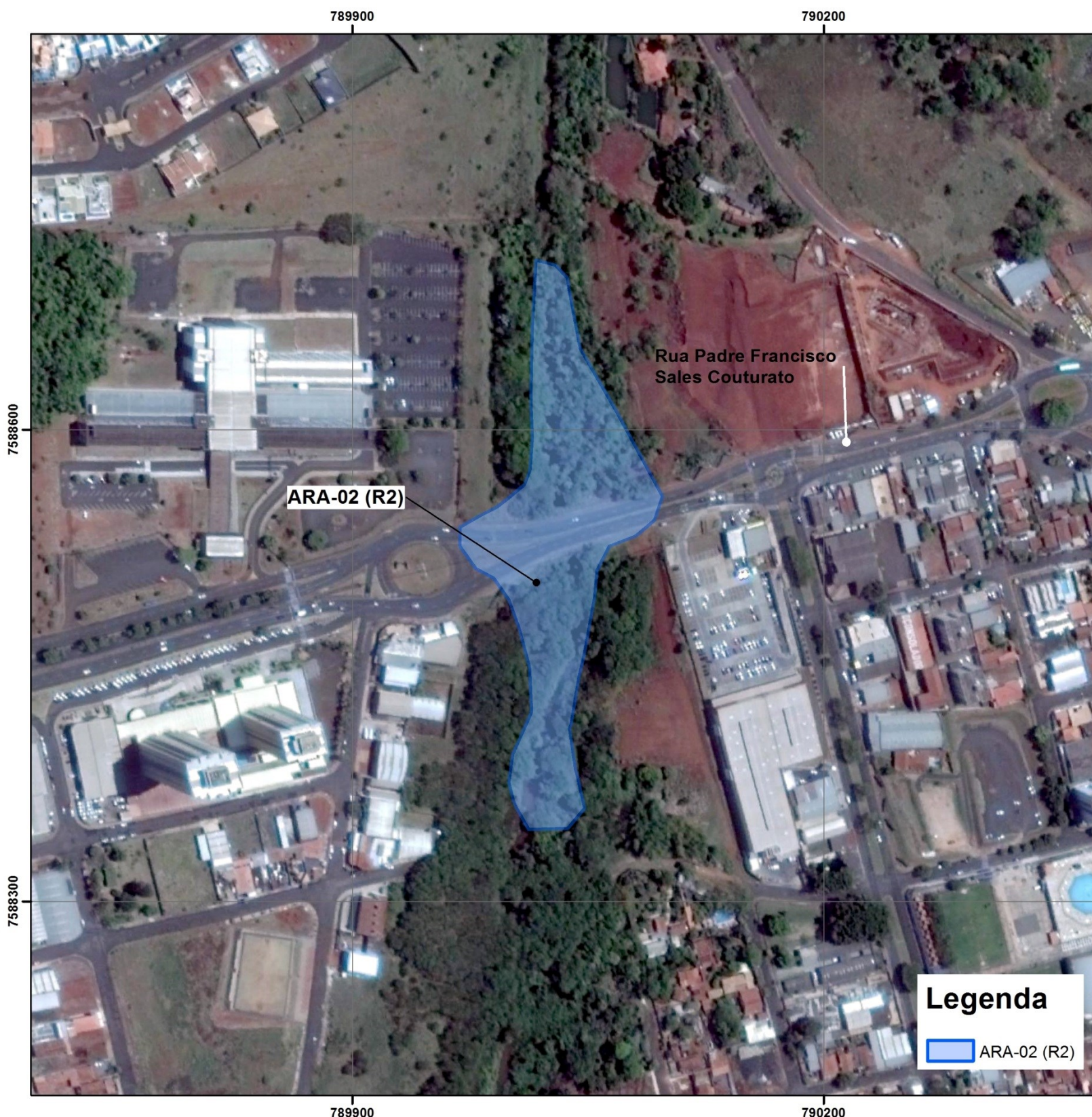
 ipt INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS		CTGeo - Sirden		 Governo do Estado de São Paulo Coordenadoria Estadual de Defesa Civil Casa Militar - Gabinete do Governador	
Escala: 1:3.000		Município de Araraquara ARA-01 (Rua Napoleão Selmi Dei/Rua Henrique Lupo – Vila Harmonia) – Inundação - (R2 – Risco Médio)			
Data: Março/2018					
RT Nº: 152.911-205			Desenho Nº: 01		

Inundação

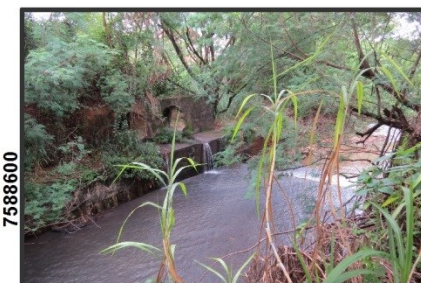
Município: Araraquara

Nome da Área: ARA-02 (Avenida Padre Francisco Sales Colturato – Jardim dos Manacás)

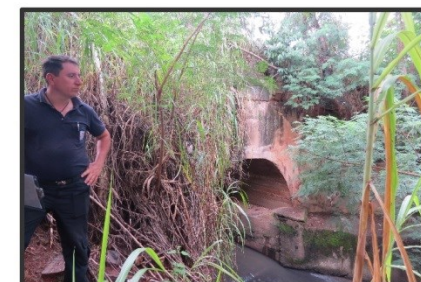
Grau de Risco Predominante: R2 – Médio



Vista geral de trecho da Avenida Padre Francisco Sales Colturato bastante afetado pelas inundações do ribeirão das Cruzes.



Vista de trecho do ribeirão das Cruzes, margem esquerda.



Vista da travessia do ribeirão das Cruzes. Notar dimensões do vão central da ponte.



Vista de sistema localizado no canteiro central da avenida executado para aumentar a eficiência no escoamento das águas após as cheias.

Descrição da Área

A área ARA-02 compreende o setor de risco localizado nas proximidades da Avenida Padre Francisco Sales Colturato, zona urbana, Jardim dos Manacás. O bairro apresenta densidade ocupacional baixa, composto por estabelecimentos comerciais e de ensino, com infraestrutura pública (pavimentação, água e esgoto). O sistema de drenagem na via é satisfatório.

A região vistoriada compreende vias de acesso que cruzam o ribeirão das Cruzes. O ribeirão é uma drenagem retificada (no trecho), retilínea e assoreada em pontos específicos do canal. O canal possui cerca de 8 m de largura e taludes marginais com alturas da ordem de 3 a 7 m. As inundações, segundo informações do representante da COMPDEC, são graduais e frequentes neste trecho da avenida. As alturas máximas dos eventos de inundação são da ordem de 0,40 m a 0,80 m. Além das águas que extravasam do canal, há contribuição significativa do escoamento superficial provindo das vias. As condições topográficas no entorno favorecem a rápida concentração superficial. Não há registro de danos e grandes impactos no trecho, apenas transtornos temporários na circulação dos veículos. Esse ponto está localizado a jusante da barragem descrita na área ARA-01.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área ARA-02 a ocorrência de inundação. Neste caso, o grau de risco da área ARA-02, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como R2 – Risco Médio.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento das cheias, com instalação de réguas em pontos específicos do canal; (b) desenvolvimento de um plano de contingência para a área, incluindo sinalizações e placas; e (c) orientação aos condutores de veículos sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

Número aproximado de moradias: 0

Número aproximado de moradores: 0

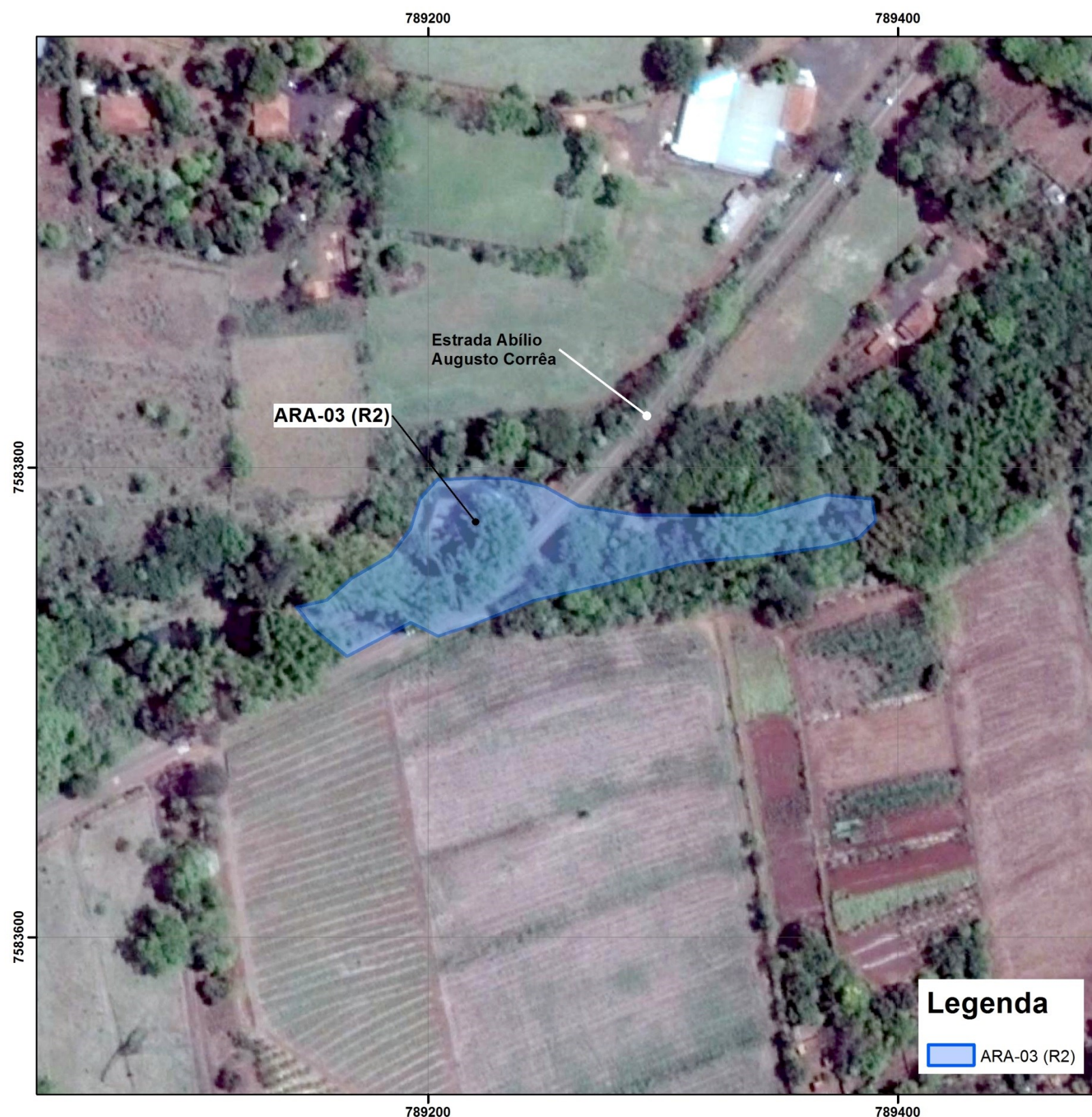
 ipt INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS		CTGeo - Sirden		 Governo do Estado de São Paulo Coordenadoria Estadual de Defesa Civil Casa Militar - Gabinete do Governador	
Escala: 1:3.000		Município de Araraquara ARA-02 (Avenida Padre Francisco Sales Colturato – Jardim dos Manacás) – Inundação - (R2 – Médio)			
Data: Março/2018					
RT Nº: 152.911-205			Desenho Nº: 02		

Inundação

Município: Araraquara

Nome da Área: ARA-03 (Estrada Abílio Augusto Corrêa – Bairro dos Machados)

Grau de Risco Predominante: R2 – Médio



Registro de feições de movimentações que afetam o pavimento da estrada Abílio Augusto Corrêa.



Vista da ponte sobre o córrego do Ouro.



Vista lateral das obras de recuperação e contenção.



Vista, de montante para jusante, do córrego do Ouro. Notar dimensões da margem e leito da drenagem.

Descrição da Área

A área ARA-03 compreende o setor de risco localizado na Estrada Abílio Augusto Corrêa, Bairro dos Machados. O bairro, com características rurais, apresenta densidade ocupacional baixa, composto por estabelecimentos comerciais e chácaras.

A região vistoriada compreende trecho da estrada afetado por inundações frequentes e por movimentações do terreno associadas à estrutura da ponte e solapamentos de margens localizados.

A drenagem no local é denominada córrego do Ouro e trata-se de canal natural, meandrante com pontos bastante localizados de assoreamento (depósitos de material arenoso). O córrego possui cerca de 5 m de largura máxima do canal e margens da ordem de 4 m. Segundo informações da COMPDEC as águas podem atingir até 1,0 m de altura com raio de alcance superior a 40 m. A situação mais crítica verificada e relatada pela COMPDEC foi a destruição da cabeceira da ponte, após inundações que apresentaram escoamentos com maiores velocidades, afetando o pavimento da estrada de rodagem. Foram executadas obras recuperativas no local. O raio de alcance das inundações chegam a superar 40 m de distância da drenagem.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área ARA-03 a ocorrência de inundação. Neste caso, o grau de risco da área ARA-03, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como R2 – Risco Médio.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento das cheias na bacia do córrego do Ouro; (b) desenvolvimento de um plano de contingência para a área, incluindo sinalizações e placas de advertência; (c) capacitação de moradores na localidade para auxiliar no plano de contingência; e (d) orientação aos condutores de veículos sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

Número aproximado de moradias: 0

Número aproximado de moradores: 0

 ipt INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS	CTGeo - Sirden	 Governo do Estado de São Paulo Coordenadoria Estadual de Defesa Civil Casa Militar - Gabinete do Governador
Escala: 1:2.000	Município de Araraquara	
Data: Março/2018	ARA-03 (Estrada Abílio Augusto Corrêa – Bairro dos Machados) – Inundação - (R2 – Médio)	
RT N°: 152.911-205	Desenho N°: 03	



Inundação

Município: Araraquara
Nome da Área: ARA-04 (Rua Imaculada Conceição – Jardim Tamoio)
Grau de Risco Predominante: R2 – Médio



Vista, de jusante para montante, da via de acesso e moradas (ao fundo) afetadas pelas inundações do córrego.



Registro de solapamento de margens de pequenas dimensões.



Vista das obras de contenção, localizadas nas proximidades da ponte, que apresentam problemas estruturais.



Vista geral da drenagem. Notar dimensões e proteção vegetal das margens. Há poucas moradas nas proximidades.

Descrição da Área

A área ARA-04 compreende o setor de risco localizado nas proximidades da rua Imaculada Conceição, Jardim Tamoio. O bairro apresenta densidade ocupacional média a alta, composto por moradias de bom padrão construtivo, com infraestrutura pública (pavimentação, água e esgoto). O sistema de drenagem na via é satisfatório.

A região vistoriada compreende via de acesso que cruza o córrego do Ouro. O córrego é uma drenagem natural (no trecho), retilínea e assoreado em pontos específicos do canal. O canal possui cerca de 15 m de largura e taludes marginais com alturas da ordem de 3 m. Há pontos de solapamento da margem do córrego e algumas obras de contenção apresentam danos estruturais. Nas proximidades do canal, principalmente na margem esquerda, encontram-se poucas moradias. Informações coletadas no local indicaram que apenas uma vez as águas chegaram próxima dessas moradias. As inundações, segundo informações do representante da COMPDEC, são graduais e frequentes neste trecho da via. As alturas máximas dos eventos de inundação são da ordem de 0,50 m. Além das águas que extravasam do canal, há contribuição significativa do escoamento superficial provindo das vias. As condições topográficas no entorno favorecem a rápida concentração superficial. Não há registro de danos e grandes impactos no trecho, apenas transtornos temporários na circulação dos veículos.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área ARA-04 a ocorrência de inundação. Neste caso, o grau de risco da área ARA-04, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como R2 – Risco Médio.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento das cheias na bacia do córrego do Ouro; (b) desenvolvimento de um plano de contingência para a área, incluindo sinalizações e placas de advertência; (c) orientação aos condutores de veículos sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva; e (d) verificar as condições estruturais de algumas obras de engenharia, no entorno da ponte.

Número aproximado de moradias: 0

Número aproximado de moradores: 0

Inundação

Município: Araraquara

Nome da Área: ARA-05 (Avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira - Centro)

Grau de Risco Predominante: R2 – Médio



Vista geral de área muito afetadas por inundações do córrego da Servidão. O córrego encontra-se canalizado neste trecho.



Registro de cavaletes posicionados em trecho muito afetado por inundações.



Vista de trecho intensamente afetado por inundações do córrego das Servidão. O córrego encontra-se canalizado neste trecho.



Vista geral de trecho afetado por inundações.

Descrição da Área

A área ARA-05 compreende o setor de risco localizado nas proximidades da avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira, região central do município. O bairro apresenta alta densidade ocupacional, composto por moradias de bom padrão construtivo e comércio, com infraestrutura pública (pavimentação, água e esgoto). O sistema de drenagem na via é satisfatório.

A região viária compreende importante via de ligação da região central com bairros, tendo um fluxo intenso de veículos, e terminal de integração de ônibus. A via encontra-se sobre o córrego da Servidão, canalizado até o encontro com o ribeirão do Ouro. Segundo informações da COMPDEC, o córrego é uma drenagem retificada (três linhas de galerias), retilínea e com muitos pontos que se apresentam danificados. O canal possui cerca de 7 m de largura e taludes marginais com alturas da ordem de 3 m. As inundações, segundo informações do representante da COMPDEC, são graduais e muito frequentes neste trecho da via. As alturas máximas dos eventos de inundação são da ordem de 2 m, afetando moradias, sistema viário e comércio (há cavaletes posicionados em pontos específicos da via para rápida interdição quando necessário). Além das águas que extravasam do canal, há contribuição significativa do escoamento superficial provindo das vias. As condições topográficas no entorno favorecem a rápida concentração superficial. Há registro de danos e impactos no trecho, provocando estragos em automóveis e ônibus e transtornos temporários na circulação dos veículos.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área ARA-05 a ocorrência de inundação. Neste caso, o grau de risco da área ARA-05, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como R2 – Risco Médio.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento das cheias na bacia do córrego da Servidão; (b) desenvolvimento de um plano de contingência para a área, incluindo sinalizações e placas de advertência; (c) orientação aos condutores de veículos sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva; e (d) verificação das condições estruturais das galerias.

Número aproximado de moradias: 0

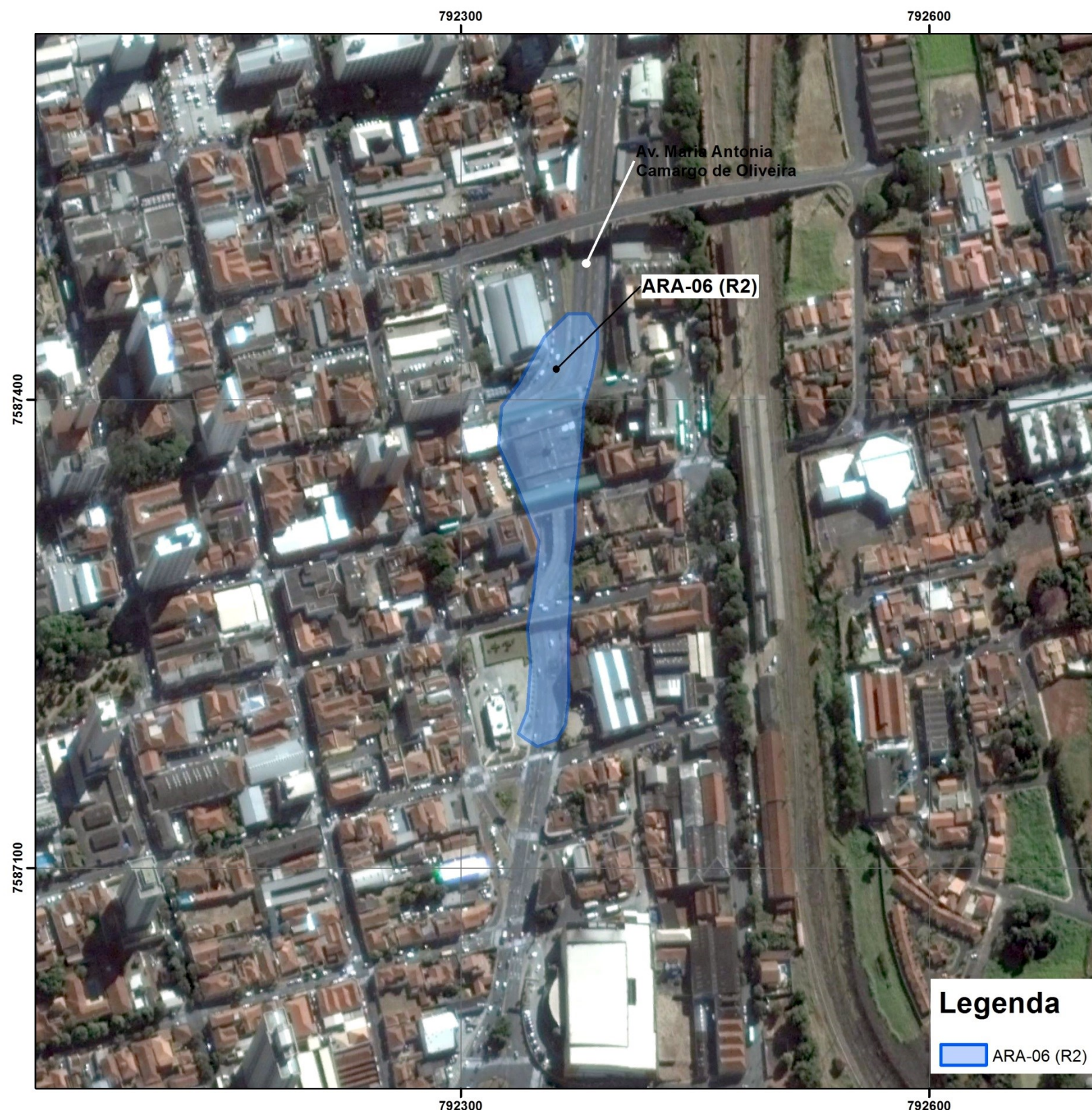
Número aproximado de moradores: 0

Inundação

Município: Araraquara

Nome da Área: ARA-06 (Avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira – Vila Melhado)

Grau de Risco Predominante: R2 – Médio



Vista geral de cruzamento próximo à Rodoviária e a Avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira.



Vista de trecho do ribeirão do Ouro e respectiva travessia. Notar dimensões do córrego e do vão da ponte.



Vista da margem esquerda do ribeirão do Ouro, com destaque para erosão que afeta o calçamento da avenida.



Vista geral de trecho da margem direita o qual apresenta uma série de fissuras e rachaduras.

Descrição da Área

A área ARA-06 compreende o setor de risco localizado nas proximidades da Rodoviária de Araraquara, avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira, Vila Melhado. O bairro apresenta alta densidade ocupacional, composto principalmente por casas comerciais, com infraestrutura pública (pavimentação, água e esgoto). O sistema de drenagem na via é satisfatório.

A região vistoriada compreende importante via de ligação da região central com bairros (fluxo intenso de veículos) e terminal Rodoviário. A avenida margeia o ribeirão do Ouro, drenagem que se encontra a céu aberto, por toda sua extensão. Segundo informações da COMPDEC, o córrego é uma drenagem retificada, retilínea e com taludes impermeabilizados em boa parte do córrego. O canal possui cerca de 5 m de largura e taludes marginais com alturas da ordem de 3 - 4 m. As inundações, segundo informações do representante da COMPDEC, são graduais e muito frequentes neste trecho da via. As alturas máximas dos eventos de inundação são da ordem de 1,5 m, afetando grande extensão (ambos os lados do avenida), basicamente o sistema viário e comércio. As chuvas que provocam as inundações chegam a valores da ordem de 60 - 100 mm em poucas horas. É considerado um dos pontos mais críticos do município. Além das águas que extravasam do canal, há contribuição significativa do escoamento superficial provindo das vias. As condições topográficas no entorno favorecem a rápida concentração superficial. Há registro de danos e grandes impactos no trecho, causando transtornos temporários na circulação dos veículos.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área ARA-06 a ocorrência de inundação. Neste caso, o grau de risco da área ARA-06, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como R2 – Risco Médio.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento das cheias na bacia do córrego do Ouro; (b) desenvolvimento de um plano de contingência para a área, incluindo sinalizações e placas de advertência; (c) orientação aos condutores de veículos sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva; (d) verificar a possibilidade de proteção (defensas metálicas - barreira) entre a via e o ribeirão (instalação de "guard rail").

Número aproximado de moradias: maior que 6

Número aproximado de moradores: maior que 24

Inundação

Município: Araraquara
Nome da Área: ARA-07 (Av. Padre José de Anchieta - Suconase)
Grau de Risco Predominante: R2 – Médio



Vista do ribeirão do Ouro.



Vista do ponto no qual o ribeirão do Ouro passa a ser canalizado.



Vista de trecho afetado pelas inundações do ribeirão do Ouro (cabeceira direita da ponte) e no qual há processo erosivo em evolução.



Equipe técnica do IPT que realizou os trabalhos de campo, juntamente com representantes da Defesa Civil do município de Araraquara, senhores Luiz Dellaqua e Reginaldo Luis Bolato.

Descrição da Área

A área ARA-07 compreende o setor de risco localizado nas proximidades da rua Padre José de Anchieta, Suconase, bem próximo à Cutrale. O bairro apresenta baixa a média densidade ocupacional, composto principalmente por casas comerciais, com infraestrutura pública (pavimentação, água e esgoto). O sistema de drenagem na via é precário. A região vistoriada compreende via de ligação entre bairros e possui fluxo intenso de veículos. A rua cruza o ribeirão do Ouro, drenagem que se encontra a céu aberto, por toda sua extensão. Trata-se de drenagem natural e meandante até o muro de divisa da Cutrale. No interior da empresa (Cutrale) o ribeirão encontra-se canalizado. O canal possui cerca de 2 m de largura e taludes marginais com alturas da ordem de 3 m. As inundações, segundo informações do representante da COMPDEC, são graduais e muito frequentes neste trecho da via. As alturas máximas dos eventos de inundação são da ordem de 1,2 m, localizadas na região de baixada, afetando a circulação de veículos na área. É considerado um dos pontos críticos do município. Além das águas que extravasam do canal, há contribuição significativa do escoamento superficial provindo das vias. As condições topográficas no entorno favorecem a rápida concentração superficial. Não há registro de danos e grandes impactos no trecho, apenas transtornos temporários na circulação dos veículos.

Descrição do Processo Observado e/ou Potencial

Espera-se para a área ARA-07 a ocorrência de inundação. Neste caso, o grau de risco da área ARA-07, em função da probabilidade e gravidade, foi definido como R2 – Risco Médio.

Sugestão de Intervenções

Sugerem-se as seguintes ações para redução dos riscos: (a) monitoramento das cheias na bacia do córrego do Ouro; (b) desenvolvimento de um plano de contingência para a área, incluindo sinalizações e placas de advertência; e (c) orientação aos condutores de veículos sobre como proceder em casos de alertas nas situações críticas de chuva.

Número aproximado de moradias: 0

Número aproximado de moradores: 0

 ipt INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS	CTGeo - Sirden	 Governo do Estado de São Paulo Coordenadoria Estadual de Defesa Civil Casa Militar - Gabinete do Governador
Escala: 1:2.000	Município de Araraquara	
Data: Março/2018	ARA-07 (Av. Padre José de Anchieta - Suconase) – Inundação - (R2 – Médio)	
RT Nº: 152.911-205	Desenho Nº: 07	

APÊNDICE 2

FICHAS DAS ÁREAS DE RISCO MAPEADAS E VISTORIADAS

ÁREA ARAI-01

Rua Napoleão Selmi Dei/Rua Henrique Lupo – Vila Harmonia

Risco Médio (R2) – Inundação



FIGURA 1 – Vista geral da área mapeada ARA-01. Fonte: *Image 2015 CNES/Astrium*, Google Earth Pro, 2016.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

LOCALIZAÇÃO					
Município: <u>Araraquara</u>			Área: <u>01</u>		
Nome da área: <u>Vila Harmonia</u>			Coord E (m): <u>791815</u>	Coord N (m): <u>7591277</u>	
Localização: <u>Rua Napoleão Selmi Dei/ Rua Henrique Lupo</u>			Data: <u>20/02/2018</u>		
Equipe: <u>Luiz Dellaqua, Reginaldo Luis Bolato (COMDEC), Marcelo Fischer Gramani</u>					
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA					
Tipo predominante de construção: ☐ Alvenaria ☐ Madeira ☐ Misto					
Densidade de ocupação: ☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4					
Condição das vias: ☐ pavimentada ☒ não pavimentada Obs:					
Sistema de drenagem superficial: ☐ Inexistente ☐ Precário ☒ Satisfatório					
Cobertura da área: ☒ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☒ Vegetada					
☐ Presença de erosão nas proximidades					
Altura máxima do evento de inundação: <u>0,5</u> m Fonte dos dados: <u>COMDEC</u>					
Raio de alcance máximo do evento a partir do eixo do canal: <u>50</u> m Fonte dos dados: <u>COMDEC</u>					
Quantidade de chuva registrada na ocasião do evento: <u>60-1</u> mm Fonte dos dados: _____					
CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM					
Tipo de canal: ☒ Retificado ☐ Natural ☒ Retilíneo ☐ Meandrante ☒ Assoreado ☐ Lixo ☐ Entulho					
Largura máxima do canal: <u>4</u> m Altura máxima do canal: <u>5</u> m Distância das moradias ao eixo do canal: <u>50</u> m					
Presença de assoreamento: ☐ Lixo ☐ Entulho ☒ Solo					
Cobertura do talude marginal: ☒ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☒ Vegetada					
☐ Presença de solapamento de margem Obs:					
Presença de intervenções nas proximidades: ☒ Dique ☐ Barragem ☐ Piscinão ☒ Ponte ☐ Canalização ☐ Travessia					
Obs: <u>Barragem</u>					
☒ Presença de obstrução ou diminuição de vazão ao longo do canal					
Obs: _____					
DESCRIÇÃO DA ÁREA					
- Barragem Assoreada + Captação de água - Vertedor central + extravasor lateral na margem direita - Ribeirão das Cruzes - Água desce com velocidade pelas ruas no entorno - Afeta a circulação do trânsito no local/ Importante via de circulação - Área próxima ao Horto - Transtornos temporário					
DEFINIÇÃO DO GRAU DE RISCO					
	Gravidade Probabilidade	Negligenciável	Médio	Alto	Desastre
Baixo	☐ Baixo	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Muito Alto	
Médio	☐ Baixo	☒ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto	
Alto	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto	
Muito Alto	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto	
Número de moradias na área: <u>vias de acesso</u>					

FIGURA 2 – Ficha de campo da Área ARA-01.



FOTO 1. Vista geral de barragem localizada no ribeirão das Cruzes. Trata-se de área de captação de água e regularização de cheia. Há extravaso lateral (margem esquerda) e vertedor central.



FOTO 2. Vista de banco de areia, a montante do vertedor central, mostrando grau de assoreamento do lago formado o barramento do ribeirão das Cruzes.



FOTO 3. Vista geral da margem direita da barragem. Na margem direita estão localizadas as instalações que compõe o sistema de captação de água.



FOTO 4. Vista da travessia do ribeirão das Cruzes, localizada a cerca de 30 m a jusante do ponto mostrado na FOTO 3.



FOTO 5. Vista geral de trecho do ribeirão das Cruzes. Notar dimensões do leito e das margens e intervenções presentes neste local.



FOTO 6. Vista da ponte sobre o ribeirão das Cruzes, nas proximidades da barragem. Notar dimensões da ponte e do vão central.



FOTO 7. Vista de área afetada pelas inundações do ribeirão das Cruzes (margem esquerda do ribeirão). Segundo informações da COMDEC, as águas atingem cerca de 0,50 m de altura e provocam transtornos temporários no local. Há contribuição de águas que se concentram no sistema viário.



FOTO 8. Vista de área afetada pelas inundações do ribeirão das Cruzes (margem direita do ribeirão). Segundo informações da COMDEC, as águas atingem cerca de 0,50 m de altura e provocam transtornos temporários no local. Há contribuição de águas que se concentram no sistema viário.

ÁREA ARA-02

**Avenida Padre Francisco Sales Colturato/ Rua Heitor Souza Pinheiro –
Jardim dos Manacás**

Risco Médio (R2) – Inundação



FIGURA 3 – Vista geral da área mapeada ARA-02. Fonte: *Image 2015 CNES/Astrium*, Google Earth Pro, 2016.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

LOCALIZAÇÃO					
Município: Araraquara		Área: 02			
Nome da área: Jd. dos Manacás		Coord E (m): 790018	Coord N (m): 75885534		
Localização: Av. Padre Francisco Sale Colturato/ Heitor Souza Pinheiro		Data: 20/02/2018			
Equipe: Luiz Dellaqua, Reginaldo Luis Bolato (COMDEC), Marcelo Fischer Gramani					
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA					
Tipo predominante de construção: ☐ Alvenaria ☐ Madeira ☐ Misto					
Densidade de ocupação: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4					
Condição das vias: ☐ pavimentada ☐ não pavimentada Obs:					
Sistema de drenagem superficial: ☐ Inexistente ☐ Precário ☐ Satisfatório					
Cobertura da área: ☐ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☐ Vegetada					
☐ Presença de erosão nas proximidades					
Altura máxima do evento de inundação: 0,4 m Fonte dos dados: COMDEC					
Raio de alcance máximo do evento a partir do eixo do canal: >40 m Fonte dos dados: COMDEC					
Quantidade de chuva registrada na ocasião do evento: 60-1 mm Fonte dos dados:					
CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM					
Tipo de canal: ☒ Retificado ☐ Natural ☒ Retilíneo ☐ Meandrante ☒ Assoreado ☐ Lixo ☐ Entulho					
Largura máxima do canal: 8 m Altura máxima do canal: 7 m Distância das moradias ao eixo do canal: >5 m					
Presença de assoreamento: ☒ Lixo ☐ Entulho ☒ Solo					
Cobertura do talude marginal: ☐ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☒ Vegetada					
☒ Presença de solapamento de margem Obs: Pequenos e bem localizados					
Presença de intervenções nas proximidades: ☐ Dique ☐ Barragem ☐ Piscinão ☒ Ponte ☐ Canalização ☐ Travessia					
Obs:					
☐ Presença de obstrução ou diminuição de vazão ao longo do canal					
Obs:					
DESCRIÇÃO DA ÁREA					
- Ribeirão das Cruzes - Água desce com velocidade pelo sistema viário - Transtornos temporários (Interrupção de passagem de veículos) - Ponto localizado a jusante da barragem (área 01) - Área de grande circulação					
DEFINIÇÃO DO GRAU DE RISCO					
	Gravidade Probabilidade	Negligenciável	Médio	Alto	Desastre
Baixo	☐ Baixo	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Muito Alto	
Médio	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto	
Alto	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto	
Muito Alto	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto	
Número de moradias na área: Sistema viário					

FIGURA 4 – Ficha de campo da Área ARA-02.



FOTO 9. Vista geral de trecho da Avenida Padre Francisco Sales Colturato bastante afetado pelas inundações do ribeirão das Cruzes. Segundo dados da COMDEC as águas podem atingir cerca de 0,40 m de lâmina d'água. A seta indica o guarda corpo de montante da ponte.



FOTO 10. Vista geral de trecho da Avenida Padre Francisco Sales Colturato bastante afetado pelas inundações do ribeirão das Cruzes. Segundo dados da COMDEC as águas podem atingir cerca de 0,40 m de lâmina d'água. A seta indica o guarda corpo de jusante da ponte. Notar arbustos cobrindo grande parte do guarda corpo.



FOTO 11. Vista de trecho do ribeirão das Cruzes, margem esquerda. Notar tubulações que conduzem as águas de coletadas nas áreas impermeabilizadas do bairro.



FOTO 12. Vista da travessia do ribeirão das Cruzes. Notar dimensões do vão central da ponte.



FOTO 13. Vista geral de trecho da Avenida Padre Francisco Sales Colturato bastante afetado pelas inundações do ribeirão das Cruzes.



FOTO 14. Vista margem esquerda do ribeirão das Cruzes com destaque para a proteção das margem e leito do ribeirão neste trecho.



FOTO 15. Vista de área afetada pelas inundações do ribeirão das Cruzes. Há contribuição de águas que se concentram no sistema viário.



FOTO 16. Vista de sistema localizado no canteiro central da avenida executado para aumentar a eficiência no escoamento das águas após as cheias.

ÁREA ARA-03

Estrada Abílio Augusto Corrêa – Bairro dos Machados

Risco Médio (R2) – Inundação

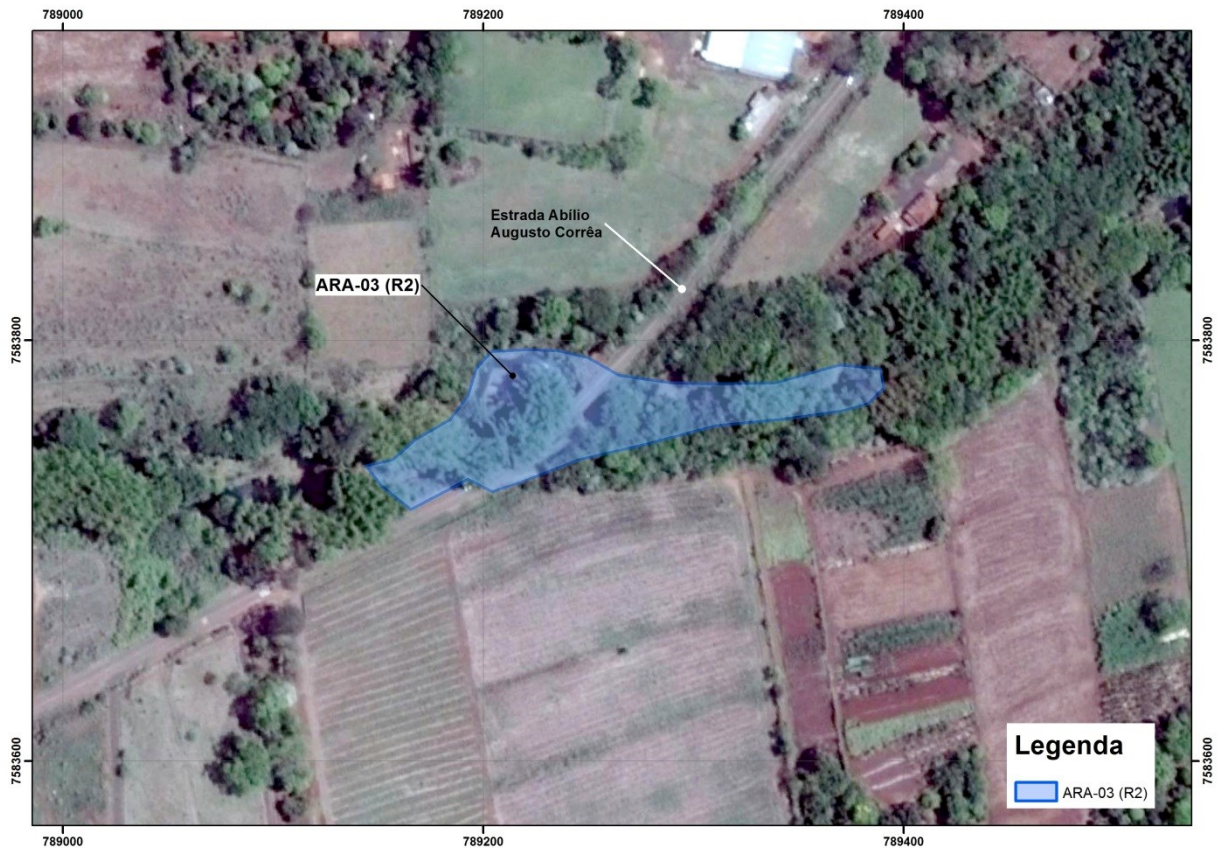


FIGURA 5 – Vista geral da área mapeada ARA-03. Fonte: *Image 2015 CNES/Astrium*, Google Earth Pro, 2016.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

LOCALIZAÇÃO					
Município: <u>Araraquara</u>			Área: <u>03</u>		
Nome da área: <u>Bairro dos Machados</u>			Coord E (m): <u>789238</u>	Coord N (m): <u>7583760</u>	
Localização: <u>Estrada Abílio de Augusto Corrêa</u>			Data: <u>20/02/2018</u>		
Equipe: <u>Luiz Dellaqua, Reginaldo Luis Bolato (COMDEC), Marcelo Fischer Gramani</u>					
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA					
Tipo predominante de construção: ☐ Alvenaria ☐ Madeira ☐ Misto					
Densidade de ocupação: ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4					
Condição das vias: ☐ pavimentada ☐ não pavimentada Obs: _____					
Sistema de drenagem superficial: ☐ Inexistente ☒ Precário ☐ Satisfatório					
Cobertura da área: ☐ Impermeabilizada ☒ Solo exposto ☐ Vegetada					
☒ Presença de erosão nas proximidades					
Altura máxima do evento de inundação: <u>1,0</u> m Fonte dos dados: <u>COMDEC</u>					
Raio de alcance máximo do evento a partir do eixo do canal: <u>>40</u> m Fonte dos dados: _____					
Quantidade de chuva registrada na ocasião do evento: <u>60-1</u> mm Fonte dos dados: <u>COMDEC</u>					
CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM					
Tipo de canal: ☐ Retificado ☒ Natural ☐ Retilíneo ☒ Meandrante ☒ Assoreado ☐ Lixo ☐ Entulho					
Largura máxima do canal: <u>5</u> m Altura máxima do canal: <u>4</u> m Distância das moradias ao eixo do canal: _____ m					
Presença de assoreamento: ☐ Lixo ☐ Entulho ☒ Solo					
Cobertura do talude marginal: ☐ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☐ Vegetada					
☒ Presença de solapamento de margem Obs: _____					
Presença de intervenções nas proximidades: ☐ Dique ☐ Barragem ☐ Piscinão ☐ Ponte ☐ Canalização ☐ Travessia					
Obs: _____					
☒ Presença de obstrução ou diminuição de vazão ao longo do canal					
Obs: _____					
DESCRIÇÃO DA ÁREA					
- Córrego do Ouro - Problemas nas cabeceiras da ponte, principalmente na margem esquerda. - Talude próximo a rodovia com erosão acentuada					
DEFINIÇÃO DO GRAU DE RISCO					
	Gravidade Probabilidade	Negligenciável	Médio	Alto	Desastre
Baixo		☐ Baixo	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Muito Alto
Médio		☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto
Alto		☐ Baixo	☒ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto
Muito Alto		☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto
Número de moradias na área: <u>Rodovia</u>					

FIGURA 6 – Ficha de campo da Área ARA-03.



FOTO 17. Vista geral de trecho da estrada Abílio Augusto Corrêa em local afetado por inundações e solapamento de margem (afetando a cabeceira da ponte). Trata-se de área de travessia do córrego do Ouro.



FOTO 18. Registro de feições de movimentações que afetam o pavimento da estrada Abílio Augusto Corrêa.



FOTO 19. Vista da ponte sobre o córrego do Ouro. Notar vão central e obras de recuperação e contenção da cabeceira da margem esquerda.



FOTO 20. Vista de sistema de drenagem localizado na margem direita do córrego do Ouro (coleta as águas da estrada). Notar condições estruturais do sistema.



FOTO 21 Vista, de jusante para montante, das obras de recuperação e contenção da cabeceira da margem esquerda do córrego do Ouro.



FOTO 22. Vista lateral das obras de recuperação e contenção.



FOTO 23. Vista, de montante para jusante, do córrego do Ouro. Notar dimensões da margem e leito da drenagem.



FOTO 24. Vista de erosão da margem direita do córrego do Ouro.

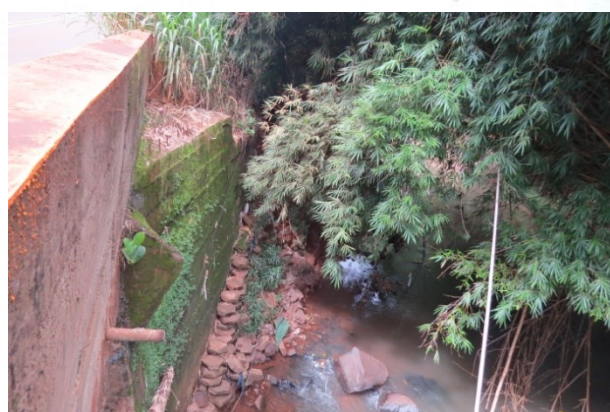


FOTO 25. Vista, de montante, das estruturas que compõem a cabeceira da margem direita.



FOTO 26. Vista, de jusante, das estruturas que compõem a cabeceira da margem esquerda.



FOTO 27. Vista, de jusante para montante, do córrego do Ouro. Notar dimensões da drenagem e bancos de areia mostrando grau de assoreamento da drenagem.



FOTO 28. Vista, de montante para jusante, do córrego do Ouro. Notar dimensões da drenagem e bancos de areia mostrando grau de assoreamento da drenagem.

ÁREA ARA-04

Rua Imaculada Conceição – Jardim Tamoio

Risco Médio (R2) – Inundação



FIGURA 7 – Vista geral da área mapeada ARA-04. Fonte: *Image 2015 CNES/Astrium*, Google Earth Pro, 2016.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

LOCALIZAÇÃO					
Município: <u>Araraquara</u>		Área: <u>04</u>			
Nome da área: <u>Jardim Tamoio</u>		Coord E (m): <u>791537</u>	Coord N (m): <u>7585300</u>		
Localização: <u>Rua Imaculada da Conceição</u>		Data: <u>20/02/2018</u>			
Equipe: <u>Luiz Dellaqua, Reginaldo Luis Bolato (COMDEC), Marcelo Fischer Gramani</u>					
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA					
Tipo predominante de construção: ☒ Alvenaria ☐ Madeira ☐ Misto					
Densidade de ocupação: ☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4					
Condição das vias: ☒ pavimentada ☐ não pavimentada Obs: _____					
Sistema de drenagem superficial: ☐ Inexistente ☒ Precário ☐ Satisfatório					
Cobertura da área: ☒ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☒ Vegetada					
☒ Presença de erosão nas proximidades					
Altura máxima do evento de inundação: <u>0,5</u> m Fonte dos dados: <u>COMDEC</u>					
Raio de alcance máximo do evento a partir do eixo do canal: _____ m Fonte dos dados: _____					
Quantidade de chuva registrada na ocasião do evento: <u>60-1</u> mm Fonte dos dados: <u>COMDEC</u>					
CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM					
Tipo de canal: ☐ Retificado ☒ Natural ☒ Retilíneo ☐ Meandrante ☒ Assoreado ☐ Lixo ☐ Entulho					
Largura máxima do canal: <u>15</u> m Altura máxima do canal: <u>3</u> m Distância das moradias ao eixo do canal: <u>10</u> m					
Presença de assoreamento: ☐ Lixo ☐ Entulho ☒ Solo					
Cobertura do talude marginal: ☐ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☒ Vegetada					
☒ Presença de solapamento de margem Obs: _____					
Presença de intervenções nas proximidades: ☐ Dique ☐ Barragem ☐ Piscinão ☐ Ponte ☐ Canalização ☐ Travessia					
Obs: _____					
☐ Presença de obstrução ou diminuição de vazão ao longo do canal					
Obs: _____					
DESCRIÇÃO DA ÁREA					
- Córrego do Ouro - Moradias na margem esquerda - Vários sinais de movimentação nas obras (rupturas/trincas/deslocamentos) - Solapamentos					
DEFINIÇÃO DO GRAU DE RISCO					
	Gravidade Probabilidade	Negligenciável	Médio	Alto	Desastre
Baixo		☐ Baixo	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Muito Alto
Médio		☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto
Alto		☐ Baixo	☒ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto
Muito Alto		☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto
Número de moradias na área: <u>Sistema viário + 8 casas</u>					

FIGURA 8 – Ficha de campo da Área ARA-04.



FOTO 29. Vista, de montante para jusante, de sistema de drenagem superficial (“rampa”), para condução das águas que escoam pelas vias de acesso (seta).



FOTO 30. Vista, de jusante para montante, da via de acesso e moradais (ao fundo) afetadas pela inundação do córrego.



FOTO 31. Vista, de jusante para montante, da travessia sobre o córrego. Notar dimensões do vão e “rampa” construída para dar maior vazão das águas providas do sistema viário.



FOTO 32. Registro de solapamento de margens de pequenas dimensões.



FOTO 33. Vista, de montante para jusante, do córrego. Notar dimensões (largura e altura das margens) e contenções laterais que apresentam problemas (ver FOTO 34).



FOTO 34. Vista das obras de contenção, localizadas nas proximidades da ponte, que apresentam problemas estruturais.



FOTO 35. Vista da “rampa” e drenagem ao fundo.



FOTO 36. Vista geral da drenagem. Notar dimensões e proteção vegetal das margens. Há poucas moradias nas proximidades.

ÁREA ARA-05

Avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira - Centro

Risco Médio (R2) – Inundação



FIGURA 9 – Vista geral da área mapeada ARA-05. Fonte: *Image 2015 CNES/Astrium*, Google Earth Pro, 2016.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

LOCALIZAÇÃO					
Município: Araraquara		Área: 05			
Nome da área: Centro		Coord E (m): 792331	Coord N (m): 7587355		
Localização: Av. Maria Antonio Camargo de Oliveira		Data: 20/02/2018			
Equipe: Luiz Dellaqua, Reginaldo Luis Bolato (COMDEC), Marcelo Fischer Gramani					
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA					
Tipo predominante de construção: ☒ Alvenaria ☐ Madeira ☐ Misto					
Densidade de ocupação: ☒ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4					
Condição das vias: ☒ pavimentada ☐ não pavimentada Obs:					
Sistema de drenagem superficial: ☐ Inexistente ☒ Precário ☐ Satisfatório					
Cobertura da área: ☒ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☐ Vegetada					
☐ Presença de erosão nas proximidades					
Altura máxima do evento de inundação: 2,0 m Fonte dos dados: COMDEC					
Raio de alcance máximo do evento a partir do eixo do canal: m Fonte dos dados:					
Quantidade de chuva registrada na ocasião do evento: 60-1 mm Fonte dos dados: COMDEC					
CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM					
Tipo de canal: ☒ Retificado ☐ Natural ☐ Retilíneo ☐ Meandrante ☐ Assoreado ☐ Lixo ☐ Entulho					
Largura máxima do canal: 7 m Altura máxima do canal: 3 m Distância das moradias ao eixo do canal: m					
Presença de assoreamento: ☐ Lixo ☐ Entulho ☐ Solo					
Cobertura do talude marginal: ☒ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☐ Vegetada					
☐ Presença de solapamento de margem Obs:					
Presença de intervenções nas proximidades: ☐ Dique ☐ Barragem ☐ Piscinão ☐ Ponte ☒ Canalização ☐ Travessia					
Obs: 3 linhas de galerias (não foi possível observar)					
☐ Presença de obstrução ou diminuição de vazão ao longo do canal					
Obs:					
DESCRIÇÃO DA ÁREA					
- Valores estimados - Córrego da Servidão, canalizado até o Ribeirão do Ouro (galerias). - Grande concentração das águas dos bairros em ambas as margens. - Inundação rápida/ cavaletes posicionados preventivamente. - Segundo a COMDEC uma vistoria interna indicou muitos pontos de ruína (patologias) da galeria.					
DEFINIÇÃO DO GRAU DE RISCO					
	Gravidade	Negligenciável	Médio	Alto	Desastre
Probabilidade					
Baixo	☐ Baixo	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Muito Alto	
Médio	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto	
Alto	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto	
Muito Alto	☐ Baixo	☒ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto	
Número de moradias na área: Sistema viário + comércio.					

FIGURA 10 – Ficha de campo da Área ARA-05.



FOTO 37. Vista da área muito afetada por inundações do córrego da Servidão, canalizado. Segundo dados da COMPDEC os eventos de inundação podem atingir até 2 m de altura.



FOTO 38. Vista, de jusante para montante, da via de acesso e moradas (ao fundo) afetadas pelas inundações do córrego.

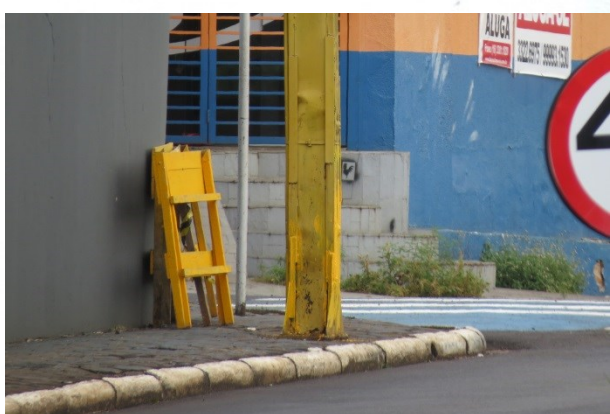


FOTO 39. Detalhe de cavaletes em trecho muito afetado por inundações. Em casos de alertas de monitoramento para condições críticas de inundação, os cavaletes são posicionados, bloqueando o acesso a este local.



FOTO 40. Vista de trecho intensamente afetado por inundações do córrego das Servidão.



FOTO 41. Vista do trecho afetado por inundações do córrego da Servidão, próximo ao Terminal de Integração de ônibus.



FOTO 42. Vista do sistema viário afetado por inundações do córrego. As águas podem atingir cerca de 1,5 m de altura.

ÁREA ARA-06

Avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira – Vila Melhado

Risco Médio (R2) – Inundação

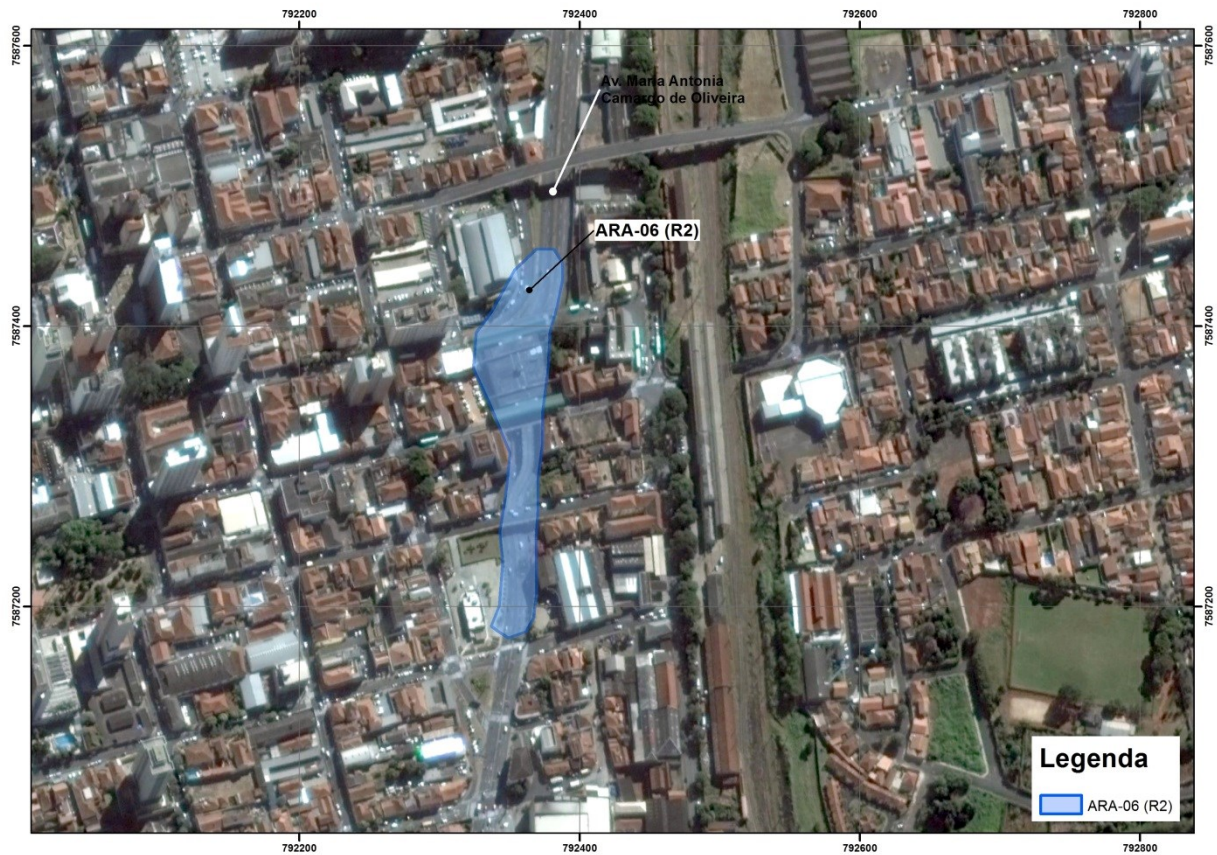


FIGURA 11 – Vista geral da área mapeada ARA-06. Fonte: *Image 2015 CNES/Astrium*, Google Earth Pro, 2016.

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

LOCALIZAÇÃO					
Município: Araraquara		Área: 06			
Nome da área: Vila Melhado		Coord E (m): 792303	Coord N (m): 7585882		
Localização: Av. Maria Antonia Camargo de Oliveira		Data: 20/02/2018			
Equipe: Luiz Dellaqua, Reginaldo Luis Bolato (COMDEC), Marcelo Fischer Gramani					
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA					
Tipo predominante de construção: ☐ Alvenaria ☐ Madeira ☐ Misto					
Densidade de ocupação: ☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4					
Condição das vias: ☒ pavimentada ☐ não pavimentada Obs:					
Sistema de drenagem superficial: ☐ Inexistente ☒ Precário ☐ Satisfatório					
Cobertura da área: ☒ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☐ Vegetada					
☐ Presença de erosão nas proximidades					
Altura máxima do evento de inundação: 1,5 m Fonte dos dados: COMDEC					
Raio de alcance máximo do evento a partir do eixo do canal: >50 m Fonte dos dados: COMDEC					
Quantidade de chuva registrada na ocasião do evento: 60-1 mm Fonte dos dados: COMDEC					
CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM					
Tipo de canal: ☒ Retificado ☐ Natural ☒ Retilíneo ☐ Meandrante ☒ Assoreado ☐ Lixo ☐ Entulho					
Largura máxima do canal: 5 m Altura máxima do canal: 4 m Distância das moradias ao eixo do canal: >5 m					
Presença de assoreamento: ☐ Lixo ☐ Entulho ☒ Solo					
Cobertura do talude marginal: ☒ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☒ Vegetada					
☒ Presença de solapamento de margem Obs:					
Presença de intervenções nas proximidades: ☐ Dique ☐ Barragem ☐ Piscinão ☒ Ponte ☐ Canalização ☐ Travessia					
Obs:					
☐ Presença de obstrução ou diminuição de vazão ao longo do canal					
Obs:					
DESCRIÇÃO DA ÁREA					
- Ribeirão do Ouro - Trecho próximo à rodoviária/ grande extensão - Inundação atinge os dois lados da avenida - Calçamento com fissuras e irregularidades - Força da água solta as tampas das P.V.					
DEFINIÇÃO DO GRAU DE RISCO					
	Gravidade	Negligenciável	Médio	Alto	Desastre
Probabilidade					
Baixo	☐ Baixo	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Muito Alto	
Médio	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto	
Alto	☐ Baixo	☒ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto	
Muito Alto	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto	
Número de moradias na área: Sistema viário					

FIGURA 12 – Ficha de campo da Área ARA-06.



FOTO 43. Vista geral de cruzamento próximo à Rodoviária e a Avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira, atingidas, frequentemente, por eventos de inundação do ribeirão Ouro.



FOTO 44. Vista de trecho do ribeirão do Ouro e respectiva travessia. Notar dimensões do vão do córrego e do sistema viário afetado pelas inundações.



FOTO 45. Vista de trecho do ribeirão do Ouro. Notar as dimensões do vão da ponte e a presença de vegetação nos talues marginais.



FOTO 46. Vista detalhe da FOTO 45, referente a uma trinca indetificada próxima à cabeceira da ponte.



FOTO 47. Vista geral da Avenida Maria Antonia Camargo de Oliveira, nas proximidades da Rodoviária. Um grande trecho da avenida é afetado por inundações do ribeirão do Ouro.



FOTO 48. Vista geral do ribeirão do Ouro, nas proximidades da Rodoviária (seta). Notar dimensões da drenagem (altura da margem e largura). As inundações afetam as duas pistas da avenida.



FOTO 49. Vista da margem esquerda do ribeirão do Ouro, com destaque para erosão que afeta o calçamento da avenida.



FOTO 50. Vista geral de trecho da margem direita o qual apresenta uma série de fissuras e rachaduras.



FOTO 51. Detalhe da Foto 50, das fissuras presentes no calçamento da avenida, localizados na margem direita do córrego.



FOTO 52. Vista geral, de jusante para montante, do ribeirão do Ouro. Notar a vegetação presente em ambas as margens.



FOTO 53. Vista de régua instalada próxima a cabeceira de ponte. Notar que a vegetação chega a cobrir parte da régua de referência.



FOTO 54. Vista geral, de montante para jusante, do ribeirão do Ouro. Notar a vegetação presente em ambas as margens.



FOTO 55. Vista de ponte sobre o ribeirão do Ouro. Notar vão central e altura das margens.



FOTO 56. Vista de tubulações que canalizam águas de afluente da margem esquerda do ribeirão do Ouro.



FOTO 57. Vista de estrutura contruída (seta) para acelerar a retirada das águas do sistema viário.



FOTO 58. Vista da chegada do córrego da Servidão no ribeirão do Ouro. Notar dimensões das galerias e tamanho do vão sob a ponte.

ÁREA ARA-07

Rua Padre José de Anchieta - Suconase

Risco Médio (R2) – Inundação



FIGURA 13 – Vista geral da área mapeada ARA-07. Fonte: *Image 2015 CNES/Astrium, Google Earth Pro, 2016.*

FICHA DE CAMPO - MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

LOCALIZAÇÃO					
Município: Araraquara		Área: 07			
Nome da área: Suconase		Coord E (m): 792840	Coord N (m): 7586469		
Localização: Rua Padre Anchieta		Data: 20/02/2018			
Equipe: Luiz Dellaqua, Reginaldo Luis Bolato (COMDEC), Marcelo Fischer Gramani					
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA					
Tipo predominante de construção: ☒ Alvenaria ☐ Madeira ☐ Misto					
Densidade de ocupação: ☐ 1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4					
Condição das vias: ☒ pavimentada ☐ não pavimentada Obs:					
Sistema de drenagem superficial: ☐ Inexistente ☒ Precário ☐ Satisfatório					
Cobertura da área: ☒ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☒ Vegetada					
☐ Presença de erosão nas proximidades					
Altura máxima do evento de inundação: 1,2 m Fonte dos dados: COMDEC					
Raio de alcance máximo do evento a partir do eixo do canal: 20 m Fonte dos dados: COMDEC					
Quantidade de chuva registrada na ocasião do evento: 60-1 mm Fonte dos dados: COMDEC					
CARACTERIZAÇÃO DA DRENAGEM					
Tipo de canal: ☐ Retificado ☒ Natural ☐ Retilíneo ☒ Meandrante ☒ Assoreado ☐ Lixo ☐ Entulho					
Largura máxima do canal: 2 m Altura máxima do canal: 3 m Distância das moradias ao eixo do canal: >5 m					
Presença de assoreamento: ☐ Lixo ☐ Entulho ☒ Solo					
Cobertura do talude marginal: ☐ Impermeabilizada ☐ Solo exposto ☒ Vegetada					
☐ Presença de solapamento de margem Obs:					
Presença de intervenções nas proximidades: ☐ Dique ☐ Barragem ☐ Piscinão ☐ Ponte ☒ Canalização ☐ Travessia					
Obs:					
☒ Presença de obstrução ou diminuição de vazão ao longo do canal					
Obs:					
DESCRIÇÃO DA ÁREA					
- Córrego do Ouro - Drenagem passa pelo terreno da Cutrale - Transtornos temporários/ bloqueio da via - Erosão da cabeceira da ponte; margem direita.					
DEFINIÇÃO DO GRAU DE RISCO					
	Gravidade	Negligenciável	Médio	Alto	Desastre
Probabilidade					
Baixo		☐ Baixo	☐ Baixo	☐ Médio	☐ Muito Alto
Médio		☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto
Alto		☒ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto
Muito Alto		☐ Baixo	☐ Médio	☐ Alto	☐ Muito Alto
Número de moradias na área: Sistema viário					

FIGURA 14 – Ficha de campo da Área ARA-07.



FOTO 59. Vista geral da rua Padre Anchieta em trecho frequentemente afetado por inundações do ribeirão do Ouro.



FOTO 60. Segundo informações da COMPDEC as águas chegam a atingir 1,20 m no trecho em destaque. O ribeirão do Ouro encontra-se canalizado e passa pelo terreno da empresa Cutrale (ao fundo).



FOTO 61. Vista do ribeirão do Ouro, nas proximidades do trecho mostrado na FOTO 62.



FOTO 62. Vista do ponto no qual o ribeirão do Ouro passa a ser canalizado.



FOTO 63. Vista da drenagem que provoca as inundações em trecho do rua Padre Anchieta.



FOTO 64. Vista geral do ribeirão do Ouro com destaque para suas dimensões e altura dos taludes marginais.



FOTO 65. Vista de trecho afetado pelas inundações do ribeirão do Ouro (cabeceira direita da ponte) e no qual há processo erosivo em evolução.



FOTO 66. Equipe técnica do IPT que realizou os trabalhos de campo, juntamente com representantes da Defesa Civil do município de Araraquara, senhores Luiz Dellaqua e Reginaldo Luis Bolato.

APÊNDICE 2

ARQUIVO DIGITAL