



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA  
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

# **RBGEA**

## **REVISTA BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL**

Edição Especial

Artigos do III SRA-LA

III - Congresso da Sociedade de Análise de Risco  
Latino- Americana SRA- LA -2016



**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA  
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL**

**REVISTA BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL**

*Publicação Científica da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental*

### **EDITORES**

Prof. Dra. Alessandra Cristina Corsi – IPT

Prof. Dra. Kátia Canil – UFABC

Prof. Dra. Malva Andrea Mancuso – UFSM

### **REVISORES**

Adalberto Aurélio Azevedo – IPT	Jorge Kazuo Yamamoto – USP
Alberto Pio Fiori – UFPR	José Alcino Rodrigues de Carvalho – Univ. Nova de Lisboa (Port.)
Alessandra Cristina Corsi – IPT	José Augusto de Lollo – UNESP
Alessandra Cristina Corsi – IPT	José Domingos Gallas – USP
Aline Freitas da Silva – DRM-RJ	José Eduardo Zaine – UNESP
Andrea Valli Nummer – UFSM	José Luiz Albuquerque Filho – IPT
Angelo José Consoni – TSAP	Kátia Canil – UFABC
Antonio Cendrero – Univ. da Cantabria (Espanha)	Leandro Eugênio da Silva Cerri – UNESP
Antonio Manoel Santos Oliveira – UNG	Luis de Almeida Prado Bacellar – UFOP
Candido Bordeaux Rego Neto – IPUF	Luiz Fernando D'Agostino – Nucleo
Carlos Geraldo Luz De Freitas – IPT	Luiz Nishiyama – UFU
Clovis Gonzatti – CIENTEC	Malva Andrea Mancuso – UFSM
Denise de la Corte Bacci – USP	Marcelo Denser Monteiro – Metrô – SP / UAM
Diana Sarita Hamburger – UFABC	Marcelo Fischer Gramani – IPT
Dirceu Pagotto Stein – Geoexec	Marcia Pressinotti – IG/SMA
Edilson Pissato – USP	Marcilene Dantas Ferreira – UFSCar
Eduardo Brandau Quitete – IPT	Marcio A. Cunha – Consultor
Eduardo Goulart Collares – UEMG	Maria Cristina Jacinto Almeida – IPT
Eduardo Soares de Macedo – IPT	Maria Heloisa B.O. Frascá – Consultora
Emilio Velloso Barroso – UFRJ	Maria José Brollo – IG/SMA
Eraldo L. Pastore – Consultor	Marta Luzia de Souza – UEM
Fábio Soares Magalhães – Vogbr	Nelson Meirim Coutinho – GEORIO
Fabricio araujo mirandola – IPT	Newton Moreira de Souza – UnB
Filipe Antonio Marques Falcetta – IPT	Noris Costa Diniz – UnB
Flávio Almeida da Silva – Engecorps	Reinaldo Lorandi – UFSCar
Frederico Garcia Sobreira – UFOP	Renato Luiz Prado – USP
Ginaldo Campanha – USP	Ricardo Vedovello – IG/SMA
Helena Polivanov – UFRJ	Yociteru Hasui – Consultor
Jair Santoro – IG/SMA	
João Francisco Alves Silveira – Consultor	

### **APOIO EDITORIAL**

Denise Amaral e Didiana Dórea

### **PROJETO GRÁFICO E DIAGRAMAÇÃO**

Rita Motta – Editora Tribo da Ilha

---

**Volume 7**

2017

ISSN 2237-4590

---



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA  
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

**DIRETORIA ABGE GESTÃO 2019/2020**

**Presidente:** Delfino Luiz Gouveia Gambetti

**Vice Presidente:** Fernando Facciolla Kertzman

**Diretora Secretária:** Marcela Penha Pereira Guimaraes

**Diretor Financeiro:** Silvia Maria Kitahara

**Diretor de Eventos:** Renivaldo T. Campos

**Diretor de Comunicação:** Maria Heloisa B. Oliveira Frasca

**Conselho Deliberativo da ABGE:** Claudio Luiz Ridente Gomes, Delfino Luiz Gouveia Gambetti, Fabio Augusto Gomes Vieira Reis, Fernando Facciolla Kertzman, Francisco Nogueira de Jorge, Iramir Barba Pacheco, Ivan Jose Delatim, Jacinto Costanzo Junior, Joao Paulo Monticelli, Julio Yasbek Reia, Marcela Penha Pereira Guimaraes, Marcelo Denser Monteiro, Maria Heloisa B. Oliveira Frasca, Otávio Coaracy Brasil Gandolfo, Paula Sayuri Tanabe Nishijima, Raquel Alfieri Galera, Renata Augusta Rocha N. de Oliveira, Renivaldo T. Campos, Ricardo Antonio Abrahão, Ricardo Vedovello e Silvia Maria Kitahara.

**NÚCLEO RIO DE JANEIRO**

Conselho Deliberativo: Marcela Tuler Castelo Branco, Marcelo de Queiroz Jorge, Marcio Fernandes Leão, Nelson Meirim Coutinho, Rafael Silva Ribeiro, Raquel Batista Medeiros da Fonseca, Thiago Dutra dos Santos e Victor Augusto Hilquias Silva Alves.

**NÚCLEO MINAS GERAIS**

Conselho Deliberativo: Alberto Ferreira do Amaral Junior, Angelo Almeida Zenobio, Ellen Delgado Fernandes, Fabio Soares Magalhães, Inácio de Carvalho, Luis de Almeida P. Bacellar, Maria Giovana Parizzi, Thiago Marques Baptista Teixeira e Yan Lucas de Oliveira P. dos Santos

**NÚCLEO SUL**

Conselho Deliberativo: Andrea Valli Nummer, Cezar Augusto Burkert Bastos, Débora Lamberty, Erik Wunder, Hermam Vargas Silva, Malva A. Mancuso e Murilo da Silva Espíndola.

**NÚCLEO CENTRO OESTE**

Conselho Deliberativo: Bruno Diniz de Mello Moreira, Gabriel do Nascimento Ribeiro, Getúlio Ezequiel da C. Peixoto Filho, Joao Luiz Armelin, Kurt João Albrecht, Patricia de Araujo Romão, Ricardo Moreira Vilhena e Rodrigo Luiz Gallo Fernandes.

**NÚCLEO NORTE**

Conselho Deliberativo: Claudio Fabian Szlafsztein, Dianne Danielle Farias Fonseca, Elton Rodrigo Andretta, Iris Celeste Nascimento Bandeira, Luciana de Jesus P. P. Miyagawa, Milena Marília Nogueira de Andrade e Sheila Gatinho Teixeira.

**ABGE Central**

Gerente Executiva: Luciana Marques

Av. Prof. Almeida Prado, 532 | Prédio 36 | Cidade Universitária | São Paulo – SP

Fones: (11) 3767-4361 | (11) 3719-0661

E-mail: [abge@abge.org.br](mailto:abge@abge.org.br) | Site: [abge.org.br](http://abge.org.br)



# APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que apresentamos o número único da Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (RBGEA) do ano de 2017. Os artigos aqui compartilhados foram selecionados do III Congresso da Sociedade de Análise de Risco Latino Americana, realizado em Maio de 2016 na cidade de São Paulo. Os artigos selecionados abordam diferentes temas da área da Geologia de Engenharia e Ambiental, que apresentam interesse para a área acadêmica e profissional. Apresentamos, a seguir, uma breve descrição dos estudos e pesquisas publicados nesta edição.

Os artigos apresentados por Sousa e colaboradores apresentam uma reestruturação dos instrumentos legais municipais para articular os diferentes atores envolvidos na gestão do risco e para atuar de maneira eficiente na temática de riscos ambientais urbanos utilizando a bacia hidrográfica como unidade de análise das ações de prevenção de desastres em consonância com a Lei nº 12.608/2012. A análise foi realizada nas bacias dos rios Aricanduva, Jacu e Itaquera, na zona leste do município de São Paulo.

Moretti e colaboradores apresentam uma análise das cartas de suscetibilidade e geotécnicas aplicadas a identificação de parcelas do território ainda não ocupados, suscetíveis a riscos geotécnicos. No artigo aprofundam a análise sobre as variáveis que interferem na decisão de aquisição ou manutenção da propriedade pública das áreas suscetíveis ao risco, que se encontram vazias ou desocupadas. A hipótese é que existe uma hierarquia de importância quanto à incorporação no patrimônio público de áreas de risco geotécnico e que em alguns casos é possível, ou mesmo recomendável, a manutenção da propriedade privada.

Considerando que os atuais cenários de riscos ambientais urbanos são resultados dos conceitos iniciais atrelados a “desenvolvimento” e, portanto, da consequente necessidade dos processos de planejamento e desenvolvimento urbano incorporarem o risco como componente fundamental, e na perspectiva de valorizar a interação entre práticas sustentáveis de desenvolvimento urbano e a gestão de risco de desastres, o trabalho de Bongiovanni, Freiats e Alves apresentou um exercício de avaliação de medidas de gestão de risco, considerando seus impactos positivos segundo as três dimensões da sustentabilidade (econômico, social e ambiental) e seus mais importantes stakeholders (partes interessadas) agrupados para avaliação. O quadro de correlação, com os impactos devidamente valorados será uma importante ferramenta de sensibilização de agentes financiadores e investidores, dos ganhos promovidos pelo desenvolvimento sustentável da gestão de risco de desastres naturais.

No trabalho apresentado por Silva, Virgílio e Martins foi realizada uma análise dos dados de precipitações disponíveis para a bacia do rio Sapucaí a montante do município de Itajubá - MG, com o intuito de determinar limiares de precipitações extremas.

Correa e colaboradores apresentaram o resultado da compartimentação fisiográfica das bacias hidrográficas Juqueriquerê, Santo Antônio e São Francisco, nos municípios de Caraguatatuba e São Sebastião (SP), com finalidade de identificar locais com maior vulnerabilidade a corridas de massa. Foram delimitadas unidades fisiográficas nas planícies fluviais e flúvio-marinhas; nos locais com depósitos de colúvio e de tálus, nos granitoides em morros isolados, nos granitoides e gnais-

ses-migmatitos associados às médias e baixas encostas de serra e nas áreas de topo com predominância de granitoides e a gnaisses migmatitos. A vulnerabilidade a corridas de massa é maior em encostas retilíneas a convexas, com valores de declividade superiores a 30°.

Moura e Canil expuseram alguns exemplos de medidas estruturais que apontam para redução de riscos de desastres e a construção de cidades resilientes frente a movimentos gravitacionais de massa contidos em publicações do UNISDR.

Estamos certos de que o conjunto de artigos disponíveis em mais este número da RBGEA configura uma contribuição relevante de profissionais da área de Geologia de Engenharia e Ambiental, refletindo sobre temas relevantes para a gestão de riscos, análise eventos de precipitação extremos, compartimentação fisiográfica de bacias de corridas de massa e medidas estruturais para a construção de cidades resilientes.

Desejamos a todos uma ótima leitura!



# SUMÁRIO

- 8** ADOÇÃO DA TERRITORIALIZAÇÃO POR BACIAS HIDROGRÁFICAS NA GESTÃO DOS RISCOS HIDROLÓGICOS: AS EXPERIÊNCIAS NAS BACIAS DO ARICANDUVA, JACU E ITAQUERA, NA ZONA LESTE DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO  
*Gabriel Gera de Gouveia*  
*Amanda Mendes de Sousa*  
*Ronaldo Malheiros Figueira*  
*Natália Leite de Moraes*  
*Evandro Freitas*  
*Rodrigo Nery e Costa*  
*Vitor Cesar Nishimoto*  
*João Paulo de Assunção*  
*Luiz Carlos Pires*
- 17** ÁREAS SUSCETÍVEIS AO RISCO GEOTÉCNICO – QUANDO CONVÉM A PROPRIEDADE PÚBLICA?  
*Ricardo de Sousa Moretti*  
*Julia Azevedo Moretti*  
*Cristina Boggi S. Raffaelli*
- 22** DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS  
*Luis Antonio Bongiovanni*  
*Julia Oliveira de Freitas*  
*Fernando Machado Alves*

- 29** DETERMINAÇÃO DE LIMIARES DE PRECIPITAÇÕES EXTREMAS RELACIONADAS À OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÕES: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO SAPUCAÍ EM ITAJUBÁ – MG  
*Benedito Cláudio da Silva*  
*Rebeca Meloni Virgílio*  
*Alessandro Marques Martins*
- 36** EMPREGO DA COMPARTIMENTAÇÃO FISIAGRÁFICA NA SELEÇÃO DE ÁREAS-ALVO A PROCESSOS DE CORRIDAS DE MASSA: APLICAÇÃO NA ÁREA SERRANA DO LITORAL NORTE DE SÃO PAULO  
*Claudia Vanessa dos Santos Corrêa*  
*Fábio Augusto Gomes Vieira Reis*  
*Beatriz Marques Gabelini*  
*Lucília do Carmo Giordano*  
*Camila Jardimetti Chaves*  
*Ana Maria Carrascosa do Amaral*  
*Marina Mendes Coura*  
*Rodrigo Irineu Cerri*  
*Flávia Beatriz Demarchi*  
*Gabriela Hernades Villani*  
*Rafaela Bressan*
- 44** MEDIDAS ESTRUTURAIS ADOTADAS EM ÁREAS DE RISCO DE MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA CONSTRUÇÃO DE CIDADES RESILIENTES  
*Rodolfo Baesso Moura*  
*Kátia Canil*

# ADOÇÃO DA TERRITORIALIZAÇÃO POR BACIAS HIDROGRÁFICAS NA GESTÃO DOS RISCOS HIDROLÓGICOS: AS EXPERIÊNCIAS NAS BACIAS DO ARICANDUVA, JACU E ITAQUERA, NA ZONA LESTE DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

*HYDROGRAPHIC BASIN TERRITORY TO RISK MANAGEMENT: CASE STUDY IN  
ARICANDUVA, JACU AND ITAQUERA BASINS, SÃO PAULO CITY EAST SIDE*

*GABRIEL GERA DE GOUVEIA  
gggouveia@prefeitura.sp.gov.br*

*AMANDA MENDES DE SOUSA  
amandamsousa@prefeitura.sp.gov.br*

*RONALDO MALHEIROS FIGUEIRA  
rfigueira@prefeitura.sp.gov.br*

*NATÁLIA LEITE DE MORAIS  
nlmoraes@prefeitura.sp.gov.br*

*EVANDRO FREITAS  
evandrofreitas@prefeitura.sp.gov.br*

*RODRIGO NERY E COSTA  
rnerycosta@prefeitura.sp.gov.br*

*VITOR CESAR NISHIMOTO  
vnishimoto@prefeitura.sp.gov.br*

*JOÃO PAULO DE ASSUNÇÃO  
apassuncao@prefeitura.sp.gov.br*

*LUIZ CARLOS PIRES  
lcpires@prefeitura.sp.gov.br*

## RESUMO ABSTRACT

A Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei nº 12.608/2012), como outras legislações, tem como diretriz a “adoção da bacia hidrográfica como unidade de análise das ações de prevenção de desastres”. A partir dessa normativa, foi possível reestruturar instrumentos legais municipais para articular os diferentes atores envolvidos na gestão do risco e para atuar de maneira eficiente na temática de riscos ambientais urbanos. Tendo como objeto de estudo a Zona Leste do Município de

The National Policy on Protection and Civil Defense (Law No. 12,608 / 2012), like other laws, has as a guideline the “adoption of the watersheds as the unit of analysis of disaster prevention actions.” From this legislation, it was possible to restructure municipal legal instruments to articulate the different actors involved in risk management and to work efficiently on the theme of urban environmental risks. Using as object of study the East Region of the city of São Paulo,

São Paulo, região da cidade que possui expressiva rede hidrográfica, em sua maioria, ocupada por avenidas e moradias irregulares nos fundos de vale, e caracterizada pelo alto índice de impermeabilização que altera a vazão dos corpos d'água, aumentando o escoamento superficial. Esse cenário potencializa a vulnerabilidade para os riscos hidrológicos, e a partir desse panorama o processo de gestão foi adequado, considerando não somente aos limites políticos, possibilitando melhorias na forma de gerir esses riscos.

**Palavras-chave:** Riscos hidrológicos; Territorialização; Bacias Hidrográficas; Zona Leste de São Paulo; Gestão dos riscos ambientais urbanos.

area of the city that has a significant hydrographic network, mostly occupied by avenues and irregular houses in the valley bottoms, and characterized by high waterproofing index that compromises the flow of water bodies and affect runoff. This scenario enhances vulnerability to hydrological risks and from this perspective the management process was adequate taking into consideration the watershed boundaries, and not political boundaries.

**Keywords:** Hydrological risks; Territorialization; Watersheds; East Region of the city of São Paulo; Urban environmental management.

## 1 URBANIZAÇÃO EM SÃO PAULO E SEUS PROBLEMAS

A urbanização é o fenômeno social, econômico e ambiental mais significativo das últimas décadas, causando alterações significativas ao planejamento, desenvolvimento e gestão da sociedade e no modo de vida das populações. Segundo HERZER & GUREVICH (1996) apud NOGUEIRA (2002), o meio ambiente urbano é um conjunto das diferentes relações estabelecidas entre a sociedade e o meio físico construído, que acontecem em um determinado espaço territorial, que é a cidade. Os dados do relatório da Conferência Mundial sobre Assentamentos Humanos (ODA, 1996 apud NOGUEIRA, 2002), indicavam que, avaliando a dificuldade de estabelecer a infraestrutura minimamente necessária (relativa às questões de ocupação e uso do solo), 30 a 60% da população das

maiores cidades de países em desenvolvimento estabelecem suas moradias em assentamentos irregulares.

Em análise ao último Censo Demográfico (IBGE, 2013), mais de 80% do número total da população brasileira reside na área urbana, afirmando a tendência de concentração nessa porção do espaço, bem como de expansão dos grandes aglomerados urbanos (NOGUEIRA, 2002). Na cidade de São Paulo essa realidade não é diferente. O município cresceu economicamente e sua mancha urbana acompanhou esse crescimento concomitantemente. Estima-se que em 1930 a área urbana de São Paulo era de 355 km<sup>2</sup>, passando para 1370 km<sup>2</sup> em 1980 (PMSP). Esse fenômeno de expansão urbana pode ser observado nas Figuras 1 e 2, por meio das plantas da Cidade de São Paulo nos anos de 1850 e 1928, respectivamente.

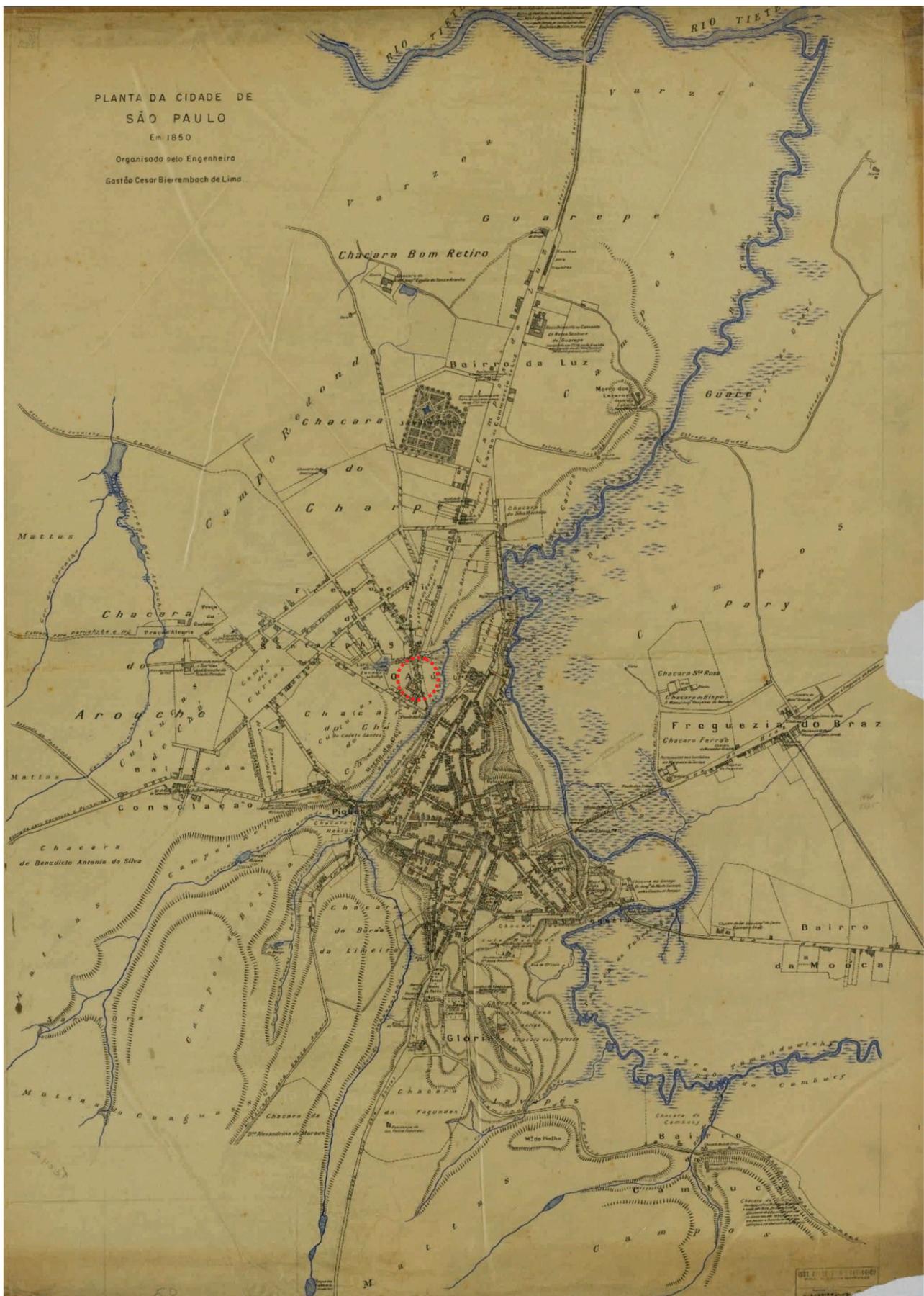


Figura 1. Planta da Cidade de São Paulo em 1850. Em destaque, para efeitos comparativos, o Largo de São Bento. (HIMACO, 2014)



**Figura 2.** Planta da Cidade de São Paulo confeccionada em 1928. Pode-se observar que mesmo sem a execução do Plano de Avenidas, a cidade já expande sua malha urbana. Fator que se deve, tanto ao funcionamento da São Paulo Railway como a instalação das fábricas ao longo da linha do trem. Em destaque, para efeitos comparativos, o Largo de São Bento. (HIMACO, 2014)

São Paulo possui alguns grandes marcos que definiram quando e de que modo a urbanização iria acontecer. Entre esses marcos, podemos citar o Plano de Avenidas e a ascensão do automóvel como principal meio de transportes e o direcionamento das políticas públicas favorecendo esse modal.

A 1ª Guerra Mundial e a Crise dos anos 1920 favoreceram e incentivaram a industrialização em São Paulo, gerando um cenário com grande quantidade de proletariado urbano e uma alta taxa de densidade populacional (ROLNIK, 2003), ainda concentrada nas proximidades do Centro e nas vilas operárias. Segundo Rolnik (2003) atrelado a isso, o Centro se estabeleceu como um espaço cada vez menos ocupado por população de baixa renda, uma vez que houve um aumento com o custo de vida (alimentação, vestuário e aluguéis), gerando assim, aumento na demanda por terrenos e grande pressão por moradia, principalmente pela

população de baixa renda. Com a aplicação do Plano de Avenidas, na década de 1940, proposto pelo Eng. Prestes Maia, que consistia em promover obras para a retificação e confinamento de rios e córregos para a instalação das avenidas fundo de vale e grandes obras viárias; com o processo de industrialização de São Paulo, combustível para a formação dos núcleos habitacionais dos trabalhadores; e, com o advento dos automóveis e a implantação dos primeiros ônibus urbanos (meio de transporte com maior autonomia que os bondes em operação na cidade), facilitando o acesso às periferias e assim, favorecendo a expansão da população para estes locais e o surgimento de loteamentos irregulares (ROLNIK, 2003).

Devido ao baixo ou inexistente investimento do Poder Público em porções do espaço urbano destinados às moradias populares (ROLNIK, 2003), os loteamentos irregulares surgem nas periferias como uma alternativa viável para que a



construídos os primeiros prédios da Companhia de Habitação de São Paulo, a COHAB, da Zona Leste, o que favoreceu o aumento na quantidade de moradores da região.

Devido ao crescimento da área urbana na Zona Leste, problemas como inundações se tornaram mais frequentes a partir dos anos 60. Apenas dez anos depois, na década de 1970, os casos de enchentes e inundações se intensificaram e passaram a ocorrer anualmente (KOBAYASHI, 2010). Por conta disso, a Prefeitura do Município de São Paulo (PMSP) e a Companhia do Metropolitano de São Paulo (Metrô) iniciaram as primeiras obras no local entre os anos de 1960 e 1970 (DAEE, 1999), e em 1963 se iniciou a canalização do Rio Aricanduva. Nos anos 90 foram implantados os reservatórios para contenção do excedente de águas pluviais, e a partir dos anos 2000 houve uma maior realização de obras, como novos piscinões, alteamentos, alargamentos de calhas, parques lineares, e também constantes limpezas e desassoreamentos (KOBAYASHI, 2010). Entretanto, apesar da realização dessas intervenções de engenharia com a finalidade de amenizar a quantidade de casos de inundações, os problemas da região ainda são constantes.

Segundo Marcia Yoko Kobayashi (2010), apesar de todas as obras de engenharia feitas na região para minimizar os episódios de inundações, poucas ações não estruturais foram realizadas no local. Dentre essas ações destacam-se algumas campanhas educativas abordando a problemática dos ratos e lixo, a operação Cata-Bagulho e atividades de educação ambiental promovidas pelo Parque do Carmo e pelo Serviço Social do Comércio, o SESC.

### 3 A POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS E A POLÍTICA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL: SUAS DETERMINAÇÕES E SEUS AVANÇOS

As normativas legais são instrumentos importantes que contribuem para que a gestão, em especial a dos riscos hidrológicos, seja eficiente e colocada em prática, ainda que por força da lei, e pode se dar por meio de leis de âmbito federal, estadual ou municipal, sendo portarias, decretos

ou regulamentações ou outros dispositivos legais que permitam balizar esse processo.

Considerando a temática dos riscos hidrológicos e das bacias hidrográficas, temos como um dos marcos regulatórios em 2012 a promulgação da Lei nº 12.608/2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC e que prevê a adoção da bacia hidrográfica como unidade de análise das ações de prevenção de desastres relacionados a corpos d'água. Aliada essa normativa, existe a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/1997, que consolida a bacia hidrográfica como unidade de gestão territorial e prevê em seus objetivos a prevenção contra eventos hidrológicos críticos.

Através da Política Nacional de Recursos Hídricos e da promulgação da Lei nº 12.608/2012, foi possível aos municípios a reestruturação do órgão de Defesa Civil e suas equipes técnicas para iniciar um trabalho de cunho preventivo e recuperativo em áreas de risco hidrológico. Adotar as bacias hidrográficas como unidade de análise para os riscos hidrológicos torna os processos de gestão e gerenciamento mais eficiente e preventivo do que a adoção de limites políticos uma vez que processos como erosão, enchentes, inundações, entre outros processos naturais, intensificados pela intervenção antrópica, ocorrem dentro da bacia e se manifestam em toda a extensão de um corpo d'água, e não se valem apenas dos limites administrativos. Portanto, as políticas públicas criadas para mitigar, prevenir ou recuperar desastres naturais e, que adotando os limites político-administrativo como unidade de análise oferecem a sociedade uma solução paliativa para o problema, pois esses limites não respeitam de maneira integral a formação das bacias hidrográficas e limites naturais do território.

No caso específico da Cidade de São Paulo, a divisão político-administrativa do território se dá por meio da divisão de Subprefeituras, limites esses que não respeitam os das bacias hidrográficas, o que traz a necessidade de reestruturação do modelo de gestão para atender as normativas legais e, adotando a bacia hidrográfica como unidade de gestão e ainda, promovendo a integração das Subprefeituras, órgãos ambientais e demais atores envolvidos para tratar das problemáticas da bacia hidrográfica em estudo, bem como tornando

possível pensar em soluções definitivas para os problemas da região.

#### 4 GESTÃO DAS BACIAS DO EXTREMO LESTE E DO ARICANDUVA: GESTÃO INTEGRADA E A TERRITORIALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

Com a intuito de reestruturar o modelo de gestão dentro da PMSP, adotando a bacia hidrográfica como unidade de análise dos riscos hidrológicos, iniciou-se um processo de articulação na Zona Leste de São Paulo entre os atores locais com Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC). Após diversas reuniões para discussão do tema foi criado, através da publicação de portarias, grupos de gerenciamento integrado com a finalidade de estabelecer ações estruturais e não estruturais em bacias de maior interesse do ponto de vista do risco hidrológico.

Esses grupos têm como objetivo integrar ações de mitigação dos riscos hidrológicos, priorizando locais de maior vulnerabilidade da população, através de mapeamento dos espaços onde há maior vulnerabilidade para o desenvolvimento de processos de enchentes e inundações. Ainda, esse grupo visa criar uma articulação entre os atores locais, as Subprefeituras para que ações como limpeza dos canais de drenagem, controle do uso do solo, contenção de margem de córrego, sejam planejadas de forma integrada para que se possa fazer melhor uso do recurso público e garantir melhores condições para a população que reside nas áreas de várzea dessas bacias.

Como piloto, foi publicada a Portaria nº 29 SMSP/GAB/2015 que definiu as bacias do Extremo Leste, abrangendo as Subprefeituras de Cidade Tiradentes, Guaianases, Itaim Paulista, Itaquera e São Miguel Paulista. Com a realização de encontros e planejamento de atividades, foi criada uma experiência positiva de como gerir os riscos hidrológicos nessa porção do território e a partir dessa experiência foi possível expandir esse modelo para a criação do segundo grupo de gerenciamento local. Entre as propostas de trabalho do grupo, foi elaborado pelos técnicos das subprefeituras envolvidas um diagnóstico resumido dos problemas que atingem a região e foram planejadas, de maneira articulada e continuada, ações

de limpeza e zeladoria ao longo das bacias, bem como foram realizadas atividades de mobilização com a finalidade de disseminar informações preventivas relacionadas às fragilidades levantadas no diagnóstico. Foi então proposto a criação do grupo de gerenciamento para a bacia do Rio Aricanduva, através da Portaria nº 49 SMSP/GAB/2015, envolvendo as Subprefeituras de Aricanduva/Formosa, Itaquera, Penha, São Mateus e Sapopemba.

Porém, esse não é o primeiro esforço da COMDEC em realizar esse modelo de gestão. Em 2004, em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo, foi realizado um projeto para o controle de erosão da Bacia do Rio Aricanduva, que tinha como meta a conservação dos corpos hídricos e o controle de processos erosivos causados pelo assoreamento e intensificação do escoamento superficial devido a impermeabilização do solo da região. Além da retomada do projeto de controle de erosão, o intuito hoje é também atuar na conservação e uso futuro da bacia, se utilizando tanto de medidas estruturais bem como de medidas não estruturais, dando continuidade aos projetos já estabelecidos em anos anteriores.

#### 5 CENÁRIOS FUTUROS

Avaliando a experiência obtida com as Bacias do Extremo Leste e do Aricanduva e suas possibilidades de atuação dos grupos de gerenciamento, como a atuação nas possibilidades de conservação e recuperação das funções ecossistêmicas dos corpos hídricos, entendemos que os grupos de gerenciamento não devem se limitar apenas a ações de curto período ou a períodos de gestões políticas para que a gestão integrada da bacia se desenvolva. O verdadeiro objetivo da aplicação desse modelo de gestão é para que seja produza uma gestão integrada permanente, ligada a processos e procedimentos que deem legitimidade para atuação dos profissionais no território das bacias, e não ligada a jogadas políticas e gestão política de pessoas.

Com o andamento das atividades que se tornaram demandas a partir da criação dos grupos de gerenciamento local, vem sendo possível criar um modelo de gestão para os riscos hidrológicos,

respeitando as normativas legais vigentes. Esses grupos vêm gerando experiências positivas o suficiente para que possa servir de piloto, possibilitando a expansão desse modelo para as outras bacias da cidade de São Paulo, uma vez que o planejamento conjunto, a execução de ações de limpeza e zeladoria, de forma concomitante ao longo das bacias e as atividades de mobilização, apesar de simplista, demonstram uma diminuição no número de ocorrências do verão subsequente à criação do grupo. A expansão desse modelo para todo o município de São Paulo é um importante passo para estabelecer uma gestão eficaz, uma vez que torna possível somar esforços das Subprefeituras e de seus técnicos em favor a problemática de risco hidrológico e estabelece ações voltadas para a real necessidade do território e para a resolução de problemas das bacias hidrográficas mais críticas dentro de cada região da cidade. Ainda, a aplicação desse modelo em outras bacias pode fortalecer a descentralização do processo de gestão do município, criando uma política pública viva e atuante no território.

Além da expansão desse grupo para as outras bacias hidrográficas críticas dentro do município de São Paulo, há a intenção propôs esse modelo de gestão para as bacias localizadas nas divisas do município de São Paulo com as cidades vizinhas da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). A intenção é aplicar esse projeto nas bacias do Córrego Pirajussara (bacia presente nos municípios de Embu das Artes, Taboão da Serra e São Paulo), do Rio Cabuçú de Cima (bacia presente nos municípios de Guarulhos e São Paulo) e do Rio Tamanduateí (bacia presente nos municípios de Santo André, São Caetano do Sul, Mauá e São Paulo), que possuem problemáticas bastante semelhantes as observadas na Zona Leste de São Paulo.

Essa proposta está sendo discutida no âmbito da Câmara Temática Metropolitana para Gestão de Riscos Ambientais Urbanos. Esse colegiado, ligado ao Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana de São Paulo - CDRMSP, tem como intuito discutir e articular com os municípios da RMSP as problemáticas de riscos ambientais urbanos e a aplicação das políticas de gestão de risco. Essa câmara é composta por

representantes dos 38 municípios da RMSP e da Capital; representantes da comunidade técnica e acadêmica; de órgãos reguladores ou que atuam com as funções públicas de interesse comum (FPICs); e representantes da sociedade civil organizada.

A espacialização da gestão tendo a bacia hidrográfica como unidade de gestão territorial traz um importante desafio, tanto entre as Subprefeituras e atores municipais bem como com os municípios da RMSP, que é o de somar esforços dos diferentes atores que atuam no território a fim de melhorar a eficiência do Poder Público em planejar estratégias para mitigação dos riscos hidrológicos e auxiliar a população a estabelecer sua resiliência.

## REFERÊNCIAS

### Livros e capítulos de livros:

ROLNIK, Raquel. São Paulo. 2º ed. São Paulo: Publifolha, 2003.

### Congressos, simpósios ou outros eventos:

KOBAYASHI, Marcia Yoko. As enchentes do rio Aricanduva e a construção de conhecimento no ensino de geografia. São Paulo: USP, 2010. 115 p. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2010.

NOGUEIRA, Fernando Rocha. 2002. Políticas públicas municipais para gerenciamento de riscos ambientais associados a escorregamentos em áreas de ocupação subnormal. Rio Claro. 256p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Universidade Estadual Paulista.

SANTOS, Felipe Almeida dos. As inundações na Bacia do Aricanduva (Município de São Paulo) e o suporte dos revestimentos vegetais da APA do Carmo na interceptação das precipitações.

São Paulo: PUC, 2011. 130 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2011.

### Artigos de Periódicos:

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Atlas do censo demográfico 2010 / IBGE. - Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 72 - 81 p.

### Sites e páginas da internet:

PMSP - Prefeitura Municipal de São Paulo. Zelando pela Cidade: Áreas de risco. Disponível em: <[http://www3.prefeitura.sp.gov.br/saffor\\_bueiros/FormsPublic/serv14AreasRisco.aspx](http://www3.prefeitura.sp.gov.br/saffor_bueiros/FormsPublic/serv14AreasRisco.aspx)>. Acesso em 30 de outubro de 2015.

FOLHA DE SÃO PAULO. Temporal causa inundações e protesto em SP. In: Folha de São

Paulo, 02 Fev. 2009, Caderno C, Folha Cotidiano. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff2402200922.htm>>. Acesso em: 25 de Julho de 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/notasindicadores.shtm>>. Acesso em: 15 de Abril de 2013.

UNIFESP - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO. HIMACO: História, Mapas e Computadores. Disponível em: <<http://www2.unifesp.br/himaco/index.php#>>. Acesso em 20 de abril de 2019.

# ■ ÁREAS SUSCETÍVEIS AO RISCO ■ GEOTÉCNICO – QUANDO CONVÉM ■ A PROPRIEDADE PÚBLICA?

*GEOTECHNICAL RISK SUSCEPTIBLE AREAS - WHEN DOES  
PUBLIC PROPERTY IS CONVENIENT?*

*RICARDO DE SOUSA MORETTI*

*Universidade Federal do ABC – UFABC – ufabc.moretti@gmail.com*

*JULIA AZEVEDO MORETTI*

*Doutoranda- Faculdade de Direito da USP- moretti.julia@gmail.com*

*CRISTINA BOGGI S. RAFFAELLI*

*Doutoranda UFABC–Instituto Geológico - IG - cristina@igeologico.sp.gov.br*

## RESUMO ABSTRACT

A elaboração de cartas de suscetibilidade e cartas geotécnicas de aptidão à urbanização tem levado à identificação de parcelas do território, ainda não ocupadas, que podem ser enquadradas como suscetíveis a riscos geotécnicos. A possibilidade de ocupação irregular dessas áreas é grande quando se explicitam limitações de uso sem que se apontem propostas para sua efetiva utilização, compatíveis com suas características geotécnicas. Na perspectiva de promoção de um uso adequado uma das questões que se apresenta é sobre a conveniência ou não da propriedade pública. Busca-se neste artigo aprofundar a análise sobre as variáveis que interferem na decisão de aquisição ou manutenção da propriedade pública das áreas suscetíveis ao risco, que se encontram vazias ou desocupadas. A hipótese é que existe uma hierarquia de importância quanto à incorporação no patrimônio público de áreas de risco geotécnico e que em alguns casos é possível, ou mesmo recomendável, a manutenção da propriedade privada.

**Palavras-chave:** risco geotécnico, prevenção de riscos, propriedade pública

The preparation of geotechnical maps has led to the identification of territory parcels, not yet occupied, which can be classified as susceptible to geotechnical risks. The possibility of irregular occupation of these areas is greater when only use limitations are presented, without drawing attention to proposals for its effective use, consistent with its geotechnical characteristics. To promote their proper use one of the questions is about the convenience of public property. This article aims to analyze the variables that influence the decision to acquire or maintain public ownership of risk areas, which are empty or unoccupied. The hypothesis is that there is a hierarchy of importance for the incorporation into the public property of geotechnical risk areas and that in some cases it is possible, or even advisable, to maintain private property.

**Keywords:** Geotechnical risk, risk prevention, public property

## 1 INTRODUÇÃO – A AQUISIÇÃO DE TERRAS PELO PODER PÚBLICO

Os bens públicos são aqueles que pertencem às pessoas jurídicas de direito público interno (art. 98 do Código Civil – CC), ou seja, União, Estados, Municípios, autarquias e fundações de direito público. A Constituição Federal (CF) relaciona os bens pertencentes à União<sup>1</sup> (art. 20, CF) e aos Estados (art. 26, CF), já os bens do Município vêm, normalmente, discriminados na sua Lei Orgânica<sup>2</sup>. Quanto às terras públicas municipais, pode-se dizer que são compostas, principalmente, pela doação de áreas públicas por ocasião do parcelamento do solo para fins urbanos, mas também existem bens municipais cuja origem remonta a terras devolutas existentes na área urbana. O Município também pode ter terras ou adquiri-las por meio da desapropriação, arrecadação de bens no caso de herança vacante e dação em pagamento.

No parcelamento do solo urbano, há a exigência de doação de áreas destinadas a sistemas de circulação, áreas verdes e de uso institucional, estabelecendo responsabilidades claras do loteador em termos de implantação de infraestrutura urbana (Lei 6766/79). O percentual de áreas doadas ao Município deve ser proporcional à densidade da ocupação e seguir as regras expressas na legislação municipal, especialmente o plano diretor e lei de zoneamento<sup>3</sup>.

As terras devolutas foram definidas pela Lei de Terras (Lei nº 601/1850) como aquelas que não se achavam destinadas a algum uso público tampouco se encontravam no domínio particular. Originalmente pertencentes ao governo central, houve um processo de descentralização a partir da Constituição de 1891 que atribuiu aos Estados o domínio sobre as terras devolutas existentes no seu território, seguida de leis estaduais que transferiram aos Municípios as terras devolutas situadas em determinado raio do centro urbano<sup>4</sup>.

1 Algumas leis específicas também relacionam bens da União, como o Decreto-lei nº 9.760/46.

2 A Lei Orgânica é a norma fundamental do Município, uma espécie de “constituição municipal”. No caso de São Paulo os bens municipais estão regulados no art. 110 e seguintes da Lei Orgânica.

3 Na redação anterior da Lei 6.766/79 exigia-se, que as áreas públicas a serem doadas perfizessem, no mínimo, 35% da área total da gleba a ser parcelada.

4 Pela Lei Estadual nº 16/1891, pertenciam aos Municípios com mais de 1.000 habitantes as terras devolutas

A desapropriação comum pode se dar por utilidade pública (Decreto-lei nº 3.365/41) ou interesse social (Lei nº 4132/62), conforme os casos listados nessas leis. No caso da herança vacante, após 5 anos da abertura da sucessão, não havendo herdeiros legítimos (descendentes, ascendentes, cônjuge ou companheiro e colaterais, conforme art. 1829, CC) nem testamento, os bens passam ao domínio do Município (art. 1822, CC; arts 738-742 do Código de Processo Civil- CPC) por meio de decisão judicial.

O Município pode adquirir imóveis por meio da dação em pagamento, que é forma de cumprir com obrigações de forma diversa da originalmente pactuada (art. 356-359, CC). Em relação às dívidas tributárias, a entrega de bens ao Estado é uma forma de extinguir o crédito tributário, saldando a dívida que originalmente deveria ser paga em moeda. Comumente se fala no recebimento, por parte do Município, de imóvel com dívidas de Imposto Predial e Territorial Urbano- IPTU como forma de quitar a dívida tributária. A utilização da dação em pagamento depende de lei municipal que regulamente o código tributário nacional-CTN (art. 156, XI, CTN), que é norma de eficácia limitada, e a aceitação de bem como pagamento não é obrigatória: o Município irá avaliar a conveniência de aceitar o imóvel, após avaliação do bem. Na cidade de São Paulo, há decreto regulamento a dação em pagamento autorizando o Município a receber imóveis mediante escritura pública, inclusive de terceiros, como forma de pagamento de débitos inscritos em dívida ativa ou já em execução fiscal, após análise de pertinência da medida e avaliação do imóvel (Decreto nº 56235/2015, arts. 518-520).

## 2 DESAFIOS DE GESTÃO DAS ÁREAS PÚBLICAS SUSCETÍVEIS A RISCOS GEOTÉCNICOS

A propriedade pública de uma área suscetível a riscos geotécnicos pode ser uma forma de garantir que a área não venha a ser irregularmente ocupada ou que não venha a ter uma destinação que

situadas no raio de 6 km a partir do centro. Esse raio foi posteriormente ampliado para 8 km (Lei Estadual nº 2.484/1935) e 12 km para a capital (Decreto nº 14.916/45).

amplie o potencial de risco existente. Porém, para isso, é necessário que a área pública tenha adequada utilização e que haja manutenção e fiscalização que possibilite evitar sua ocupação irregular. Em alguns casos, cercar a área e permitir que a vegetação se recupere, pode ser uma alternativa, em especial se há uma população organizada no entorno, que tem interesse em que a área seja mantida desocupada e que notifique qualquer tentativa de ocupação irregular, logo no início. Em outros casos, isto não basta, e a prevenção à ocupação irregular vai depender de uma ação mais direta da municipalidade, dotando-a de um uso público, como parque, praça ou como área verde integrada ao terreno de algum equipamento público. Nestes casos pressupõe-se que haja uma ação de funcionários públicos que vão exercer a fiscalização da correta destinação da área.

Vale destacar que parte dessas áreas suscetíveis a risco, quando de baixo valor comercial, é usualmente doada pelos empreendedores ao Município, por ocasião da aprovação do projeto de parcelamento do solo, como área verde ou área institucional. Porém, raramente o empreendedor se responsabiliza pelos investimentos necessários ao seu efetivo uso público, ou seja, doa um terreno para praça ou escola e não efetivamente uma praça ou escola. Em muitos casos a situação é mais grave, pois o terreno doado não tem condições para que nele seja construída uma praça ou escola. Essas áreas inadequadas para os fins para as quais foram doadas, que ficam sem utilização por vários anos, constituem um dos grandes problemas em termos de ocupação irregular de áreas de risco potencial. Vale destacar que os Municípios têm amplos poderes atribuídos pela regulamentação federal para que possam selecionar a área pública que vão receber, por ocasião do fornecimento de diretrizes para o parcelamento do solo (Lei Federal 6766/79, arts 6-8). Infelizmente, porém, é raro que exerçam de fato esse poder.

### 3 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS A RISCO

A implementação da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, instituída pela Lei Federal 12.608/2012, trouxe a possibilidade dos

gestores públicos e da própria sociedade contarem com novos instrumentos de gestão de risco, que identificam de forma mais clara as áreas impróprias à ocupação no território ou seja, áreas que não devem ser edificadas ou onde devem ser tomadas precauções específicas para a ocupação. De acordo com a lei, os Municípios mais críticos devem elaborar instrumentos de gestão de risco, dentre eles o Mapeamento das áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos; Mecanismos de controle e fiscalização para evitar a edificação em áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos e a Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização, estabelecendo diretrizes urbanísticas voltadas para a segurança dos novos parcelamentos do solo.

Segundo Sobreira (2012, p.84) as cartas de suscetibilidade e de aptidão são cartas geotécnicas de planejamento e gestão territorial e devem oferecer condições de avaliação que dote o planejador de capacidade para intervenções que constituam cenários de desenvolvimento viável e são instrumentos de prevenção e correção de situações relacionadas a desastres naturais e tecnológicos. As Cartas de Suscetibilidade são feitas na escala 1:25.000 e têm por objetivo delimitar no território de um Município as áreas que possuem maior ou menor probabilidade de desencadeamento de fenômenos naturais ou induzidos (deslizamentos, queda de rochas, rastejos ou inundação). As Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização são feitas na escala 1:10.000 ou 1:5.000 e indicam a capacidade dos terrenos para suportar os diferentes usos e práticas da engenharia e do urbanismo, com o mínimo de impacto possível e com o maior nível de segurança. A instituição de um Cadastro Nacional de Municípios Críticos quanto à ocorrência de processos geológicos está prevista na Medida Provisória nº 547, publicada pelo governo federal em 11/10/2011 mas como até o momento não foi definido este cadastro, foi adotada uma lista inicial proposta pelo Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais do Governo Federal de 2012, com 821 Municípios brasileiros prioritários. Os Municípios foram priorizados por apresentarem maior recorrência de

inundação, enxurradas e deslizamentos, número de óbitos, desabrigados e desalojados, registrados nos últimos 20 anos e coube ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM) o mapeamento dos setores de alto e muito alto risco a inundações, enxurradas e movimentos de massa nesses Municípios. Atualmente no Estado de São Paulo, já foi elaborado o mapeamento dos setores de risco alto e muito alto em 72 desses Municípios considerados prioritários. Existem outras priorizações que consideram parâmetros assemelhados, como as elaboradas pelo Observatório das Chuvas e pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais- CEMADEN.

O Observatório das Chuvas, em 2012, arrolou 89 Municípios mais vulneráveis do ponto de vista do meio físico utilizando informações sobre “número de mortes”, “frequência de grandes eventos destrutivos” e “população atingida ou afetada”, utilizando como fonte de dados os arquivos da Secretaria Nacional de Defesa Civil. O CEMADEN, no escopo do Plano Nacional de Gestão de Riscos, monitora Municípios com histórico de registros de desastres naturais. Ao final de 2015 constavam 75 Municípios no Estado de São Paulo, esse número foi ampliado para 88 no início de 2016. Quanto às Cartas de Suscetibilidade, foram elaboradas pela CPRM para 300 Municípios brasileiros prioritários, 47 deles pertencentes ao Estado de São Paulo, segundo informações atualizadas em janeiro de 2016. A Carta de Aptidão à Urbanização é um instrumento de gestão de risco recente no Estado de São Paulo e no momento tem-se o registro de apenas quatorze prontas ou em elaboração. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo- IPT e a Universidade Federal do ABC- UFABC estão realizando estas primeiras cartas.

#### 4 LISTAGEM DE ÁREAS QUE INTERESSA A PROPRIEDADE PÚBLICA: PRIORIDADES

Pode-se considerar que algumas áreas suscetíveis ao risco são prioritárias, quando se cogita da conveniência da sua manutenção como propriedade pública, ou da sua aquisição por parte do poder público. Destacam-se duas situações:

- áreas cuja eventual ocupação irregular tem efeito multiplicador, ou seja, pode afetar

largas extensões territoriais ou grupo de pessoas, além daquelas que serão atingidas na própria área de risco, se a mesma vier a ser irregularmente ocupada. Pressupõe-se aqui que a propriedade pública deverá possibilitar condições de prevenção da ocupação irregular melhor que aquela que seria obtida caso a sua propriedade fosse mantida particular;

- áreas consideradas estratégicas para conservação e/ou uso público, em função, por exemplo, da sua condição ambiental, potencial paisagístico, ou importância para o interesse coletivo.

Por outro lado, devem ser excluídas da listagem de áreas prioritárias para aquisição públicas, aquelas em que:

- o proprietário tem uso ou proposta de uso que assegura a segurança quando aos riscos de acidentes geotécnicos e não se considera que exista especial interesse na manutenção da propriedade e/ou o acesso público;
- já existem claras restrições legais à sua ocupação; os principais riscos e consequências de uma eventual ocupação ocorrem na própria área, não se expandindo significativamente para áreas vizinhas e é gradativa a ocorrência do risco, com sinais prévios de sua ocorrência. É o caso, por exemplo, de algumas várzeas não ocupadas, sujeitas a problemas de inundação que acontecem de forma lenta e gradual.

#### 5 DEFINIÇÃO DO NÍVEL DE PRIORIDADE QUANTO À PROPRIEDADE PÚBLICA

Quando se retira da listagem de áreas de risco aquelas que são inequivocamente consideradas prioritárias e aquelas que claramente são consideradas de baixa prioridade para serem adquiridas pelo poder público, visando a prevenção de riscos de acidentes, pode-se ter ainda uma lista relativamente grande de áreas. Apresenta-se adiante um conjunto de questões e procedimentos que pode vir a orientar a hierarquização das áreas cuja aquisição pode ser considerada prioritária.

Para o conjunto de áreas que se pretende analisar, é necessário obter algumas informações, que vão orientar a decisão quanto à sua importância relativa, quando se considera a aquisição pública. Inclui-se nesses levantamentos:

- dados sobre o proprietário atual da área, sobre sua condição de parcelamento, regularidade da documentação junto à municipalidade e no cartório de imóveis e sobre a existência de pendências no pagamento de impostos e tributos;
- dados sobre a facilidade de acesso à área, proximidade com áreas de ocupação irregular no entorno e sobre as condições de vigilância para evitar sua ocupação irregular (a área tem atualmente algum uso ou pessoa que é responsável por sua manutenção, é murada, a vizinhança ajuda na proteção contra sua ocupação irregular etc.).

As perguntas que podem ser feitas, visando à ponderação da importância de aquisição pública da área podem ser agrupadas em 4 eixos:

1-Interesse de uso público da área;

- 1.1 Avalie a importância de assegurar livre acesso público à área de risco (considerar seu potencial ambiental, paisagístico etc.)
- 1.2 Avalie a possibilidade de obtenção de recursos para implantação e manutenção da área como parte do patrimônio público.

2-Riscos e consequências da eventual ocupação irregular

- 2.1 Avalie a gravidade da ocupação irregular ou inadequada da área de risco
- 2.2 Avalie a extensão da área e da população que pode ser afetada pelo acidente
- 2.3 Avalie a exposição da área de risco à ocupação irregular ou inadequada

3-Alternativas de uso da área que consigam prevenir os riscos, mesmo com propriedade privada

- 3.1 Avalie a possibilidade e conveniência de manutenção da propriedade privada e do uso e ocupação atuais, com eventual estímulo do poder público
- 3.2 Avalie a possibilidade e conveniência de estimular algum outro uso/ocupação diferente da atual, mantendo-se a propriedade privada da terra.

4-Avaliação de custo e benefício da aquisição.

- 4.1 Visibilidade pública e política da aquisição da área
- 4.2 Custos envolvidos na operação

4.3 Dificuldade e complexidade da operação de aquisição da área (número de proprietários, condição da documentação etc.)

A proposta é que, para cada uma dessas 10 questões seja atribuída pontuação que varia de 1 a 3, com maior pontuação para as áreas de maior interesse e prioridade de aquisição e a soma indica a importância relativa de cada área para o fim específico de aquisição ou manutenção da propriedade pública, na perspectiva de prevenção de riscos geotécnicos.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

CANIL, K. (coord.) **Projeto de Pesquisa: Cartas Geotécnicas de Aptidão à Urbanização: Instrumentos de Planejamento para prevenção de desastres naturais nos municípios de Rio Grande da Serra e São Bernardo, Região do Grande ABC, Estado de São Paulo.** São Bernardo: UFABC: 2014.

CPRM. Cartas de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=3497&sid=38#s\\_aopaulo](http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=3497&sid=38#s_aopaulo)> Acesso em: 09 mar 2016.

\_\_\_\_\_. **Setorização de Riscos Geológicos.** Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia-de-Engenharia-e-Riscos-Geologicos/Setorizacao-de-Riscos-Geologicos-4138.html>> Acesso em: 11 mar. 2016.

SOBREIRA, F.G.; SOUZA, L.A. **Cartografia Geotécnica Aplicada ao Planejamento Urbano.** Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, v.2, n.2, p.79-97, 2012.

OBSERVATÓRIO DAS CHUVAS. **Municípios Selecionados.** Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/observatoriodaschuvras/municipios-selecionados.html>> Acesso em: 10 mar. 2016.

# DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS

SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND NATURAL DISASTER RISK MANAGEMENT

*LUIS ANTONIO BONGIOVANNI*  
*Grupo Regea-Pangea, bongiovanni.luiz@gmail.com*

*JULIA OLIVEIRA DE FREITAS*  
*Consultora Ambiental e Social, juliaoliveira.freitas@gmail.com*

*FERNANDO MACHADO ALVES*  
*Grupo Regea-Pangea, fernando@regea.com.br*

## RESUMO ABSTRACT

Considerando que os atuais cenários de riscos ambientais urbanos são resultados dos conceitos iniciais atrelados a “desenvolvimento” e, portanto, da consequente necessidade dos processos de planejamento e desenvolvimento urbano incorporarem o risco como componente fundamental, e na perspectiva de valorizar a interação entre práticas sustentáveis de desenvolvimento urbano e a gestão de risco de desastres, o presente trabalho apresenta um exercício de avaliação de medidas de gestão de risco, considerando seus impactos positivos segundo as três dimensões da sustentabilidade (econômico, social e ambiental) e seus mais importantes stakeholders (partes interessadas) agrupados para avaliação. O quadro de correlação, com os impactos devidamente valorados será uma importante ferramenta de sensibilização de agentes financiadores e investidores, dos ganhos promovidos pelo desenvolvimento sustentável da gestão de risco de desastres naturais.

**Palavras-chave:** gestão de risco de desastres naturais; desenvolvimento sustentável; planejamento urbano; stakeholders da gestão de risco; e proteção e defesa civil

Considering the current situation of environmental urban risk is a product of so called development, risk incorporation should be a fundamental component of urban development. The perspective of increasing the connection between urban development sustainable practices and disaster risk management is the main focus of this paper.

This paper presents an exercise of risk management assessment measures, considering its positive impacts in accordance with the three sustainability dimensions - Economic, Environmental and Social - and the most important stakeholders grouped to this evaluation. The board of correlation, with the impacts properly addressed, will configure an important social engagement tool for financial agents and investors from the benefits provided by the natural disaster risk management of sustainable development.

**Keywords:** natural disaster risk management; sustainable development; urban planning; risk management stakeholders; defense and civil protection

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil os processos de planejamento e desenvolvimento urbano, quando implementados, não cogitam de critérios de sustentabilidade e programas de redução e erradicação de riscos socioambientais como escorregamentos e inundações. Dessa forma, a possibilidade de interação entre sustentabilidade e gestão de riscos deve ponderar, além das próprias medidas de gestão, o balanço de seus impactos (positivos e negativos), considerando as três dimensões (econômica, social e ambiental) para as partes interessadas (*stakeholders*).

Assim, a promoção de uma gestão do risco num cenário de Desenvolvimento Sustentável, visa apresentar a todos *stakeholders* impactos positivos, de maneira que a gestão do risco possa ser entendida como fator impulsionante da continuidade da prática da sustentabilidade. Contudo, este processo com potencial de criar um círculo virtuoso ainda não é claro, tanto na gestão do risco, como nas práticas de sustentabilidade, além disso, as partes interessadas ainda carecem de definição, e frequentemente uma parte interessada, desconhece a existência de outra, dificultando a possibilidade de interação esinergia.

A Lei Federal nº 12.608 de 2012, que estabelece a Política Nacional de Defesa e Proteção Civil (incluindo a gestão de riscos de desastres naturais), contribuiu com a evolução do processo, indicando não só medidas de gestão como definindo diversos *stakeholders*, muitas vezes com atribuições específicas, principalmente para os casos de gestores públicos, divididos em esferas federais, estaduais e municipais, além de agências e autarquias. O gestor público ao efetuar a gestão do risco de desastres naturais, por um lado coloca em prática as atividades, e desta maneira, mesmo que empiricamente, pode gerar informações e experiências que podem ser analisadas do ponto de vista do Desenvolvimento Sustentável, e assim por outro lado tornar-se um instrumento de convencimento, tanto de interessados financiadores, quanto de interessados investidores nessa gestão. Apenas destaca-se que quando os aspectos e ações oficiais ocorrem por efeito de lei, por vezes estas ações não almejam o Desenvolvimento Sustentável, mas caracterizam apenas um resultado

reativo, e que assim não promove necessariamente um Desenvolvimento Sustentável.

Por fim, o presente trabalho na busca da interação entre o desenvolvimento sustentável e gestão do risco de desastres naturais, estabelece um quadro de inter-relação dos *stakeholders* com uma reflexão entre os instrumentos de gestão de riscos promovidos pela Lei nº12.608/2012 e as atuais concepções da gestão de riscos em seus quatro eixos, junto com o desenvolvimento sustentável, traduzido aqui como um balanço entre os impactos positivos e negativos nas questões econômicas, sociais e ambientais.

## 2 MÉTODOS

### 2.1 Gestão de risco de desastres naturais

Nas últimas décadas, no campo teórico-conceitual e tecnológico houve grandes transformações, os conceitos de riscos e desastres gradativamente evoluíram acrescentando ao longo do tempo novas concepções e variáveis, que não só refletiram nos modelos conceituais, teóricos e educativos, como também nas diretrizes administrativas e organizacionais implicando em novas concepções e práticas de gestão. Esta evolução deve-se principalmente ao protagonismo da Organização das Nações Unidas (ONU) cujas iniciativas se tornaram referências nas atuações de proteção e defesa civil em todo o mundo.

Em março de 2015, foi realizada em Sendai (Japão) a 3ª Conferência Mundial de Redução de Riscos de Desastres, organizada pela ONU, que estabeleceu o Marco de Ação de Sendai para o período 2015-2030, com as seguintes prioridades: 1ª - Compreensão do risco de desastres; 2ª - Fortalecimento da governança do risco de desastres para a sua gestão; 3ª - Investimento na redução de risco de desastre para a resiliência; e 4ª - Melhorar a preparação para desastres a fim de proporcionar uma resposta eficaz e para “reconstruir melhor” em recuperação, reabilitação e reconstrução (UNISDR, 2015).

Coerente com tais prioridades, as modernas concepções de gestão de riscos de desastres sugerem a adoção de quatro eixos de gestão, com seus subeixos apresentados na tabela 1 (Bongiovanni *et al.*, 2015).

**Tabela 1.** Eixos e subeixos de concepção de gestão de risco a desastres naturais.

Eixos de Gestão	Atividades
1. Conhecimento do Risco	Identificação e caracterização do risco
	Análise do risco
	Monitoramento do risco
	Comunicação do risco
2. Manejo do Risco	Intervenção corretiva ou mitigação dos riscos
	Intervenção prospectiva ou antecipação aos riscos
	Proteção financeira ou transferência dos riscos
3. Manejo do Desastre	Preparação e execução da resposta
	Preparação e execução da recuperação
4. Arranjo Institucional Legal	Articulação intersetorial (público, privado e sociedade civil)
	Arcabouço legal

## 2.2 O Desenvolvimento Sustentável

A ideia de desenvolvimento sustentável vem da proposta de integração entre as questões ambientais e o desenvolvimento econômico e, por definição, significa: “atendimento das necessidades do presente sem comprometer a habilidade de as futuras gerações atenderem suas próprias necessidades” (RATTNER, 1999).

A sustentabilidade foi um dos resultados mais perceptíveis das conferências internacionais sobre desenvolvimento nos últimos anos. Dentre as de grande visibilidade, a Rio 92 reuniu mais de 100 chefes de estado e originou a Agenda 21, com 27 princípios que estabelecem os pilares básicos do desenvolvimento sustentável. O primeiro princípio traduz a linha de raciocínio sobre a qual o documento está embasado: “Os seres humanos constituem o centro das preocupações relacionadas com o desenvolvimento sustentável. Têm direito a uma vida saudável, produtiva e em harmonia com a natureza”.

A discussão teórica, no entanto, revela uma luta implícita pelo poder entre diferentes atores sociais (stakeholders), competindo por uma posição hegemônica, para ditar diretrizes e endossar representações, levando a tensões e conflitos e resultando em problemas ambientais e sociais, chamados “custos sociais” (RATTNER, 1999).

Para dimensionar esses “custos”, identificam-se os impactos que determinadas operações/

serviços/atividades podem trazer e, por uma série de procedimentos legais, institucionais, e técnico-científicos, prevê-se a magnitude e a importância desses “custos”. Depois disso, defini-se o limite de cada um desses “custos” e, por limite, entende-se o nível mais distante que o “custo” (impacto) é capaz de atingir.

O conceito da sustentabilidade não sugere a estagnação do crescimento econômico, mas prevê desenvolver sob a ótica de conciliação das dimensões ambiental, econômica e social.

## 2.3 Definição e Análise de Stakeholders

O termo “*stakeholder*” se refere a entidades ou indivíduos que tendem a ser significativamente afetados pelos processos advindos do desenvolvimento e planejamento urbano. O termo inclui organizações ou indivíduos cujos direitos nos termos da lei ou de convenções internacionais lhes conferem legitimidade de reivindicação perante o responsável pelas atividades causadoras dos impactos percebidos. Os *stakeholders* podem incluir tanto aqueles diretamente envolvidos nas operações do processo de desenvolvimento e planejamento urbano (p. ex.: empregados, acionistas e fornecedores) como os que mantêm relações de outros tipos com o local (p. ex.: comunidades locais, grupos vulneráveis dentro das comunidades locais, sociedade civil) (Global Reporting Initiative - GRI, 2013).

Para esse trabalho, na tentativa de endereçar de maneira generalista os impactos potenciais e reais, listou-se grandes grupos de *stakeholders* em função dos eixos de gestão de risco a desastres naturais. A **Tabela 2** identifica quem são esses *stakeholders* selecionados e alguns dos ganhos possíveis quando se incorpora os conceitos da sustentabilidade em metodologias de gestão. Assim definiu-se: i) Comunidade exposta, que representa parte específica da sociedade civil; ii) Financiador, representada pelos gestores públicos federais e estaduais (em consonância com a Lei 12.608/2012); e iii) Gestores públicos locais, que são os principais gestores e executores das políticas de defesa e proteção civil.

Destaca-se, que este procedimento acaba por ser um exercício, nos quais os gestores públicos locais podem ser desdobrados em secretarias

diversas municipais (saúde, meio ambiente, obras, defesa civil), bombeiros, poder judiciário, e etc.. Assim como existe o papel do investidor, da sociedade civil não exposta diretamente ao risco, e assim por diante. O quadro podeseer específico para alguns tipos de risco e alguns ambientes.

### 3 RESULTADOS EDISCUSSÃO

Para realizar o exercício aqui proposto, através da experiência profissional dos autores e do estudo de casos anteriores (e.g. BONGIOVANNI et al, 2015<sup>b</sup>, FERREIRA et al, 2016; BUSH et al; IKEMATSU et al, 2005, etc.), foi idealizada uma correlação entre os quatro eixos de gestão de riscos de desastres naturais (**Tabela 1**), os stakeholders e os possíveis impactos positivos nas três dimensões de análise do desenvolvimento sustentável: econômico (E), social e antrópico (S) e ambiental (A). Esta correlação é apresentada na **Tabela 2** que segue.

Ressalte-se que a correlação proposta leva em consideração processos de inundação e de movimentos de massa, e por isso, outros impactos positivos podem ser destacados, enquanto alguns

podem não ser tão óbvios. O preenchimento da **Tabela 2** demonstrou que uma partição em *stakeholders* discretizados, de acordo com o processo de risco definido, pode melhorar a acurácia da avaliação, e demonstrar impactos positivos, ainda não destacados.

A possibilidade de inclusão de diversos outros stakeholders (e.g. representantes da sociedade civil organizada, entidades representativas do comércio e da indústria, etc) e também de outros riscos, como erosão costeira, secas e estiagem, permitem que a análise de riscos na perspectiva do desenvolvimento sustentável seja utilizada como instrumento de gestão, possibilitando assim a ampliação de seus impactos positivos e a universalização dos ganhos junto à sociedade como um todo. Paralelamente, a **Tabela 2** expressa a viabilidade de avaliar o grau de abrangência das medidas de gestão, de sua repercussão e efeitos, o que lhe confere o caráter de uma notável ferramenta de informação e de convencimento, tanto para divulgação social como para captação de recursos e conseqüentemente contribuir para melhorar a governança dos riscos.

**Tabela 2.** Quadro da correlação dos *stakeholders*, eixos de gestão de risco a desastres e impactos.

Stakeholder	Eixos de gestão de riscos de desastres naturais			
	Conhecimento do Risco	Manejo do risco	Manejo do desastre	Arranjo Institucional- legal
Comunidade exposta	E Diminui prejuízos, com aspectos de saúde e segurança	E Diminui prejuízos, com aspectos de saúde, segurança e patrimônio	E Diminui prejuízos, com aspectos de saúde e segurança e incrementa a resiliência	E Valoração do imóvel por meio de arranjos legais (regularização fundiária) e participação da gestão de recursos financeiros pelo arranjo institucional
	S Aumento da percepção e sensibilização de risco, capacidade de reivindicação e cobrança	S Menor exposição a agentes patológicos, e situações desconfortáveis gerais de casos de desabrigamento	S Envolvimento da comunidade nas questões sociais locais, sob a ótica de resiliência e todos seus bônus	S Empoderamento da comunidade, participação na gestão do espaço urbano
	A Entendimento das questões ambientais no cotidiano proporcionando boas práticas ambientais	A Diminui a exposição a resíduos sólidos e efluentes, incrementa condições de sobrevivência de ecossistemas locais	A Menor exposição a agentes patológicos, relacionados à efluentes e potabilidade de água, além de exposição a intempéries	A Compartilhamento da gestão ambiental com a comunidade e aos preceitos ambientais legais de áreas de preservação (APAS e APP)
Financiadores	E Diminui interrupções da produção econômica e de ônus com indenizações e seguridade social. Melhora a capacidade de o financiador empenhar recursos em áreas prioritárias.	E Aumento nas condições de segurança das instalações em áreas de risco, públicas e privadas preservando todos os seus potenciais econômicos, com redução em gastos em saúde	E Dificulta a ocorrência de interrupções da produção econômica e de ônus com indenizações e seguridade social e a melhor recuperação da normalidade pelo aumento da resiliência.	E Permite tomadas de decisões mais seguras, diminui passivos judiciais, e correlacionadas em eventuais falhas do sistema de defesa e proteção civil, otimização e disponibilização e gestão de recursos econômicos por consórcios ou comitês
	S Permite um melhor aproveitamento e tomada de decisões na aplicação de recursos na gestão do risco de desastres, principalmente com melhorias na vulnerabilidade social	S Melhora as condições para desenvolvimento local	S O aumento da resiliência evita a longa interrupção de serviços e programas diversos para a população, a presteza da resposta diminui a proliferação de males de convívio de comunidades fora de seus costumes, e ainda evita perdas de patrimônios culturais	S Possibilidade de organizar a gestão do risco de desastre em consórcios ou comitês, com os aspectos e particularidades regionalizados, de maneira que possam otimizar recursos humanos e preservar questões culturais
	A Permite avaliar os possíveis impactos ambientais em decorrência de desastres naturais, determinar prognósticos e mitigações	A Melhora na qualidade e disponibilidade de recursos hídricos, e aumenta a segurança ecossistêmica	A Uma rápida recuperação permite que os impactos ambientais sejam minimizados, preservando os recursos naturais, para uso adequado	A Permite uma sinergia entre os instrumentos legais de gestão de risco e de gestão ambiental
Gestão Pública Local	E Permite ganhos e proporciona embasamento para as obras e planejamento, que além de trazer benefícios à população, também promove a gestão de risco, com ordenamento das campanhas de limpeza e manutenção de vias e sistemas de drenagens	E Diminui custos com saúde, assistência social, desassoreamento de cursos de água, qualidade dos recursos hídricos, reconstruções de vias, drenagens e equipamentos públicos, além de economia com limpezas, manutenções e recuperações ambientais,	E Permite otimização dos custos de limpezas, recuperações e assistência social, o aumento de resiliência permite ao gestor público local a retomada da normalidade e devida produção econômica.	E Diminui ocupações irregulares, construções de equipamentos públicos vulneráveis, e seus prejuízos. Ganha-se eficiência nas atividades de zeladoria, transversalizando a gestão de risco
	S Melhor comunicação com a comunidade sobre as demandas das áreas vulneráveis, promovendo atividades de manejo de risco, e promoção de aprofundamento do conhecimento do risco	S Preserva a saúde, segurança e patrimônio público, privado e cultural	S A eficiência deste serviço aumenta a proteção às pessoas e promove a rápida volta da sociedade ao cotidiano Antecipa remediação de possíveis doenças e a compra de itens básicos de higiene, saúde e	S A multidisciplinaridade organizada permite o planejamento e devida fiscalização para uma expansão urbana ordenada
	A Aumenta a acurácia na previsão das dificuldades e possíveis impactos ambientais decorrentes de desastres naturais, otimizando a aplicação de outros eixos de gestão	A Diminui impactos causados por erosão, assoreamento, saneamento ambiental e resíduos sólidos	A A agilidade na limpeza e recuperação da área atingida diminui os impactos ambientais	A A expansão urbana ordenada, propicia ganhos na preservação ambiental, como erosão, assoreamento e gestão de resíduos e efluentes

## 4 CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta a proposta de se analisar a interação entre o desenvolvimento sustentável e a gestão do risco de desastres naturais, por meio do estabelecimento de um quadro de inter-relação dos *stakeholders* permite uma reflexão entre os instrumentos de gestão de risco de desastres naturais. Para os três atores selecionados, os quatro eixos de gestão de risco, e as três dimensões do desenvolvimento sustentável (econômica, social e ambiental), foram propostos mais de 36 impactos positivos, entre os inúmeros possíveis.

Destaca-se que a dinâmica de se avaliar o desenvolvimento sustentável da gestão de risco, desde o ponto da identificação, definição e análise dos *stakeholders* envolvidos, pode ser considerada um avanço no estudo e avaliação de gestão de risco, especialmente no âmbito público local. A compreensão da presença e do papel de inúmeros atores permite a percepção e entendimento da abrangência dos ganhos devidos à adequadas medidas de gestão. O exercício de se escolher *stakeholders* e definir seus impactos, em busca de um balanço, e distribuí-los dentro dos eixos de gestão propostos, também promove um melhor entendimento da abrangência dos ganhos.

Este exercício da integração da gestão do risco de desastre aos processos de planejamento, desenvolvimento urbano e sustentabilidade vai ao encontro de um dos objetivos e diretrizes primordiais da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, determinada pelo parágrafo único do Art. 3º da Lei 12.608/2016: a qual “deve integrar-se às políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, mudanças climáticas, gestão de recursos hídricos, geologia, infraestrutura, educação, ciência e tecnologia e às demais políticas setoriais, tendo em vista a promoção do desenvolvimento sustentável.”.

A partir da análise simplificada, com apenas três *stakeholder* foi possível entender os ganhos sucessivos e complementares que podem surgir a partir da gestão de risco dentro de um panorama de desenvolvimento sustentável, e sugere-se aos gestores públicos locais o entendimento desse processo, e seguir um detalhamento com devida valoração financeira em todas as esferas (econômica, social e ambiental) para que seja comparada

frente à somatória dos prejuízos, perdas e danos, devidamente valorados, para que possam utilizar este conhecimento como sensibilização de agentes financiadores e investidores, dos ganhos promovidos pelo desenvolvimento sustentável da gestão de risco de desastres naturais.

## REFERÊNCIAS

BONGIOVANNI, L. A.; ALVES, F. M.; FAGUNDES, M. G.; IWASA, O. Y. 2015. Avaliação da capacidade de gestão municipal de riscos de desastres naturais no nordeste brasileiro. In 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. Bento Gonçalves, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2015.

BONGIOVANNI, L. A.; MALVESE, S. T. 2015. Gestão de riscos como política pública prioritária na Região do Grande ABC. In: 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental. Bento Gonçalves, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2015.

BUSCH, A.; AMORIM, S. 2011. A tragédia da região serrana do Rio de Janeiro em 2011: procurando respostas. Escola Nacional de Administração Pública - ENAP. Casoteca de Gestão Pública. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/bitstream/1/328/2/A%20trag%C3%A9dia%20da%20regi%C3%A3o%20serrana%20do%20Rio%20de%20Janeiro%20em%202011%20procurando%20respostas.pdf>

FERREIRA, C. J. ; ALVES, F. M.; RAFFAELLI, C. B. S.; SOUZA, C. A. 2016. Causas da redução do risco de escorregamentos e de inundações em núcleos residenciais do município de Poá, SP, no período 2006-2015. In: III Congresso da Sociedade de Análise de Risco Latino Americana, 2016.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE - GRI. 2013. G4 Diretrizes para Relato de Sustentabilidade – Manual de Implementação. p. 258. 2015.

IKEMATSU, P. *et al* 2015. Mapeamento de áreas de risco a deslizamentos e inundações e de áreas de preservação permanente (APPs) em núcleos e loteamentos irregulares no Município de São Roque, SP. In: 15º Congresso Brasileiro

de Geologia de Engenharia e Ambiental. Bento Gonçalves, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2015.

RATTNER, H. 1999. Sustentabilidade - umavisiãohumanista . Disponível em: <<https://dsustentavel.wikispaces.com/file/view/RATTNER%2C+1999.pdf>>. Acesso em: 19 fev. 2016.

UNESP - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho". Instrumentos de Gerenciamento

Ambiental. Disponível em: <[http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:https://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/estudos\\_ambientais/ea20b.html](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:https://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/estudos_ambientais/ea20b.html)>. Acesso em: 28 mar2016.

UNISDR-UNITEDNATIONSINTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION.: Sendai Framework for Disaster Risk Reduction - 2015 - 2030. Geneva, UNISDR, 2015.

# DETERMINAÇÃO DE LIMIARES DE PRECIPITAÇÕES EXTREMAS RELACIONADAS À OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÕES: ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO SAPUCAÍ EM ITAJUBÁ – MG

*DETERMINATION OF EXTREME PRECIPITATION THRESHOLDS RELATED TO FLOODING OCCURRENCE: CASE STUDY OF THE SAPUCAÍ RIVER BASIN IN ITAJUBÁ – MG*

*BENEDITO CLÁUDIO DA SILVA*

*Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, silvabenedito@unifei.edu.br*

*REBECA MELONI VIRGÍLIO*

*Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, rebecameloni@gmail.com*

*ALESSANDRO MARQUES MARTINS*

*Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, marques.unifei@yahoo.com.br*

## RESUMO ABSTRACT

O presente estudo realiza uma análise dos dados de precipitações disponíveis na bacia do rio Sapucaí a montante do município de Itajubá - MG, com o intuito de determinar limiares de precipitações extremas. Para a bacia do rio Sapucaí foi encontrado um limiar de precipitação intensa médio de 46,5 [mm] em 24 [horas] e a distribuição espacial dos limiares não apresentou nenhum padrão evidente. A avaliação da frequência anual das precipitações que ultrapassaram esse limiar não apontou nenhuma tendência de aumento ou diminuição no tempo. Quanto à bacia em Itajubá, a análise focou em inundações, e os resultados apontaram que em todos os eventos selecionados ocorreu uma chuva média de pelo menos 47 [mm] em 24 [horas]. No entanto, esse valor é apenas aproximado, pois o tempo de concentração da bacia é menor do que 24 horas, e sem dados horários, não é possível a obtenção do intervalo de tempo em que essa chuva deve estar distribuída para realmente ocasionar uma inundação.

**Palavras-chave:** inundações, limiares, precipitações extremas, tempo de concentração.

This study performs an analysis of rainfall data available in Sapucaí River basin upstream from the city of Itajubá - MG, in order to determine thresholds of extreme rainfall. For the Sapucaí River basin it was found an average threshold of extreme rainfall of 46,5 [mm] in 24 [hours] and the spatial distribution of these thresholds showed no obvious pattern. The assessment of the annual frequency of rainfalls that exceeded this threshold showed no tendency of increase or decrease along the time. Regarding the basin in the city of Itajubá, the analysis focused on floods and the results suggest that in all the selected events a medium rainfall occurred with at least 46 [mm] in 24 [hours]. However, this result is only approximate, since the concentration time of the basin is inferior than 24 [hours] and without hourly data it is not possible to obtain the time interval in which this rainfall should be distributed to actually cause a flood.

**Keywords:** floods, thresholds, extreme rainfall, concentration time.

## 1 OBJETIVOS

A área urbana do município de Itajubá, localizado no sul do estado de Minas Gerais, é atingida por inundações desde a sua fundação, em 1819, existindo relatos de mais de 50 eventos (BARBOSA, OLIVEIRA, OLIVEIRA, 2015; PINHEIRO, 2005). Esses eventos extremos podem ter diversas causas, simultâneas ou não, como impermeabilização da área de drenagem, precipitações extremas, assoreamento dos rios e a ocupação do solo em áreas de risco. Em áreas já consolidadas, uma possível maneira de minimizar os danos provocados, é a adoção de medidas não-estruturais, como o zoneamento de áreas de risco e os sistemas de alerta.

Sendo o volume de precipitação uma das causas presentes na maioria dos eventos de inundação, sua análise é de extrema importância para o desenvolvimento de medidas não-estruturais. Assim sendo, este trabalho tem como objetivo a avaliação dos dados de precipitação das estações pluviométricas existentes na bacia hidrográfica delimitada no Rio Sapucaí a montante do município de Itajubá na tentativa de determinar os limiares de precipitações extremas responsáveis pelas principais inundações relatadas na bacia.

## 2 MÉTODO UTILIZADO

Primeiramente foi realizada uma análise da ocorrência de chuvas intensas na bacia do Rio Sapucaí. Foram pré-selecionadas as estações pluviométricas da bacia com mais de 30 anos de dados de precipitação no Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) da Agência Nacional de Águas (ANA). Com auxílio do software Manejo de Dados Hidroweb 4.2. verificou-se a existência de falhas nos dados e selecionou-se apenas as estações que apresentaram pequenas quantidades de falhas, sendo ao todo selecionadas 9 estações.

Em seguida foi determinado o percentil de excedência igual a 1% de cada uma dessas estações, sendo possível a verificação dos valores de precipitação que ocorreram em apenas 1% do tempo de todo o período de dados existente na estação, ou seja, a estimação de um limiar de precipitações intensas.

A segunda análise está relacionada com a quantidade de chuva responsável pela ocorrência de inundações na bacia do Rio Sapucaí a montante do município de Itajubá, cidade que apresenta desde a sua fundação problemas com eventos de cheias.

Foram selecionados eventos de inundação que ocorreram no município a partir da década de 60, devido a maior quantidade de estações ativas na região com dados suficientes para análise das precipitações extremas. Os eventos foram escolhidos a partir do levantamento de estudos sobre o histórico de enchentes em Itajubá, sendo selecionados apenas os considerados de grande magnitude pelos autores consultados (Tabela 1).

**Tabela 1.** Eventos de inundações significativos ocorridos no município de Itajubá - MG.

Evento de inundação	Fonte
21 de janeiro de 1979	Barbosa (2015)
16 de janeiro de 1981	Pinheiro (2005)
27 de dezembro de 1986	Pinheiro (2005)
16 de janeiro de 1991	Barbosa (2015) e Pinheiro (2005)
2 de janeiro de 2000	Barbosa (2015) e Pinheiro (2005)
5 de janeiro de 2007	Barbosa (2015)
15 de fevereiro de 2009	Barbosa (2015)

Para determinação da data exata em que o evento ocorreu, dado que nem sempre foi fornecido pelos estudos consultados, realizaram-se análises das vazões de duas estações fluviométricas existentes no município, 61271000 (exutório da bacia em estudo) e 61285000. Foram construídos hidrogramas mensais para cada ano selecionado e verificado o mês e o dia em que ocorreu o pico de vazão em ambas as estações. Quando o dia do pico não coincidiu, foi escolhido aquele que aconteceu primeiro.

A área de estudo foi delimitada com o auxílio do software de sistemas de informações geográficas ArcGis® tomando como exutório a estação fluviométrica 61271000, localizado pelas coordenadas Latitude Sul - 22°26'36" e Longitude Oeste - 45°25'46", no município de Itajubá no sul de Minas Gerais (Figura 1). Foram verificadas as estações pluviométricas existentes na bacia traçada e no seu entorno, sendo selecionadas 14 estações (Figura 2).



Figura 1. Localização da bacia estudada.

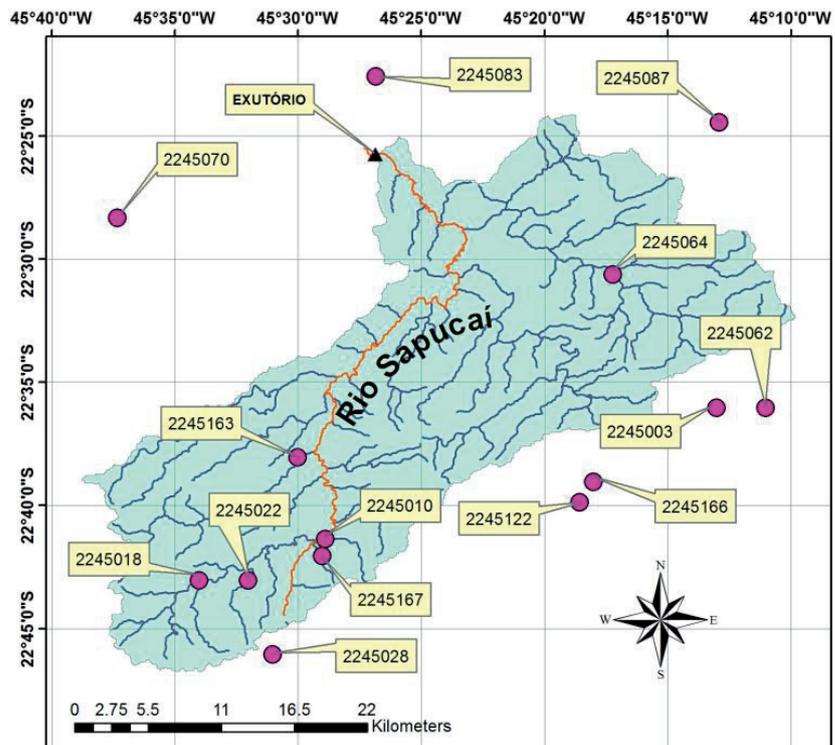


Figura 2. Localização das estações pluviométricas selecionadas para o estudo.

Para cada evento foram levantadas as precipitações para os 14 dias anteriores e os 2 dias seguintes à inundação de todas as estações e calculada a média para cada dia desse intervalo de tempo. Assim foi possível estimar a chuva média diária na bacia responsável pela enchente em Itajubá e a sua distribuição no tempo. Para a confirmação do valor encontrado no passo anterior foram levantados todos os dados de precipitação existentes nas 14 estações pluviométricas e investigada a existência de chuvas médias diárias acima do limiar encontrado.

Ainda analisando a chuva média responsável pela ocorrência das inundações foi determinado o tempo de concentração da bacia por três métodos diferentes, considerados condizentes com as características da mesma. O cálculo do tempo de concentração da bacia é de grande importância já que define o tempo necessário para que a água que precipitou no ponto mais distante da bacia caminhe até o exutório. Sendo assim, é necessária uma análise crítica da chuva média e sua distribuição temporal, pois os dados disponibilizados para o estudo são dados de precipitação diários e não horários.

O primeiro método utilizado foi o do Corps of Engineers, recomendado por Silveira (2005), que possui validade teórica para bacias rurais de até 12.000 [km<sup>2</sup>]:

$$T_C = 0,191L^{0,6} S^{-0,9} \text{ [horas]}$$

O segundo método utilizado foi o de Ven te Chow, também recomendado por Silveira (2005), e possui validade teórica para bacias rurais de até 19 [km<sup>2</sup>]. No entanto, o autor obteve bons resultados ao avaliar seu desempenho em bacias de 153 [km<sup>2</sup>] até 11.162 [km<sup>2</sup>]:

$$T_C = 0,106L^{0,6} S^{-0,3} \text{ [horas]}$$

Por fim, o terceiro método, sugerido por Collischonn e Dornelles (2013), possui validade teórica para bacias de até 5.840 [km<sup>2</sup>]:

$$T_C = 7,8 \left( \frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,9} \text{ [min]}$$

Nas três equações,  $L$  é o comprimento do curso d'água principal em [km] e  $S$  é a declividade média do curso d'água principal em [m/m]. É importante ressaltar que, para as formulações de Corps of Engineers e Ven te Chow, Silveira (2005) afirma que o modo de cálculo da declividade média é incerto nas informações dadas pelas fontes bibliográficas. Por isso, foi adotada uma equação sugerida por Collischonn e Dornelles, 2005, onde  $P_{85\%}$  é a altitude em [m] do ponto do curso d'água principal à 85% de seu comprimento a partir do exutório,  $P_{10\%}$  é a altitude em [m] do ponto do curso d'água principal à 10% de seu comprimento a partir do exutório e  $L$  é o comprimento do curso d'água principal em [m]:

$$S = \frac{P_{85\%} - P_{10\%}}{0,3 L} \text{ [m/m]}$$

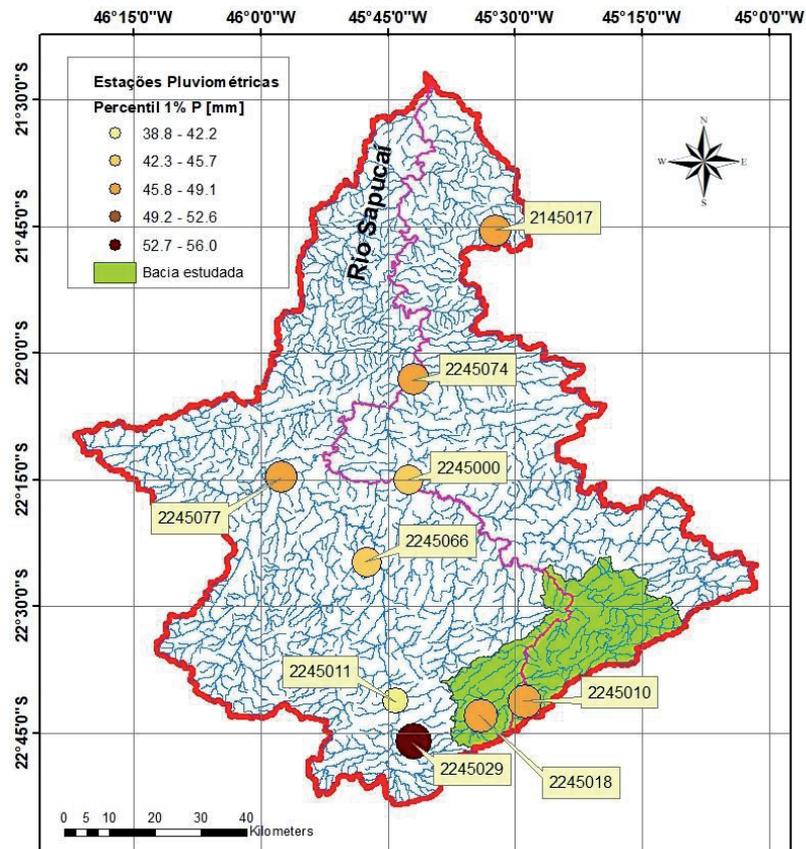
Como última análise verificou-se as cotas do rio Sapucaí na estação fluviométrica 61271000 (exutório da bacia em estudo) para verificação, da existência ou não, de uma relação entre os eventos de inundação e o nível d'água nos três dias anteriores ao evento. Para isso foram comparados dados dos eventos selecionados com outras datas onde não foi relatada nenhuma enchente no município.

### 3 DISCUSSÃO

Ao levantarmos estações pluviométricas com uma quantidade significativa de dados e com poucas falhas foi possível estimar o volume das precipitações intensas de cada estação selecionada na bacia do rio Sapucaí. Na Tabela 2 apresentam-se os valores encontrados e na Figura 3 pode ser visualizada a distribuição espacial dos mesmos.

**Tabela 2.** Precipitações extremas (frequência de 1%).

Código da Estação	Precipitação 1% [mm]	Código da Estação	Precipitação 1% [mm]
2145017	47,5	2245029	56,0
2245000	45,1	2245066	45,2
2245010	46,4	2245074	47,0
2245011	38,8	2245077	45,7
2245018	47,4		

**Figura 3.** Distribuição das precipitações extremas em milímetros na bacia do rio Sapucaí.

Ao analisarmos os valores de precipitação encontrados temos que, em média, a chuva diária intensa na bacia do Rio Sapucaí é de 46,5 [mm] e que sua distribuição espacial não apresenta nenhum padrão. A partir do levantamento da quantidade de precipitações que ultrapassaram o

limiar estimado para chuvas intensas em todas as nove estações pluviométricas, no período de 1934 a 2013, é possível perceber que a bacia não possui uma tendência de aumento na frequência de precipitações com o passar dos anos (Figura 4).

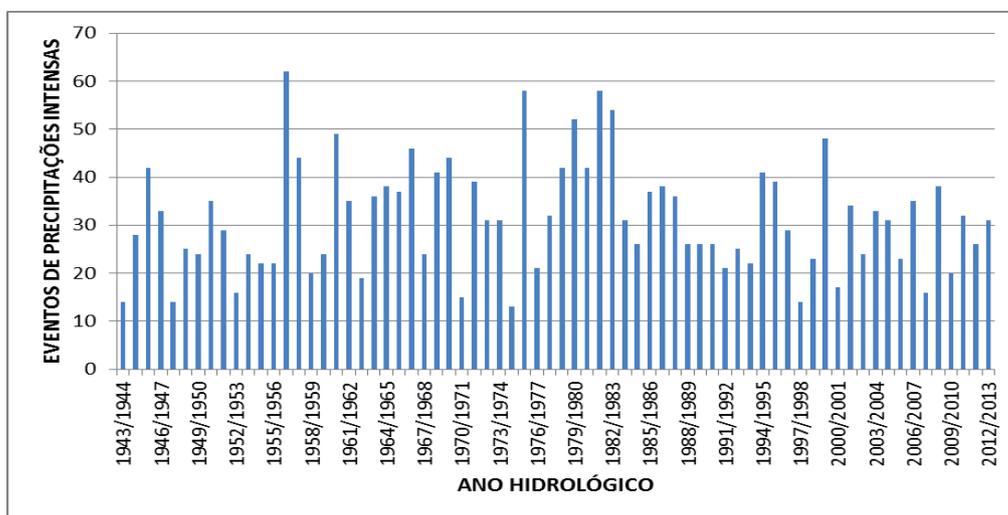


Figura 4. Frequência das precipitações intensas da bacia do Rio Sapucaí.

Partindo para a análise referente à bacia delimitada no rio Sapucaí a montante do município de Itajubá, após a seleção das estações pluviométricas no interior da bacia e o levantamento de seus dados de precipitação foi possível estimar a

quantidade mínima de chuva necessária para desencadear os eventos de inundação selecionados. Os resultados encontrados mostram que em todas as enchentes selecionadas ocorreu uma chuva de pelo menos 47 [mm] em 24 [horas] (Figura 5).

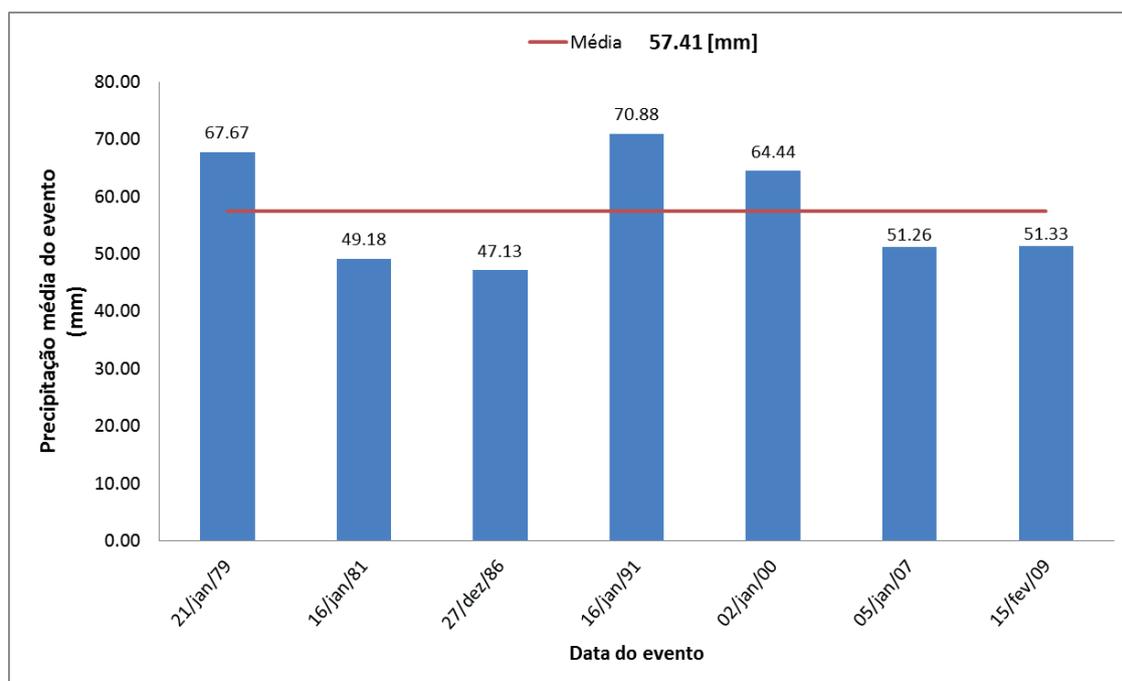


Figura 5. Precipitação média em 24 [horas] dos eventos de inundação selecionados.

A partir da determinação das chuvas médias diárias para todo o período de dados existente para cada uma das 14 estações selecionadas

verificou-se que eventos com mais de 47 [mm] de chuva ocorrem em diversas datas onde não foram identificadas inundações nas referências

consultadas. Sendo assim, pode-se levantar a hipótese de que essa quantidade de precipitação se concentrou em um intervalo de tempo menor do que 24 [horas]. Para verificação dessa hipótese foi calculado o tempo de concentração da bacia, por três métodos diferentes e condizentes com as características da bacia em estudo. Os valores encontrados são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Tempo de Concentração da bacia estudada.

Método	Tempo de Concentração [horas]
Corps of Engineers	9,9
Ven te Chow	8,8
Watt e Chow	18,0

Como esperado, o tempo de concentração da bacia é menor do que 24 [horas]. Assim sendo, pode-se inferir que a precipitação de 47 [mm] se concentrou em um período de tempo menor do que um dia. Ou seja, se esses 47 [mm] forem bem distribuídos durante 24 [horas] a inundação provavelmente não irá acontecer. No entanto, não será possível a determinação desse intervalo de tempo em que o volume de precipitação deve-se concentrar devido à inexistência de dados horários de chuva para a região de interesse.

Por fim, foi realizada uma análise das cotas do rio nas duas estações fluviométricas de Itajubá, citadas anteriormente, com o intuito de verificar se há alguma relação entre os níveis do rio Sapucaí nos dias anteriores a inundação e a inundação em si, a partir da comparação dos eventos detectados com volumes de precipitação acima do limiar de 47 [mm] em dias com e sem enchentes. No entanto, não foi encontrada nenhum padrão.

#### 4 CONCLUSÃO

A análise das precipitações da bacia do rio Sapucaí, oriundas das 9 estações selecionadas, permitiu a determinação de valores de precipitações intensas a partir do percentil de excedência de 1%, que foi de, em média, 46,5 [mm] em 24 [horas], não tendo apresentado nenhum padrão na sua distribuição espacial. O levantamento da frequência anual de precipitações onde esse limiar foi extrapolado não apresentou nenhuma tendência

de aumento ou redução com o passar dos anos. A respeito da bacia do rio Sapucaí a montante do município de Itajubá, segundo a análise das precipitações obtidas das 14 estações selecionadas e do levantamento de eventos de inundação significativos na região, foi determinado a quantidade mínima de chuva necessária para desencadear os eventos, que foi de pelo menos 47 [mm] em 24 [horas]. No entanto, a verificações de ocorrências desse valor ao longo do tempo mostraram que ele nem sempre acontece vinculado a uma inundação. Isso pode ser explicado pelo fato da bacia possuir um tempo de concentração menor do que 24 [horas]. A determinação de um limiar mais próximo da realidade seria possível a partir de dados horários de precipitação, porém, não existem estações com essa precisão na região estudada.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo financiamento da pesquisa a qual o trabalho está vinculado: Desenvolvimento de um sistema de prognóstico por conjunto de chuvas extremas e sua aplicação em ações de prevenção a desastres naturais. Edital MCTI/CNPq/FNDCT N ° 65/2013.

#### REFERÊNCIAS

- BARBOSA, A. A.; OLIVEIRA, G. M.; OLIVEIRA, T. J. Histórico de enchentes em Itajubá/MG. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, vol. 9, n. 4, p. 125-140, jul/dez 2015.
- COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. Hidrologia para engenharia e ciências ambientais. 1 ed. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), 2013.
- PINHEIRO, M. V. Avaliação Técnica e Histórica das Enchentes em Itajubá - MG. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia) - Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, p. 104, 2005.
- SILVEIRA, A. L. L. Desempenho de Fórmulas de Tempo de Concentração em Bacias Urbanas e Rurais. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, vol. 10, n. 1, p. 5-23, jan/mar 2005.

# EMPREGO DA COMPARTIMENTAÇÃO FISIAGRÁFICA NA SELEÇÃO DE ÁREAS-ALVO A PROCESSOS DE CORRIDAS DE MASSA: APLICAÇÃO NA ÁREA SERRANA DO LITORAL NORTE DE SÃO PAULO

EMPLOYMENT OF PHYSIOGRAPHIC COMPARTMENT IN THE SELECTION OF TARGET  
AREAS FOR MASS RACING PROCESSES: APPLICATION IN THE SERRANA AREA OF THE  
NORTHERN SÃO PAULO COAST

CLAUDIA VANESSA DOS SANTOS CORRÊA  
*Pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho", claudiageobrax@yahoo.com.br*

FÁBIO AUGUSTO GOMES VIEIRA REIS  
*Geólogo e Eng. Civil, Prof. Dr. Departamento de Geologia Aplicada,  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", fabioreis@rc.unesp.br*

BEATRIZ MARQUES GABELINI  
*Pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente,  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"*

LUCÍLIA DO CARMO GIORDANO  
*Ecóloga e Eng. Ambiental, Doutora em Geociências e Meio Ambiente,  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", lcg@ecogeologia.com.br*

CAMILA JARDINETTI CHAVES  
*Pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente,  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"*

ANA MARIA CARRASCOSA DO AMARAL  
*Pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente,  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"*

MARINA MENDES COURA  
*Graduação em Geologia, Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho", marina.mcoura@gmail.com*

RODRIGO IRINEU CERRI  
*Pós-graduação em Geociências e Meio Ambiente,  
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"*

FLÁVIA BEATRIZ DEMARCHI  
*Graduação em Geologia, Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho",*

GABRIELA HERNADES VILLANI  
*Graduação em Geologia, Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho"*

RAFAELA BRESSAN  
*Graduação em Geologia, Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho",*

## RESUMO ABSTRACT

O objetivo deste trabalho foi de realizar a compartimentação fisiográfica das bacias hidrográficas Juqueriquerê, Santo Antônio e São Francisco, nos municípios de Caraguatatuba e São Sebastião (SP), com finalidade de identificar locais com maior vulnerabilidade a corridas de massa. Foi empregado o método proposto por Zaine (2011), com subsídio de bases cartográficas em escala 1:50.000, mapas geológicos em escala 1:50.000 e ortofotos com resolução 1:10.000, além de estudos de retro-análise dos eventos que já ocorreram no local. Foram delimitadas unidades fisiográficas nas planícies fluviais e flúvio-marinhas; nos locais com depósitos de colúvio e de tálus, nos granitoides em morros isolados, nos granitoides e gnaisses-migmatitos associados às médias e baixas encostas de serra e nas áreas de topo com predominância de granitoides e a gnaisses migmatitos. A vulnerabilidade a corridas de massa é maior em encostas retilíneas a convexas, com valores de declividade superiores a 30°.

**Palavras-chave:** Compartimentação fisiográfica, corridas de massa, fotointerpretação

The objective of this study was to perform the physiographic compartmentalization of Juqueriquerê, San Antonio and San Francisco watershed, in the municipalities of Caraguatatuba and São Sebastião (SP), with the purpose of identifying areas with greater vulnerability to flow. It used the method proposed by Zaine (2011), with allowance cartographic bases in scale 1: 50,000 geological maps at 1: 50,000 and orthophotos with resolution 1: 10,000, and retro-analysis of event studies that have already occurred in local. Physiographic units were delimited in fluvial and fluvial-marine plains; in places with deposits of colluvium and talus in granitoids in isolated hills in granitoids and gneisses, migmatites associated with the middle and lower mountain slopes and on top of areas with a predominance of granitic gneisses and migmatites. The vulnerability of flow is greater in the convex and straight slopes with slope values greater than 30°.

**Keywords:** Physiographic compartmentalization, flows, photointerpretation

## 1 INTRODUÇÃO

Uma das maneiras de estudar os elementos que compõe o meio físico é por meio da compartimentação fisiográfica, que segundo Oliveira et. al (2007), consiste na divisão de uma determinada região em áreas que apresentem, internamente, características fisiográficas homogêneas e distintas das áreas adjacentes. Desta maneira, podem ser efetuadas inferências sobre as propriedades do meio e estabelecidas as suas decorrentes potencialidades e limitações (OLIVEIRA et. al, 2007).

A compartimentação é efetuada pela análise dos elementos componentes do meio físico, que podem ser de natureza geológica ou geomorfológica, e da identificação de aspectos locais desses elementos, ou seja, das suas formas de ocorrência (VEDOVELLO; MATTOS, 1993; 1998). Zaine (2011), Silva et. al (2010) e Cardoso et. al (2009) salientam que para a compartimentação ser realizada deve ter como referência, principalmente, as propriedades texturais (relevo, forma e estrutura de drenagem) do meio analisado.

As etapas de realização da compartimentação fisiográfica envolvem a aplicação de técnicas de sensoriamento remoto a partir do método lógico de interpretação de imagens, desenvolvido por Veneziani e Anjos (1982), no qual a extração de dados e análise das imagens é baseada nos elementos da rede de drenagem e do relevo. Neste método os estudos de textura, forma e estrutura das feições seguem as etapas de fotoleitura, fotoanálise e fotointerpretação. Segundo Soares e Fiori (1976), a etapa de fotoleitura compreende o reconhecimento dos elementos de textura de interesse na imagem; a fotoanálise, por sua vez, faz a associação e ordenação das partes da imagem analisada e a fotointerpretação trata da análise da imagem visando à descoberta e avaliação, por métodos indutivos, dedutivos e comparativos do significado, função e relação dos objetos correspondentes às imagens (SOARES; FIORI, 1976).

Uma vez que reúne características fisiográficas de uma paisagem, o método de compartimentação fisiográfica pode indicar locais que possuam maior susceptibilidade à ocorrência a

processos geológicos, como as corridas de massa (*flow*). Segundo Gramani (2001), as principais condições para a deflagração destes eventos são: fonte abundante de partículas e detritos de solos e/ou rocha inconsolidados; presença de encostas íngremes (geralmente acima de 25°); grande fluxo de água atingindo os materiais suscetíveis a escorregamentos (hidrodinâmica: chuvas, degelo, rompimento de lagos, outros) e vegetação esparsa (GRAMANI, 2001). Ademais, outros parâmetros morfométricos e geotécnicos também influenciam na ocorrência destes fenômenos, tais como morfologia das bacias, forma dos vales, densidade de drenagem, permeabilidade intergranular e profundidade do manto de alteração (GRAMANI, 2001).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é de realizar a compartimentação fisiográfica preliminar das áreas abrangidas pelas bacias hidrográficas do Rio Santo Antônio, do Rio Juqueriquerê e do Rio São Francisco, localizadas nos municípios de Caraguatatuba e São Sebastião (SP), com a finalidade de identificar áreas-alvo propícias a processos de corridas de massa.

## 2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende às bacias hidrográficas do Rio Santo Antônio, do Rio Juqueriquerê e do Rio São Francisco, localizadas nos municípios de Caraguatatuba e São Sebastião (SP), no

contexto geomorfológico do Planalto Atlântico e da Província Costeira (Figura 1). A Província Costeira é dividida por Almeida (1964) em Serras Costeiras e Zona da Baixada Litorânea. As planícies possuem ocorrência restrita distribuídas por um litoral bastante recortado, onde são frequentes as enseadas e praias. A costa é abruptamente interceptada pela borda oriental do Planalto Atlântico com ocorrência de pontões rochosos perpendiculares à direção geral desta estrutura, os quais favorecem a formação de baías.

Segundo o mesmo autor, a ação dos movimentos neotectônicos, representada pelos movimentos de blocos de falhas, é responsável pelo desenvolvimento de *riffts* e soerguimento da Serra do Mar e Mantiqueira. Esses movimentos ocorreram basicamente ao longo de antigas linhas de fraqueza do Pré-cambriano, com direção predominante leste-nordeste determinando a linha de costa atual. Esta área encontra-se totalmente inserida no Embasamento Cristalino em trecho do cinturão de cisalhamento transcorrente Paraíba do Sul.

Com relação à litologia da região serrana, destaca-se a ocorrência de rochas polimetamórficas de idade arqueana (migmatitos, gnaisses, granito-gnaisses, biotita gnaisses), granitóides foliados do proterozóico superior, rochas cataclásticas cambro-ordivicianas e intrusões básicas localizadas, de idade mesozóica (geralmente na forma de diques).

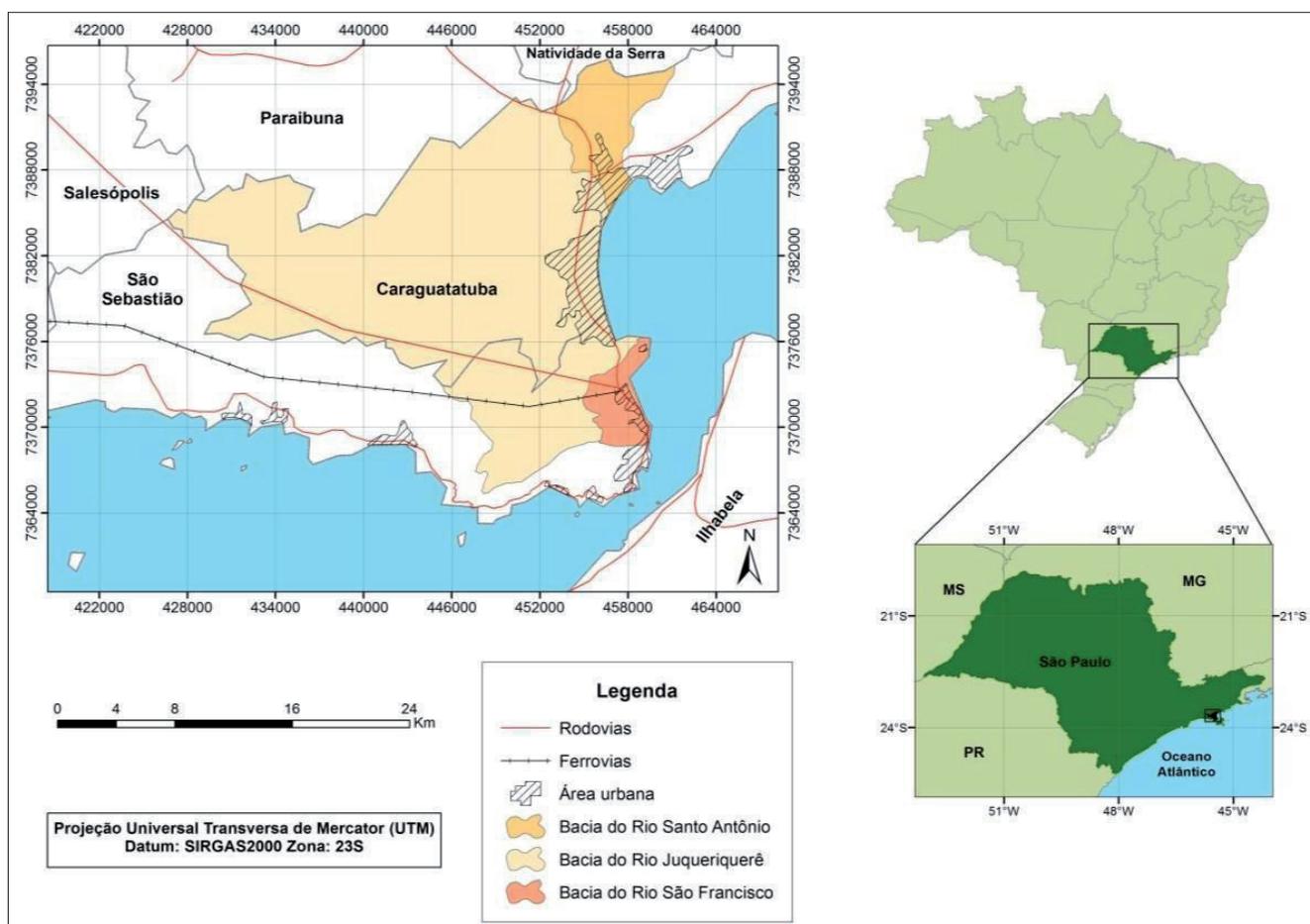


Figura 1 - Localização das bacias hidrográficas alvo de estudo

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Materiais

Para a elaboração do presente trabalho foram utilizados os seguintes materiais: cartas topográficas em escala 1:50.000 do IBGE das folhas Maresias (SF-23-Y-D-V-4) Caraguatatuba (SF-23-Y-D-VI-1), Pico do Papagaio (SF-23-Y-D-V-2), e São Sebastião (SF-23-Y-D-VI-3) (IBGE,

1973; 1974a; 1974b; 1975), mapas geológicos em escala 1:50.000 da folha Caraguatatuba (SF-23-Y-D-VI-1), Pico do Papagaio (SF-23-Y-D-V-2) (CPRM, 1982; CPRM, 1991) e do município de São Sebastião (IG, 1996), ortofotos em escala 1:10.000 da Emplasa e levantamento bibliográfico dos processos de corrida de massa que já ocorreram na área.

#### 3.2 Métodos

De modo a subsidiar a elaboração da compartimentação fisiográfica, primeiramente foram gerados os mapas de declividade, hipsometria, hidrografia e geologia da área de estudo. Para tal, foram dispensadas técnicas de geoprocessamento no *software Arcgis 10.2.2* nas curvas de nível em escala 1:50.000 (com equidistância de 20 metros) através dos comandos *Create Tin* e *Slope*, ambos pela ferramenta *3D Analyst*. Ademais, as ortofotos em escala 1:10.000, fornecidas pela EMPLASA, foram georreferenciadas e mosaicadas no mesmo programa.

A realização da compartimentação fisiográfica seguiu as recomendações da interpretação pelo método lógico (GUY, 1966; SOARES; FIORI, 1976; ZAINÉ, 2011), que segundo Vedovello (2000) é passível de repetição por outros intérpretes ou aplicação em outras áreas de maneira similar.

Nesse sentido, o presente trabalho seguiu as etapas de fotoleitura, fotoanálise e fotointerpretação, propostas por Soares e Fiori (1976).

A etapa de fotoleitura se baseou na identificação das técnicas e processos de obtenção da imagem orbital de sensoriamento remoto, como a resolução espacial, resolução espectral e outras características pertinentes a essa fase.

Para a fotoanálise, primeiramente a área foi dividida em relação aos aspectos geológicos, considerando as diferentes litologias encontradas na área de estudo. Posteriormente, as análises da forma, textura, estrutura dos elementos do relevo e da drenagem foram considerados referenciais para a delimitação dos diferentes compartimentos, a partir da utilização dos mapas hipsométricos, de declividade e hidrográfico. Assim, esta etapa seguiu as proposições do quadro de análise fotogeológica, elaborado por Zaine (2011).

A fotointerpretação, por sua vez, se baseou na assimilação dos resultados obtidos pela fotoanálise, identificando o significado das formas e características das unidades delimitadas no contexto de sua função para o ambiente.

A caracterização geológico-geotécnica foi baseada nos resultados da interpretação das imagens pelas etapas anteriores e pelo trabalho de campo. Assim, as análises realizadas nessa fase seguiram as orientações dos itens “Aplicações”, “Análise de densidade textural” e “Análise das formas e características do relevo” propostos por Zaine (2011).

Em relação aos estudos de retro-análise, foram identificadas com o auxílio das ortofotos da Emplasa as possíveis evidências de movimentos de massa que ocorreram no local. Posteriormente a sua delimitação, foram investigadas, através dos levantamentos bibliográficos realizados, as características geológicas-geomorfológicas dos locais nos quais esses eventos ocorreram (CORRÊA et. al, 2015).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

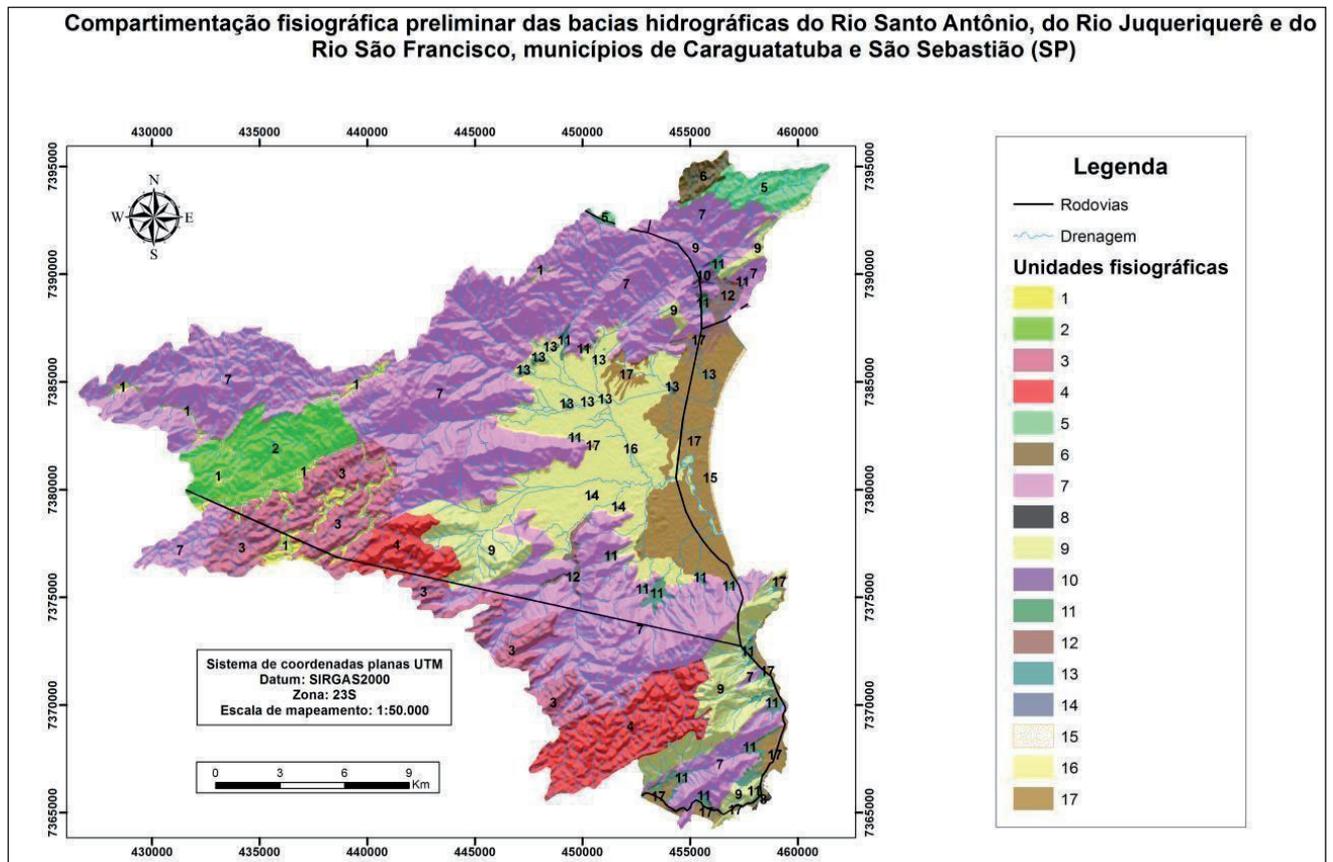
Foram identificadas na área de estudo 17 unidades fisiográficas distribuídas ao longo da Província Costeira e do Planalto Atlântico, com diferentes contextos geológicos (Figura 2).

As unidades fisiográficas 2, 4, 5, 6, 7, 9 possuem alta densidade textural, e, portanto, alta

densidade de drenagem e de relevo. Nestas, de maneira geral, os vales são fechados, a amplitude local é média a alta, bem como os valores de declividade, as encostas variam de convexas a retílineas e a forma dos topos varia de arredondada a angulosa. Em relação às características geológico-geotécnicas, nestas unidades a permeabilidade intergranular varia de média para baixa, a relação escoamento superficial pela infiltração é média, bem como a profundidade do manto de alteração e o topo rochoso varia de raso a sub aflorante. Nestes locais foram encontradas inúmeras evidências de ocorrência de movimentos de massa, através da identificação visual e mapeamento das cicatrizes. Nesse sentido, a etapa de fotointerpretação revelou que para estas unidades a potencialidade a corridas de massa pode variar de média a alta, devido à morfologia das bacias hidrográficas e a densidade de drenagem. Cabe ressaltar que movimentos de massa desta classe desenvolvem-se principalmente ao longo dos canais de drenagem de primeira à terceira ordem, com valores de inclinação do talvegue elevados. Nesse sentido, apesar de possuir baixos valores de densidade textural, a unidade fisiográfica 1, denominada de planícies aluviais restritas, é caracterizada como uma região com alta probabilidade de ocorrência de corridas de massa, devido à inclinação do talvegue e sua inserção em bacias com formato mais circular e fechado, possibilitando a hiperconcentração dos fluxos e favorecendo o escoamento superficial rápido de detritos. As unidades 2, 4, 5, 6, 7 e 9 abrangem principalmente morfologias de relevo serrano a escarpado e litologias que variam de gnaisses- migmatíticas a granitos.

As unidades 3, 10 e 11 possuem médios valores de densidade textural. Nesse sentido, observa-se nestes locais médias amplitudes locais, baixos a médios valores de declividade e forma de encostas que pode variar de côncava a convexa. Ademais, os topos são, em sua maioria, arredondados e podem ser encontrados vales abertos a fechados.

Em relação às características geológico-geotécnicas, o manto de alteração nestes locais é médio, a profundidade do topo rochoso é intermediária e o potencial a escorregamentos e corridas de massa varia de baixo a médio. Cabe destacar que a unidade 11 é representada pelas rampas de colúvios e tálus e sua potencialidade a corridas de massa é alta.



**Figura 2** - Compartimentação fisiográfica da área de estudo

As unidades com baixa densidade textural estão concentradas principalmente na Província Costeira e sua principal característica é a baixa densidade de drenagem e ausência de estruturas geológicas orientadas. Nesse sentido, as unidades 8, 12, 13, 14, 15, 16 e 17, indicadas por modelados “planície costeira”, “planície aluvial”, “praial” e “colinas isoladas” possuem baixa probabilidade à ocorrência de corridas de massa em seu interior. Entretanto, cabe ressaltar que as corridas de massa, de acordo com Gramani (2001), possuem um grande raio de alcance, mesmo em áreas planas. Pela retro-análise, foi possível observar que a grande corrida de massa que ocorreu em 1967 em Caraguatatuba (SP), na bacia hidrográfica do Rio Santo Antônio, embora tenha sido originada à montante da planície costeira, a atingiu com grande força destrutiva.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As unidades fisiográficas 9, 11 e 12 possuem maior potencialidade à ocorrência de processos de corrida de massa devido aos seus valores de densidade textural (grande densidade de drenagem, grande densidade de relevo, altos valores de amplitudes locais e de declividade, forma de encostas que variam de convexa a retilínea e estruturas geológicas muito orientadas). Entretanto, cabe ressaltar que a unidade fisiográfica 1 também é enquadrada como uma região alvo à ocorrência destes fenômenos, devido à forma das bacias hidrográficas na qual está inserida e à inclinação do talvegue dos seus canais de drenagem. Futuramente, com a finalidade de determinar o raio de alcance de possíveis corridas de massa no local, serão empregadas modelagens numéricas na área a partir de softwares de simulação 3D, como o RAMMS e o FLO-2D.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Agência Nacional de Petróleo (ANP) pelo fomento à pesquisa e à bolsa de pesquisa concedida. O trabalho foi desenvolvido no âmbito do Programa de Formação de Recursos Humanos em Geologia e Ciências Ambientais aplicadas ao Petróleo da UNESP - PRH 05, com apoio do PRH/ANP.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.F.M. Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. **Boletim do Instituto de Geografia e Geologia**, São Paulo, n. 41, p. 169-263. 1964.
- CARDOSO, D.; RIEDEL, P. S.; VEDOVELLO, R.; BROLLO, M. J.; TOMINAGA, L. K.
- Compartimentação fisiográfica do município de Peruíbe, litoral de São Paulo – uma abordagem metodológica como subsídio à avaliação geotécnica de terrenos. **Pesquisas em Geociências**, v. 3, n. 36, p. 251-262, 2009.
- CORRÊA, C.V.S.; REIS, F.A.G.V.; AMARAL, A.M.C.; COURA, M.M.; GIORDANO, L.C.; CHAVES,
- C.J. Caracterização geológico-geomorfológica dos principais movimentos de massa na região sudeste do Brasil entre os anos de 1967 e 2011 como subsídio a estudos de retroanálise. In: Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 15, Bento Gonçalves, 2015. **Anais...** Bento Gonçalves: ABGE, 2015.
- CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Mapa geológico da folha Caraguatatuba**. SF-23-Y-D-VI-1. São Paulo: CPRM, 1982. Escala 1:50.000.
- CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Mapa geológico da folha Pico do Papagaio**. SF-23-Y-D-V-2. São Paulo: CPRM, 1991. Escala 1:50.000.
- GRAMANI, M.F. **Caracterização geológica-geotécnica das corridas de detritos (“Debris Flows”) no Brasil e comparação com alguns casos internacionais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Solos), EPUSP - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001. 372 p.
- GUY, M. Quelques principes et quelques expériences sur la méthodologie de la photointerpretation. In: Symp. Intern. Photo-Interpretation, 2. Paris, **Acte...** 21-41. 1966.
- IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha de Maresias**. São Paulo: IBGE, 1973. SF-23-Y-D-V-4. Escala 1:50.000.
- IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha de Caraguatatuba**. São Paulo: IBGE, 1974a. SF-23-Y-D-VI-1. Escala 1:50.000.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha do Pico do Papagaio**. São Paulo: IBGE, 1974b. SF-23-Y-D-V-2. Escala 1:50.000.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Folha de São Sebastião**. São Paulo: IBGE, 1975. SF-23-Y-D-VI-3. Escala 1:50.000.
- IG - INSTITUTO GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Mapa geológico do município de São Sebastião. São Paulo: IG, 1996. Escala 1:50.000.
- OLIVEIRA, T. A. RIEDEL, P. S.; VEDOVELLO, R.; SOUZA, C. R. G.; BROLLO, M. J. Utilização de técnicas de fotointerpretação na compartimentação fisiográfica do município de Cananéia, SP – apoio ao planejamento territorial e urbano. **Geociências**, UNESP, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 55-65. 2007.
- SILVA, P. C. F.; VEDOVELLO, R.; FERREIRA, C. J.; CRIPPS, J. C.; BROLLO, M. J.; FERNANDES,
- A. J. Geo-environmental mapping using physiographic analysis: constraints on the evaluation of land instability and groundwater pollution hazards in the Metropolitan District of Campinas, Brazil. **Environmental Earth Sciences**, v. 61, n. 8, p. 1657-1675, 2010.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. **Notícia Geomorfológica**, v. 16, n. 32, p. 71-104, Dez. 1976.

VEDOVELLO, R. **Zoneamentos Geotécnicos Aplicados à Gestão Ambiental, a partir de Unidades Básicas de Compartimentação - UBCs**. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

VEDOVELLO, R.; MATTOS, J. T. de Zoneamento Geotécnico por Sensoriamento Remoto para estudos de Planejamento do Meio Físico: aplicação em expansão urbana. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7, 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1993. p. 155-162.

VEDOVELLO, R.; MATTOS, J.T. A Utilização de Unidades Básicas de Compartimentação (UBCs) como base para a definição de unidades geotécnicas: Uma abordagem a partir de sensoriamento remoto. In: Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABGE,1998.

VENEZIANI, P; ANJOS, C. E. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em Geologia**. São José dos Campos: INPE, 1982. 54p.

ZAINE, J. E. **Método de Fotogeologia aplicado a estudos geológico-geotécnicos: ensaio em Poços de Caldas, MG**. Tese (Livre docência em Geociências e Meio Ambiente), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2011.

# MEDIDAS ESTRUTURAIS ADOTADAS EM ÁREAS DE RISCO DE MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA CONSTRUÇÃO DE CIDADES RESILIENTES

STRUCTURAL MEASURES ADOPTED IN RISK AREAS OF LANDSLIDES AND THEIR CONTRIBUTION TO BUILD RESILIENT CITIES

RODOLFO BAESSO MOURA

Mestrando do Programa de Pós Graduação em Planejamento e Gestão do Território – UFABC, [rodolfobmoura@hotmail.com](mailto:rodolfobmoura@hotmail.com)

KÁTIA CANIL

Geógrafa, Professora do Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas e dos Programas de Pós Graduação em Planejamento e Gestão Territorial e em Ciência e Tecnologia Ambiental – UFABC, [katia.canil@ufabc.edu.br](mailto:katia.canil@ufabc.edu.br)

## RESUMO ABSTRACT

Desastres ocorrem com frequência em regiões densamente populosas. Somam-se aos eventos de natureza hidrometeorológica as intervenções antrópicas que podem acarretar ou potencializar a consequência dos impactos em áreas de risco. Assim, a compreensão dos fenômenos naturais quanto a sua ocorrência, seus mecanismos e sua dinâmica é fundamental para proposição de medidas preventivas e corretivas. O Brasil vem se relacionando internacionalmente com o propósito de buscar soluções e trocar experiências no âmbito dos desastres. Certas ações da ONU tiveram e continuam tendo papel preponderante como veículo de concentração e troca de experiências ao redor do mundo. A política desenvolvida de construção de cidades resilientes é pautada por medidas estruturais e não estruturais. Este artigo expõe alguns exemplos de medidas estruturais que apontam para redução de riscos de desastres e a construção de cidades resilientes frente a movimentos gravitacionais de massa contidos em publicações do UNISDR.

**Palavras-chave:** Desastres – Cidades Resilientes – Medidas Estruturais – Risco

Disasters often occur in densely populated regions; the hydrometeorological nature events plus the anthropogenic interventions can cause or increase the result of impacts in risk areas. Thus, understanding the natural phenomena and their occurrence, mechanisms and dynamics are essential to propose preventive and corrective measures. Brazil has been relating internationally in order to look for solutions and exchange experiences in the disasters context, some UN actions have had and continue to have leading role as a provider of concentration and experiences exchange around the world. The developed policy of building resilient cities is marked by structural and non-structural measures. This article sets out some examples of structural measures related to reducing disaster risks and building resilient cities contained in UNISDR publications.

**Keywords:** Hazards – Resilient Cities – Structural Measures – Risk

## 1 INTRODUÇÃO

O desastre é uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou sociedade, gerando perdas sociais, econômicas ou ambientais, ultrapassando a capacidade da comunidade ou da sociedade em lidar com os impactos a partir de seus próprios recursos – o desastre pode ser descrito como a exposição a um perigo, acentuado pelas condições de vulnerabilidade e a incapacidade de suportar as potenciais consequências negativas (UNISDR, 2009).

Desastres têm ocorrido com maior frequência em grande parte das regiões densamente povoadas do planeta. Somam-se aos eventos de natureza hidrometeorológica as intervenções antrópicas que podem acarretar ou potencializar a consequência de impactos em áreas de risco, surpreendendo, até mesmo, países bem preparados e com políticas consolidadas para agir frente aos desastres. Dessa forma, a necessidade de se compreender os fenômenos naturais quanto a sua ocorrência, seus mecanismos e sua dinâmica é fundamental para proposição de medidas preventivas e corretivas.

O histórico brasileiro de grandes eventos relacionados aos movimentos gravitacionais de massa apresentou forte impacto sobre a gestão de riscos geológicos no país, dando origem a ações e políticas que apontam para a redução de riscos e a atenuação da perda de bens e de vidas humanas, conforme preconiza o Plano Nacional de Gestão de Riscos e a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC – Lei 12.608/12. Esses acidentes datam de registros de quase um século, tais como: Monte Serrat – Santos 1928; Bairro de Laranjeiras – Rio de Janeiro 1967; Caraguatatuba 1967 (inundação e deslizamento); Serra das Araras – Piraí 1967; Petrópolis 1988; Campos do Jordão 2000; Santa Catarina 2008; Angra dos Reis 2010; Petrópolis 2011; Teresópolis 2011; Nova Friburgo 2011. Segundo o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED, 2012) no período de 1991 a 2010 o número de mortos por desastres foi de 2.475, tendo como os fenômenos mais letais as inundações bruscas (43,19%), os movimentos de massa (20,40%) e as inundações graduais (18,63%).

O relatório do Fórum URBR 2012 (*Understanding Risk BR*) faz menção a estudos, elaborados pelo Banco Mundial com dados de 2008 a 2011, que contextualizam os impactos econômicos no

Brasil referente a desastres (inundações e deslizamentos) em quatro estados brasileiros (Santa Catarina, Alagoas, Pernambuco e Rio de Janeiro) onde os custos com desastres foram da ordem de R\$ 15,5 bilhões, o que indica a necessidade do engajamento governo e sociedade civil com o tema e, também, a dificuldade de recuperação econômica e social das áreas atingidas (URBR, 2013).

A gestão de risco de desastre é fundamentada por meio de ações que buscam prever, reduzir e controlar fatores de risco de desastre, sendo necessário, para sua eficiência, o uso de mecanismos adequados, instrumentos, estratégias e a implementação de políticas (ICSU-LAC, 2010). O gerenciamento de áreas de risco conta com ações de prevenção e preparação, dentre as medidas de prevenção têm-se as estruturais e não estruturais que podem ser instituídas em situações de risco atual ou potencial. As ações sobre uma situação de risco atual buscam intervir nas consequências e nos processos do meio físico, a prevenção quanto aos processos relacionados a movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos, quedas de blocos e corridas de massa) parte de medidas estruturais relacionadas à urbanização e obras de estabilização, que, por vezes, são soluções de engenharia, pautadas em obras de contenção, sistemas de macro e micro drenagem, reurbanização de áreas, realocação de moradias, entre outras medidas (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006).

Uma das alternativas técnicas frente aos processos do meio físico são as obras de engenharia e seu leque de possibilidades capazes de proverem segurança a uma área onde se instala o risco hidrometeorológico (inundações, deslizamentos). As obras de contenção de encostas incluem os retaludamentos, aterros, estruturas de contenção e proteção superficial. As obras de drenagem incluem valas revestidas, canaletas, guias e sarjetas, tubos de concreto, escadas hidráulicas caixas de dissipação e de transição, trincheiras drenantes e drenos profundos. A reurbanização de áreas conta com soluções para o sistema viário, drenagem de águas pluviais e esgoto, coleta de lixo, realocação e melhoria de moradias (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006).

As medidas estruturais para o tratamento de áreas de risco serão objeto de discussão desse artigo, com o intuito de apresentar exemplos de políticas desenvolvidas pela ONU referente à redução de riscos de desastres e construção de cidades/

comunidades resilientes que, também, são baseadas em medidas estruturais; as quais são corroboradas por meio de boas práticas. Dentre o conjunto de experiências, existem medidas que estão mais próximas da realidade política e econômica brasileira, assim, serão estas as analisadas no presente artigo.

## 2 OBJETIVO

Este artigo expõe alguns exemplos de medidas estruturais que apontam para redução de riscos de desastres e a construção de cidades resilientes frente a movimentos gravitacionais de massa apresentados em publicações oficiais da Organização das Nações Unidas – ONU, por meio UNISDR. O presente texto busca contribuir para a discussão da resiliência e apresentar estudos que apontem nesse caminho, pois se trata de um tema ainda em construção e discussão no meio técnico e acadêmico-científico.

## 3 CONSIDERAÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS

### 3.1 Resiliência

Para avaliar os estudos de caso e a aplicação de medidas estruturais adotadas em áreas atingidas por desastres, é importante, inicialmente apresentar alguns conceitos que consideram o termo resiliência. Para Cardona, 2012, resiliência é a capacidade de absorver ou resistir aos potenciais impactos gerados a partir da ocorrência de um evento natural (URBR, 2013).

A resiliência é um conceito originário da Física e descreve a propriedade de certos materiais recuperarem sua forma original após um choque ou deformação, assim, uma cidade resiliente a desastres é aquela que está preparada para resistir, absorver e se recuperar de desastres naturais, prevenindo e minimizando a perda de vidas e bens materiais (FREIRE, 2013).

### 3.2 Política Internacional de Resiliência e Redução do Risco de Desastre – ONU

O Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos e Desastres – UNISDR instituiu a

década de 90 como sendo a Década Internacional para Redução dos Desastres Naturais (*International Decade for Natural Disaster Reduction – IDNDR*) quando contou com o apoio de cerca de 180 países, para debater temas como a identificação dos riscos, a análise e cartografia dos riscos, as medidas estruturais e não estruturais de prevenção de desastre, o planejamento para situações de emergência, as informações públicas e treinamento de agentes públicos. Tais discussões, deram margem para elaboração de trabalhos contendo análises mais consistentes, novas ferramentas de avaliação, guias e procedimentos para a implementação de modelos de avaliação e gestão de riscos. Em 1994, ocorreu a Primeira Conferência Mundial sobre Redução de Desastres em Yokohama onde foi aprovado um Plano de Ação 1994-2004 buscando dar continuidade nos avanços gerados pela IDNDR (ALHEIROS, 2011).

A Segunda Conferência Mundial sobre Redução de Desastres em Kobe, em 2005, discutiu uma agenda e uma campanha global para construção de comunidades e nações resilientes por meio da aprovação por unanimidade do Marco de Ação de Hyogo: Construindo a resiliência das nações e comunidades frente aos desastres 2005-2015 – (*Hyogo Framework Action – HFA*) Almejou-se com o Marco de Ação de Hyogo reduzir substancialmente as perdas em termos de vidas e de bens sociais, econômicos e ambientais das comunidades (UNISDR, 2012).

Um dos reflexos do Marco de Ação de Hyogo foi a Campanha Global 2010-2015 “Construindo Cidades Resilientes – Minha Cidade está se preparando”, com a publicação de um guia para gestores públicos locais, que aponta os 10 passos essenciais para construir cidades resilientes, quais sejam: 1º Quadro Institucional e administrativo; 2º Recursos e Financiamento; 3º Avaliações de Risco e Ameaças Múltiplas – Conheça seu Risco; 4º Proteção, Melhoria e Resiliência de Infraestrutura; 5º Proteção de Serviços Essenciais: Educação e Saúde; 6º construção de Regulamentos e Planos de Uso e Ocupação do Solo; 7º Treinamento, Educação e Sensibilização Pública; 8º Proteção ambiental e Fortalecimento de Ecossistemas; 9º Preparação,

Sistemas de Alerta e Alarme, e Resposta Efe-tivos; 10º Recuperação e Reconstrução de Comunidades (UNISDR, 2012).

Em março de 2015, foi realizada a Terceira Conferência Mundial para a Redução do Riscos de Desastres em Sendai, onde foi aprovado o Marco de Sendai para Redução de Riscos de Desastre 2015-2030 – *Sendai Framework Disaster Risk Reduction – SFDRR* tendo como prioridades para ação: 1. Compreensão dos riscos de desastres; 2. Fortalecimento da governança dos riscos de desastres para gerenciar os riscos de desastres; 3. Investimento na redução dos riscos de desastres para resiliência; 4. Melhoria na preparação para desastres a fim de providenciar uma resposta eficaz e de “Reconstruir Melhor” em recuperação, reabilitação e reconstrução (UNISDR, 2015).

O SFDRR trouxe certas reflexões e inovações frente aos temas e avanços produzidos pelo HFA, porém há uma mudança de foco importante entre os dois marcos, pois a política da redução das perdas por desastres passou para uma política de redução dos riscos de desastres (STEVENS, 2015).

#### 4 EXPERIÊNCIAS/ BOAS PRÁTICAS E RESILIÊNCIA

A busca por medidas estruturais que possam reverter quadros de risco é algo que se aprimora junto aos avanços tecnológicos e se complementa com a troca de experiências, tanto no âmbito nacional como internacional. Uma das ferramentas que está inserida nesse contexto é a compilação, divulgação e publicação de dados referentes a exemplos de ações que tem como intuito a redução de risco e resposta a desastres, esse tipo de trabalho é realizado pelo UNISDR. O meio para se consultar algumas das publicações referentes a esse tema é utilizar a plataforma online *PreventionWeb – Serving the information needs of disaster reduction community*<sup>1</sup>, do próprio UNISDR.

A partir dos levantamentos realizados o artigo enfocou as medidas estruturais adotadas para redução do risco de desastres frente a processos de movimentos gravitacionais de massa, em diferentes países que estão ou poderão vir a ser implementadas em território nacional. Os exemplos demonstram a gama de documentos e publicações possíveis de serem encontradas na plataforma

*PreventionWeb*, quais sejam: *A Study on Flash Floods and Landslides Disaster – Índia* (PARKASH, 2015), *The Southern Leyte Landslide 2006 – Filipinas* (LUNA *et al.*, 2011) e *Adaptation to climate change using green and blue infrastructure – A database of case studies – Uma coleção de estudos de caso de países da Europa e cidades americanas* (KAZMIERCZACK; CARTER, 2010).

A publicação *A Study on Flash Floods and Landslides Disaster – Índia* é extensa e discute em seus capítulos temas como aspectos do meio físico, desastres, vulnerabilidade, risco, histórico de eventos, perdas e danos pós-desastres, ações de resposta, planos de gestão e recomendações, entre eles destaca-se o capítulo que discute mitigação e medidas de prevenção, nesse item é apresentada uma lista de medidas de mitigação para deslizamentos de terra, são elas: A. Modificação da Geometria da Encosta (p.e. redução do ângulo de inclinação geral e altura e construção de bacia de detritos); B. Sistema de Drenagem (p.e. drenos de superfície, desidratação a vácuo e túneis de drenagem/galerias); C. Estruturas de Contenção (p.e. muros de espera de paralelepípedos e gabião caixa); e D. Reforço Interno da Encosta (p.e. tirantes, solo grampeado e plantio de vegetação) (PARKASH, 2015).

A publicação *The Southern Leyte Landslide 2006 – Filipinas* tem como tema central a recuperação de uma região do arquipélago que sofreu com deslizamentos (onde uma comunidade inteira foi soterrada) e passou por um processo de reconstrução por meio de reassentamento, o texto possui quatro capítulos fundamentais: 1. Visão geral do estado atual e sua recuperação; 2. Processos de recuperação; 3. Recuperação de setores específicos e estudos de caso; e 4. Problemas, lições e seguir em frente. As medidas estruturais implementadas nos assentamentos incluem melhorias para as estradas, sistema de abastecimento de água, serviços elétricos e de drenagem, e a construção instalações para sede do governo local, escola primária, centro de saúde e equipamentos de lazer (LUNA *et al.*, 2011).

A *Adaptation to climate change using green and blue infrastructure – A database of case studies – Uma coleção de estudos de caso de países da Europa e cidades americanas* reúne estudos de casos de diferentes localidades e tipos de desastres, entre eles

1 *PreventionWeb* – <http://www.preventionweb.net/publications/list/>

destaca-se o caso de Seattle, Washington (USA), que leva o nome de *Seattle: Using vegetation to limit the hazard of landslides*, esse texto é fundamentado na manutenção e restauração da vegetação em áreas suscetíveis a deslizamentos de terra para redução de risco de desastre. A cobertura vegetal pode contribuir para estabilidade de encostas íngremes, reduzir erosões, reduzir infiltração direta, aumentar a resistência do solo, reduzir o efeito *splash* e reduzir a intensidade e velocidade do escoamento superficial. A vegetação nativa é melhor, pois está mais adaptada ao clima, porém certos tipos de vegetação podem produzir um efeito adverso na estabilidade no talude. O texto apresenta, também, uma lista de plantas nativas contendo o nome popular, nome científico, altura média, necessidade de luz e o local de preferência para o plantio para o tratamento de áreas suscetíveis a deslizamentos de terra (KAZMIERCZACK; CARTER, 2010).

Nos casos supracitados as medidas apresentadas foram implementadas pós-desastres, o que demonstra como a gestão de riscos, mesmo internacionalmente, está voltada para uma ação de reposta e não de prevenção. No entanto, com o Marco de Sendai, as discussões voltaram-se para a prevenção e com isso a redução de riscos, isto é: adotar medidas de prevenção para minimização dos impactos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A forma como as publicações foram apresentadas nesse artigo tem quatro papéis fundamentais: o primeiro é demonstrar o leque de publicações que estão disponíveis na plataforma *PreventionWeb*. A plataforma se apresenta como uma ferramenta interessante na busca de experiências internacionais de gestão de risco, resposta a desastres e resiliência que podem, muito bem, pautar tomadas de decisão em áreas de risco de desastres, trazendo, por vezes, outro ponto de vista sobre uma situação risco, desde a organização de uma política até a realização de uma obra.

O segundo é demonstrar de forma simplificada como estão estruturadas essas publicações, considerando que as medidas estruturais adotadas em áreas suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa têm suma importância, porém

fazem parte de uma visão holística da resiliência, que compreendem, de certa forma, o conceito de construção de cidades resilientes, visando os 10 passos essenciais para este fim.

O terceiro é vislumbrar como as experiências internacionais de adoção de medidas estruturais estabelecidas em áreas de risco aproximam-se da realidade brasileira, visto que, em linhas gerais as obras realizadas nas três localidades, apresentadas no artigo, são semelhantes àquelas aplicadas em território nacional, são elas: mudança da geometria do talude, sistemas de drenagem, cobertura do talude (natural ou artificial) e outras medidas complementares que tem o intuito de requalificar uma área de risco e que possam torná-la resiliente.

O quarto é a discussão da construção de cidades resilientes frente aos desastres, esse conceito tem muito a avançar e essa pequena exposição de publicações demonstra que o caráter resiliente de uma área parte de uma visão integral de medidas estruturais e não estruturais que podem ser fortalecidas a partir da troca de experiências nacionais e internacionais.

O Brasil é um dos países que mais aderiu à campanha Construindo Cidades Resilientes, porém a simples aderência está longe de ser suficiente para a construção da resiliência. É fundamental traçar estratégias de ação que envolvam a política governamental, o apoio técnico e as comunidades, considerando as trocas de experiências em âmbito nacional e internacional, para criar condições para que áreas de risco de desastres tornem-se resilientes.

## REFERÊNCIAS

ALHEIROS, M. M. **Gestão de Riscos Geológicos no Brasil**. ABGE. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental - REGEA, v.1, n.1, pág. 109-122, 2011. Disponível em: <http://amazonia.fiocruz.br/arquivos/category/56-especializacao-em-saude-ambiental?download=1193:2013-06-24-12-42-39&start=20>. Acesso em 14 mar. 2016

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES (CEPED). **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2010**. Universidade Federal de Santa Catarina

- UFSC, Florianópolis, 2012. Disponível em: <http://150.162.127.14:8080/atlas/Brasil%20Rev.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2016
- FREIRE, N. C. **Vulnerabilidade x Resiliência em Cidades Brasileiras**. Fundação Nacional de Saúde. IV SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA DE SAÚDE PÚBLICA. Belo Horizonte, 2013. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/uploads/2013/05/Neison\\_Freire.pdf](http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/uploads/2013/05/Neison_Freire.pdf). Acesso em: 13 mar. 2016
- ICSU - LAC. Science for a Better Life: Developing Regional Scientific Programs in Priority Areas for Latin America and the Caribbean. Volume 2. Cardona, O.D., Bertoni, J.C., Gibbs, T., Hermelin, M., and Lavell, A. **Understanding and Managing Risk Associated with Natural Hazards: An Integrated Scientific Approach in Latin America and the Caribbean**. ICSU - LAC / CONACYT, Rio de Janeiro and Mexico City, 2010. Disponível em: [http://www.icsu.org/latin-america-caribbean/publications/reports-and-reviews/natural-hazards/disasters\\_english.pdf](http://www.icsu.org/latin-america-caribbean/publications/reports-and-reviews/natural-hazards/disasters_english.pdf). Acesso em: 10 mar. 2016
- KAZMIERCZAK, A.; CARTER, J. **Adaptation to climate change using green and blue infrastructure - A database of case studies**. Interreg IVC, Green and blue space adaptation for urban areas and eco towns (GRaBS), University of Manchester, England, United Kingdom, 2010. Disponível em: [http://www.grabs-eu.org/membersArea/files/Database\\_Final\\_no\\_hyperlinks.pdf](http://www.grabs-eu.org/membersArea/files/Database_Final_no_hyperlinks.pdf). Acesso em: 13 mar. 2016
- LUNA, E. M.; LUNA, G. D. A.; MOLINA, J. J.; MOLINA, F. J. **The Southern Leyte Landslide 2006**. International Recovery Platform, Recovery Status Report, Philippines, 2011. Disponível em: [http://www.unisdr.org/files/26098\\_26098recoverystatusreportleytemarch.pdf](http://www.unisdr.org/files/26098_26098recoverystatusreportleytemarch.pdf). Acesso em: 13 mar. 2016
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Capacitação em Mapeamento e Gerenciamento de Risco**. Brasil, 2006. Disponível em: <http://www.defesacivil.mg.gov.br/conteudo/arquivos/manuais/Mapeamento/mapeamento-grafica.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2016
- PARKASH, S. **A Study on Flash Floods and Landslides Disaster on 3rd August 2012 along Bhagirathi Valley in Uttarkashi District, Uttarakhand**. National Institute of Disaster Management, Ministry of Home Affairs, Government of India, New Delhi, 2015. Disponível em: <http://nidm.gov.in/PDF/pubs/uttarkashi.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2016
- STEVENS, D. **Reduzindo os Riscos Atuais e Futuro**. In: Simpósio de Redução do Risco de Desastres e a Resiliência no Meio Rural e Urbano, Cabrália Paulista, SP, 2015 (slides).
- THE UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNISDR). **UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction**. The United Nations Office for Disaster Risk Reduction, Geneva, 2009. Disponível em: [http://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologyEnglish.pdf](http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf). Acesso em: 12 mar. 2016
- THE UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNISDR). **Como Construir Cidades Mais Resilientes Um Guia para Gestores Públicos Locais**. Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres, Genebra, 2012. Disponível em: [http://www.unisdr.org/files/26462\\_guiagestorespublicosweb.pdf](http://www.unisdr.org/files/26462_guiagestorespublicosweb.pdf). Acesso em 14 mar. 2016
- THE UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNISDR). **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030**. The United Nations Office for Disaster Risk Reduction, Geneva, 2015. Disponível em: [http://www.preventionweb.net/files/43291\\_sendaiframeworkfordrren.pdf](http://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf). Acesso em: 14 mar. 2016
- UNDERSTANDING RISK - ENTENDENDO RISCO BRASIL (URBR). **Relatórios do Fórum URBR 2012**. International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank, Brasil, 2013. Disponível em: [https://understandrisk.org/wp-content/uploads/Understanding\\_risk\\_brazil.pdf](https://understandrisk.org/wp-content/uploads/Understanding_risk_brazil.pdf). Acesso em: 10 mar. 2016