

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

DEISE SILVA

**ANÁLISE DE POSSÍVEIS SOLUÇÕES PREVENTIVAS DE  
DESLIZAMENTOS DE TERRA, CORRIDAS DE MASSA E  
INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE ITAOCA-SP**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA  
2016

DEISE SILVA

**ANÁLISE DE POSSÍVEIS SOLUÇÕES PREVENTIVAS DE  
DESLIZAMENTOS DE TERRA, CORRIDAS DE MASSA E  
INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE ITAOCA-SP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, do Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Francisco Kuster Puppi.

CURITIBA  
2016

## FOLHA DE APROVAÇÃO

### ***ANÁLISE DE POSSÍVEIS SOLUÇÕES PREVENTIVAS DE DESLIZAMENTOS DE TERRA, CORRIDAS DE MASSA E INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE ITAOCA-SP***

Por

**Deise Silva**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, defendido e aprovado em 20 de junho de 2016, pela seguinte banca de avaliação:

---

Rogério Francisco Küster Puppi, Dr.  
Orientador  
UTFPR

---

José Luiz Goncalves Brandi, MSc.  
UTFPR

---

Ronaldo Luis Dos Santos Izzo, Dr.  
UTFPR

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1: Vista da porção superior da encosta na cabeceira de contribuição do Rio Palmital.....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 2: Vista da deposição de grandes blocos de rocha. ....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 3 - Tragédia em Itaoca. ....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 4 - Principais tipos de escorregamentos.....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 5- Corrida de massa. ....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 6 - configuração da planície de inundação de um rio.....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 7: Perfil esquemático do processo de enchente e inundação.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 8 - Certificado da campanha "construindo cidades resilientes".....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 9 - Localização do município de Itaoca.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 10- Mapa de perigo de escorregamento de Itaoca-SP .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 11- Visão geral através de satélite do município.....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 12- Mapa de perigo de inundação. ....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 13- mapa de susceptibilidade das sub-bacias a corridas de massa.....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 14 - Detalhe da susceptibilidade do Córrego da Onça.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 15 - Vista de satélite do Córrego das Onças. ....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 16- outro ângulo de visão de satélite do córrego da onça. ....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 17- mapa de perigo de corridas de massa. ....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 18 - mapa de vulnerabilidade de Itaoca. ....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 19 - Mapa de Risco de escorregamentos. ....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 20 - Mapa de risco de inundação. ....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 21- Mapa de risco de corridas de massa.....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 22 - Concepção geral do reservatório.....</b>	<b>39</b>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	6
1.1. OBJETIVOS.....	10
1.1.1. Objetivo geral.....	10
1.1.2. Objetivos específicos.....	10
1.2. JUSTIFICATIVA.....	10
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	13
2.1. PLANEJAMENTO URBANO.....	13
2.2. DESASTRES NATURAIS.....	14
2.3. ESCORREGAMENTOS.....	14
2.4. CORRIDAS DE MASSA.....	16
2.5. INUNDAÇÕES.....	17
2.6. PERIGO, RISCOS E VULNERABILIDADE.....	19
2.7. CIDADES RESILIENTES.....	20
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	22
3.1. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO.....	22
3.1.1. Características Gerais.....	22
3.1.2. Características geológicas.....	23
3.2. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS SUJEITAS A DESASTRES AMBIENTAIS. ..	24
3.2.1. Análise de Perigos.....	24
3.2.2. Análise de Vulnerabilidade.....	31
3.2.3. Análise de Riscos.....	32
3.3. CASO DE MEDIDAS ADOTADAS EM OUTRO MUNICÍPIO.....	36
3.3.1. Proposta de Gestão de Risco de Inundação na Bacia do rio Mamanguape.....	36
3.3.2. Instalação de reservatório para controle de cheias da Avenida Pacaembu – cidade de São Paulo – SP.....	38
<b>4 RESULTADOS</b> .....	41
4.1. RECOMENDAÇÕES DE MEDIDAS ESTRUTURAIS.....	41
4.2. RECOMENDAÇÕES DE MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS.....	42
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	44
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	45

## 1 INTRODUÇÃO

As grandes metrópoles normalmente surgem de pequenos vilarejos, com exceção de cidades planejadas como é o caso de Brasília.

Segundo Canholi (2005), o crescimento das áreas habitadas ocorre, em geral, a partir das zonas mais baixas, próximas aos corpos hídricos, devido ao necessário contato da população com a água, recurso essencial para a manutenção da vida, sendo fonte de alimento através da pesca, dessedentação de animais, entre outras aplicações.

Com o crescimento dessas áreas habitadas, de acordo com Tucci (2012), o desenvolvimento urbano pode vir a ser desordenado, produzindo obstruções no escoamento pluvial pela construção de aterros e pontes mal dimensionados, obstruções pelo carreamento de sedimentos em processos erosivos, drenagens inadequadas, ocupação irregular, lançamentos ilegais de esgotos nos córregos de drenagem, entre outros fatores que contribuem para a ocorrência de transtornos como inundações, disseminação de doenças relacionadas ao saneamento, ineficiência no abastecimento de água potável, entre outros transtornos.

Philippi Júnior (2005) reitera afirmando que a ocupação de margens de rio, o lançamento de resíduos em cursos de água e terrenos vazios, a ocupação de encostas com risco de deslizamento, a ausência de saneamento básico, as habitações insalubres, o trânsito e a poluição atmosférica, o ruído, entre outros fatores são problemas urbanos que representam um grande desafio para os gestores. O mesmo autor afirma que a necessidade de crescimento econômico para os países em desenvolvimento tem prejudicado as políticas de planejamento e controle ambiental.

A Funasa (2006) defende que é preciso que haja uma alteração no modelo de desenvolvimento atual para que possa ser harmonizado a melhoria da qualidade de vida da população e a preservação ambiental, ou seja, um desenvolvimento sustentável que atenda às necessidades do presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

Santoro (2012) vai além e defende que pretende-se superar a percepção de que expandir o urbano é sempre indesejável e admitir que é um processo recorrente e que deve ser planejado para que aconteça sem prejuízos urbano-

ambientais e sociais e que ocorra de forma justa a distribuição de ônus e benefícios da urbanização.

Em 2001 com a promulgação da Lei federal nº 10.257, também chamada Estatuto da Cidade, foram fornecidas diretrizes gerais para a ordenança da política urbana de desenvolvimento. Dentre as principais, destaca-se a que menciona a necessidade de um planejamento do desenvolvimento das cidades de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente.

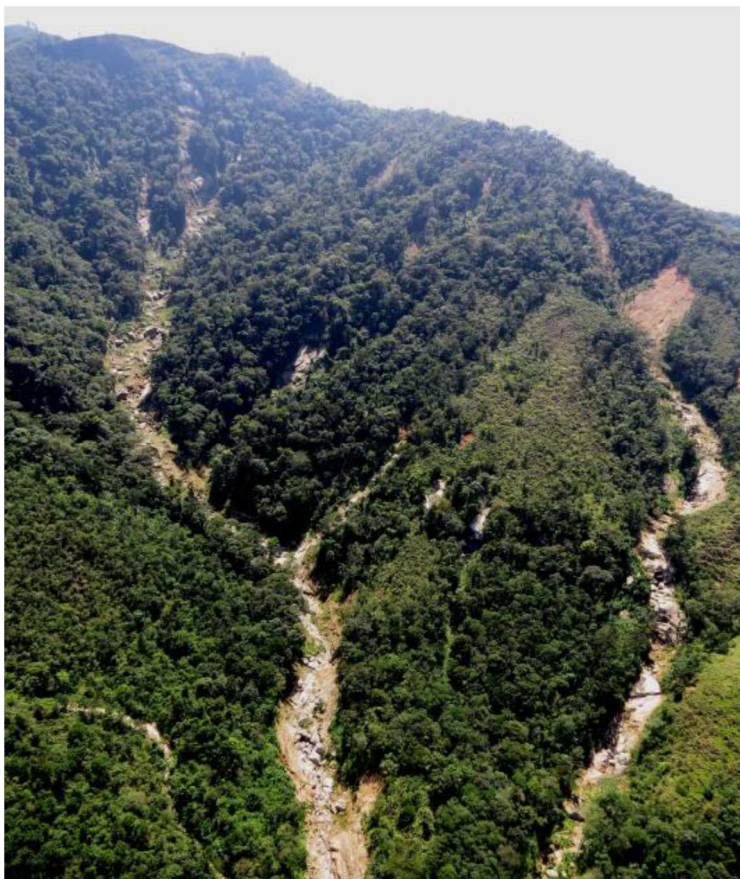
Segundo Ross (1995), o conhecimento das aptidões da superfície terrestre, para sustentar os diferentes usos do solo, é imprescindível para garantir o controle de fenômenos geodinâmicos indesejáveis, como movimentos de massa, erosão, assoreamento, enchente, dentre outros, os quais podem ser naturais ou induzidos pela ocupação do território.

Santoro (2012) em sua tese defende que as políticas territoriais municipais brasileiras têm interferido pouco, tanto no processo de crescimento nas cidades, como no planejamento e na qualidade do espaço urbano resultante desse crescimento.

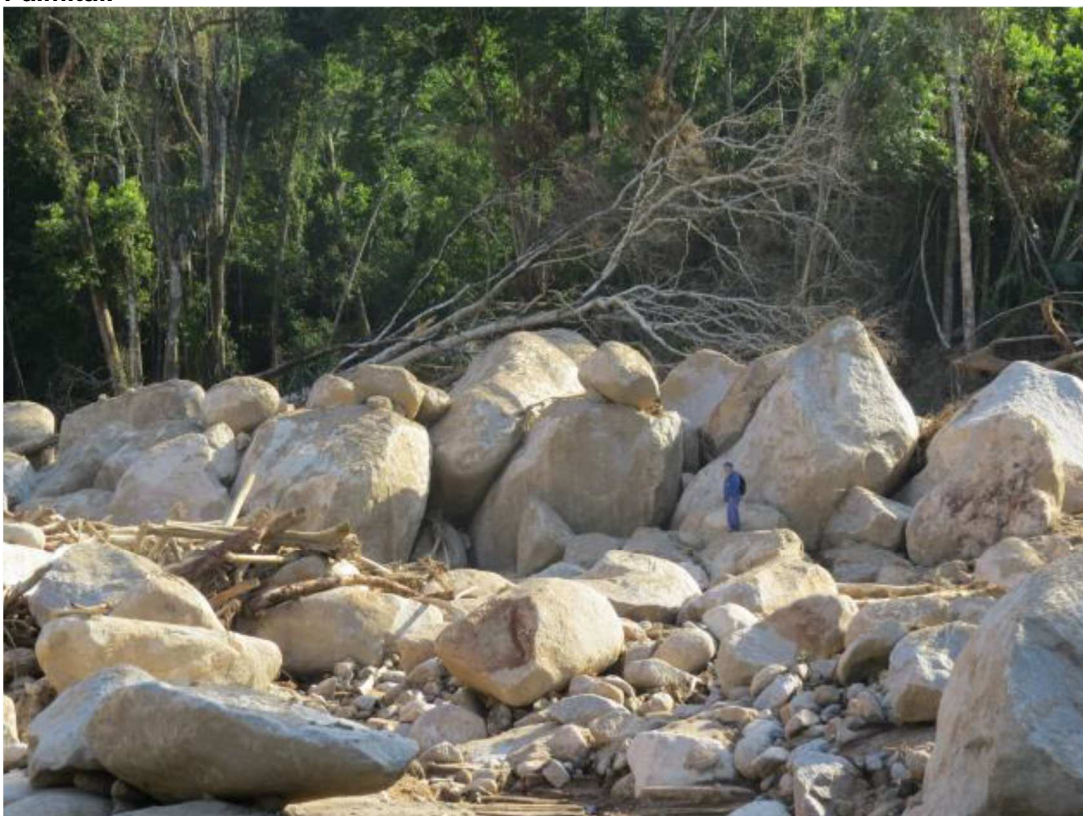
O presente trabalho dedica-se ao município de Itaoca-SP, localizado à 344 km de São Paulo, na região sul do estado. Emancipado em 1991, antes pertencente ao distrito de Apiaí-SP, o município localiza-se no Vale do Ribeira (denominação popular à então unidade de gerenciamento de recursos hídricos –UGRHI nº 11 que corresponde à bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul).

Embora a população seja de apenas 3228 habitantes de acordo com o último censo realizado (IBGE 2010), o município vivencia precocemente transtornos ocasionados pela ausência de planejamento do crescimento urbano.

No início de janeiro de 2014 fortes chuvas atingiram Itaoca, que se encontra em uma região de fundo de vale cercada por serras e montanhas. A chuva intensa ocorrida nas cabeceiras em curto espaço de tempo, associada aos escorregamentos que ocorreram nas encostas, deflagrou um processo de enxurrada e corrida de detritos, com forte potencial de arrasto e destruição, gerando grande aporte de materiais (sedimentos, blocos rochosos e seixos de tamanhos variados, entulhos, árvores e vegetação ciliar). A figura 1 e a figura 2 ilustram a magnitude do processo.



**Figura 1: Vista da porção superior da encosta na cabeceira de contribuição do Rio Palmital.**



**Figura 2: Vista da deposição de grandes blocos de rocha.**



O material transportado neste processo gerou assoreamento, entulhamento e barramento do fluxo de água ao longo da drenagem, com conseqüente transbordamento e inundação no entorno dos rios, além da alteração do curso dos rios em alguns pontos. Em conseqüência, uma extensa faixa do entorno dos rios foi devastada, incluindo mata ciliar, arraste de árvores de grande porte e de edificações (moradias e pontes).

Embora caracterizado como desastre ambiental, a alocação das residências com ausência ou insignificante recuo das margens do rio palmital, contribuiu para conseqüências catastróficas com elevadas perdas materiais e inclusive perdas humanas.

Em Junho de 2015, o governo do estado de São Paulo em parceria com a Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Departamento Estadual de Defesa Civil e Instituto Geológico desenvolveram um relatório técnico com o mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações e corrida de massa para o município de Itaoca-SP.

O objetivo geral deste trabalho é, através da análise do estudo técnico realizado, apresentar propostas de intervenção estrutural ou não-estrutural para a prevenção da ocorrência de novos desastres como o descrito anteriormente.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo geral

Propor possíveis soluções preventivas, a partir da análise do relatório técnico de mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações e corridas de massa desenvolvido pelo IG (Instituto Geológico) para o município de Itaoca, para prevenção de novos desastres ambientais.

### 1.1.2. Objetivos específicos

- Realizar levantamento das informações geológicas do município disponíveis nos planos de caracterização da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul, a qual o município está inserido, entre outras fontes de dados;
- Pesquisar soluções já realizadas anteriormente em outros lugares com a intenção de prevenir novos desastres ambientais.
- Propor medidas de prevenção de ocorrência de novos desastres ambientais.

## 1.2. JUSTIFICATIVA

Quando municípios de menor porte são atingidos por desastres naturais, a solução normalmente adotada limita-se à reconstrução do que foi perdido ou danificado.

De acordo com Tucci (2012), o gerenciamento atual não impele a prevenção deste problema, já que quando acontece a inundação o município declara calamidade pública e recebe recursos a fundo perdido.

Tucci (2012) ainda diz que dificilmente um prefeito buscará soluções sustentáveis de prevenção que envolve restrições à população porque interfere em interesses de proprietários de áreas de risco, o que politicamente é complexo a nível local.

O presente trabalho dedica-se, conforme mencionado anteriormente, ao município de Itaoca, que fica no estado de São Paulo, à 344 km de distância da

capital. No início de janeiro de 2014 fortes chuvas atingiram Itaoca, que se encontra em uma região de fundo de vale cercada por serras e montanhas.

Ocorreram deslizamentos de terra à montante do rio Palmital, que atravessa o município, onde a água das chuvas encaminhou para o rio os sedimentos (entre eles grandes troncos de árvores e pedras) que acabaram trancando a ponte que passa pelo rio conforme a Figura 3.



**Figura 3 - Tragédia em Itaoca.**  
Fonte: G1 (2014).

Diante do impacto negativo do evento faz-se necessário o estudo de possíveis ações preventivas ou corretivas que possam ser tomadas para minimizar as possibilidades de nova ocorrência de eventos como o mencionado.

Para tanto, um dos resultados implica na proposição de recomendações de medidas não estruturais (como medidas administrativas e planos preventivos, por exemplo) e de medidas estruturais (como intervenções e obras).

Com base nestas recomendações o poder público municipal tem um suporte a mais na tomada de decisões para realizar um planejamento da recuperação da situação de risco geral, hierarquizando as possibilidades de

aplicação de recursos para a realização de obras ou outras ações de natureza contínua.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. PLANEJAMENTO URBANO

Segundo Phillip Jr (2005), o planejamento pode ser concebido baseado na capacidade de previsão, como uma forma de preparação visando a criação de um futuro almejado a partir das possibilidades identificadas no presente. O autor afirma que quando se trata do planejamento territorial, ele pode ser entendido como uma forma de busca de otimização de uma estrutura espacial para uma determinada região que pode ser um município, onde os objetivos em geral são elevar a qualidade de vida das populações, conservar recursos naturais e proteger o meio ambiente.

O mesmo autor afirma que a prática de planejamento territorial culminou nos Planos Diretores municipais, porém o autor critica que, com raras exceções, normalmente ocorre a descontinuidade administrativa, com o que ele se refere ao abandono de planos iniciados em governos anteriores.

Mas que a partir da crise ambiental em nível mundial houve o fortalecimento da necessidade do planejamento como prática racional com o objetivo de buscar a sustentabilidade e manutenção da vida. O autor afirma que o Estatuto da Cidade (Lei federal nº 10.257 de 2001) representa um grande avanço neste sentido, pois traz novos instrumentos de gestão urbana e ambiental a serem instituídos no Plano Diretor (PHILLIP JR, 2005).

O mesmo autor reitera ainda que a vulnerabilidade de uma população aumenta quando não são considerados os desastres naturais nos projetos de desenvolvimento. Como exemplo, cita-se que diante de um desastre natural de deslizamento os fatores de vulnerabilidade são: desflorestamento intenso, erosão do solo, habitação em local não apropriado, estradas e linhas de transmissão em áreas montanhosas, construções com fundações inadequadas, tubulações enterradas, falta de conhecimento científico e tecnológico sobre o fenômeno e falta de sistemas de aviso (PHILLIP Jr, 2005).

## 2.2. DESASTRES NATURAIS

O Instituto Geológico (2015) apresenta que os desastres naturais podem ser provocados por diversos fenômenos, tais como, inundações, escorregamentos, erosão, terremotos, tornados, furacões, tempestades, estiagem, entre outros. Além da intensidade dos fenômenos naturais, o acelerado processo de urbanização verificado nas últimas décadas, em várias partes do mundo, inclusive no Brasil, levou ao crescimento das cidades muitas vezes em áreas impróprias à ocupação, aumentando as situações de perigo e de risco a desastres naturais. Além disso, diversos estudos indicam que a variabilidade climática atual, com tendência para o aquecimento global, está associada a um aumento de extremos climáticos. Nesta situação, os eventos de temporais, de chuvas intensas, de tornados ou de estiagens severas, entre outros, podem tornar-se mais frequentes, aumentando a possibilidade de incidência de desastres naturais.

De acordo com Riffel (2012), a origem dos desastres naturais ocorridos no Brasil, em sua maioria, é atmosférica, ou seja, o excesso ou a escassez de precipitações contribuem para a deflagração de desastres naturais. As adequações antrópicas às suas necessidades não dão suporte para que o espaço natural comporte tais mudanças, acarretando em impactos ambientais. A vulnerabilidade física e/ou socioeconômica associada com a ocorrência de eventos extremos resultam nos desastres naturais do Brasil, segundo o mesmo autor, motivo pelo qual destaca-se a necessidade de se conhecer quais áreas são mais susceptíveis a ocorrência de adversidades ambientais.

## 2.3. ESCORREGAMENTOS

Oliveira (1998) afirma que os escorregamentos são caracterizados por movimentos rápidos, bruscos onde o principal agente deflagrador do processo é a água, muitas vezes associado a desmatamentos, erosão, variação de temperatura, porém a água contribui diretamente porque por meio da infiltração e encharcamento do solo propicia a formação de fendas, trincas e juntas que geram superfícies de ruptura pela atuação de pressões hidrostáticas que

reduzem a resistência dos solos perdendo a coesão e conseqüentemente escorregando.

Em termos gerais, um deslizamento ocorre quando a relação entre a resistência ao cisalhamento do material e a tensão de cisalhamento na superfície potencial de movimentação decresce até atingir uma unidade, ou seja, no momento em que a força gravitacional vence o atrito interno das partículas, responsável pela estabilidade, a massa de solo movimenta-se encosta abaixo (GUIDICINI & NIEBLE, 1984).

A velocidade do movimento depende da inclinação da superfície de escorregamento, da causa inicial de movimentação e da natureza do terreno. Variam de quase zero a alguns metros por segundo. Os movimentos mais bruscos ocorrem em terrenos relativamente homogêneos, que combinam coesão com atrito interno elevado. Nestes terrenos a superfície de escorregamento é mais inclinada (GUIDICINI & NIEBLE, 1984).

O mesmo autor afirma que levando em consideração a geometria e a natureza dos materiais instabilizados, os escorregamentos podem ser subdivididos em três tipos: escorregamentos rotacionais ou circulares, escorregamentos translacionais ou planares e escorregamentos em cunha. A Figura 4 ilustra as diferenças.

Os escorregamentos rotacionais caracterizam-se por uma superfície de ruptura curva ao longo da qual se dá um movimento rotacional do maciço de solo. A ocorrência destes movimentos está associada geralmente à existência de solos espessos e homogêneos, como os decorrentes da alteração de rochas argilosas. O início do movimento muitas vezes é provocado pela execução de cortes na base destes materiais, como na implantação de uma estrada, ou para construção de edificações, ou ainda pela erosão fluvial no sopé da vertente (FERNANDES & AMARAL, 1996).

Os escorregamentos translacionais formam superfícies de ruptura planar associadas às heterogeneidades dos solos e rochas que representam descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas derivadas de processos geológicos, geomorfológicos ou pedológicos (INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998).

Os escorregamentos em cunha têm ocorrência mais restrita às regiões que apresentam um relevo fortemente controlado por estruturas geológicas. São

associados aos maciços rochosos pouco ou muito alterados, nos quais a existência de duas estruturas planares, desfavoráveis à estabilidade, condiciona o deslocamento de um prisma ao longo do eixo de intersecção destes planos. Ocorrem principalmente em taludes de corte ou em encostas que sofreram algum tipo de desconfinamento, natural ou antrópico (INFANTI JR. & FORNASARI FILHO, 1998). A Figura 4 ilustra as principais diferenças.

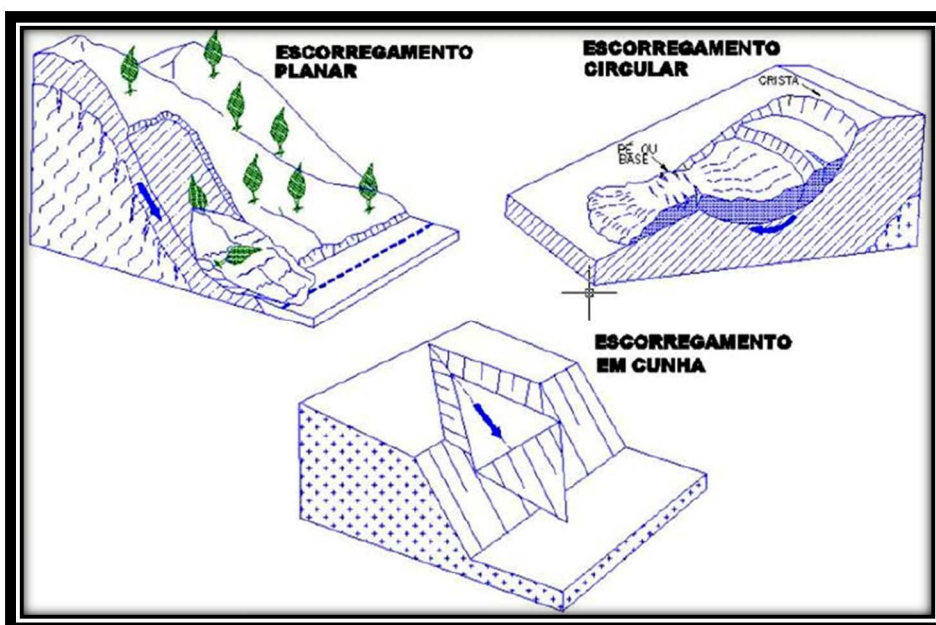


Figura 4 - Principais tipos de escorregamentos.  
Fonte: ABGE (1998).

#### 2.4. CORRIDAS DE MASSA

Conforme ilustrado na Figura 5 as corridas são formas rápidas de escoamento de caráter essencialmente hidrodinâmico, ocasionadas pela perda de atrito interno das partículas de solo, em virtude da destruição de sua estrutura interna, na presença de excesso de água. Estes movimentos são gerados a partir de grande aporte de materiais como solo, rocha e árvores que, ao atingirem as drenagens, formam uma massa de elevada densidade e viscosidade. A massa deslocada pode atingir grandes distâncias com extrema rapidez, mesmo em áreas pouco inclinadas, com consequências destrutivas muito maiores que os escorregamentos (GUIDICINI & NIEBLE, 1984; FERNANDES & AMARAL, 1996; LOPES, 2006).



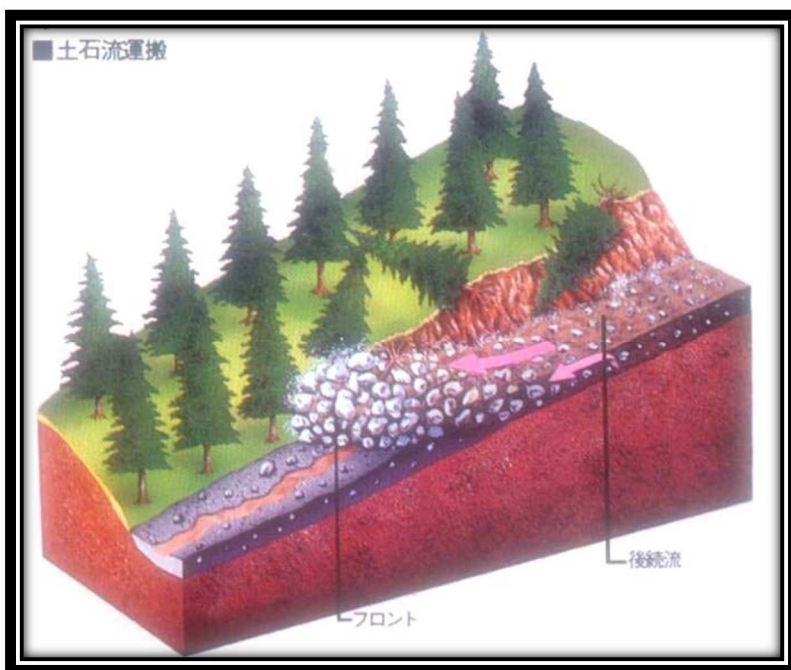
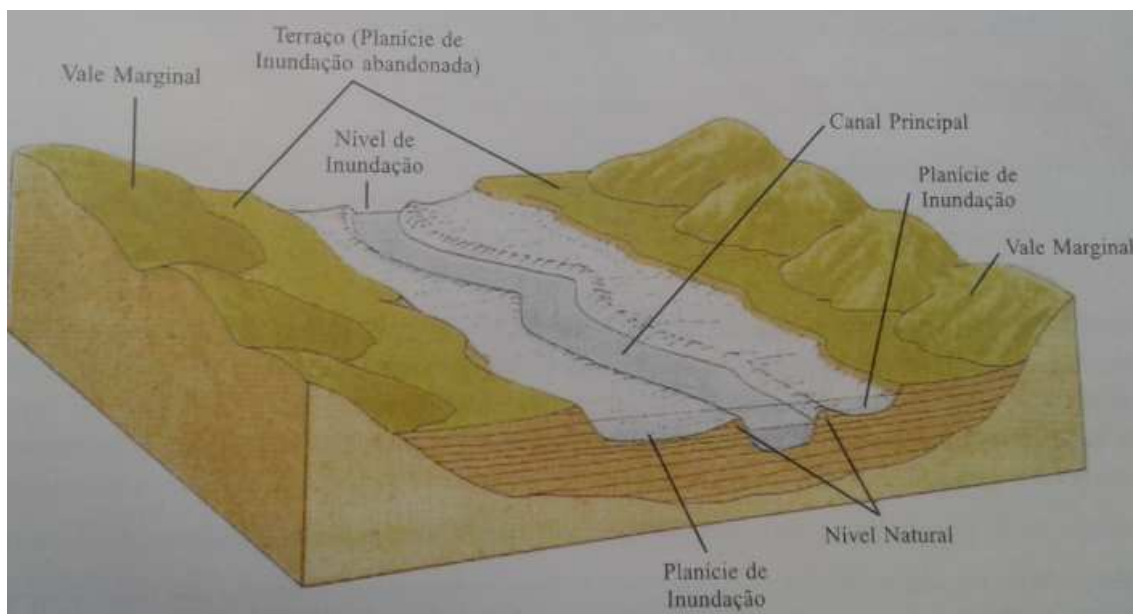


Figura 5- Corrida de massa.  
Fonte: ABGE (1998).

## 2.5. INUNDAÇÕES

Segundo Oliveira (1998), as inundações correspondem ao extravasamento das águas de um corpo hídrico para as margens, quando a vazão é superior à capacidade de descarga do mesmo. As planícies de inundação ou várzeas são como reguladores que absorve o excesso de água nos períodos de chuvas intensas. A Figura 6 ilustra a configuração das planícies de inundação de um corpo hídrico.



**Figura 6 - configuração da planície de inundação de um rio.**  
**Fonte: Oliveira (1998).**

Oliveira (1998) ainda afirma que todo e qualquer corpo hídrico possui sua área natural de inundação e que o problema se instala quando se deixa de respeitar esses limites naturais com ocupações inadequadas onde as piores intervenções são a retirada de cobertura vegetal e introdução de obras com características impermeabilizantes porque com isso, perde-se a capacidade de retenção da água por meio da vegetação e a capacidade de infiltração dessa água no solo o que implica na redução no tempo de concentração das águas pluviais.

Segundo Unisdr (2012), as inundações e enchentes são problemas geoambientais derivados de fenômenos ou perigos naturais de caráter hidrometeorológico ou hidrológico, ou seja, aqueles de natureza atmosférica, hidrológica ou oceanográfica. Estão relacionadas com a quantidade e intensidade da precipitação atmosférica e a magnitude e frequência das inundações ocorrem em função da intensidade e distribuição da precipitação, da taxa de infiltração de água no solo, do grau de saturação do solo e das características morfométricas e morfológicas da bacia de drenagem. A Figura 7 ilustra a diferença entre uma situação normal do volume de água no canal de um curso d'água e nos eventos de enchente e inundação.

De acordo com o mesmo autor, inundação representa o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de

inundação ou área de várzea. As enchentes ou cheias são definidas pela elevação do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar. O alagamento é um acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem (UNISDIR, 2012).

E por fim a enxurrada é o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais (MIN. CIDADES/IPT, 2007).

A Figura 7 ilustra as principais diferenças.



**Figura 7: Perfil esquemático do processo de enchente e inundação.**  
**Fonte: Min. Cidades/IPT, 2007.**

## 2.6. PERIGO, RISCOS E VULNERABILIDADE

No presente trabalho será utilizada a nomenclatura convencionada pelo MIN. DAS CIDADES/IPT (2007) que define:

**Perigo:** Condição ou fenômeno com potencial para causar uma consequência desagradável. Estimado considerando-se os fatores do meio físico que interferem na suscetibilidade natural do terreno, bem como os fatores relacionados ao padrão de uso da terra que potencializam a ocorrência do processo perigoso.

**Vulnerabilidade:** Grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo. Permite definir o nível de exposição e a predisposição de um elemento (pessoas, bens, propriedades, vias de acesso) ser afetado por

um perigo específico, sendo esta condição determinada por fatores físicos ou humanos.

Risco: Relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado processo ou fenômeno, e a magnitude de danos ou consequências sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade. Quanto maior a vulnerabilidade, maior o risco.

## 2.7. CIDADES RESILIENTES

Considerado um conceito relevante no contexto do trabalho uma vez que as previsões de aumento de ocorrência de fenômenos extremos, devido a alterações climáticas atuais, culminam na exigência de que os municípios desenvolvam maior resiliência a desastres naturais.

Trata-se de uma campanha da Organização das Nações Unidas onde uma cidade resiliente é considerada aquela que tem a capacidade de resistir, absorver e se recuperar de forma eficiente dos efeitos de um desastre e de maneira organizada prevenir que vidas e bens sejam perdidos (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2015).

De acordo com Unisdr (2012), uma cidade resiliente a desastres:

É um local onde os desastres são minimizados porque sua população vive em residências e comunidades com serviços e infraestrutura organizados e que obedecem a padrões de segurança e códigos de construção; sem ocupações irregulares construídas em planícies de inundação ou em encostas íngremes por falta de outras terras disponíveis.

Possui um governo local competente, inclusivo e transparente que se preocupa com uma urbanização sustentável e investe os recursos necessários ao desenvolvimento de capacidades para gestão e organização municipal antes, durante e após um evento adverso ou ameaça natural.

É onde as autoridades locais e a população compreendem os riscos que enfrentam e desenvolvem processos de informação local e compartilhada com base nos danos por desastres, ameaças e riscos, inclusive sobre quem está exposto e quem é vulnerável. É onde existe o poder dos cidadãos para participação, decisão e planejamento de sua cidade em conjunto com as autoridades locais; e onde existe a valorização do conhecimento local e indígena, suas capacidades e recursos.

Preocupa-se em antecipar e mitigar os impactos dos desastres, incorporando tecnologias de monitoramento, alerta e alarme para a proteção da infraestrutura, dos bens comunitários e individuais-incluindo suas residências e bens materiais –, do patrimônio cultural e ambiental, e do capital econômico. Está também apta a minimizar

danos físicos e sociais decorrentes de eventos climáticos extremos, terremotos e outras ameaças naturais ou induzidas pela ação humana. É capaz de responder, implantar estratégias imediatas de reconstrução e reestabelecer rapidamente os serviços básicos para retomar suas atividades sociais, institucionais e econômicas após um evento adverso.

Compreende que grande parte dos itens anteriores são também pontos centrais para a construção da resiliência às mudanças ambientais, incluindo as mudanças climáticas, além de reduzir as emissões dos gases que provocam o efeito estufa.

O município de Itaoca, após ocorrência de desastre natural mencionado anteriormente, aderiu à campanha da Organização das Nações Unidas (ONU) conforme ilustra a Figura 8, dentro desse contexto considera-se a aplicação do tema instaurado como sendo um passo importante para desenvolver a perspectiva de resiliência do município.



**Figura 8 - Certificado da campanha "construindo cidades resilientes".**  
Fonte: <http://www.itaoca.sp.gov.br> Acesso em 12 jun. 2015.

### 3 METODOLOGIA

Conforme mencionado anteriormente, este trabalho tem por objetivo analisar estudos de caracterização das áreas sujeitas a desastres ambientais realizados no município, seguido de análise de publicações de medidas tomadas em outros municípios para então subsidiar propostas de intervenções estruturais e não estruturais para a prevenção de novos eventos com potencial para causar consequências desagradáveis.

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO

##### 3.1.1. Características Gerais

Localização: sul do Estado de São Paulo - 344 km da capital.

Bacia hidrográfica: Rio Ribeira do Iguape e Litoral Sul – UGRHI-11.

Extensão territorial: representa 0,074% da área do Estado de São Paulo. O município está totalmente inserido na UGRHI-11 (Unidade de Gerenciamento de recursos Hídricos).

Altitude: 150 metros.

Dados	Ano	Município	UGRHI-11	Estado
Área (Em km <sup>2</sup> )	2010	182,50	17.056,37	248.209,43
População (hab)	2010	3.110	387.942	42.136.277
Densidade demográfica (Hab/km <sup>2</sup> )	2010	17,0	30,5	169,7
Grau de urbanização (Em %)	2009	55,6	65,6	93,7
População com menos de 15 anos (Em %)	2010	30,2	27,0	22,8
População com 60 anos e mais (Em %)	2010	13,6	11,2	11,1
Índice de desenvolvimento humano - IDH	2000	0,650	0,730	0,814

Fonte: Fundação SEADE





**Figura 9 - Localização do município de Itaoca.**

Fonte: Image:SaoPaulo\_MesoMicroMunicip.svg Raphael Lorenzeto de Abreu, CC BY 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1083689>.

### 3.1.2. Características geológicas

A partir da análise do relatório técnico de mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações e corridas de massa desenvolvido pelo IG (Instituto Geológico) para o município de Itaoca extrai-se que o substrato geológico do município de Itaoca é constituído principalmente pelo Granito Itaoca (cerca de 80% da área do município), por rochas metassedimentares (metarenito rítmico com intercalações de metassiltito e filito) da Formação Serra da Boa Vista (menos de 10% da área do município), por ardósia e filito da Formação Betari (menos de 10% da área do município) e em menor proporção por Hornfels e sedimentos aluvionares do Quaternário (CPRM, 2012; THEODOROVICZ & THEODOROVICZ, 2007).

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico Consórcio Gerentec (2010) os setores mais elevados atingem 1000- 1200 m, com rochas metamórficas mais resistentes como o quartzito, e morfologia de cristas alongadas e contínuas ou massas intrusivas graníticas, com as partes mais rebaixadas de filitos e calcários. Do mesmo plano extrai-se que predominam

cambissolos, também ocorrendo solos podzólicos, latossolos e solos litólicos, todos eles, associados com a alta declividade, não favorecendo a ocupação agrícola, que ocorre esporadicamente nos fundos de vale, que abriga pequenas cidades, como Ribeira, Itaoca, Adrianópolis e Cerro Azul.

Da análise do mesmo Plano (Gerentec, 2010) tem-se que mesmo com más condições de aproveitamento, quase toda a Floresta Tropical Atlântica, com áreas de transição para a Floresta da Araucária, que aí ocorria, foi devastada, restando poucos remanescentes e áreas em recuperação, predominando a pecuária, a silvicultura e alguma agricultura.

Além de a unidade ser constituída por terrenos escarpados, há nos vales alongadas planícies aluvionais, logo terrenos planos e permeáveis. É o caso de Itaoca, a qual se situa numa planície mais bem delineada e de porte maior, permitindo a ocupação urbana em terrenos mais favoráveis. Outra característica é o nível mais elevado do aquífero freático na época das chuvas, já que o leito do rio é menos encaixado, com planícies aluvionais com consequências importantes na drenagem urbana.

### 3.2. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS SUJEITAS A DESASTRES AMBIENTAIS.

As análises a seguir foram extraídas do relatório técnico com o mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações e corrida de massa para o município de Itaoca-SP realizado pelo o governo do estado de São Paulo em parceria com a Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Departamento Estadual de Defesa Civil e Instituto Geológico.

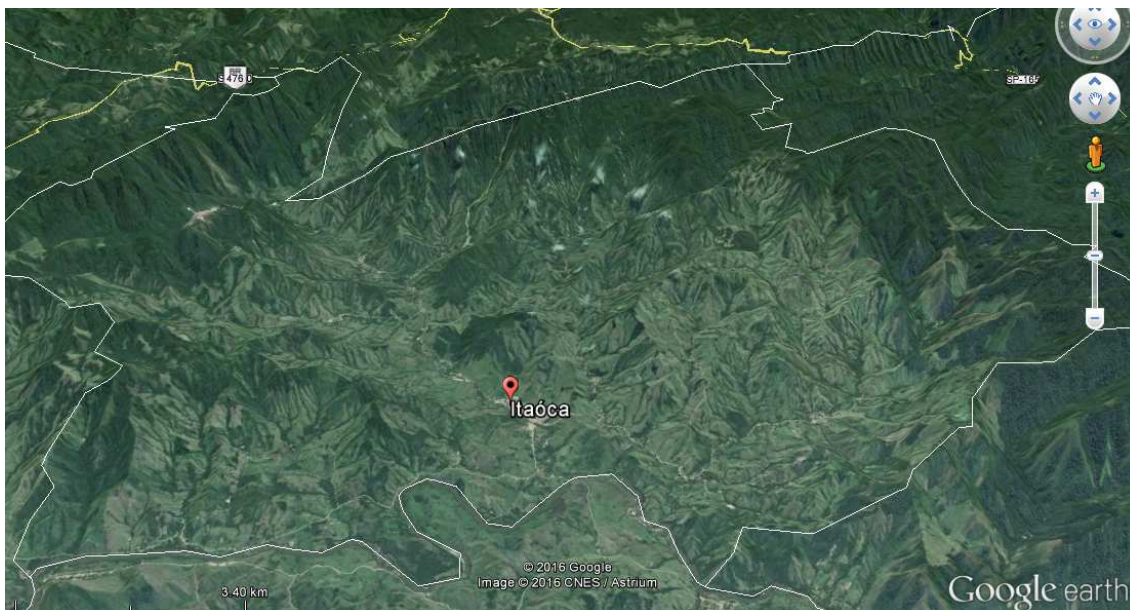
#### 3.2.1. Análise de Perigos

Conforme citado anteriormente, um perigo caracterizado não necessariamente estabelece um risco, uma vez que este último está relacionado com a vulnerabilidade do meio.

- Escorregamentos







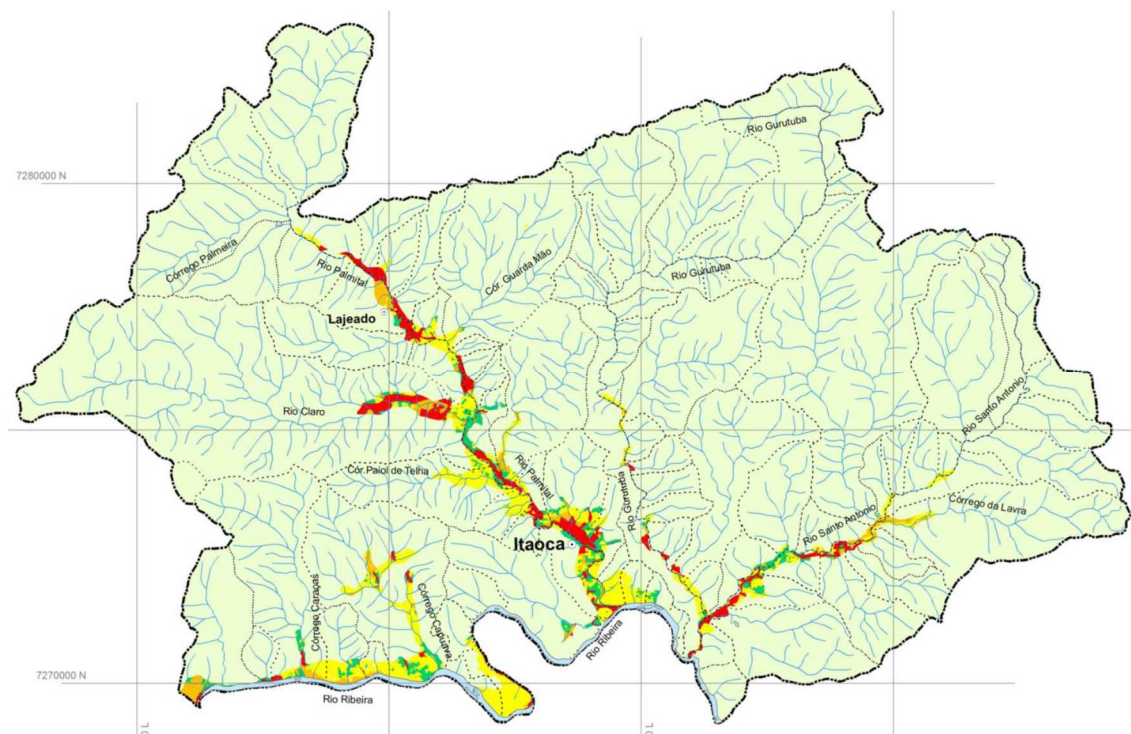
**Figura 11- Visão geral através de satélite do município**  
**Fonte: Google Earth.**

Conforme mencionado anteriormente, os escorregamentos são as então populares “quedas de barreiras” que é comumente observado em rodovias. Embora o mapa aponte diversas áreas com elevado perigo, isso não necessariamente significa um risco uma vez que diferentemente das corridas de massa, os escorregamentos são rápidos, bruscos e atingem distancias não muito grandes enquanto que as corridas de massa tendem a carrear sedimentos por uma distância relativamente grande através de corpos hídricos.

- Inundação

O relatório aponta que associa-se às planícies de inundação ao longo do Rio Palmital e de dois de seus afluentes (Rio Claro, Córrego Paiol de Telha), do Rio Gurutuba, do Rio Santo Antonio e um de seus afluentes (Córrego da Lavra), além do Rio Ribeira e de dois de seus afluentes (Córrego Capuava, Córrego Caraças). Na escala de abordagem regional estas áreas correspondem a 5,3% do território municipal (9,8km<sup>2</sup>). Nas áreas analisadas observa-se a predominância da classe de perigo médio (amarelo), seguida da classe de perigo muito alto (vermelho), que correspondem, respectivamente, a 2,6% e 1,1% do território municipal. As classes de perigo alto (laranja) e baixo (verde), representam, respectivamente, 0,6% e 1% do território municipal. Destacam-se

quanto a predominância, a classe de perigo de inundação muito baixo a nulo (bege), compreendendo 94,7% do total de área do município.



**Figura 12- Mapa de perigo de inundação.**  
Fonte: IG (2015).

- Corridas de massa

Dois tipos de análise foram consideradas pelo relatório, a de suscetibilidade das sub-bacias a ocorrência de corridas de massa (característica inerente à sub-bacia hidrográfica) e a de perigo de corridas de massa, caracterizado pela probabilidade de ocorrência do processo, considerando a área de alcance da corrida de massa.

As classes de suscetibilidade apresentam, em termos de área, um predomínio da suscetibilidade baixa (39,3% da área do município), seguida da classe Alta (30,4%) e Média (19,1%). As suscetibilidades Muito Alta e Muito Baixa a Nula apresentam valores de área bem inferiores às demais classes com porcentagens de 4% e 7,2% respectivamente.

Quanto ao perigo de corridas de massa, predomina a classe de perigo Alto, envolvendo 2,6% da área do município (4,83km<sup>2</sup>), seguida da classe de perigo Médio e das classes Muito Alta e Baixa, com 2,5%, 0,9% e 0,9%, respectivamente, da área do município. A classe de perigo Muito Alto ocorre em





vazão de um possível rompimento poderia desencadear uma corrida de massa com consequências graves ao município.

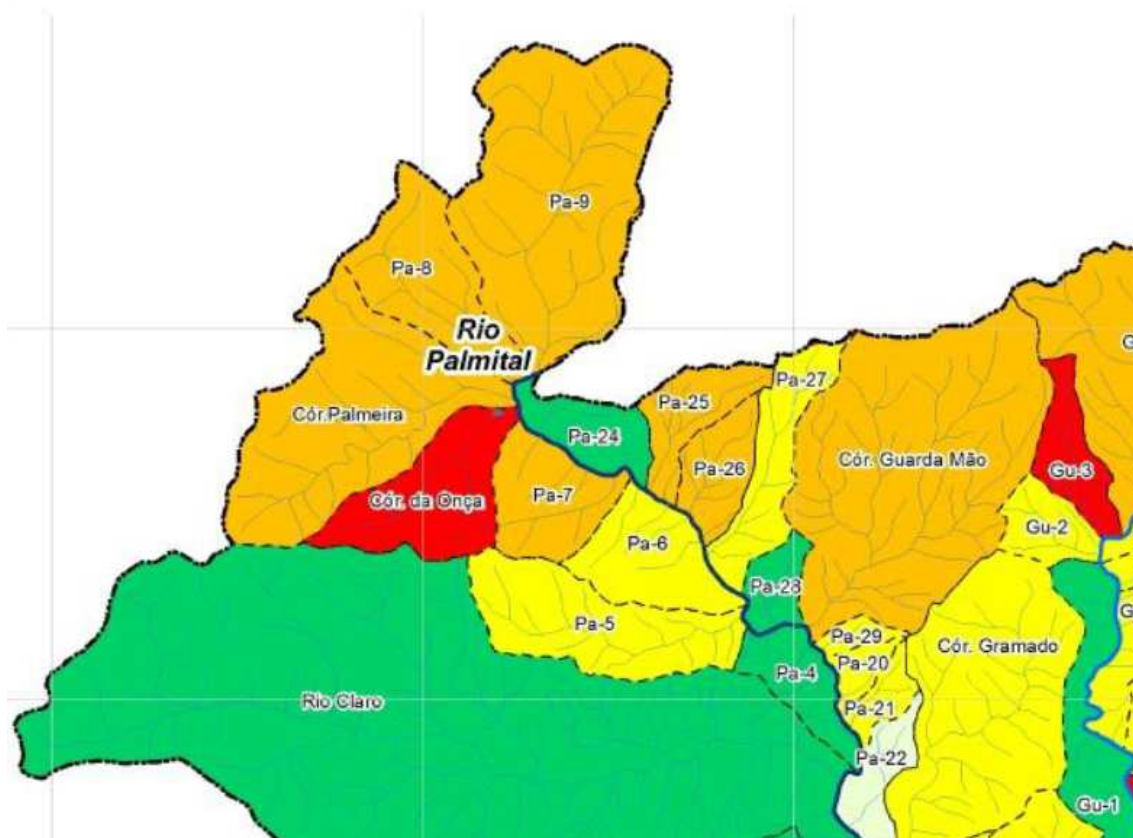
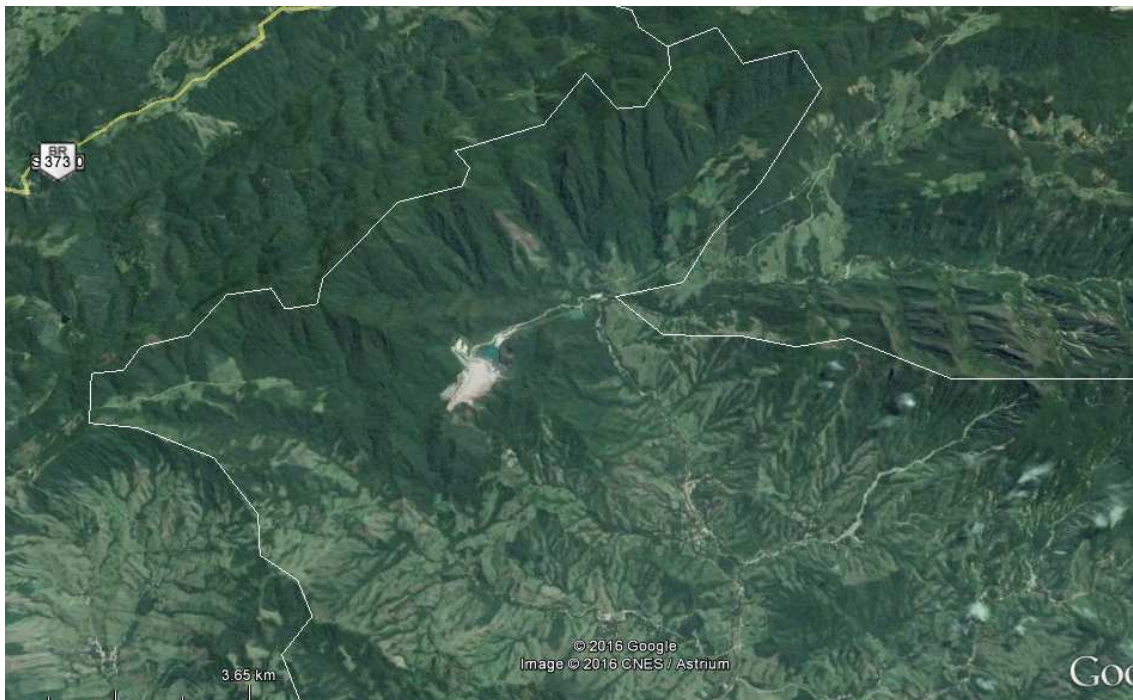
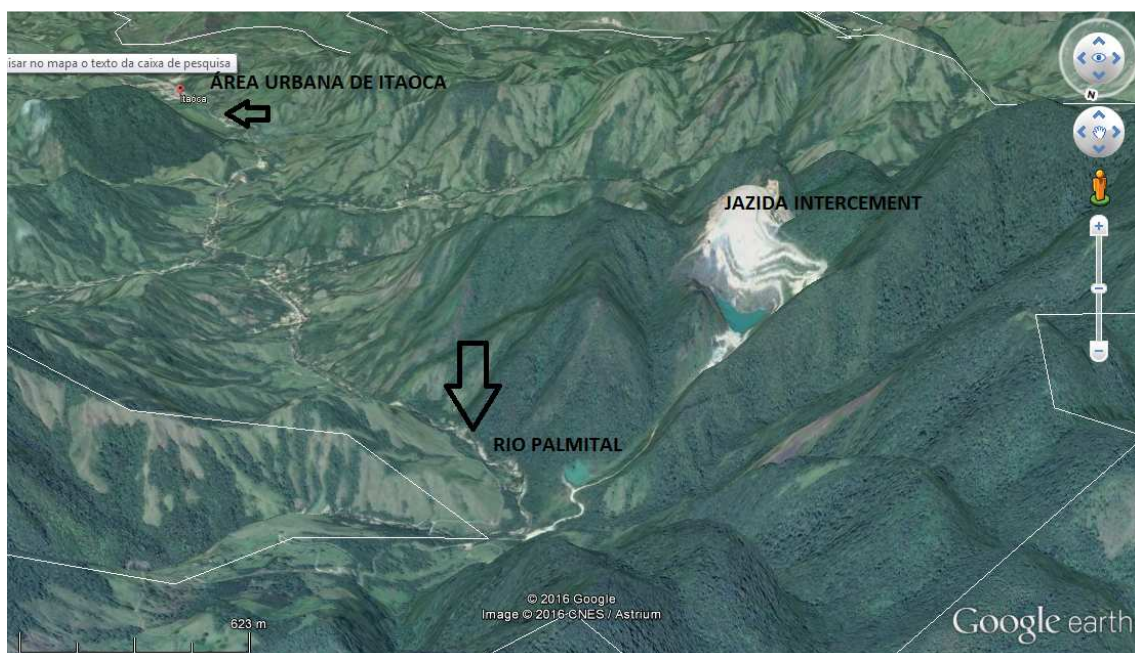


Figura 14 - Detalhe da susceptibilidade do Córrego da Onça  
Fonte: IG (2015).

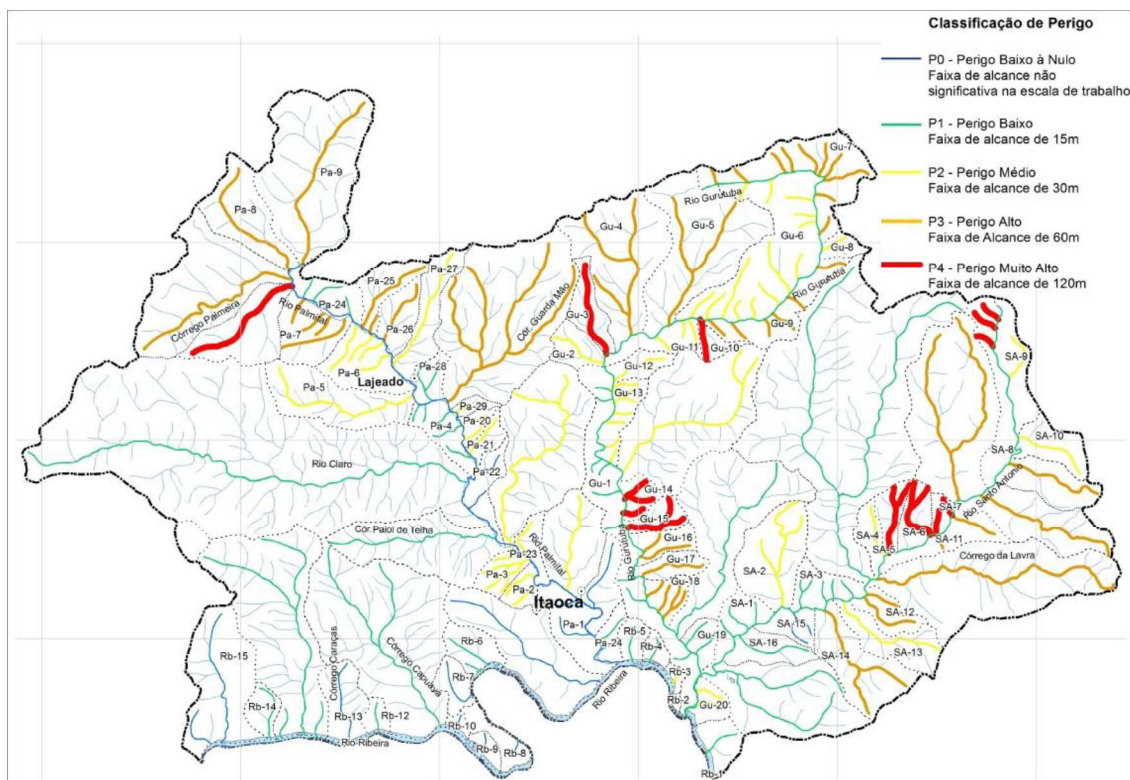


**Figura 15 - Vista de satélite do Córrego das Onças.  
Fonte: Google Earth.**



**Figura 16- outro ângulo de visão de satélite do córrego da onça.  
Fonte: Google Earth.**



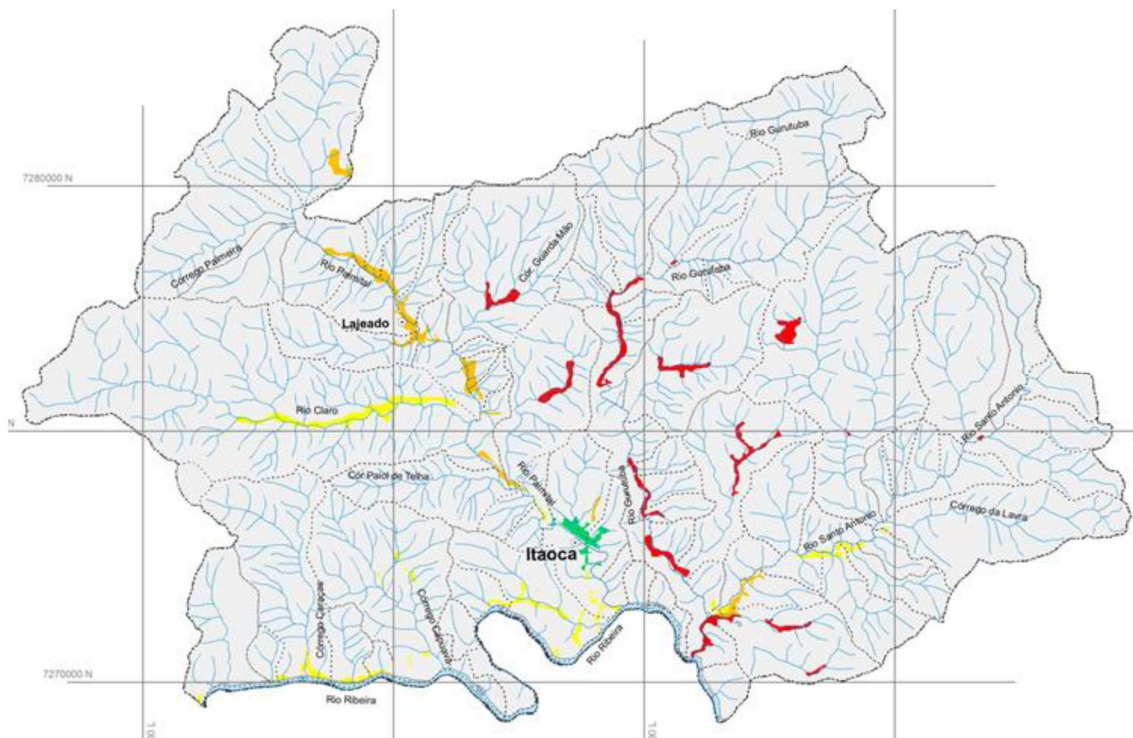


**Figura 17-** mapa de perigo de corridas de massa.  
**Fonte:** IG (2015).

### 3.2.2. Análise de Vulnerabilidade

Calculada apenas para as unidades territoriais do tipo residencial/comercial/serviços (2,55% da área total do município, ou seja, 4,68km<sup>2</sup>), ilustrada na Figura 18, que apresenta a distribuição das 5 classes de perigo (muito baixo a nulo, baixo, médio, alto e muito alto) do município de Itaoca (SP). As áreas de baixa vulnerabilidade (V1) ocorrem principalmente no núcleo urbano central da cidade, enquanto as áreas de média vulnerabilidade (V2) estão situadas ao longo do Ribeirão Claro, parte do Ribeirão Santo Antonio e nos bairros associados ao Rio Ribeira do Iguape, na porção sudoeste do município. As áreas de alta vulnerabilidade (V3) envolvem aproximadamente 24,2% da área urbana e ocorrem em expressivas manchas ao longo do rio Palmital, na região nordeste do município e em parte do Ribeirão Santo Antonio, na região sudeste do município. As áreas de vulnerabilidade muito alta (V4) representam 36,1%

das áreas urbanas ocorrem predominantemente em porções do território caracterizadas pela existência de ocupações mais isoladas, principalmente ao longo dos Córregos Gurutuba, Guarda Mão, Gramado, Boavas, dos Henriques, Rio do Meio e Caçadinha, na porção norte e leste do município.



**Figura 18 - mapa de vulnerabilidade de Itaoca.**  
Fonte: IG (2015).

### 3.2.3. Análise de Riscos

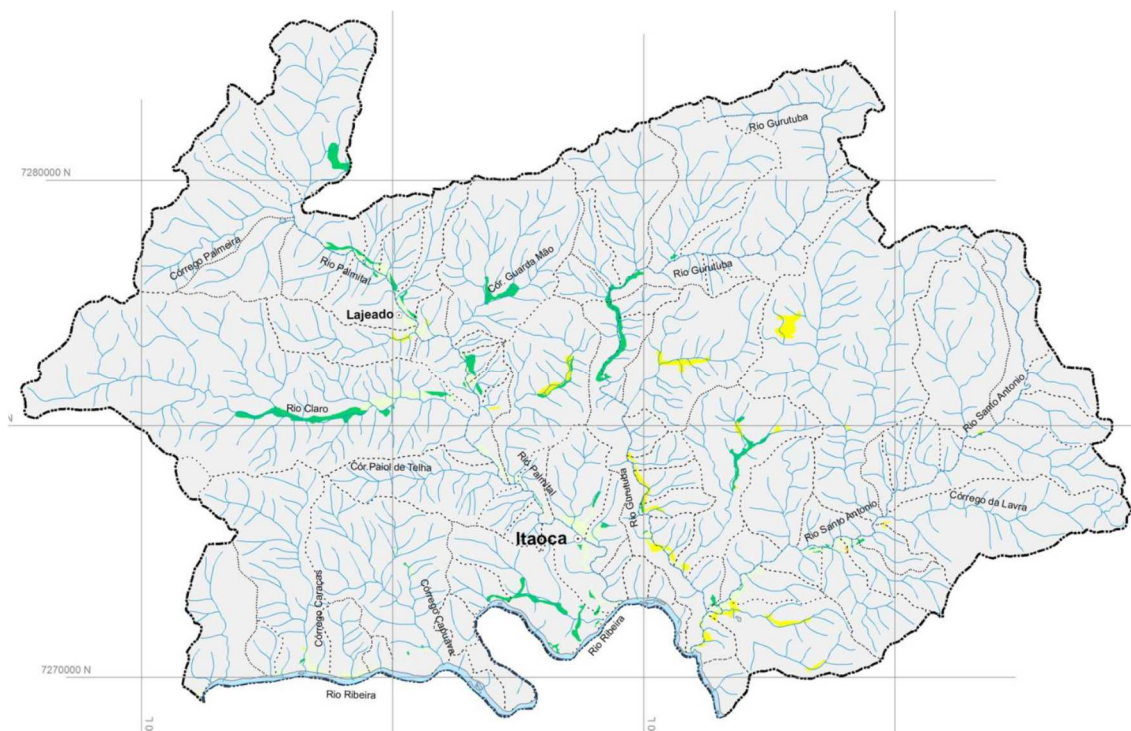
- Escorregamentos

Não ocorrem áreas com classes de risco muito alta (R4) e são pouco expressivas as áreas de risco alto (R3), com apenas 0,2% da área do tipo residencial/ comercial/ serviços, que estão associadas às sub-bacias Gu-15 e Gu-17, da sub-bacia do Gurutuba, e às subbacias SA-13 e SA-14, da sub-bacia Santo Antonio. Verifica-se em nível regional um predomínio de áreas com risco baixo (R1) e médio (R2) de escorregamento, as quais constituem, respectivamente, 38% e 21,3% das áreas urbanas do tipo residencial/comercial/serviços.

Esse quadro ocorre porque as ocupações urbanas distribuem-se em áreas pouco íngremes de perigo predominantemente baixo e é corroborado pela



baixa ocorrência de acidentes ou desastres de escorregamentos em Itaoca como mostra o inventário de eventos para o município.

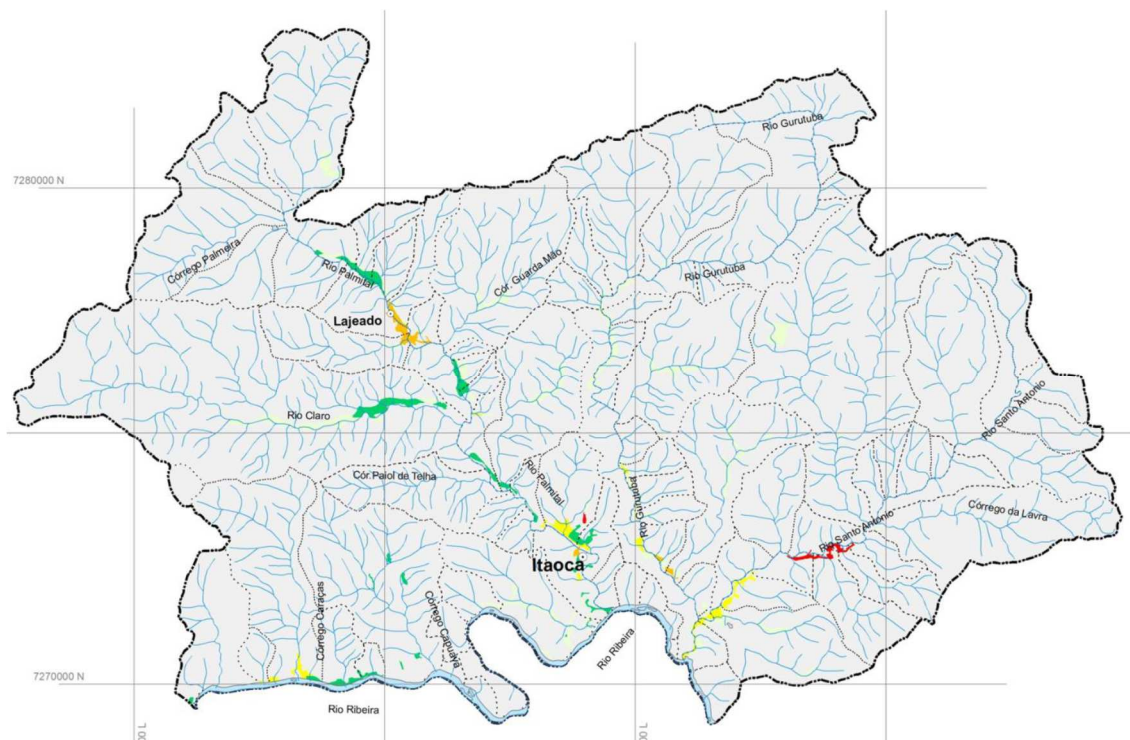


**Figura 19 - Mapa de Risco de escorregamentos.**  
Fonte: IG (2015).

- Inundação

Estas áreas ocorrem em 40,5% das áreas urbanas dos tipos residencial/comercial/ serviços, distribuídas principalmente nas classes de risco baixa (R1) e média (R2), respectivamente com 21,7% e 10,6%. A classe de risco muito alto (R4) perfaz 3% da área e ocorre principalmente associada em parte da planície de inundação do rio Santo Antonio, no bairro do Pavão e, secundariamente, a nordeste do núcleo urbano central de Itaoca. A classe de risco alta (R3) perfaz 5,2% da área e ocorre associada ao rio Palmital no bairro do Lajeado e na região sudeste do núcleo urbano central de Itaoca e associada ao rio Gurutuba, junto às sub-bacias Córrego dos Henriques e Gu-18.

Os resultados mostram coerência com os registros de eventos de inundações, como por exemplo, os registrados pelo CBH-RB (2012) nos bairros do Pavão, da Fazenda e região central da cidade.



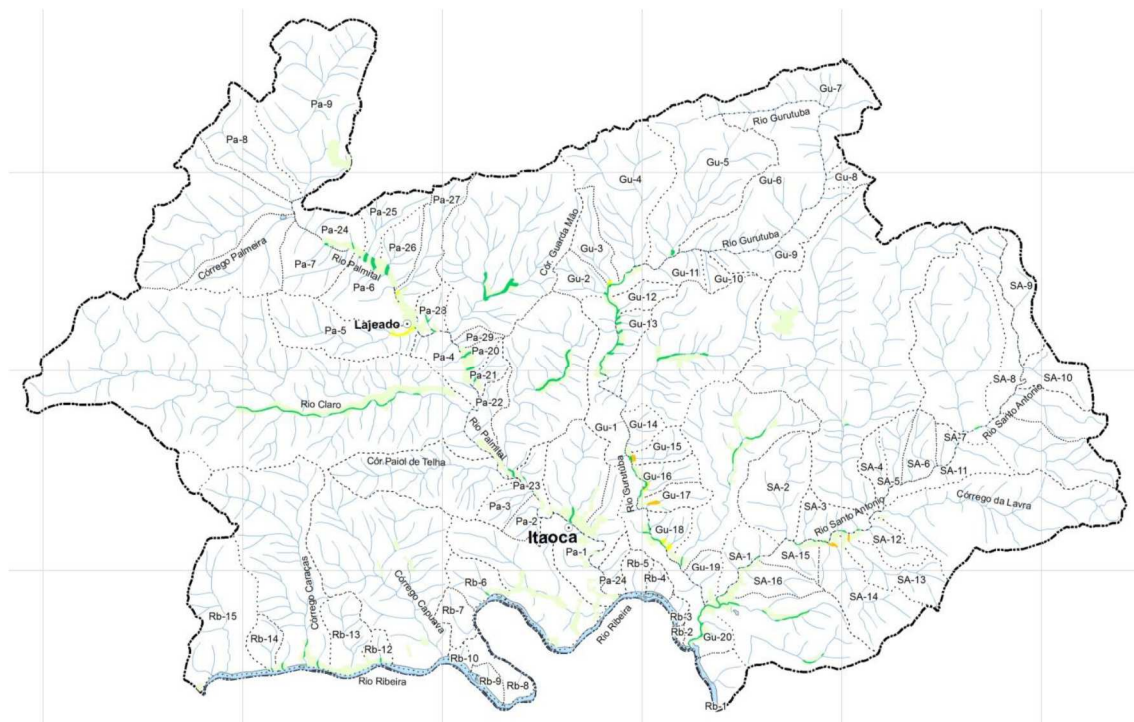
**Figura 20 - Mapa de risco de inundação.**  
**Fonte: IG (2015).**

- **Corridas de massa**

O risco de corridas de massa perfaz 10,2% das áreas do tipo residencial/comercial/serviços de Itaoca. A classe de risco muito alta (R4) está representada apenas por um pequeno polígono de área de 23m<sup>2</sup>, localizado na sub-bacia SA-12, da sub-bacia Rio Santo Antonio. O risco alto (R3) abrange 0,7% em área, cerca de 32.000m<sup>2</sup>, distribuído pelas sub-bacias Gu-15 e Gu-17, da sub-bacia do Rio Gurutuba, e sub-bacias SA-13 e SA-14, da sub-bacia Rio Santo Antonio. Os riscos médio (R2) e baixo (R1) foram mapeados em cerca de 9,5% das áreas residenciais/comerciais/serviços associados aos vales dos rios Gurutuba, Santo Antonio, Guarda Mão, Claro, Gramado, Boavas, Henriques, Laje, Caçadinha e Caraças e em diversas sub-bacias afluentes do rio Palmital.

O vale do Córrego Guarda Mão, fortemente afetado pelos eventos de corrida de massa e inundação rápida com detritos ocorridos em janeiro de 2014, não obstante apresentar um Perigo alto e Vulnerabilidade muito alta tem Risco baixo para corridas de massa, considerando os valores muito baixos da variável Dano, explicável devido à baixa densidade populacional da área.

O vale do Rio Gurutuba, igualmente afetado pelo evento catastrófico de janeiro de 2014, apresenta no geral risco baixo, no entanto apresenta uma ocupação um pouco mais expressiva e tem sub-bacias com risco alto a médio, principalmente em seu baixo curso.



**Figura 21- Mapa de risco de corridas de massa.**  
**Fonte: IG (2015).**

O relatório, após apresentar detalhamentos em escala local também com os seus respectivos riscos e sugestões de intervenções, conclui que a municipalidade deve promover a atualização constante das informações sobre os setores de risco existentes no município e o aprimoramento destas por meio do cadastramento (detalhamento) das moradias e da obtenção dos dados de cada uma das famílias presentes em setores de risco. Este detalhamento e atualização são fundamentais para a redução ou eliminação de riscos, indicando a priorização de áreas para a atuação do município e a forma de aplicação de recursos, assim como fornecendo informações cruciais para o enfrentamento de emergências, como o número total de possíveis desabrigados, o número de portadores de necessidades especiais, crianças, idosos, etc.

### 3.3. CASO DE MEDIDAS ADOTADAS EM OUTRO MUNICÍPIO

#### 3.3.1. Proposta de Gestão de Risco de Inundação na Bacia do rio Mamanguape (Paraíba)

Medidas a curto prazo:

1. Implantação de equipamentos para o monitoramento do rio Mamanguape e seus principais afluentes auxiliando nos estudos hidrológicos e hidrodinâmicos e levantamento de seções transversais do rio;

2. Levantamento detalhado da topografia das áreas de risco com espaçamentos entre as curvas de nível de 0,5 a 1,0 m, dependendo das condições do terreno, para os municípios ribeirinhos. Além da topografia do terreno, é importante o levantamento detalhado das obstruções ao escoamento, como pilares e encostos de pontes, estradas com taludes, edificações, etc;

3. Desenvolvimento de manuais que auxiliem a população quando da ocorrência de cheias em áreas de risco. Este manual poderá fornecer informações para prevenção e combate a enchentes, tais como: (a) Identificação das áreas de risco de inundação através de mapas de inundação; (b) Identificação de líderes e formação de grupos de apoio nas áreas de risco; (c) Como se preparar para enfrentar a enchente (ações educativas); (d) Como perceber que a chuva está chegando; (e) Como agir durante a chuva (ações emergenciais e medidas de segurança); (f) Reunião da população para discutir os resultados alcançados, assim como as dificuldades enfrentadas e os problemas não solucionados.

4. Participação da população (Grupo de estudo do ecossistema do rio): o propósito de estudar o ecossistema do rio é de entender as características do rio de um ponto de vista ecológico, e explorar alternativas que visem a conservação dos recursos naturais. Esta medida pode ser incorporada como fazendo parte da grade curricular das escolas locais ou através de uma “Semana de educação ambiental”. Para alcançar este objetivo é necessária a participação de forma integrada do poder público, da iniciativa privada e de organismos não-governamentais e comunitários.

Medidas a médio e longo prazo:

1. Plano Diretor de Drenagem Urbana: o Plano Diretor deve ser elaborado considerando os aspectos de controle de inundações para cada

município, atuando de forma integrada evitando, assim, soluções que transfiram o problema para jusante. Portanto, a atuação conjunta entre o poder público, o comitê de bacia hidrográfica do Litoral Norte e a população local possibilitará soluções compatíveis com a realidade, o que evitará com que as medidas que solucionem problemas locais estejam em detrimento aos municípios que estão mais a jusante;

2. Zoneamento das áreas de risco: o zoneamento consiste em delimitar as áreas associadas a inundações de acordo com seu grau de risco de ocupação. Assim, tem-se o conhecimento de grau de susceptibilidade de cada zona, permitindo a elaboração do planejamento de sua ocupação. Para isso é necessário um levantamento criterioso das áreas ocupadas ao longo das margens do rio e, em seguida, delimitar em que zona cada área se encontra.

3. Planejamento do uso e ocupação do solo: o zoneamento determina apenas quais áreas podem ser ocupadas. Já o planejamento determina como estas áreas deverão ser ocupadas. Através do Plano Diretor de Drenagem e do código de obras, podem-se delimitar as áreas que não deverão ser ocupadas com construções permanentes. Neste caso, os municípios terão que utilizar estas áreas para outros fins como, por exemplo, parques, estacionamentos, etc.;

4. Previsão de Cheia e Plano de Evacuação: para a utilização deste tipo de medida, é necessário um sistema de coleta e transmissão em tempo real dos dados de precipitação, vazão e nível, durante a ocorrência de eventos chuvosos. A rede telemétrica atualmente existente na bacia do rio Mamanguape não serve ao objetivo de previsão de cheias em tempo real. Pode ser utilizado um sistema de rádio e implantação de alto-falantes em pontos estratégicos ao longo da bacia. Pode-se, também, desenvolver um modelo esquemático que consiga prever quando as cidades situadas às margens do rio Mamanguape devem ser evacuadas, por haver um perigo de inundação.

5. Controle da erosão: o controle de erosão do solo é uma das principais medidas extensivas. O poder público em parceria com as autoridades responsáveis deve ter em mente a necessidade de planejar e projetar obras de controle a erosão que resultem em uma solução racional e definitiva para o problema, sendo extensiva a toda a bacia, reduzindo, assim, o processo de assoreamento ao longo do rio. Uma medida que pode ser utilizada, apesar do custo inicial alto, é o reflorestamento ao longo da bacia que, além de combater

à erosão, pode reduzir o impacto da chuva diretamente sobre o solo, o que aumentará o tempo de concentração da bacia e reduzirá os picos de cheias;

6. Implantação de reservatórios de amortecimento de cheias: esta medida tem como objetivo principal armazenar uma parcela das vazões de enchente, de maneira a reduzir o pico de cheia que atinge os municípios ribeirinhos localizados na bacia do Mamanguape. A implantação desta obra estrutural requer um investimento alto para os municípios da bacia, pois além da sua construção é imprescindível seu controle na operação e na manutenção. Para isso, é importante a participação dos gestores públicos na atuação direta de manutenção e fiscalização. A implantação de reservatórios que contribuam na redução e no controle do escoamento pode ser bastante eficaz, desde que sejam obedecidas algumas regras básicas no seu processo operacional que podem ser vistas a seguir: (a) Na época do período chuvoso o reservatório deverá estar com sua capacidade mínima de armazenamento de modo a suportar a vazão decorrente do evento chuvoso; (b) O reservatório deverá procurar operar de tal forma a escoar a vazão natural até que as cotas limites a jusante sejam atingidas, isto é, o nível máximo definido pelo mapa de inundação; (c) O volume armazenado no reservatório deverá ser liberado gradativamente, para que o reservatório recupere sua capacidade de armazenamento para a próxima cheia. O monitoramento do volume armazenado deverá ser permanente, principalmente nos períodos chuvosos da região, garantindo segurança para a população a jusante. Estas condições operacionais dependem do projeto de reservatório e de seu sistema extravasor. A localização destes reservatórios de amortecimento deverá obedecer aos critérios de vulnerabilidade, e sua implantação será determinada através da sua eficiência e utilidade para a localidade considerada.

### 3.3.2. Instalação de reservatório para controle de cheias da Avenida Pacaembu – cidade de São Paulo – SP

Canholi (2005) relata a solução adotada no município de São Paulo para conter enchentes que ocorriam na avenida Pacaembu localizada na zona leste de São Paulo.



O autor relata que foi estudado uma solução não convencional, que previa a escavação de um reservatório subterrâneo para amortecimento de picos de enchente. Foi então concebida e desenvolvida a idéia de implantação de um reservatório que armazenasse grande parte dos volumes coletados pelas galerias que já existiam na região sendo necessário apenas um reforço em certos trechos dessas galerias. A Figura 22 ilustra a visão geral da concepção do reservatório.

O dimensionamento do reservatório foi baseado em estudos hidrológicos (quanto de chuva esperado) e hidráulicos (capacidade de vazão das galerias) além da consideração de outras condicionantes como análises do amortecimento no reservatório limitados pelas condições de entorno, etc.

A estrutura de controle das vazões de saída do reservatório ficou composta por um orifício de fundo de 1,00 m de base e 0,50 m de altura além de uma soleira intermediária e outra superior para atender a excessos de vazão.

Ao reservatório foram previstos rampas de acesso para limpeza, como também aberturas para ventilação e um sistema de iluminação que seguindo um manual de manutenção e limpeza os responsáveis executam o saneamento do local.

O autor concluiu que a implantação do reservatório representou uma solução econômica e ambientalmente adequada, que garante o controle das cheias da região de forma automática, com segurança e confiabilidade. E que essas vantagens demonstram o alto interesse da análise de soluções não convencionais em drenagem urbana, principalmente em grandes centros como São Paulo.

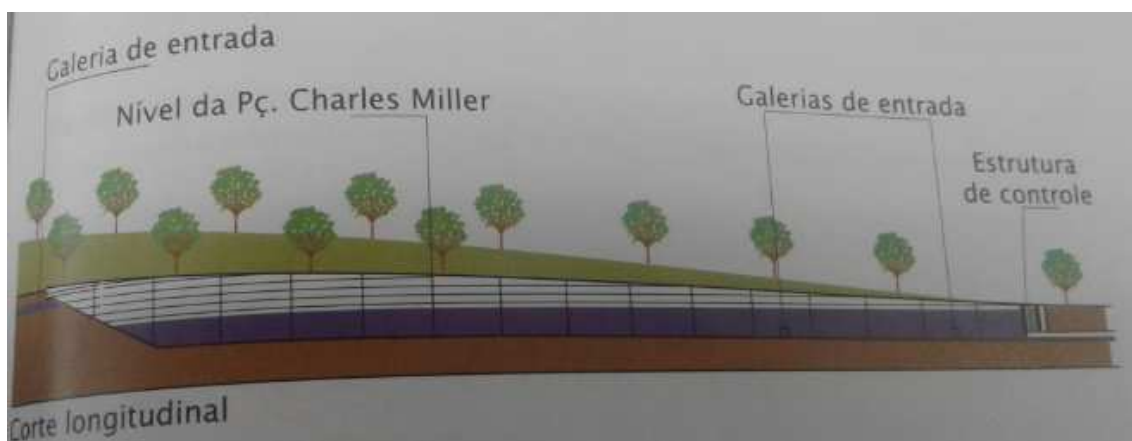


Figura 22 - Concepção geral do reservatório.

**Fonte: Canholi, 2005.**



## 4 RESULTADOS

### 4.1. RECOMENDAÇÕES DE MEDIDAS ESTRUTURAIS

Apontando o que o relatório técnico de mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações e corridas de massa desenvolvido pelo IG (Instituto Geológico) para o município de Itaoca recomenda, a princípio existe a necessidade de estudos hidrológicos e/ou geológico-geotécnicos detalhados, imprescindíveis para subsidiar a implantação, por exemplo, de intervenções nos canais ou de obras de contenção de taludes. Também deve-se ter atenção na manutenção da capacidade de retenção dos excessos de chuva nas micro e sub-bacias (manutenção da cobertura vegetal, evitar a impermeabilização de áreas, prevenção quanto ao surgimento e controle de feições erosivas).

Ressalta-se que muitas das intervenções necessitam de detalhamento dos estudos realizados (ex: obtenção de tempos de retorno, vazões, dados geotécnicos, etc). Destaca-se que antes de dar início à implantação de algumas das recomendações estruturais, é necessário que se efetue consulta prévia aos órgãos ambientais competentes. Além disso, a Prefeitura Municipal deve considerar as condições de perigo, vulnerabilidade e risco mapeadas quando da aprovação de novos projetos construtivos.

Deve considerar prioritariamente ações de menor impacto que, contudo, podem implicar em resultados importantes quanto a redução da gravidade do risco, como a execução de serviços de limpeza e recuperação de drenagens, disciplinamento do escoamento das águas, entre outros.

Outra medida apontada no mesmo estudo e assumida neste trabalho como de importante medida seria a remoção definitiva de moradias e monitoramento das áreas de risco e a construção de dique marginal de forma a equalizar o nível entre as duas margens, após a elaboração de estudos técnicos com a elaboração de projeto de engenharia.

#### 4.2. RECOMENDAÇÕES DE MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

O planejamento territorial, apoiado por um corpo normativo bem estruturado, voltado à prevenção do surgimento de áreas de risco e formulado com a utilização efetiva do conhecimento técnico disponível é um instrumento fundamental para coibir a ocupação de áreas inadequadas do ponto de vista da segurança da população.

Recomenda-se a criação de Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR), ressaltando que sua elaboração e atualização fundamentadas no diagnóstico da situação atual e na identificação de tendências permitem o estabelecimento de metas de curto, médio e longo prazo.

A prevenção e a gestão de riscos também devem estar contempladas na formulação e aprimoramento dos seguintes instrumentos normativos: Legislação sobre zona e/ou área de interesse social e área de interesse especial; Legislação sobre parcelamento do solo; Legislação sobre zoneamento ou uso e ocupação do solo; Legislação sobre estudo de impacto de vizinhança; e no Código de Obras do Município.

Convém destacar que a eficácia do planejamento depende diretamente da criação e do fortalecimento dos mecanismos de controle e fiscalização destinados a evitar a ocupação inadequada em áreas suscetíveis a eventos perigosos.

A municipalidade deve promover a atualização constante das informações sobre os setores de risco existentes no município e o aprimoramento destas por meio do cadastramento (detalhamento) das moradias e da obtenção dos dados de cada uma das famílias presentes em setores de risco. Este detalhamento e atualização são fundamentais para a redução ou eliminação de riscos, indicando a priorização de áreas para a atuação do município e a forma de aplicação de recursos, assim como fornecendo informações cruciais para o enfrentamento de emergências, como o número total de possíveis desabrigados, o número de portadores de necessidades especiais, crianças, idosos, etc.

Recomenda-se também a instituição de um Conselho Municipal de Defesa Civil, ou órgão similar, considera-se um importante instrumento de

articulação, podendo este, inclusive, vir a agregar representantes do Legislativo, Judiciário local, Ministério Público e de instituições privadas.

Por fim, ressalta-se que a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC) é o órgão executivo que possui as atribuições legais, assim como a vocação natural para desempenhar o papel integrador entre os diversos atores municipais, atuando não só no atendimento às emergências, mas também de forma efetiva nas ações de prevenção de riscos, por meio da articulação de ações, da guarda e atualização de informações e da disseminação de conhecimento. Daí a importância de sua instituição e fortalecimento.

## 5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento urbano desordenado tem como uma de suas consequências o aumento dos níveis de risco de desastres associados a escorregamentos, inundações, corridas de massa, erosão e solapamento de margens. O instrumento para o planejamento urbano mais utilizado é o Plano Diretor ou Plano de Ordenamento Territorial, que indica o que pode ser realizado em cada área do município, orientando as prioridades de investimentos e os instrumentos urbanísticos que devem ser implementados, tendo como bases, a carta geotécnica e o mapeamento de risco.

O enfrentamento das situações de risco, que ocorre nas esferas do planejamento e da gestão, compatibilizando as políticas públicas das diferentes esferas da federação (federal, estadual, municipal), deve ser realizado com a aplicação integrada de diversos instrumentos técnicos e normativos, estando fundamentado em ações e diagnóstico; planejamento; monitoramento e fiscalização; redução, mitigação e erradicação; capacitação, treinamento e disseminação.

As ações de gestão de risco de curto e médio prazos por parte do governo municipal devem estar vinculadas ao fortalecimento da Defesa Civil Municipal, tanto do ponto de vista institucional quanto dos recursos humanos, equipamentos e infraestrutura. É fundamental a adesão do Município e efetiva operação do Plano Preventivo de Defesa Civil, aliada à implementação de sistema de monitoramento e alerta, uma vez que, caso haja eventos meteorológicos extremos ou prolongados nas regiões de cabeceiras das drenagens, o histórico da área suscita a possibilidade de novas ocorrências.

Também deve ser garantida a capacitação constante de técnicos municipais e a disseminação de conhecimento no ambiente interno da Administração Pública e nas instituições educacionais, nos temas relacionados à prevenção e gestão de riscos de forma geral.

## REFERÊNCIAS

ABGE ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998.

AMARAL, R., SANTORO, J & TOMINAGA, LK. (org.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. Disponível em <http://www.defesacivil.sp.gov.br>

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**. 2007.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências**. 2001.

CANHOLI, Aluísio P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CONSÓRCIO GERENTEC – JHE; DAEE; PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAOCA SP. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Disponível em: [http://www.saneamento.sp.gov.br/PMS/UGRHI11/PMS\\_ITAOCA.pdf](http://www.saneamento.sp.gov.br/PMS/UGRHI11/PMS_ITAOCA.pdf) Acesso em: 12 jun. 2015.

FREITAS, C. G. L. **Cartografia geotécnica de planejamento e gestão territorial: proposta teórica e metodológica**. 2000. 230 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

FUNASA Fundação Nacional de Saúde. **Manual de saneamento**. 3. ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. Disponível em: <http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariacivil/pos-graduacao/funasa-manual-saneamento.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2015.

FURLAN, M. C.; LACRUZ, M. S. P.; SAUSEN, T. M. **Vulnerabilidade socioeconômica à ocorrência de eventos extremos: proposta metodológica**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2011, Curitiba. Disponível em <http://urlib.net/3ERPFQRTRW/3A3P672>. Acesso em: 31 mai. 16.

G1. **Notícias de Santos e Região.** Disponível em:<<http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2014/01/especialistas-afirmam-que-temporal-foi-o-maior-da-historia-de-itaoca-sp.html>> Acesso em: 15 mai. 2015.

GORE, A. **Uma Verdade inconveniente.** São Paulo: Manole, 2006.

IG-Instituto Geológico (SP) **Mapeamento de riscos associados a escorregamentos, inundações e corridas de massa - Município de Itaoca, SP.**Relatório Técnico / Maria José Brollo (Coordenação). – São Paulo : IG / SMA, 2015.

LEPSCH, Igo F. **Formação e conservação dos solos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT– **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios.** Brasília: Ministério das Cidades, 2007.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL; SECRETARIA NACIONAL DA DEFESA CIVIL. **Campanha Construindo Cidades Resilientes: Minha Cidade está se preparando.** Disponível em: <http://www.mi.gov.br/cidadesresilientes/> Acesso em: 12 jun. 2015.

OLIVEIRA, LUÍS MARCELO DE; MINERAIS DO PARANÁ S.A.. **Guia de prevenção de acidentes geológicos urbanos.** Curitiba: MINEROPAR, 1998.

Organização Pan-Americana da Saúde. **Desastres Naturais e Saúde no Brasil.** Fundação Oswaldo Cruz – Ministério da Saúde. Brasília, 2014.

PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (ED.). **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** Barueri, SP: Manole, 2005.

RIFFEL, Eduardo S. **Análise e mapeamento das ocorrências de movimentos de massa na bacia hidrográfica do rio paranhana (RS).** 2012. Dissertação (Pós-Graduação)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

Souza, L. A.; Sobreira, F. G. **Guia para elaboração de cartas geotécnicas de aptidão à urbanização frente aos desastres naturais**. Leonardo Andrade de Souza e Frederico Garcia Sobreira. Brasília-DF, 2014. Disponível em: [http://www.abge.org.br/uploads/imgfck/file/GUIA\\_APTIDAO\\_A\\_URBANIZACAO\\_SOUZA\\_E\\_SOBREIRA\\_2014.pdf](http://www.abge.org.br/uploads/imgfck/file/GUIA_APTIDAO_A_URBANIZACAO_SOUZA_E_SOBREIRA_2014.pdf) Acesso em: 09 jun. 2015.

TUCCI, Carlos E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH**, Porto Alegre, 2002. Disponível em: <http://www.rhama.net/download/artigos/artigo15.pdf> Acesso em: 09 jun. 2015.

TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: ABRH Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

UNISDR **Como Construir Cidades Mais Resilientes - Um Guia para Gestores Públicos Locais**, United Nations International Strategy for Disaster Reduction, Geneva, 2012.