

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE
SUBSECRETARIA DO MEIO AMBIENTE**

**INSTITUTO GEOLÓGICO
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

CADERNO DE RESUMOS
10º Seminário de Iniciação Científica
PIBIC -IG

INSTITUTO GEOLÓGICO

Luciana Martin Rodrigues Ferreira
Diretora do Instituto Geológico

PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - PIBIC

Claudia Luciana Varnier
Coordenadora do PIBIC-IG

Comitê Interno (2019-2020)
Francisco de Assis Negri
Gustavo Armani
Nádia Gilma Beserra de Lima

COMISSÃO EDITORIAL INSTITUTO GEOLÓGICO

Mirian Ramos Gutjahr
Editora Chefe

Denise Rossini Penteado – Editora Assistente
Márcia Vieira Silva – Editora Assistente
Ricardo Vedovello – Editor Assistente
Rosângela do Amaral – Editora Assistente

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca e Mapoteca do Instituto Geológico

S52c Seminário de Iniciação Científica PIBIC - IG (10.: 2020: São Paulo, SP)
Cadernos de resumos / 10. Seminário de Iniciação Científica PIBIC - IG, realizado, 29 de setembro de 2020,
São Paulo. - São Paulo: IG/SIMA, 2020.
60p.: (versão on-line)

ISSN: 2525-7722

1. Seminário. 2. Bolsista - Iniciação Científica. 3. Produção Científica.

CDD 507.8

SUMÁRIO

<i>Apresentação</i>	III
<i>Análise da Influência dos Parâmetros Morfológicos e Morfométricos na Ocorrência de Inundações na Bacia Hidrográfica do Córrego Ipiranga, São Paulo/SP –</i> Alcalde, A.L.; Amaral, R.	05
<i>Cadastro e Distribuição Espacial de Desastres Relacionados a Eventos Geodinâmicos no Estado de São Paulo em 2019 - GEODESASTRES 2019 –</i> Beltran, G.; Ferreira, C.J.	10
<i>Construção de Jogo Educativo como Ferramenta de Divulgação dos Conceitos sobre Águas Subterrâneas –</i> de Paula, M.L., Varnier, C., França, D.R.	16
<i>Estratigrafia dos Basaltos e da sua Tectônica Deformadora Aplicadas à Proteção do Sistema Aquífero Guarani entre São Pedro e Analândia, SP –</i> Gusão, J.P., Fernandes, A.J., Negri, F.A.	17
<i>Dinâmica Ambiental das Nascentes da Microbacia do Córrego Ipiranga como Instrumento de Educação Ambiental no Parque CIENTEC/USP, São Paulo/SP –</i> Miranda, S.L.G., Amaral R.	23
<i>Ensinando a Prevenir Desastres Naturais de Maneira Lúdica: Maquetes –</i> Noronha, A.P.S., Silva, M.V., Vedovello, R.	29
<i>Alimentação do Sistema Gerenciador de Informações de Risco do Instituto Geológico (SGI-RISCOS-IG): Módulo Relatórios de Vistorias –</i> Santos, M. C. O (1), Ferreira, C. J.	35
<i>Geoespeleologia de Grutas em Granito na Serra dos Cocais, Valinhos (SP) –</i> Santos-Souza, S., Sallun Filho, W., Morita, T. D. M., Fernandes, H. A., Vlach, S. R. F., Vaqueiro-Rodríguez, M.	42
<i>Escola Segura - Plano de Contingência para Eventos de Inundação na Escola Pública (Plancon – Escolar) – Fase III –</i> Souza, R.C. de, Cordeiro, T.L., Leal, P.C.B.	48
<i>Tipos de Eventos Climáticos Causadores de Desastres Naturais na Baixada Santista – SP: nas décadas de 1960 a 1990 –</i> Milhomem, K.V.L., Gutjahr, M.R.	54

APRESENTAÇÃO

O Instituto Geológico (IG) realizou, no dia 29 de setembro de 2020, o 10º Seminário de Iniciação Científica PIBIC-IG (10º SICIG), reunindo a apresentação dos trabalhos desenvolvidos pelos alunos de ensino médio e de ensino superior vinculados ao Programa de Iniciação Científica do CNPq, bem como bolsistas de iniciação científica de outras agências de fomento vinculadas ao IG. O 10º SICIG contou com a apresentação de 10 trabalhos.

Em razão da pandemia da COVID 19 que se estabeleceu no ano de 2020, o SICIG foi realizado em formato on-line com a transmissão ao vivo. O evento contou com a participação simultânea de 49 pessoas, incluindo alunos, pesquisadores, professores e outros profissionais das geociências. Até o final de 2020, o evento, disponível no Facebook do Instituto Geológico, já contava com 2,7 mil visualizações.

Além da apresentação dos trabalhos, mediados pelo Dr. Gustavo Armani, o evento teve uma cerimônia de abertura do evento, que contou com a participação da diretora geral do IG, Sra. Luciana Martin Rodrigues Ferreira, do Sr. Sérgio Damiani da Coordenadoria de Gestão de Educação Básica da Secretaria Estadual de Educação e da Dra. Claudia Luciana Varnier – Coordenadora PIBIC-IG. Também houve a premiação de um trabalho do ensino médio e um trabalho do ensino superior.

Em termos de conteúdo, o evento apresentou resultados de pesquisas relacionadas à prevenção de desastres naturais e redução de riscos geológicos, recursos hídricos subterrâneos, estratigrafia e mapeamento geológicos, climatologia e geomorfologia.

O presente caderno de resumos reúne contribuições que possibilitam conhecer os trabalhos desenvolvidos e a tendência dos trabalhos relacionados às linhas de atuação em geociências do IG.

O comitê deseja a todos uma boa leitura!

Comitê do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica

Instituto Geológico

RESUMOS

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS MORFOLÓGICOS E
MORFOMÉTRICOS NA OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÕES NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO IPIRANGA, SÃO PAULO/SP**

*ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF MORPHOLOGICAL AND MORPHOMETRIC
PARAMETERS IN THE OCCURRENCE OF FLOODS IN THE HYDROGRAPHIC BASIN OF
THE IPIRANGA STREAM, SÃO PAULO/SP*

ALCALDE, A. L. (1), AMARAL, R. (2)

- (1) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 05508-080, São Paulo, Brasil; luizaalcalde@hotmail.com
(2) Instituto Geológico, Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo, 04301-903, São Paulo, Brasil; roamaral@sp.gov.br

Resumo: As inundações são um dos desastres naturais que mais causam danos à sociedade. No Brasil, são eventos recorrentes, sobretudo no verão, após precipitação pluvial moderada a intensa. A bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, localizada na zona sul da cidade de São Paulo/SP, é um dos locais mais afetados da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Além do impacto causado pela ocupação do solo nessa região, há também fatores ligados à morfologia e morfometria da bacia hidrográfica que podem torná-la mais suscetível à inundação, por isso foram selecionadas duas sub-bacias, uma com ocorrência de inundações e outra não, para avaliar o impacto dos condicionantes morfológicos e morfométricos.

Palavras-chave: Inundação; Morfometria; Morfologia; Bacia Hidrográfica.

Keywords: *Floods; Morphometric; Morphological; Hydrographic Basin.*

1 - INTRODUÇÃO

As inundações são fenômenos naturais de caráter hidrometeorológico que ocorrem quando os elevados índices de precipitação ocasionam o aumento caudal dos cursos d'água, provocando o transbordamento das águas para além das cotas máximas do canal fluvial, atingindo assim a planície de inundação, ou área de várzea (AMARAL & RIBEIRO 2009). Dentre os fatores naturais que condicionam a ocorrência das inundações destacam-se: formas de relevo, presença ou ausência de cobertura vegetal, características do solo (teor de umidade, taxa de infiltração, grau de saturação), além das características morfológicas e morfométricas da bacia hidrográfica (TAVARES & SILVA 2008). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos parâmetros morfológicos e morfométricos na ocorrência de inundações na bacia hidrográfica do córrego Ipiranga, município de São Paulo.

2 – ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do córrego Ipiranga possui uma área de 23,2 km² (Figura 1) e está localizada nos bairros da Água Funda e Ipiranga. Sendo afluente da margem esquerda do Rio Tamanduateí, a bacia do córrego Ipiranga nasce na divisa entre os municípios de São Paulo e Diadema. A extensão de seu curso principal tem aproximadamente 9 km sofrendo efeito do remanso do rio Tamanduateí, o que provoca

inundações no seu trecho de jusante, na Avenida Teresa Cristina e suas imediações, além de outros pontos recorrentes tais como as avenidas Ricardo Jafet e Professor Abraão de Moraes.

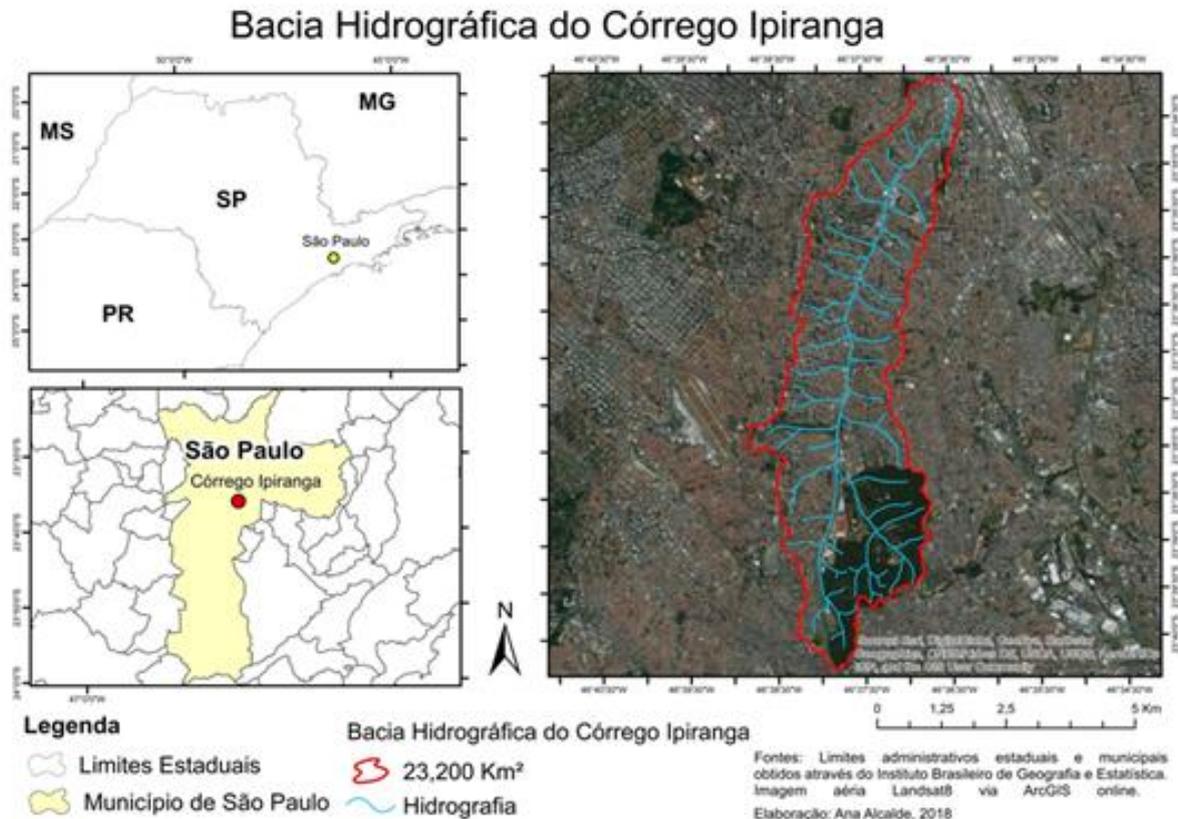


Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Ipiranga, no município de São Paulo/SP.

3 – MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir o objetivo desta pesquisa foram realizadas as seguintes atividades: i) levantamento das bases cartográficas; ii) seleção das sub-bacias hidrográficas e; iii) análise comparativa dos parâmetros morfológicos e morfométricos e suas relações com as inundações das duas sub-bacias hidrográficas do córrego Ipiranga. O levantamento das bases cartográficas foi efetuado a partir da seleção da carta topográfica da empresa SARA BRASIL, (Folha IV) em escala 1:20.000, de 1930, a partir da qual foi feita a delimitação das duas sub-bacias hidrográficas (Sub-bacia 1 e Sub-bacia 2) e vetorização das curvas de nível e da rede de drenagem. A carta topográfica supracitada foi selecionada, pois é a que mais se aproxima da morfologia original da bacia hidrográfica.

A seleção das duas sub-bacias hidrográficas, por sua vez, foi efetuada com base no mapa de SANTOS & AMARAL (2017), uma vez que o trabalho realizado pelas autoras apresenta os pontos com maior ocorrência de inundação. Assim, as sub-bacias selecionadas deveriam seguir também critérios como:

respostas distintas às inundações, tamanhos e formas semelhantes de modo a não comprometer os resultados da pesquisa, fazendo com que as únicas variáveis fossem aquelas relacionadas aos condicionantes morfométricos e morfológicos.

O mapeamento dos parâmetros morfométricos e morfológicos no ArcGis 10.3 foram gerados os MDEs (Modelo Digital de Elevação), mediante digitalização da carta topográfica na escala 1:20.000 do SARA BRASIL. Foram elaborados então, a partir destes MDEs, os mapas de Curvatura e Ângulo das encostas, utilizando o módulo *Spatial Analyst – Hydrology* para extrair os parâmetros morfométricos (ex. hierarquia, área, perímetro). Por fim, foi feita uma análise comparativa buscando relacionar os parâmetros morfométricos e morfológicos com a maior ocorrência de inundações.

4 – RESULTADOS

As duas sub-bacias apresentam valores áreas bastante semelhantes, tendo a Sub-bacia 1, onde ocorrem inundações frequentes, uma Área (A) de 0,614 km²; enquanto a Sub-bacia 2 possui uma Área (A) de 0,548 km². Segundo ZÄVOIANU (1985), este parâmetro é importante uma vez que determina a magnitude de trocas e matérias da bacia hidrográfica com as suas imediações. A composição litológica de ambas também é bastante semelhante, bem como o grau de ocupação e impermeabilização do solo. O Perímetro da Bacia de Drenagem (P) foi, também, bastante similar, com a sub-bacia 1 apresentando um valor de 3,23 km e a sub-bacia 2, igual a 3,68 km. Ambas são bacias hidrográficas de 2º ordem hierárquica (O), sendo um parâmetro muito importante já que demonstra o grau de ramificação da bacia e, assim, a velocidade com que a água deixa o local (HORTON 1945).

O Índice de Circularidade (Ic) da Sub-bacia 1 é igual a 0,18 km²/km, enquanto o da sub-bacia 2 é igual a 0,14 km²/km. Segundo MILLER (1953), quanto mais próximo de 1,0, mais circular é a bacia. Sendo assim, ambas apresentam um formato mais alongado. De modo geral, bacias com a forma mais alongada tendem a apresentar um melhor escoamento durante a cheia, portanto, bacias mais estreitas ou alongadas são, em geral, menos suscetíveis à inundações. Assim, pode-se afirmar que a sub-bacia 1 (Ic= 0,18 km²/km) por apresentar um valor superior ao da sub-bacia 2 (Ic= 0,14 km²/km) é mais suscetível aos eventos de inundações.

A Densidade de Drenagem (Dd), segundo PATTON & BAKER (1976), é uma medida que revela o grau de dissecação, refletindo, assim, a eficiência do sistema em remover o excesso de precipitação na bacia que se transforma em escoamento superficial.

A sub-bacia 1 apresentou valor de Dd igual a 2,41 km/km², inferior àquele da sub-Bacia 2 (2,70 km/km²). Com isso, pode-se inferir que a sub-bacia 2 seja menos suscetível à inundações por apresentar uma eficiência em seu sistema para remover o excesso de precipitação.

O Índice de Rugosidade (Ir) apresentado pela sub-bacia 1 foi de 132,5 e para a sub-bacia 2 foi de 160. Esse índice fornece informações a respeito das características altimétricas da bacia e capacidade de escoamento, revelando as características dos processos que podem ocorrer em seu interior.

A sub-bacia 1 apresenta um valor de 41,6 m/km para o parâmetro de Relação de Relevo (Rr), por sua vez a sub-bacia 2 apresenta um valor igual a 48,8 m/km. Esse parâmetro revela um maior potencial de transporte da bacia, assim como a densidade de drenagem, indicando uma capacidade de remover o excesso de precipitação na bacia hidrográfica. Assim, o valor mais alto de relação de relevo para a sub-bacia 2 indica uma menor suscetibilidade aos eventos de inundação em comparação à sub-bacia 1 (Tabela 1).

Tabela 1: Síntese dos Parâmetros Morfométricos.

PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS	UNIDADE	SUB-BACIA 1 (eventos de inundações frequentes)	SUB-BACIA 2 (eventos de inundações menos frequentes)	DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS
Área da Bacia de Drenagem (A)	Km²	0,614	0,548	Determina a magnitude de trocas e matérias da bacia hidrográfica com as suas imediações.
Perímetro da Bacia de Drenagem (P)	Km	3,23	3,68	Quanto maior o perímetro maior tende a ser os canais de primeira ordem da bacia hidrográfica.
Ordem Hierárquica dos Canais (O)	Ordinal	2º	2º	Demonstra o grau de ramificação da bacia e, assim, a velocidade com que a água deixa a bacia.
Índice de Circularidade (Ic)	Km²/km	0,18	0,14	Quanto mais próxima do valor 1,0, mais circular é a bacia. Quanto mais circular maior é o tempo de manutenção das cheias em seu interior.
Densidade de Drenagem (Dd)	Km/Km²	2,41	2,70	Revela o grau de dissecação, refletindo, assim, a eficiência do sistema em remover o excesso de precipitação na bacia hidrográfica.
Índice de Rugosidade (Ir)	Adimensional	132,5	162	Fornece informações a respeito das características altimétricas da bacia e de sua capacidade de escoamento.
Relação de Relevo (Rr)	m/Km	41,6	48,8	Revela um maior potencial de transporte da bacia.

5 – CONCLUSÕES

O objetivo central da pesquisa foi alcançado. Os parâmetros morfométricos e morfológicos se mostraram bastante satisfatórios para o entendimento, em termos hidrogeomorfológicos, dos eventos de inundações, sendo muito importantes para a compreensão de aspectos fisiográficos do relevo, bem como para o estabelecimento de possíveis inferências quanto maior suscetibilidade às inundações. Por se tratar de uma área muito urbanizada e, por isso, com muita interferência antrópica, a análise de suscetibilidade à inundação deve ser realizada levando em consideração outros fatores, tais como: ocupação e uso do solo, intervenções antrópicas ao longo do tempo, pois certamente, além dos parâmetros morfológicos e

morfométricos, a impermeabilização do solo e as modificações nos relevos em função da ocupação antrópica desempenham papel central na ocorrência de inundações.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, R.; RIBEIRO, R.R. 2009. Inundação e Enchentes. In: L.K. Tominaga, J. Santoro, R. Amaral (Org.) Desastres Naturais: Conhecer para prevenir. São Paulo, Instituto Geológico, 1ª ed., p. 39-52.
- BAUWE, H. 1978. Groundwater hydrology. McGraw-Hill, New York, 480 p.
- HORTON, R. E. 1945. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology: The Geological Society of America, 275-370 p. (Bulletin, 56).
- MILLER, V.C. 1953. A quantitative geomorphic study of drainage basins characteristic in the Clinch Mountain área, Virginia and Tennessee. Technical Report, New York: Dept. Geology, Columbia University.
- PATTON, P.C.; BAKER, V.R. 1976 Morphometry and floods in small drainage basins subject to diverse hydrogeomorphic controls. In: Water Resources Research.; Vol. 12, nº. 5. pp. 941-952.
- TAVARES, A. C.; SILVA, A.C.F. Urbanização, chuvas de verão e inundações: uma análise episódica. Climatologia e Estudos da Paisagem. Rio Claro. Vol. 3, n.1, 2008.
- THOMAS, M.F. 1994. Ages and geomorphic relationships of saprolite mantles. In: D.A. Robinson & R.B.G. Williams (ed.) Rock Weathering and Landform Evolution. Chichester, John Wiley & Sons, p. 287-301.
- ZĂVOIANU, I. 1985. Morphometry of Drainage Basins. Developments in Water Science, v. 20. 2nd Editions. Elsevier. 250 p.

Agradecimentos: Agradeço primeiramente à minha orientadora por toda atenção, ensinamentos e confiança. Agradeço também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Instituto Geológico do Estado de São Paulo pela oportunidade. Por fim, agradeço especialmente a contribuição da Francisneide Soares Ribeiro do Núcleo de Geoprocessamento. E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização dessa pesquisa.

**CADASTRO E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE DESASTRES RELACIONADOS A
EVENTOS GEODINÂMICOS NO ESTADO DE SÃO PAULO EM 2019 -
GEODESASTRES 2019**

*INVENTORY AND SPATIAL DISTRIBUTION OF DISASTERS RELATED TO
GEODYNAMIC EVENTS IN THE STATE OF SÃO PAULO IN 2019 - GEODISASTERS 2019*

BELTRAN, G. (1), FERREIRA, C.J. (2).

(1) Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas, UNIFESP, *Campus* Diadema; gabriel.beltran@unifesp.br

(2) Instituto Geológico, Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo, 04015-011, São Paulo, Brasil; cferreira@sp.gov.br

Resumo: O Instituto Geológico (IG) mantém um Cadastro de Eventos Geodinâmicos e Desastres do Estado de São Paulo, atualmente com 51.557 registros, abrangendo o período entre 1994 e 2018. O trabalho levantou os dados referentes a 2019, com o objetivo geral de manter atualizado esse cadastro. Seus objetivos específicos foram: 1) cadastrar e georreferenciar acidentes e desastres relacionados a eventos geodinâmicos do Estado de São Paulo para o ano de 2019, disponíveis em bancos de dados públicos e na mídia digital; 2) produzir indicadores estatísticos de desastres que exibam a distribuição e a evolução da criticidade entre os municípios; 3) desenvolver modelo de divulgação sistemática dos dados; 4) identificar diferenças e lacunas entre as diversas fontes de informação sobre desastres; 4) comparar para registros selecionados, os dados de levantamento de campo com os dados levantados no cadastro de eventos. A alimentação, tratamento e análise dos dados foi feita em parte no Sistema Gerenciador de Informações de Risco, do Instituto Geológico (SGI RISCOS IG) e em parte em planilha eletrônica em conjunto com o Google Earth para o georreferenciamento. Os resultados obtidos a partir do cadastro de 1100 eventos, são 107 eventos Geológicos, 555 Hidrológicos, 393 Meteorológicos, 40 Climatológicos e apenas 5 Geofísicos. O mês com maior número de registros foi novembro e o evento mais registrado é o de alagamento e o município com mais geodesastres cadastrados é o de São Paulo, cumprindo sua meta proposta no projeto apesar das dificuldades.

Palavras-chave: Inundação; Escorregamento; Gestão de Risco; Banco de Dados.

Keywords: *Flood; Landslide; Storm; databank*

1 - INTRODUÇÃO

O Cadastro de Desastres Relacionados a Eventos Geodinâmicos no Estado de São Paulo constitui um instrumento fundamental para o gerenciamento de risco nos municípios, sendo de extrema relevância para a implantação de políticas preventivas de desastres (COUTINHO 2010). Constitui, também, indicadores para a medida dos impactos das mudanças climáticas (IPCC 2012).

Os cenários para riscos geológicos em áreas urbanas têm aumentado, em função dos problemas socioambientais que levam a um processo de urbanização desordenado, resultando em ocupações em ambientes suscetíveis a acidentes ou desastres naturais (NUNES & FERREIRA 2015).

Destaca-se que tais levantamentos vêm ao encontro das diretrizes da Política Estadual de Mudanças Climáticas - PEMC (SÃO PAULO 2009), quer seja como subsídio ao Plano Estratégico para Ações

Emergenciais e Mapeamento das Áreas de Risco, quer seja na alimentação de indicadores de riscos de desastres junto ao Relatório de Qualidade Ambiental – RQA (SÃO PAULO 2018), ou na elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo.

O banco de dados desenvolvido pelo IG tem a intenção de preencher as lacunas presentes no gerenciamento de riscos quanto a uma análise estatística dos desastres, sua distribuição espacial e os seus impactos (ANDRADE et al. 2010, FERREIRA et al. 2011, NUNES & FERREIRA 2015).

Os objetivos do trabalho foram cadastrar e georreferenciar acidentes e desastres relacionados a eventos geodinâmicos do Estado de São Paulo, registrando-os em bancos de dados disponíveis para consulta pública; produzir indicadores estatísticos de desastres que exibam a distribuição e a evolução da criticidade entre os municípios e, com isso, avaliar as práticas de gestão de risco de desastres; desenvolver um modelo de divulgação periódica, além de identificar as lacunas existentes nos procedimentos de cadastro e registro de acidentes e desastres nas diferentes fontes de informação.

2 – ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo abrange toda a região do estado de São Paulo (Figura 1).

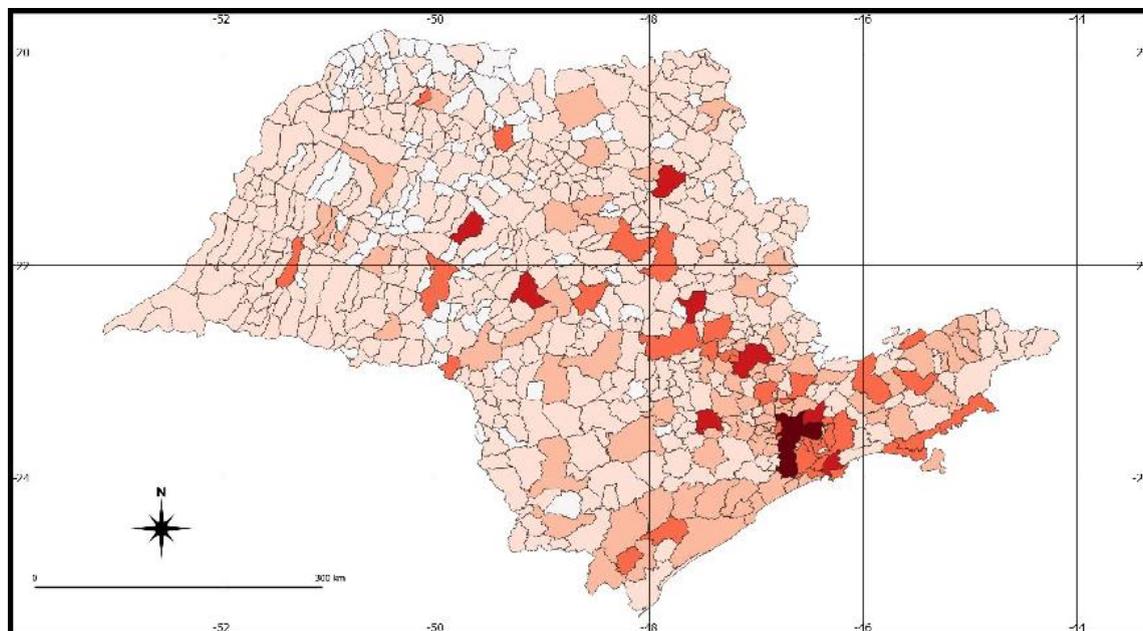


Figura 1: Área de abrangência do projeto e distribuição dos desastres em 2019. Fonte: autores.

3 – MATERIAIS E MÉTODOS

A fonte de informação para o levantamento de ocorrências de acidentes e desastres são: o SIDEC; relatórios de vistorias do IG do ano de 2019; o Banco de Dados de Desastres Naturais do IPMET-UNESP; o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2iD, da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC); notícias de veiculação em mídia eletrônica e consulta aos registros municipais.

A inserção, organização, tratamento e análise dos dados iniciou-se em ambiente Web por meio do SGI-RISCOS IG, porém devido a problemas no sistema ele teve continuidade pelo programa Planilha Google e Google Earth. Ressalta-se ainda que, devido à pandemia de COVID-19, houve paralisação das atividades presenciais no IG.

Os eventos e desastres foram classificados nas seguintes categorias e tipos: 1) Geológicos ou movimentos de massa úmidos: 1.1 Quedas, tombamentos e rolamentos; 1.2 Deslizamento; 1.3 Corrida de massa; 1.4 Subsidência e colapso; 1.5 Erosão costeira/marinha; 1.6 Erosão de margem fluvial; 1.7 Erosão continental: 1.7.1 Erosão continental laminar; 1.7.2 Erosão continental ravinas; 1.7.3 Erosão continental boçorocas; 2) Hidrológicos: 2.1 Inundação; 2.1.1 Inundação gradual; 2.1.2 Inundação brusca; 2.2 Enxurrada; 2.3 Alagamento; 3) Meteorológicos: 3.1 Ciclone Ventos costeiros (mobilidade e dunas); 3.2 Ciclone Marés de tempestade (ressaca); 3.2 Tornado; 3.3 Raio; 3.4 Granizo; 3.5 Chuva intensa; 3.6 Vendaval; 3.7 Temporal; 4) Climatológicos: 4.1 Seca; 4.2 Estiagem; 4.3 Incêndio Florestal (ou rural); 4.4 Baixa umidade do ar; 4.5 Onda de calor; 4.6 Onda de frio; 4.7 Friagem; 4.8 Geadas; 5) Geofísicos ou Geológicos: 5.1 Tremor de terra.

Os principais indicadores utilizados para análises estatísticas são: 1) Número de acidentes e desastres relacionados a eventos geológicos; 2) Número de óbitos confirmados ou presumidos (desaparecidos) relacionados aos acidentes; 3) Número de pessoas afetadas pelos acidentes ou desastres (contagem de óbitos, desabrigados e desalojados); 4) Número de edificações afetadas destruídas ou danificadas pelos acidentes e desastres.

4– RESULTADOS

O desenvolvimento do projeto contemplou, até o momento, a inserção de 1.100 registros de desastres do ano 2019, dos quais, 79 são provenientes da mídia (jornal, revistas, *sites* etc.), 14 da Prefeitura de Ubatuba e 997 dos registros do SIDEC. Os resultados estão apresentados na Figura 2 e Tabela 1.

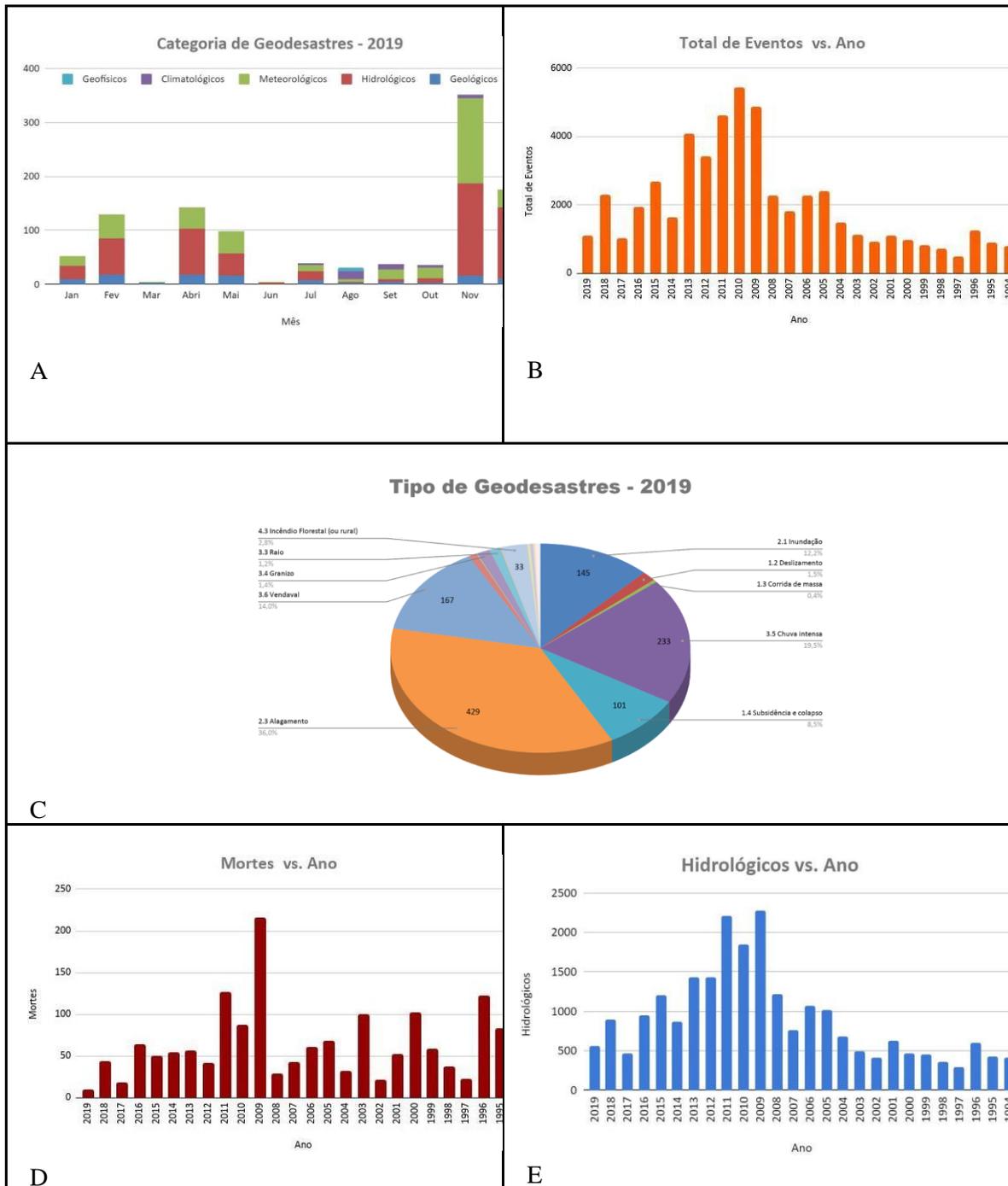


Figura 2. Representações gráficas dos resultados. A: Número de geodesastres por categoria em 2019; B: Número de eventos no estado de São Paulo no período de 1994 a 2019; C: Relação de geodesastres por tipo em 2019; D: Número de mortes no estado de São Paulo no período de 1994 a 2019; E: Número de eventos hidrológicos no estado de São Paulo no período de 1994 a 2019. Elaborado pelo autor.

Tabela 1. Municípios mais afetados por desastres no ano de 2019, segundo os indicadores utilizados (levantamento parcial).

<i>Nº de Desastres</i>	<i>Mortes e Desaparecidos</i>	<i>Pessoas Afetadas</i>	<i>Edificações Afetadas</i>
São Paulo (250)	São Paulo (4)	Peruibe (760)	Caraguatatuba (102)
São Sebastião (43)	São Sebastião (1)	Santo Antônio do Pinhal (600)	Itariri (100)
Piracicaba (34)	Araçatuba (1)	São Sebastião (455)	Barra do Turvo (90)
São Roque (28)	Ilhabela (1)	Caraguatatuba (426)	São José dos Campos (57)
Catanduva (26)	Piquete (1)	Miracatu (398)	Cubatão (51)

Dos dados analisados em 2019, 107 foram classificados como Geológicos, 555 como Hidrológicos, 393 como Meteorológicos, 40 como Climatológicos e cinco como Geofísicos. O mês com maior número de registros foi novembro, conforme apresentado na figura 1A. Dentre os eventos geológicos, o mais registrado é o de subsidência e colapso. Por sua vez, dos eventos hidrológicos destacam-se os alagamentos, e dos Meteorológicos incluem as chuvas intensas, representados na figura 1C.

Com os dados registrados no sistema do IG produziu-se indicadores estatísticos de desastres relativos ao período entre 1994 e 2019 que exibem a evolução da criticidade no Estado de São Paulo, observado pela figura 1C. Deve-se observar que o levantamento para 2019 foi parcial.

Ressalta-se também as mortes e a evolução dos eventos hidrológicos, posto que é o evento com mais ocorrências registradas. Na figura 1D, nota-se que o ano de 2009 foi o de maior ocorrência de mortes, e com o maior número de edificações afetadas e maiores danos econômicos, no valor de R\$ 126.000.000,00.

Ainda no ano de 2009 foram registradas as maiores ocorrências de eventos hidrológicos, demonstrado pela figura 1E, assim podemos inferir que os danos hidrológicos são os que mais causam maiores danos. Em relação aos danos econômicos de 1994 até 2019, foi registrado que no estado de São Paulo, houve mais de 349 milhões de reais (R\$ 349.658.663,65).

5 – CONCLUSÕES

Apesar das complicações surgidas pela pandemia, os trabalhos foram contornados. Assim, a meta do IG em proporcionar à sociedade conhecimentos relacionados ao meio físico vêm sendo cumprida com o aumento de 1.100 registros, podendo ser ampliado pela aquisição de novos dados dos municípios paulistas.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, E.; DANNA, L.C.; SANTOS, M.L.; FERNANDES DA SILVA, P.C. 2010. Levantamento de ocorrências de inundação em registros de jornais como subsídio ao planejamento regional e ao mapeamento de risco. *In: 7º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA E GEOAMBIENTAL SÃO PAULO*: ABGE. v.1 p.1-16. Anais Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320427167_LEVANTAMENTO_DE_OCORRENCIAS_DE_INUNDAO_EM_REGISTROS_DE_JORNAIS_COMO_SUBSIDIO_AO_PLANEJAMENTO_REGIONAL_E_AO_MAPEAMENTO_DE_RISCO. Acesso em 09 jan. 2020.
- COUTINHO, L.A. 2010. Banco de dados geográfico de desastres naturais: projeto conceitual, inventariação e proposta para difusão dos dados. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa. Lisboa. Dissertação de Mestrado em Gestão do Território, área de especialização em Detecção Remota e Sistemas de Informações Geográficas. 99p. Disponível em: <https://run.unl.pt/handle/10362/4240>. Acesso em 09 jan. 2020.
- FERREIRA, C. J.; OGIHARA, V. H.; VIEIRA, R. E.; BIGANZOLLI, R. 2011. Uso da mídia eletrônica na elaboração de banco de dados de desastres relacionados a eventos geodinâmicos no Estado de São Paulo. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. Anais p. 1-6. Disponível em: <http://bit.ly/2PCfw13>. Acesso em 09 jan. de 2020.
- IPCC. 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. TIGNOR, AND P.M. MIDGLEY (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp. Disponível em <http://bit.ly/2HhaE0S>. Acesso em 09 Jan de 2020.
- NUNES, R. G. S.; FERREIRA, C. J. 2015. Cadastro de desastres e eventos geodinâmicos no Estado de São Paulo no período 2010-2015. GEOSUDESTE 2015, Campos do Jordão (SP)-Out/ 2016. p. 1-5. Disponível em: <http://bit.ly/2PXabF0> . Acesso em 09 Jan de 2020.
- SÃO PAULO. 2009. Lei Estadual nº 13.798, de 9/11/2009. Institui a Política Estadual de Mudanças Climática – PEMC. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2009/lei-13798-09.11.2009.html>. Acesso em 09 Jan de 2020.
- SÃO PAULO. 2012. Relatório da Qualidade Ambiental – 2012. Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo, 2018. Disponível em: http://arquivo.ambiente.sp.gov.br/cpla/2013/01/RQA_2012.pdf. Acesso em 09 Jan de 2020.

Agradecimentos: Este trabalho teve apoio financeiro da FAPESP (processo 2017/50336-6) e do Instituto Geológico.

CONSTRUÇÃO DE JOGO EDUCATIVO COMO FERRAMENTA DE DIVULGAÇÃO DOS CONCEITOS SOBRE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

*CONSTRUCTION OF AN EDUCATIONAL GAME AS A DISSEMINATION TOOL OF THE
GROUNDWATER CONCEPTS*

DE PAULA, M.L. (1), VARNIER, C. (2), FRANÇA, D.R. (2)

(1) Escola Estadual Maestro Fabiano Lozano, 04018-031, São Paulo, Brasil; rluisa2004@gmail.com

(2) Instituto Geológico, Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo, 04301-903, São Paulo, Brasil; claudia.varnier@sp.gov.br, daniel@sp.gov.br

Resumo: A água é um recurso essencial à vida humana. Esse tema está presente na grade curricular das escolas brasileiras, sendo abordado nos ensinos fundamental e médio. Diversos trabalhos e projetos brasileiros voltados à educação têm abordado, nos últimos anos, o uso de jogos educativos no ensino das geociências nas escolas, embora nenhum deles abranja conceitos sobre águas subterrâneas. O recurso hídrico subterrâneo compõe uma parcela significativa da água potável utilizada para consumo humano, agricultura e outros fins. O objetivo deste projeto de iniciação científica consistiu em divulgar os conhecimentos básicos sobre hidrogeologia mediante a proposição de um jogo educativo, destinado a professores e estudantes dos ensinos fundamental e médio das escolas paulistas. Para o desenvolvimento do jogo, foram realizadas as seguintes atividades: i) levantamento minucioso sobre jogos existentes, nacionais e internacionais, abordando temas como águas subterrâneas e o ciclo da água e a sua importância nas escolas; ii) definição do tipo e da estrutura do jogo; iii) reuniões com os professores da Escola Maestro Fabiano Lozano sobre a abordagem do tema água em sala de aula; iv) construção do jogo. O jogo de tabuleiro intitulado “As Aventuras de Malu nas Águas Subterrâneas” é composto por 50 cartas de perguntas e respostas acerca dos principais conceitos de hidrogeologia (p.e. aquífero, poço, ciclo da água, nascente, poluição e proteção, entre outros), onde seis personagens precisam percorrer um caminho que simula o trajeto da água em subsuperfície dentro do universo lúdico infantil. Espera-se que este jogo permita instigar a curiosidade dos alunos e auxiliá-los na melhor aprendizagem sobre o assunto, bem como proporcionar a socialização e o envolvimento deles em sala de aula no que se refere ao pensamento crítico sobre o importante papel exercido pelos recursos hídricos, inclusive os subterrâneos, para a sustentabilidade dos ecossistemas terrestres.

Palavras-chave: água subterrânea; jogo educativo; ensino médio; ensino fundamental.

Keywords: *groundwater, educational game, elementary school, secondary school.*

Agradecimentos: Os autores expressam seus agradecimentos ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica (Processo 800764/2018-8), ao Instituto Geológico (IG/SIMA) pela infraestrutura, aos professores da Escola Estadual Maestro Fabiano Lozano pelo fornecimento de informações sobre os currículos escolares dos ensinos fundamental e médio no Estado de São Paulo.

**ESTRATIGRAFIA DOS BASALTOS E DA SUA TECTÔNICA DEFORMADORA
APLICADAS À PROTEÇÃO DO SISTEMA AQUIFERO GUARANI ENTRE SÃO
PEDRO E ANALÂNDIA, SP**

*STRATIGRAPHY OF BASALTS AND ITS DEFORMING TECTONICS APPLIED TO THE
PROTECTION OF THE GUARANI AQUIFER SYSTEM BETWEEN SÃO PEDRO AND
ANALÂNDIA, SP*

GUSÃO, J.P. (1), FERNANDES, A.J. (2), NEGRI, F.A. (2)

(1) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 05508-080, São Paulo, Brasil; joao.gusao@usp.br

(2) Instituto Geológico, Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 04301-903, São Paulo, Brasil; amelia.jfernandes@gmail.com; negri.francisco@gmail.com

Resumo: O oeste paulista possui cerca de 75% dos municípios parcial ou totalmente dependentes do abastecimento por poços tubulares a partir dos aquíferos, sendo o Sistema Aquífero Guarani (SAG) um dos mais importantes. Este aquífero, em sua maior porção, é confinado pelos derrames de basaltos que compõem o Aquífero Serra Geral (ASG). Sabe-se que podem existir estruturas tectônicas que seccionam todo o ASG. Desse modo, é fundamental localizá-las e verificar se há, por meio dessas estruturas, a recarga e/ou descarga do SAG, com a finalidade de promover o uso sustentável e a proteção do aquífero. Por esse motivo, este projeto analisou a estratigrafia dos derrames basálticos, na região do distrito de Itaqueri da Serra (SP), utilizando dados químicos (principalmente o teor de P_2O_5), a fim de verificar a existência de áreas que apresentam estas grandes estruturas e que potencializam a conexão do aquífero freático com o SAG. Foram elaboradas para a região oito seções de detalhe, com a identificação de cinco derrames. Verificaram-se, através da comparação das seções, ao menos dois importantes desnivelamentos verticais. Logo, é provável que na região estudada existam estruturas que conectem o SAG com a superfície, propiciando caminhos de recarga e/ou descarga desse grande sistema aquífero. Pesquisas adicionais, incluindo as hidrogeológicas, são importantes para estudar as possíveis consequências dessa recarga/descarga.

Palavras-chave: Sistema Aquífero Guarani; Formação Serra Geral; coluna estratigráfica; tectônica deformadora.

Keywords: Guarani Aquifer System; Serra Geral Formation; stratigraphic column; deforming tectonics.

1 – INTRODUÇÃO

Os basaltos da Formação Serra Geral na região central do estado de São Paulo foram alvo de estudos anteriores (FERNANDES et al. 2010, 2016, 2018 e GUSÃO 2019). Os projetos FRATASG I e II (FERNANDES et al. 2010, 2011, 2012, 2016, 2018) estudaram a estratigrafia e a tectônica deformadora dos basaltos de modo a elucidar a questão da recarga do Sistema Aquífero Guarani (SAG) através do Aquífero Serra Geral (ASG). No projeto FRASTASG II, FERNANDES et al. (2018) concluíram que a região de Brotas apresenta características de alto estrutural delimitado por estruturas que promoveram importantes desnivelamentos tectônicos e que podem influir na recarga e descarga do SAG, quando este se apresenta recoberto pelos basaltos. Este trabalho tem o intuito de estudar essas estruturas com maior detalhe,

de modo a contribuir para o entendimento do contexto hidrogeológico no local. Assim, foi selecionada a região do distrito de Itaqueri da Serra e seu entorno, que se localiza entre os municípios de São Pedro e Analândia (SP).

2 – ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo situa-se na porção central do estado de São Paulo, mais precisamente no entorno do distrito de Itaqueri da Serra (222 km da capital; Figura 1). Uma das principais atividades econômicas é o ecoturismo. A Formação Serra Geral, recorrente na região, favoreceu este fato, pois seu contato inferior com a Formação Botucatu constituem as conhecidas “cuestas” basálticas, que contribuíram para a formação de grandes cachoeiras e belíssimas paisagens, visitadas pelos turistas. Devido à fragilidade das cuestas aos processos erosivos e à área de afloramento do SAG, parte da região estudada insere-se no Perímetro Corumbataí da APA Corumbataí-Botucatu-Tejupá. A base das cuestas basálticas constitui-se na área de recarga do SAG, pois nela afloram os arenitos eólicos das Formações Botucatu e Piramboia.

A Formação Serra Geral é de idade Eocretácea (134-131 Ma; JANASI et al. 2011) e representa grandes eventos de vulcanismo fissural que formaram a Província Magmática Paraná-Etendeka (PMPE), uma das maiores LIPs (Large Igneous Provinces) do mundo. As rochas são predominantemente basaltos de caráter toleítico.

Teoricamente, os derrames basálticos proporcionam o confinamento do SAG, mas é comum ocorrer falhas e fraturas tectônicas nestas rochas. Parte delas pode conectar a superfície e o ASG ao SAG, principalmente em regiões onde o pacote de basaltos, além de não muito espesso, é afetado por grandes desnivelamentos tectônicos. Devido à probabilidade de ocorrência dessas grandes estruturas nesta região, se faz necessário localizá-las para verificar a possibilidade da recarga e/ou descarga do SAG.

3 – MATERIAIS E MÉTODOS

Os principais métodos deste projeto foram: (1) levantamento de campo; (2) preparação de amostras para a obtenção de dados geoquímicos de rocha e análise dos resultados e (3) elaboração de seções geológicas e mapas com base nos dados de campo e de química.

3.1 – Levantamento de campo

Foram realizadas duas etapas de trabalhos de campo nos primeiros seis meses deste projeto. O primeiro campo foi realizado do período de 03 a 06/09/2019 e o segundo, de 09 a 13/09/2019. A figura 1 mostra a localização dos 88, cuja numeração representa a continuidade àquela utilizada anteriormente no projeto FRATASG II.

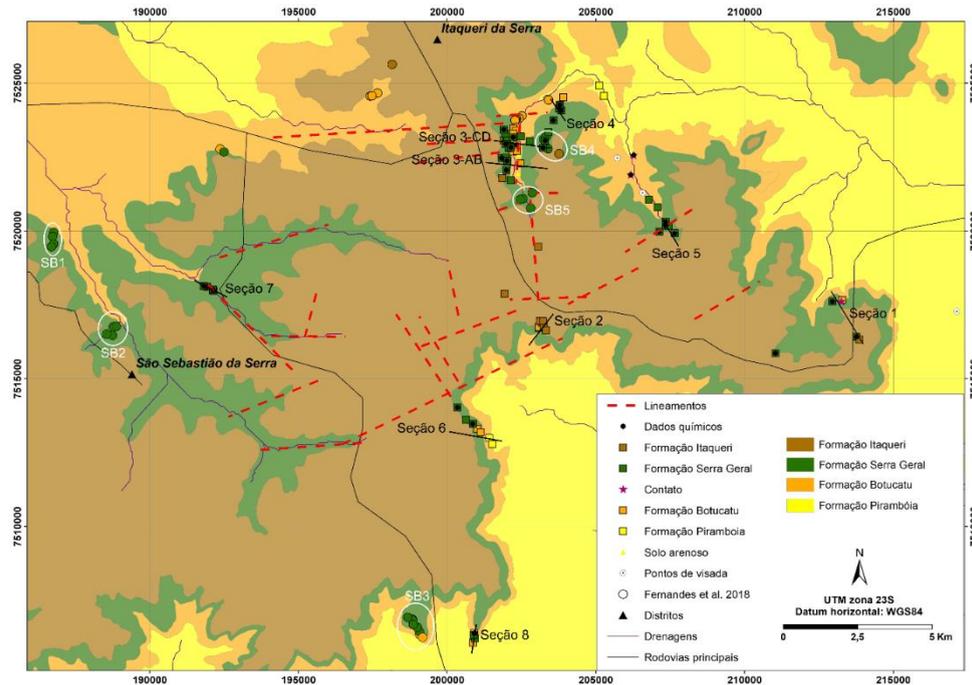


Figura 1: Mapa regional da área de estudo mostrando os pontos visitados durante os dois levantamentos de campo. As seções SB1 a SB5 foram efetuadas no projeto FRATASG II e apresentadas por FERNANDES *et al.* (2018). Essas seções são as mais próximas da área do presente projeto, e foram utilizadas para realizar correlações.

Nos dois levantamentos de campo, foram coletadas 38 amostras de basalto, sendo que 33 foram selecionadas para a obtenção dos dados químicos. Além de afloramentos da Formação Serra Geral, foram reconhecidas em campo exposições das formações Piramboia, Botucatu e Itaqueri. A área visitada foi escolhida por ter sido reconhecida anteriormente como afetada por atividade tectônica rúptil muito significativa. Assim, foram medidas, com bússola *clar*, as atitudes de fraturas, observadas principalmente nas Formações Serra Geral e Itaqueri.

3.2 – Preparação de amostras para a obtenção de dados químicos

Os dados químicos foram a principal ferramenta deste projeto. Como destacado em FERNANDES *et al.* (2018), os derrames de basaltos são muito semelhantes em sua textura e estrutura. Por outro lado, a geoquímica tem se mostrado um método eficaz para a correlação destas rochas entre seções. Para isso, as amostras foram submetidas a alguns procedimentos para minimizar os erros causados pelo intemperismo da rocha e pela contaminação laboratorial, como lavagem e remoção das porções não frescas, além de britagem e moagem, mantendo sempre os recipientes higienizados após o processo de cada amostra. O método aplicado para a obtenção desses dados foi a Fluorescência de Raios X (FRX), por meio de pastilhas de pó prensado, pastilhas vítreas e perda ao fogo. As análises químicas foram realizadas pelo espectrômetro

PANALYTICAL modelo AXIOS MAX Advanced. Os procedimentos adotados durante todo o processo estão descritos em MORI et al. (1999).

4 – RESULTADOS

Os principais resultados deste projeto são: construção de oito seções geológicas locais e quatro seções geológicas regionais, coluna estratigráfica do vulcanismo basáltico da região de Itaqueri da Serra e a indicação de duas áreas com possíveis estruturas tectônicas que podem ser caminhos de recarga do SAG.

As seções geológicas de detalhe auxiliaram no entendimento da estratigrafia, e a química permitiu realizar correlações de uma seção para outra, ou seja, de derrames de diferentes regiões. O empilhamento padrão dos derrames basálticos na área estudada foi identificado na coluna estratigráfica geral (Figura 2), de GUSÃO (2019), e o uso de ambos permitiu inferir quais locais sofreram desnivelamentos verticais importantes. Desta forma, propõe-se que duas áreas (Morro do Facão e Vale do Rio Passa Cinco; Figura 2) tenham sido provavelmente afetadas por desnivelamentos tectônicos. Tais desnivelamentos podem ser resultado de um conjunto de falhas, com mergulhos elevados, que podem constituir caminhos de recarga ou de descarga do SAG. Destaca-se que os nomes dos derrames na figura 2 se referem ao “D”, de derrame, e sua porcentagem média de P_2O_5 multiplicado por 100, como em FERNANDES et al (2018).

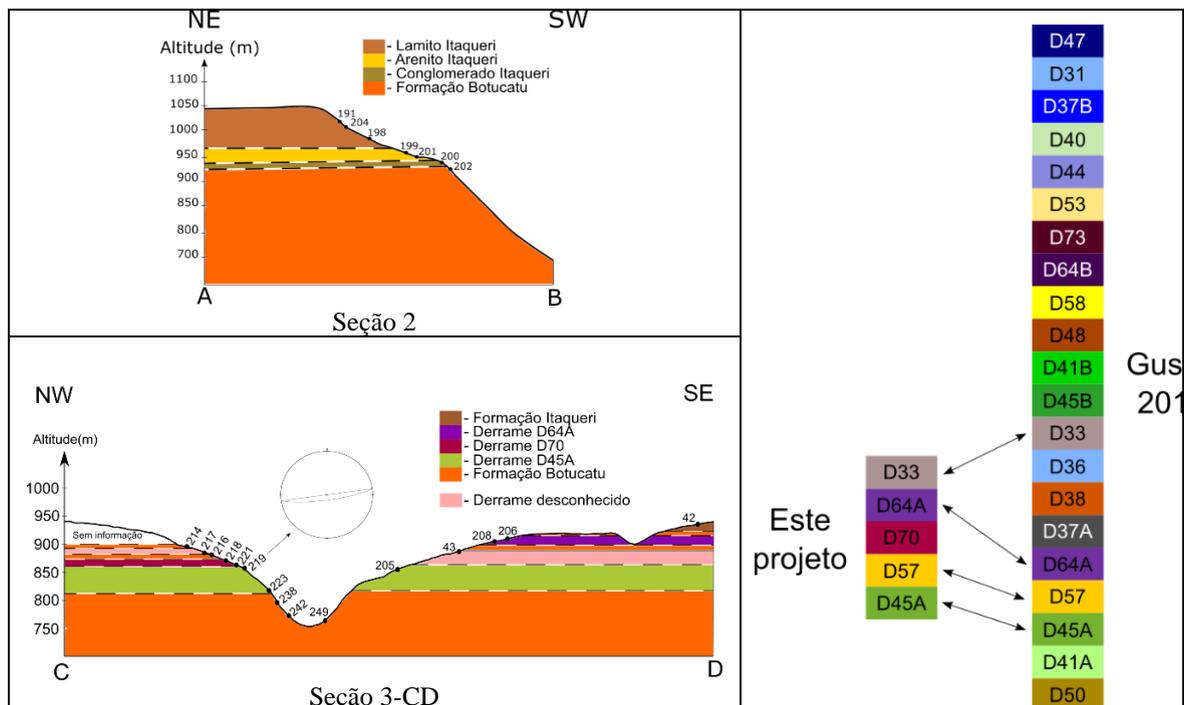


Figura 2: Seções 2 (Morro do Facão) e 3-CD (Vale do Rio Passa Cinco) e coluna estratigráfica final deste projeto em relação à coluna geral proposta por GUSÃO (2019). O nome dos derrames se refere a seus teores de P_2O_5 .

5 – CONCLUSÕES

Após um ano de realização deste projeto, o conhecimento sobre a estratigrafia de detalhe na região entre São Pedro e Analândia avançou. Sabe-se que há, no mínimo, cinco derrames aflorantes na área de estudo, cuja estratigrafia corrobora majoritariamente a de trabalhos anteriores.

A região deste projeto possui ao menos duas áreas com importantes desnivelamentos tectônicos (Morro do Facão e Vale do Rio Passa Cinco), causados por grandes estruturas de mergulhos elevados que podem constituir caminhos de recarga ou descarga do SAG. Devido à dimensão dos desnivelamentos, é provável que essas falhas seccionem toda a coluna das rochas basálticas e conectem o aquífero freático e o ASG com o SAG. Para o melhor entendimento da geologia e da hidrogeologia da área deste trabalho, recomenda-se (e se faz necessário) a realização de mais estudos detalhados com o intuito de se obter mais dados de campo e dados químicos para investigar a localização e natureza das mencionadas falhas.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERNANDES, A.J.; MALDANER C.H.; NEGRI F.; ROULEAU A.; WAHNFRIED I.D. 2016. Aspects of a conceptual groundwater flow model of the Serra Geral basalt aquifer (São Paulo, Brazil) from physical and structural geology data. *In: Hydrogeology Journal*, 24(5):1199-1212.
- FERNANDES, A.J.; MALDANER, C.H.; AZEVEDO SOBRINHO, J.M.; PRESSINOTTI, M.M.N.; WAHNFRIED I. 2010. Estratigrafia dos derrames de basaltos da Formação Serra Geral (Ribeirão Preto - SP) baseada na geologia física, petrografia e geoquímica. *In: Geologia USP Série Científica* 10(2): 73–99. doi:10.5327/Z1519-874X2010000200006.
- FERNANDES, A.J., NEGRI, F.A., AZEVEDO SOBRINHO, J.M., JANASI, V.A., 2018. Seções estratigráficas de campo e estratigrafia química no estudo do zoneamento vertical dos fluxos basálticos de Alto-Ti na porção central do Estado de São Paulo. *Brazilian Journal of Geology*. 48(2): 243-261. DOI: 10.1590/2317-4889201720180093.
- FERNANDES, A.J., PERROTA, M.M., SALVADOR, E.D., AZEVEDO, S.G., GIMENEZ FILHO, A., STEFANI, F.L., PAULON, N. 2005. Capítulo 3: Aquíferos Fraturados, p: 66-84. *In: Mapa de Águas Subterrâneas do estado de São Paulo: escala 1:1.000.000: nota explicativa / [coordenação geral Gerônimo Rocha]. - São Paulo: DAEE Departamento de Águas e Energia Elétrica; IG-Instituto Geológico; IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2005.*
- FERNANDES, A.J., MALDANER C.H., ROULEAU A. 2011. Análise das fraturas nos basaltos de Ribeirão Preto, SP: aplicação à elaboração de modelo hidrogeológico conceitual. *In: Geologia USP Série Científica*, 11(3):43-64.
- FERNANDES, A.J., NEGRI F.A., AZEVEDO SOBRINHO J.M., VARNIER C. 2012. Análise de fraturas dos basaltos do Aquífero Serra Geral e o potencial de recarga regional do Sistema Aquífero Guarani. *In: Boletín Geológico y Minero*, 123(3):325-339.
- GUSÃO, J.P., 2019. Estratigrafia do vulcanismo basáltico na região de Jaú-Brotas (SP): montagem de colunas estratigráficas a partir de perfis de poços e correlações regionais. Relatório Final de Iniciação Científica PIBIC/CNPq 2018-2019.
- JANASI, V.A., Freitas, V.A., Heaman, L.H., 2011. The onset of flood basalt volcanism, Northern Paraná Basin, Brazil: A precise U-Pb baddeleyite/zircon age for a Chapecó-type dacite. *In: Earth and Planetary Science Letters*, 302(1-2): 147-153.

MORI, P. E., Reeves, S., Correia, C. T., Haukka, M. 1999. Development of a fused glass disc XRF facility and comparison with the pressed powder pellet technique at Instituto de Geociências, São Paulo University. *In: Revista Brasileira de Geociências*. 29(3). 441-446.

Agradecimentos: Este trabalho teve apoio financeiro da FAPESP, do Instituto Geológico e CNPq, Brasil. Agradecemos a todos os funcionários dos laboratórios do IGC – USP, especialmente Samuel e José Paulo Sertek. Agradecemos também à Claudia Varnier, coordenadora do comitê institucional deste projeto, pelo apoio e disponibilidade, e ao Luiz Sertório Teixeira, da APA Corumbataí-Botucatu-Tejuπά.

**DINÂMICA AMBIENTAL DAS NASCENTES DA MICROBACIA DO CÓRREGO
IPIRANGA COMO INSTRUMENTO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO PARQUE
CIENTEC/USP, SÃO PAULO/SP**

*ENVIRONMENTAL DYNAMICS OF THE SOURCES OF STREAM OF IPIRANGA'S
MICROBASIN AS AN INSTRUMENT FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION IN THE CIENTEC
PARK/USP, SÃO PAULO/SP*

MIRANDA, S.L.G. (1), AMARAL R. (2)

- (1) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 05508-080, São Paulo, Brasil; sara.louzada.miranda@usp.br
(2) Instituto Geológico, Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo, 04301-903, São Paulo, Brasil; roamaral@sp.gov.br

Resumo O objetivo deste projeto é compreender a dinâmica ambiental das nascentes de uma das microbacias do córrego Ipiranga a partir da caracterização geomorfológica e análise morfométrica, tendo como produto uma representação tridimensional do relevo e dos cursos d'água das microbacias localizadas no Parque CienTec – USP para ser utilizada como instrumento nas atividades de educação científica e ambiental. Dessa forma, o presente trabalho busca salientar a importância de projetos e instrumentos de educação ambiental para a conscientização da população e uma relação saudável e sustentável com os corpos hídricos e principalmente, com as nascentes.

Palavras-chave: nascente; bacia; Ipiranga; educação ambiental; Cientec-USP.

Keywords: *spring; Ipiranga basin, environmental education, Cientec-USP.*

1 - INTRODUÇÃO

Sabe-se que a preservação das nascentes dos rios e de suas matas ciliares são de suma importância para garantir a quantidade e a qualidade das águas no abastecimento da população, e que o desaparecimento desses corpos hídricos pode ocasionar graves problemas de falta de água no mundo, como tem sido frequente nos últimos anos (CASTRO; LOPES, 2001).

Segundo o Novo Código Florestal Brasileiro (Lei Federal nº 12.651/2012), a distância a ser preservada com mata ciliar em nascentes e olhos d'água é de 50 metros (mesmo intermitentes). No entanto, essa extensão não é respeitada, principalmente no meio urbano, onde há canalização, impermeabilização e ocupação das áreas de nascentes e suas respectivas áreas de recarga, além de acabarem se tornando áreas de disposição irregular de resíduos, causando condições insalubres em seu entorno.

Desta forma, este trabalho tem por objetivo compreender a geologia e a geomorfologia da sub-bacia do Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI), no bairro da Água Funda, em São Paulo/SP, buscando salientar a importância de projetos e instrumentos de educação ambiental, como os realizados no Parque

CienTec USP, para a conscientização da população e uma relação saudável e sustentável com os corpos hídricos e, principalmente, com as nascentes.

2 – ÁREA DE ESTUDO

O Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI) é a terceira maior reserva de mata nativa do município de São Paulo e a sua origem está relacionada à desapropriação de sítios e chácaras entre 1893 e 1917, visando à preservação das nascentes para o abastecimento urbano e, posteriormente, para a recuperação da vegetação e a preservação das espécies nativas. O PEFI inclui áreas urbanizadas e perturbadas, que foram alteradas para construção de rodovia, avenidas, arruamento e estradas, realização de terraplanagens e impermeabilização por asfalto, além de abrigar instituições de pesquisa, serviços e lazer, como o Parque de Ciência e Tecnologia da Universidade de São Paulo (CienTec) (BARROS *et al.*, 2002).

3 – MATERIAIS E MÉTODOS

Na primeira parte da pesquisa, efetuou-se um levantamento bibliográfico da geologia e geomorfologia da sub-bacia, não sendo possível ainda fazer uma análise morfométrica completa da microbacia a partir das características geométricas, de relevo e da rede de drenagem, que seriam avaliadas no mês seguinte a partir da coleta dos dados necessários em trabalho de campo.

No entanto, como ocorreram restrições para a execução das atividades em campo e obtenção dos dados relacionados à dinâmica ambiental das nascentes ao longo do ano hidrológico devido à pandemia de COVID-19 e com ela o fechamento do PEFI, optou-se por dar ênfase na parte de educação ambiental deste estudo para assim poder viabilizá-lo. Procurou-se então entender o porquê de iniciativas de fomento aos instrumentos de educação ambiental, como era a proposta deste estudo, se mostrarem tão urgentes em uma época marcada pela ocorrência de problemas ambientais decorrentes dos apressados e desordenados modelos de produção das cidades brasileiras.

Com isso, também criou-se uma figura tridimensional do PEFI mediante o uso do software QGIS versão 3.12, porém, sem a reprodução das dinâmicas das nascentes como era proposto. O mapa da figura em questão foi feito com o recurso de exibição 3D do software, utilizando um Modelo Digital de Elevação (MDE) disponibilizado no site da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo e um *buffer* de 350 metros da imagem de satélite (World View, 2017) da área disponibilizado pelo Instituto Geológico. Tais dados serão disponibilizados neste estudo, buscando assim, finalizar parcialmente a proposta do produto digital como instrumento de educação ambiental.

4 – RESULTADOS

4.1 – Resultado da revisão bibliográfica sobre a geologia e geomorfologia da área

A partir da visita a alguns afloramentos, FERNANDES et al. (2002) identificou na área as seguintes unidades geológicas: sedimentos quaternários dispostos em planícies aluviais, a principal das quais ocorre imediatamente a oeste do Instituto de Botânica; depósitos de provável idade terciária que ocorrem na porção noroeste da área estudada; e, por último, rochas pré-cambrianas que ocupam grande parte do parque.

No PEFI, a geomorfologia dominante se dá na forma de topos convexos, evidenciando as cotas altimétricas mais elevadas distribuídas, predominantemente, nos lados leste, sudeste, centro-sul e sul sudoeste. Já os patamares convexos, em menor quantidade, possuem superfícies aplainadas, com topos convexos de curvatura ampla. Essas superfícies apresentam cotas altimétricas mais modestas (abaixo de 800 m) e predominam em áreas localizadas nas porções oeste, noroeste e norte do parque, próximo ao contato com a Bacia Sedimentar de São Paulo, onde está localizada a maior parte das instituições alocadas no PEFI. No fundo dos vales, as áreas são essencialmente planas e geradas por provável deposição de sedimentos recentes (Quaternários), de origem fluvial, onde, atualmente, predominam os processos gradacionais. As superfícies aplanadas estão, finalmente, localizadas nas margens dos canais fluviais e dos lagos, em cotas altimétricas inferiores a 775 m, nos lados oeste, norte e, principalmente, na porção central do PEFI (FERNANDES et al. 2002).

4.2 – Resultado da pesquisa a partir das adequações no projeto

A cidade de São Paulo foi a precursora do processo de urbanização brasileira que priorizou um desenvolvimento baseado em soluções de curto prazo com rápida execução e exclusão das características físicas e ambientais que, a princípio, muito ajudaram no estabelecimento dessa mesma cidade (CUSTÓDIO, 2012). Esse tipo de desenvolvimento urbano foi priorizado em detrimento de um planejamento orgânico e consciente da importância da saúde dos recursos naturais, dando enfoque aqui principalmente para os cursos fluviais e, com isso, às nascentes, para a qualidade de vida dos seus cidadãos.

Tendo isso em vista, a educação ambiental para as escolas, como é a proposta do Parque CienTec USP, se mostra como um instrumento a longo prazo, porém mais efetivo, de conscientização da relação sociedade-natureza. Pois, como podemos pensar em uma mudança na relação sociedade-natureza se não há uma conscientização e um envolvimento da população com as áreas verdes? Como um governo, mesmo que se diga sustentável, irá impor aos cidadãos, mesmo que seja algo ambientalmente necessário, medidas

e propostas de intervenção urbana que, na visão de uma sociedade de pensamento imediatista e alienado, não significam nada? Com certeza tais propostas seriam duramente criticadas e barradas.

Nesse sentido, as nascentes e afluentes do Parque Estadual Fontes do Ipiranga (PEFI) que vão formar o riacho que conta a história da independência do Brasil, podem ser consideradas águas fluviais privilegiadas por se encontrarem, em sua maioria, preservadas e saudáveis. Na parte do PEFI pertencente ao Jardim Botânico, por exemplo, foi realizado um projeto em 2008 de abertura de quase 1 km do córrego Pirarungáua, rio que na década de 1930 havia sido canalizado e enterrado. A obra aconteceu devido ao rompimento de uma das paredes da galeria, fazendo com que a administração optasse pela revitalização desse córrego.

Dessa forma, medidas de intervenção urbana como essas só ganham força e atingem uma escala maior, se a sociedade for conscientizada sobre a importância da preservação e manutenção das nascentes, rios e suas matas ciliares para o bem da sua própria qualidade de vida, ou seja, isso só é possível se algum dia essas pessoas tiverem sido alvo de instrumentos de educação ambiental. Agora, se esse processo se dá no ambiente escolar ainda na fase da infância e adolescência, a probabilidade de fixação dessa aprendizagem é muito maior, principalmente se esses conceitos forem tratados com interdisciplinaridade, pois assim os conteúdos interagirão como forma de complementação, evidenciando assim sua complexidade.

Dessa forma, a figura tridimensional idealizada para este projeto poderá servir como recurso geotecnológico de educação ambiental, tanto no Parque CienTec USP como nas escolas. O principal objetivo do mapa é demonstrar a localização das nascentes, com o auxílio do mapa das sub-bacias, e sua importância para a manutenção do sistema de bacia hidrográfica em projetos e oficinas que tenham como objetivo trabalhar a importância dos corpos hídricos para a qualidade de vida da população das cidades, destacando a importância dos parques para a sua preservação.

Nesse sentido, o Parque Estadual Fontes do Ipiranga exerce um papel fundamental para a conservação das áreas que abrigam as nascentes do córrego do Ipiranga, garantindo a sustentabilidade desses recursos naturais. Quando se compara as nascentes do parque com outras não muito longe dali, como as do córrego Água Espreada, perto da Avenida Washington Luís, tem-se um infeliz exemplo do que elas poderiam se tornar se não houvesse a proteção: um curso completamente canalizado, da nascente até a sua foz, fazendo com que a região seja uma das que registram mais alagamentos.

5 – CONCLUSÕES

Sendo o Parque Estadual Fontes do Ipiranga uma verdadeira ilha florestal em meio à uma região intensamente urbanizada na cidade de São Paulo, é inegável seu importante papel para a preservação da

biodiversidade e das nascentes do histórico riacho do Ipiranga, sendo assim alvo da realização de pesquisas científicas, programas de educação ambiental e lazer da comunidade do entorno.

O levantamento bibliográfico da geologia e geomorfologia do Parque foi muito importante para embasar o estudo e entender os processos atuantes na morfologia, quase que original, do Parque, tendo em vista que o estudo das características originais de uma bacia é de suma importância para uma caracterização mais detalhada que possa ajudar a entender a dinâmica sazonal das nascentes preservadas, além de ajudar a prever eventos de ocorrência na bacia do riacho do Ipiranga e auxiliar futuros estudos em suas partes urbanas frequentemente inundadas.

Abordamos nesse estudo porque tais eventos continuam ocorrendo em uma cidade de lógica imediatista, onde o lucro do mercado atual tem mais valor do que os recursos naturais. A má gestão e planejamento decorrentes dessa lógica acarretam os problemas ambientais que ocorrem no meio urbano, restando à gestão atual o constante investimento (quando há) para a perpetuação dos antigos mecanismos de desenvolvimento urbano.

Assim, a sustentabilidade hídrica de São Paulo é comprometida e a escassez da água aponta para um dos mais graves e ameaçadores indicadores dos impactos da atividade humana sobre os recursos naturais e sua relação com os sistemas de produção, refletindo negativamente sobre a qualidade de vida do homem. Não se leva em consideração que o que está em jogo não é só a manutenção dos recursos naturais, mas a perpetuação da qualidade ambiental e da vida da população no meio urbano, principalmente quando se trata da proteção das nascentes, que poderiam muito bem servir de abastecimento público.

Este estudo defende então que a educação ambiental pode ser uma ação a longo prazo, porém ela se mostra uma ação bem mais efetiva de mudança nos paradigmas retrógrados que continuam a moldar e gerir nosso meio urbano. Dessa forma, deve-se investir em instrumentos de educação ambiental, buscando fomentar o processo de tomada de consciência e responsabilidade individual e coletiva sobre nascentes, rios e de suas matas ciliares, que são os recursos naturais básicos que proporcionam as condições necessárias para a sobrevivência e manutenção da vida.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, F., MAMEDE, M.C.H., MELO, M.M.R.F., LOPES, E.A., JUNG-MENDAÇOLLI, S.L., KIRIZAWA, M., MUNIZ, C.F.S., MAKINO-WATANABE, H., CHIEA, S.A.C.; MELHEM, T.S. 2002. A flora fanerogâmica do PEFI: composição, afinidades e conservação. *In*: D.C. Bicudo, M.C. Forti & C.E.M. Bicudo (orgs.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, pp. 93-110.

CASTRO, P.; LOPES, J.D.S. 2001. Recuperação e Conservação de Nascentes. Viçosa, MG: CPT.

CUSTÓDIO, V. 2012. Escassez de água e inundações na Região Metropolitana de São Paulo. São Paulo: Humanitas/FAPESP.

FERNANDES, A.J.; REIS, L.A.M; CARVALHO, A. 2002. Caracterização do Meio Físico. *In*: Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI) [S.l: s.n.].

Agradecimentos: Este trabalho teve apoio financeiro do CNPq e apoio operacional do Instituto Geológico. Agradecemos também à Francis Soares Ribeiro pelo apoio na utilização das ferramentas de geoprocessamento. Todos os envolvidos foram imprescindíveis para que este trabalho pudesse acontecer. Muito obrigada.

ENSINANDO A PREVENIR DESASTRES NATURAIS DE MANEIRA LÚDICA: MAQUETES

NATURAL DISASTERS PREVENTION IN A PLAYFUL WAY: MODELS

NORONHA, A.P.S. (1), SILVA, M.V. (2), VEDOVELLO, R. (2)

(1) Escola Estadual Maestro Fabiano Lozano, 04018-031, São Paulo, Brasil; anapaula.noronhaa@gmail.com

(2) Instituto Geológico, Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo, 04015-903, São Paulo, Brasil; marciavsilva@sp.gov.br; rvedovello@sp.gov.br

Resumo: O projeto teve como objetivo geral, apresentar as relações entre os desastres naturais e a vida humana, indicando causas, consequências e outros aspectos, que possam ser representados por meio de maquetes ou simuladores, e que sejam importantes para aumentar o conhecimento dos indivíduos afetados por desastres. A metodologia contemplou pesquisas bibliográficas sobre desastres naturais, suas classificações, os fatores que determinam sua ocorrência e suas consequências e as formas de prevenção. Também foram consultados os procedimentos para elaboração de modelos digitais de maquetes. Como resultado obteve-se um modelo virtual de maquete, com condições típicas que ocorrem no município de Mauá (SP). A pesquisa permitiu o aperfeiçoamento no futuro e a reprodução do método para outros tipos de fenômenos perigosos e em outras áreas geográficas, o que poderá contribuir com a elaboração de material didático a ser utilizado nas escolas.

Palavras-chave: desastres naturais; Mauá; maquete 3D; ensino; escorregamentos

Keywords: *natural disasters; Mauá; 3D model; education; landslides*

1 - INTRODUÇÃO

Desastres naturais são fenômenos que atingem áreas ou regiões habitadas pelo homem causando-lhe danos. Tais eventos diferem de desastres tecnológicos, pois são determinados por fenômenos que ocorrem na natureza, tais como terremotos, erupções vulcânicas, inundações, deslizamentos, entre outros tipos, enquanto os desastres tecnológicos são decorrentes das ações humanas. Embora os desastres naturais estejam associados aos fenômenos da natureza, eles podem ser influenciados pelas ações humanas, as quais contribuem para desencadear o fenômeno ou podem aumentar sua magnitude, intensidade e frequência.

Existem diversas formas de prevenir os desastres, sejam eles naturais ou tecnológicos. Uma delas é criar maneiras de informar a população sobre o assunto, o que pode ser feito com apoio de material didático, de caráter lúdico, como é o caso da construção e uso de maquetes e simuladores.

No presente trabalho procurou-se estabelecer um procedimento sistemático para a elaboração de maquetes, que possam ser utilizadas para o aumento da percepção de pessoas sobre os fenômenos perigosos que acarretam os desastres naturais. Optou-se por abordar desastres associados aos escorregamentos, também tratado popularmente como deslizamentos, visto a frequência desse tipo de fenômeno no Brasil (BROLLO & TOMINAGA 2012, BROLLO & FERREIRA 2016).

2 – ÁREA DE ESTUDO

Para subsidiar a elaboração de maquete sobre desastres naturais optou-se por analisar dados existentes no acervo do Instituto Geológico (IG) para o município de Mauá (SP) (Figura 1). Essa escolha levou em consideração atividades de ensino que o IG está desenvolvendo na região, bem como à recorrência de escorregamentos neste município.

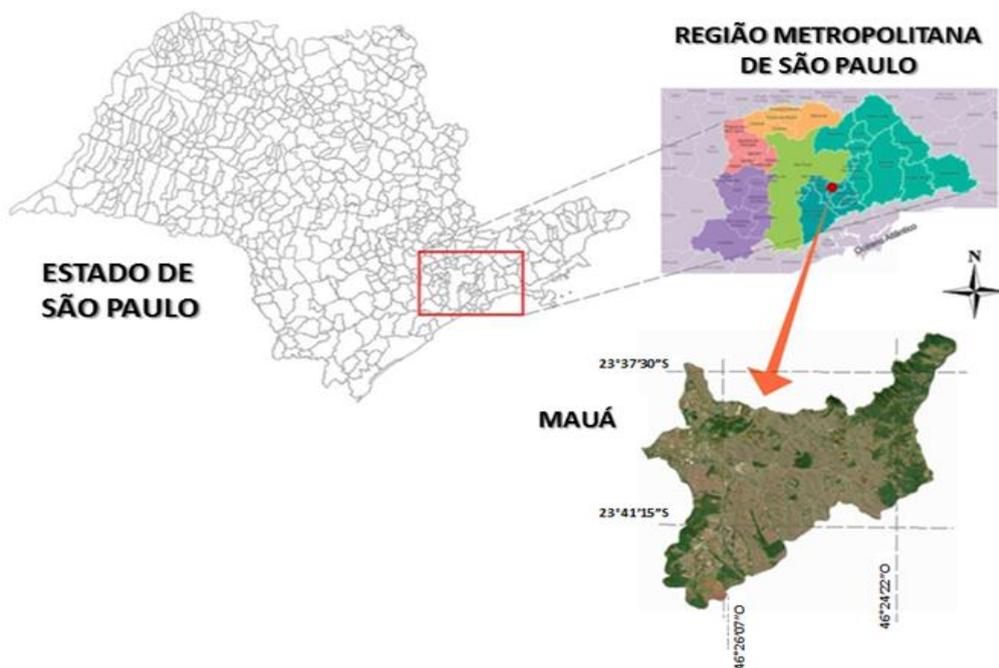


Figura 1 – Localização do município de Mauá (SP). Editada pelo setor de Geoprocessamento do IG.

3 – MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto abrangeu o desenvolvimento de uma série de estudos e atividades voltadas para embasar o conhecimento sobre o tema da pesquisa e possibilitar a definição de um procedimento adequado para elaborar maquetes, contribuindo para ampliar o conhecimento sobre desastres naturais e sua prevenção. As atividades incluíram: pesquisas sobre processos geodinâmicos perigosos; seleção de fenômenos que pudessem ser analisados e representados em materiais lúdicos; seleção de programa digital para produção de modelos virtuais em 3D; sistematização dos procedimentos e elaboração de modelo virtual de maquete, com base em situações reais. Tais atividades foram organizadas em quatro etapas principais de pesquisa, conforme descrito a seguir.

3.1 – Análise dos tipos de desastres e seleção de fenômeno a ser representado na maquete

Conforme a Codificação Brasileira de Desastres - COBRADE (BRASIL 2012), os desastres naturais podem ser divididos em geológicos, hidrológicos, meteorológicos, climatológicos, biológicos e siderais. Os escorregamentos, fenômeno estudado, fazem parte do grupo de desastres de natureza geológica, e estão inseridos em um subgrupo de classificação designado como movimentos de massa.

Os escorregamentos são fenômenos que ocorrem na natureza, induzidos ou não pelas atividades humanas. Existem diversos tipos de escorregamentos, envolvendo solos e rochas: rastejos, corridas de massa, quedas e rolamentos de blocos de rochas, entre outras formas de diferenciá-los como, por exemplo, especificando se o escorregamento é do tipo planar ou rotacional.

3.2 – Definição dos fatores relacionados à ocorrência de escorregamentos

Foram estudados os principais fatores relacionados à ocorrência de escorregamentos. Para isso, foram avaliadas fichas de trabalhos de campo dos técnicos do IG, para identificar que tipos de informações são analisados na prática. Essas informações foram organizadas de maneira a definir conjuntos de características associadas: aos aspectos que condicionam os escorregamentos; às evidências da movimentação; aos tipos de consequências; e às medidas de prevenção.

3.3 – Seleção de exemplos reais de áreas afetadas por escorregamentos

Para ajudar na visualização e representação dos fatores relacionados aos escorregamentos, foram selecionadas fotos obtidas pelo IG no município de Mauá (SP). Esse município sofreu vários problemas com escorregamentos nos últimos anos e a equipe do IG em conjunto com a Defesa Civil e com as escolas da região, está desenvolvendo projetos de ensino sobre o tema. A análise das fotos permitiu observar como os fatores se expressam na realidade.

3.4 – Elaboração de um procedimento e de um modelo de maquete virtual

Inicialmente, o projeto previa a identificação de materiais reciclados que pudessem representar alguns dos fatores e condições que determinam a ocorrência de escorregamentos na área de estudo. Entretanto, devido à situação de pandemia associada à COVID 19, com limitação das atividades práticas e presenciais, decidiu-se ajustar o trabalho no sentido de se elaborar um modelo de maquete virtual. Assim, com base nas pesquisas e análises preliminares (tipologia do fenômeno, tabela de fatores, fotos etc.), definiu-se um procedimento para elaboração do modelo com as seguintes etapas:

- a) **identificação de fotos representativas de elementos ou fatores típicos relacionados com a ocorrência de escorregamentos:** Para a representação na maquete foram selecionadas fotos com aspectos gerais e de detalhe da área de estudo, relacionados aos fatores que condicionam a ocorrência

de escorregamentos, tais como: relevo, trincas, padrão de ocupação da área etc.

- b) **produção de esboço (desenho) sobre os elementos das fotos, a serem representados no modelo digital:** A partir das fotos selecionadas foram escolhidos os aspectos a serem representados na maquete. Com base no material de referência foram feitos desenhos (esboços) a mão dos elementos a serem representados.
- c) **seleção de programa digital para elaboração da maquete virtual:** O programa selecionado foi o *SketchUP*, da empresa *Trimble Navigation*, que possui versão *online* gratuita na web, e permite tanto a representação dos fatores associados à ocorrência dos escorregamentos como a visualização do modelo em 3D e com níveis de *zoom* variáveis. Este programa normalmente é utilizado para se elaborar esboços de ambientes tridimensionais, e possui ferramentas de edição e de navegação simples, sendo, portanto, muito utilizado para a elaboração de maquetes 3D.
- d) **representação da maquete em ambiente virtual:** A partir do esboço dos elementos definidos para representação, selecionados a partir das fotos, foram elaborados elementos gráficos que ilustram as condições de ocorrência de escorregamentos na área de estudo (Figura 2).

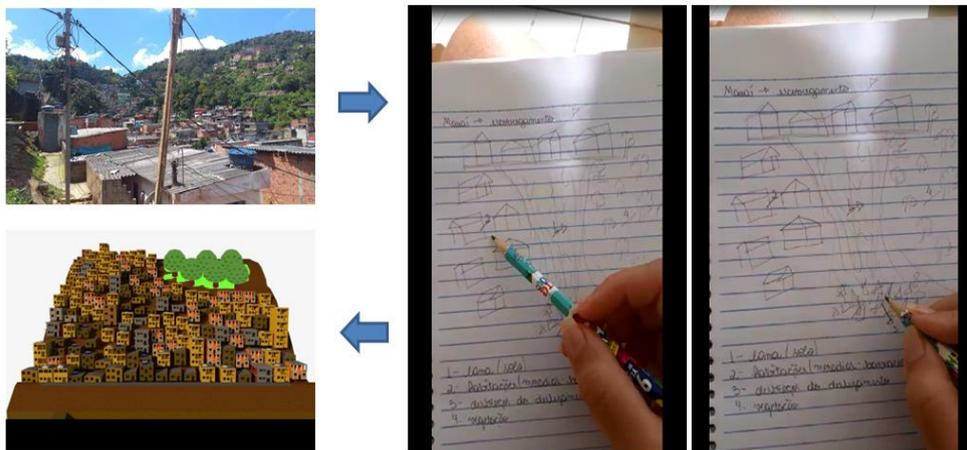


Figura 2 – Sequência de elaboração de modelo virtual da área, a partir da análise de fotos e da elaboração de esboço de elementos a serem representados na maquete.

4 – RESULTADOS

Com base nos procedimentos descritos no item 3 foi obtido um modelo de maquete em ambiente 3D, o qual possibilita a representação e visualização de diversos elementos que se relacionam com a ocorrência de desastres naturais. Tal modelo permite observar as características do terreno que condicionam os fenômenos perigosos, as formas de intervenção antrópica que potencializam a ocorrência desses fenômenos, bem como a própria existência do fenômeno e suas consequências. Além da representação e

visualização em 3D, o programa utilizado permite a navegação pela maquete virtual, possibilitando diferentes direções de observação e níveis de detalhes (*zoom*) dos elementos representados.

Dessa forma, a maquete virtual permite tanto a interação direta em ambiente computacional durante processos educativos, como permite produzir, ajustar e testar modelos que sirvam de base para a elaboração de maquetes físicas, minimizando a ocorrência de erros e desperdício de recursos durante sua elaboração. As figuras 3 e 4 apresentam algumas das características mencionadas.



Figura 3 – Exemplos de possibilidades de visualização do modelo a partir de diferentes ângulos de observação e níveis de *zoom* (a partir do canto superior esquerdo, no sentido horário, visão da área a partir da esquerda, da direita, frontal e da parte superior). Observar que o programa possibilita inserção de elementos gráficos complementares, como a presença de nuvens de chuva (ilustração do canto inferior esquerdo da figura).



Figura 4 – Representação de características e fatores que contribuem para a ocorrência de escorregamentos. À esquerda, vista geral da área, com cicatriz de deslizamento e escombros. No centro, representação de padrão de ocupação sem planejamento urbano. À direita, detalhe de elementos (círculos amarelos) que contribuem para a instabilização do solo, no caso presença de tubulações com lançamento direto de águas servidas no talude.

5 – CONCLUSÕES

Considera-se que o projeto alcançou o seu objetivo geral de indicar um procedimento sistemático de elaboração de maquetes voltadas para contribuir com o conhecimento e ensino de prevenção de desastres naturais. Neste sentido, a pesquisa e organização de informações associadas aos diferentes tipos de desastres e suas classificações, sobre os fatores que determinam sua ocorrência, e sobre suas consequências e formas de prevenção, foi muito importante para a elaboração do modelo.

A escolha de uma área de estudo com histórico de ocorrência de problemas associados ao fenômeno escolhido (escorregamentos) também foi importante para permitir melhor visualização dos fatores e elementos a serem representados nas maquetes. Além disso, essa estratégia pode favorecer o entendimento do fenômeno por estudantes que vivem na mesma região, pois reconhecem sua realidade na representação feita.

A continuidade das pesquisas sobre o tema, bem como aplicações do procedimento em outras áreas geográficas, poderá contribuir para melhoria e aperfeiçoamento do método e, em decorrência, ajudar na prevenção de novos desastres e na segurança das pessoas e de seus bens.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL 2012. Procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública pelos Municípios, Estados e pelo Distrito Federal, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e outras providências. Instrução Normativa N° 1, (Ministério da Integração Nacional), Brasília, *Diário Oficial da União*, 169, Seção I, p. 30 - 39, de 24 de agosto de 2012.

BROLLO, M.J.; TOMINAGA, L.K. (Org). 2012. Desastres Naturais e Riscos Geológicos no Estado de São Paulo: Cenário de Referência. Grupo de Articulação de Ações Executivas (GAAE) - Programa Estadual de Prevenção de Desastres Naturais e de Redução de Riscos Geológicos / Organizadores: Maria José Brollo, Lídia Keiko Tominaga – 1ª ed. – São Paulo: Coordenadoria Estadual de Defesa Civil, 2012. 100p.: il.; color. *Boletim N° 1*. Disponível em: <http://www.defesacivil.sp.gov.br>.

BROLLO, M.J.; FERREIRA, C.J. 2016. Gestão de riscos de desastres no Estado de São Paulo: Cenário 2000. *Boletim do Instituto Geológico n° 67*. São Paulo: IG / SMA. 72p. ISBN 0100-431X. Disponível em: https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2016/10/boletim_IG_vol_67.pdf.

Agradecimentos: Os autores agradecem à arquiteta Luma Chaves da Silva, pelo apoio na utilização do programa, ao geólogo Antônio Carlos Moretti Guedes pela ajuda na elaboração de figura, e ao Instituto Geológico e CNPq pela oportunidade da bolsa do Programa de Iniciação Científica PIBIC - Ensino Médio.

ALIMENTAÇÃO DO SISTEMA GERENCIADOR DE INFORMAÇÕES DE RISCO DO INSTITUTO GEOLÓGICO (SGI-RISCOS-IG): MÓDULO RELATÓRIOS DE VISTORIAS

*GEOLOGICAL INSTITUTE RISK INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM (SGI-RISCOS-IG):
DATA INPUTTING ON FIELD INSPECTION MODULE*

SANTOS, M. C. O (1), FERREIRA, C. J (2)

- (1) Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas, Universidade Federal de São Paulo, 09913-030, São Paulo, Brasil; michele.cristina07@unifesp.br
(2) Instituto Geológico, Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo, 04301-903, São Paulo, Brasil; cferreira@sp.gov.br

Resumo: Este projeto de iniciação científica teve por objetivo o cadastro dos relatórios de vistoria técnica no Sistema Gerenciador de Informações de Risco do Instituto Geológico (SGI-RISCOS-IG), uma ferramenta desenvolvida pela instituição para o tratamento de dados dos setores de risco do Estado de São Paulo. Foram cadastrados os relatórios realizados entre 1992 até 2009, e posteriormente todos os produzidos no ano de 2019. As atividades em 2020 sofreram alterações em razão de problemas operacionais no sistema e devido à pandemia da COVID-19. Os resultados obtidos em 2019 e 2020 mostraram um panorama geral da atuação do Instituto Geológico frente aos atendimentos técnicos solicitados, além de permitirem a discussão sobre a evolução de processos geodinâmicos em áreas vistoriadas, e a relação de eventos com índices pluviométricos.

Palavras-chave: relatórios de vistoria; eventos geodinâmicos; SGI-RISCOS-IG.

Keywords: *survey reports; geodynamic events; SGI-RISCOS-IG.*

1 - INTRODUÇÃO

O projeto de iniciação científica foi voltado ao Sistema Gerenciador de Informações de Risco do Instituto Geológico (SGI-RISCOS-IG), uma ferramenta desenvolvida pela instituição com a finalidade de integrar a área estratégica de Avaliação e Monitoramento de Riscos e Desastres relacionados a Eventos Geodinâmicos, a qual faz parte do Plano de Desenvolvimento Institucional de Pesquisa do Instituto Geológico (PDIP-IG). O sistema é composto por cinco módulos de operação. O Módulo 2 – Relatórios de Vistorias, foi o alvo do projeto, onde o objetivo geral abrangeu o cadastro dos relatórios de vistoria realizados pelo Instituto Geológico (IG) nos municípios do Estado de São Paulo.

Sabe-se que, a organização de dados estatísticos sobre acidentes, desastres e situações de risco (PELEGRINA, 2012; NUNES & FERREIRA, 2015; MARCELINO *et al.*, 2006; BROLLO & FERREIRA, 2016) constituem instrumento fundamental para o melhor gerenciamento de risco nos municípios (RAFFAELLI *et al.*, 2016), auxiliando na implantação de políticas preventivas e na tomada de decisões sobre quais os tipos de medidas são as mais adequadas, além de consistir fontes de informação para a

avaliação da qualidade ambiental e dos impactos das mudanças climáticas (IPCC, 2012), sob a forma de indicadores.

Deste modo, os cadastros dos relatórios de vistoria técnica fornecem uma base de dados indispensável para a operação de planos e políticas públicas que visam à redução de riscos e desastres, à preservação da vida e à minimização de danos materiais e ambientais, uma vez que a expansão urbana apresenta acelerado crescimento nas zonas periféricas e em áreas ambientalmente sensíveis, decorrentes da imensa estratificação social e do falho planejamento urbano nos municípios.

2 – MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 – Atividades desenvolvidas em 2019

O desenvolvimento das atividades concentrou-se no cadastro dos relatórios de vistoria no SGI-RISCOS-IG realizados a partir de 1992 até 2009, e posteriormente teve foco no ano de 2019. A inserção no sistema compreendeu tanto os relatórios provenientes da Cooperação IG – Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil (CEPDEC), como os solicitados por outras instituições. O Módulo 2 do sistema compreende o cadastro em seis etapas, as quais requerem informações sobre a localidade do atendimento, equipe responsável, coordenadas, características do local de ocorrência do evento e dos materiais litológicos, análise do nível vigente caso o Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) esteja em operação, e avaliação emergencial de risco indicando quantas pessoas e moradias estão em situação de risco e precisam ser removidas. À medida que os relatórios foram cadastrados, elaborou-se uma planilha de controle, e a partir desta, somente os relatórios realizados em 2019 foram avaliados em relação ao número de municípios que receberam atendimento pelo IG, número de áreas vistoriadas, os principais solicitantes e o total de relatórios produzidos.

Foi desenvolvido também no final desse ano, um trabalho de campo nos municípios de São Sebastião e Ubatuba, incluindo um trecho da rodovia Mogi-Bertioga km 89, com o objetivo de averiguar se as recomendações propostas nos relatórios de 2018 foram executadas nos locais de ocorrência e se houve evolução dos processos nas feições de instabilidade.

2.2 – Atividades desenvolvidas em 2020

No último semestre do projeto, algumas alterações foram feitas em razão da pandemia de COVID-19 e dos problemas operacionais no SGI-RISCOS-IG. O cadastro dos relatórios de vistoria passou a ser realizado em planilha eletrônica, e somente o ano de 2020 foi priorizado por se tratar do período mais recente. Sendo assim, devido à redução dos atendimentos pelo IG em decorrência da atual situação sanitária, o cadastro concentrou-se nos relatórios do período Operação Verão 2019-2020. A planilha foi elaborada de forma a simular as seis etapas de cadastro do sistema e as coordenadas foram inseridas no Google Earth para posterior georreferenciamento.

Com o uso da planilha foi possível comparar os dados do período Operação Verão 2018-2019 com o último período vigente (2019-2020). Buscou-se analisar quais municípios foram os mais recorrentes, o número de áreas vistoriadas, quais os eventos de maior frequência e o número de relatórios produzidos.

3 – RESULTADOS

3.1 – Avaliação dos relatórios de vistoria técnica de 2019

Segundo a análise feita, ao todo 25 municípios receberam atendimento pelo IG, totalizando 113 áreas vistoriadas e 50 relatórios produzidos. Os atendimentos tiveram maior concentração no município de Mauá, região do Grande ABC, com sete vistorias. Os municípios de Caraguatatuba, no Litoral Norte, e de São Vicente, na Baixada Santista, possuíram cada um três vistorias. Do total de áreas vistoriadas, a maior parte das solicitações foi pela CEPDEC nos municípios que operam e nos que não operam o PPDC (Figura 1).

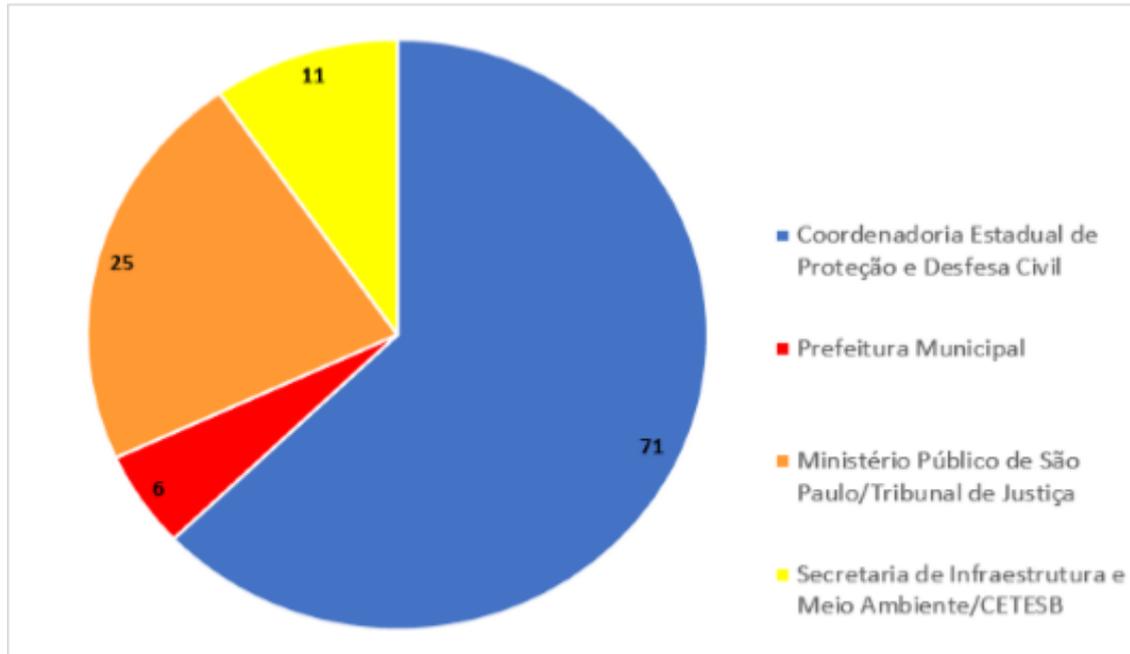


Figura 1. Distribuição por número de áreas vistoriadas dos tipos de solicitante dos atendimentos realizados pelo Instituto Geológico em 2019. Fonte: Gráfico desenvolvido pelo próprio autor.

Os resultados atendem ao que é esperado para os meses de janeiro, fevereiro e março quanto ao número de relatórios, tendo em vista que as chuvas no começo do ano são mais intensas e frequentes, aumentando as ocorrências de processos geodinâmicos. Os eventos mais recorrentes para o ano foram deslizamentos, queda de blocos e erosão continental. Todavia, muitos atendimentos solicitados foram para avaliação e monitoramento de risco com o propósito de emitir um novo parecer técnico sobre a estabilidade da área e a evolução dos processos já sofridos.

3.2 – Avaliação do trabalho de campo

Os resultados do trabalho de campo revelaram que poucas ações foram executadas a fim de seguir as recomendações técnicas propostas pelo IG em 2018. Partindo do primeiro local visitado, o trecho da rodovia Mogi-Bertioga km 89 encontrava-se instável e com muitos processos erosivos ativos e diversos blocos rochosos expostos ao longo da encosta. O evento que ocorreu em abril de 2018 foi um deslizamento de solo e rocha que mobilizou cerca de 30.000 m³ de material, e depositou na pista de rodagem um bloco rochoso com volume de aproximadamente 200 m³. Para o cumprimento das recomendações, foi construído um muro de contenção de talude e realizadas obras de drenagem (Figura 2A). No entanto, as estruturas das obras de drenagem estavam em sua maioria quebradas, indicando que a manutenção não está adequada, ainda mais considerando que elas foram feitas em caráter emergencial, visando a liberação do tráfego da

rodovia em menor tempo possível. Ademais, constatou-se que os problemas observados em 2018 não foram solucionados no ano seguinte.

O município de São Sebastião foi o segundo local visitado. Seis áreas foram atingidas por processos de deslizamentos de solo e rocha, rastejo e queda de blocos. Em campo, foi observado que cinco das áreas cumpriram parcialmente as recomendações sugeridas, mas não estavam em situação de estabilidade. Na última área visitada, no bairro Barequeçaba, o cenário encontrado foi de completa destruição, pois o local havia sofrido novos eventos de movimentação de massa e não foi possível avaliar o que foi cumprido ou não. Em 2018, foram registrados processos de rastejo, queda de blocos e deslizamento de solo. Acredita-se que pela magnitude dos eventos que surgiram em 2019, o processo de rastejo estava ativo desde a primeira ocorrência, e somado ao peso das moradias sobre o substrato, um extenso corpo de tálus, e a saturação de água das chuvas acumuladas, toda a área permaneceu em extrema instabilidade (Figura 2B).

Em Ubatuba, terceiro local visitado, nenhuma das recomendações foram executadas (Figura 2C). As cicatrizes de escorregamento estavam todas expostas, muitas feições erosivas foram observadas em estágio avançado por todo o talude e o material mobilizado continuava no interior de uma das moradias mais afetadas, na qual uma pessoa faleceu. Assim, o local apresentava grande instabilidade e várias atividades realizadas pelos habitantes da região, como os cortes nos taludes que foram observados em campo, colocam a área em alto risco para novos deslizamentos e queda de blocos.

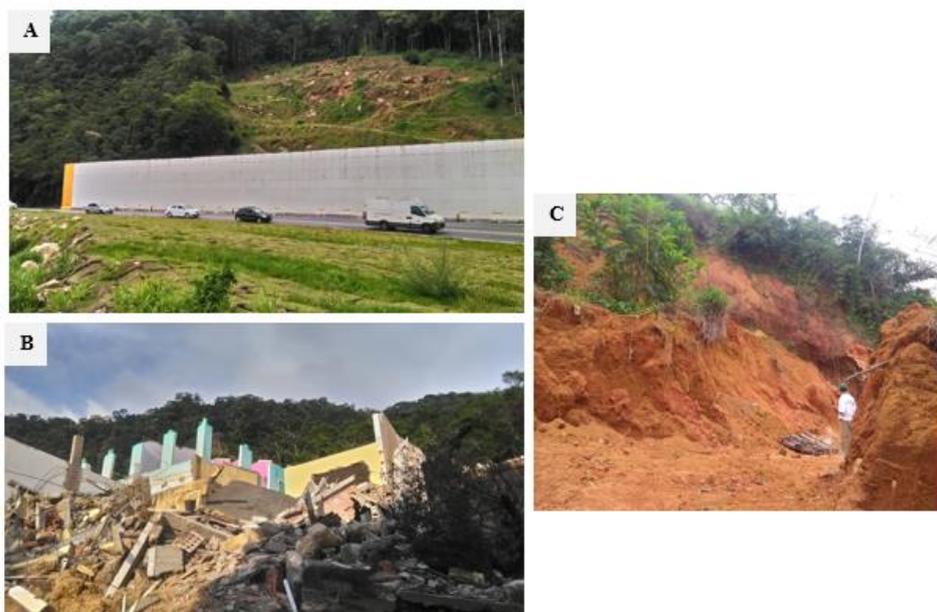


Figura 2. Locais visitados no trabalho de campo desenvolvido em 2019. A: Trecho da rodovia Mogi-Bertioga km 89; B: Área atingida no município de São Sebastião; C: Parte dos fundos de uma das moradias em local atingido no município de Ubatuba. Fonte: Autores, 2019.

3.3 – Avaliação dos relatórios de vistoria técnica de 2020

Comparando os relatórios da Operação Verão, no período de 2018-2019, ao todo 16 municípios receberam atendimento pelo IG, dos quais 41 áreas foram vistoriadas e 21 relatórios foram realizados. Março foi o mês com o maior número de áreas vistoriadas. Já no período de 2019-2020, foram atendidos 11 municípios, totalizando 38 áreas vistoriadas e 15 relatórios produzidos, onde fevereiro e março obtiveram maior destaque. Os municípios recorrentes entre os períodos supracitados foram Francisco Morato, São Sebastião e São Vicente, e os eventos de maior ocorrência foram deslizamentos e queda de blocos.

A relação entre as chuvas intensas e as diferenças de distribuição dos atendimentos técnicos realizados pelo IG, demonstram que o total de chuva no verão de 2018-2019 foi de 884,5 mm, cerca de 22% acima da média histórica, segundo os dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) divulgados pelo Climatempo (2019). Os maiores volumes concentraram-se na faixa leste, principalmente no Planalto Paulista e no litoral. No verão de 2019-2020 o volume de chuva foi de 947,1 mm em 49 dias, correspondendo a 33% acima da média (INMET, 2020). Dessa forma, embora o volume pluviométrico tenha sido maior em 2019-2020, no verão passado as chuvas foram mais distribuídas, atingindo um número maior de municípios em situação de risco nos meses de janeiro, fevereiro e março em comparação a 2020, no qual as chuvas intensas iniciaram em fevereiro.

4 – CONCLUSÕES

O cadastro dos relatórios no SGI-RISCOS-IG, embora simples e operacional, apresenta-se como um instrumento fundamental que a médio e longo prazo pode contribuir com os avanços científicos em diferentes segmentos no gerenciamento e monitoramento de riscos e desastres como: ampliação da capacidade de análise dos setores de risco; identificação de novas áreas vulneráveis; fortalecimento de políticas públicas existentes e incentivo à corroboração de ações de gestão por parte dos municípios e do governo estadual; disponibilidade de dados para órgãos estaduais e municipais, contribuindo para o acervo de dados.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROLLO, M.J.; FERREIRA, C.J. 2016. Gestão de riscos de desastres devido a fenômenos geodinâmicos no Estado de São Paulo: Cenário 2000-2015, SP. São Paulo: Instituto Geológico, 72 p. (Boletim, 67).
- CLIMATEMPO. 2019. Balanço do verão 2018/2019 em São Paulo. Disponível em <http://climatempo.com.br/noticia/2019/03/20/balanco-do-verao-2018-2019-em-sao-paulo-3302>. Acesso em 23 jul. 2020.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. 2020. Boletim climatológico São Paulo: balanço do verão e prognóstico para o outono 2020. Disponível em:

[http://www.inmet.gov.br/portal/notas_tecnicas/2020/BoletimSP_%20verao_prog_outono_2020.p df](http://www.inmet.gov.br/portal/notas_tecnicas/2020/BoletimSP_%20verao_prog_outono_2020.pdf). Acesso em 23 jul. 2020.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. Disponível em <https://www.ipcc.ch/report/managing-the-risks-of-extreme-events-and-disasters-to-advanceclimate-change-adaptation/>. Acessado em 13 jan. 2020.

MARCELINO, E.V.; NUNES, L.H.; KOBAYAMA, M. 2006. Banco de Dados de Desastres Naturais: Análise de Dados Globais e Regionais, MG. Caminhos da Geografia – revista online, 6(19): 130 – 149.

NUNES, R.G.S.; FERREIRA, C.J. 2015. Cadastro de desastres e eventos geodinâmicos no Estado de São Paulo no período 2010-2015. In: SBG, Simpósio de Geologia do Sudeste, 14, Anais, CD-ROM.

PELLEGRINA, G. J. 2012. Variabilidade climática, desastres naturais e a relação com eventos severos no estado de São Paulo, SP. Climatologia e Estudos da Paisagem, 7(1/2): 46-72.

RAFFAELLI, C.B.S.; FERREIRA, C.J.; MORETTI, R.S.; SILVA, P.C.F. 2016. Análise de municípios críticos do Estado de São Paulo a ocorrências de eventos geodinâmicos e importância de sua oficialização como previsto na Lei 12.608/2012. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES. Curitiba, Anais, 21: 1-16.

Agradecimentos: Este trabalho teve apoio financeiro do CNPq, Brasil, e do Instituto Geológico.

**GEOESPELEOLOGIA DE GRUTAS EM GRANITO NA SERRA DOS COCAIS,
VALINHOS (SP)**

*GEOSPELEOLOGY OF GRANITE CAVES IN THE SERRA DOS COCAIS, VALINHOS (SÃO PAULO STATE,
BRAZIL)*

SANTOS-SOUZA, S. (1), SALLUN FILHO, W. (2), MORITA, T. D. M. (1), FERNANDES, H. A. (1), VLACH, S. R. F. (1), VAQUEIRO-RODRÍGUEZ, M. (3)

- (1) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 05508-080, São Paulo, Brasil; sara_ssouza@usp.br, tom.morita@usp.br, henrique.albuquerque.fernandes@usp.br, srfvlach@usp.br
(2) Instituto Geológico, Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo, 04301-903, São Paulo, Brasil; wfilho@sp.gov.br
(3) Investigador associado, Instituto Universitario de Xeoloxía, Universidade da Coruña, 15001 A Coruña, m.vaqueiro@udc.es

Resumo: Cavernas em granito são relativamente abundantes no Brasil, porém pouco estudadas. No município de Valinhos (SP), a Serra dos Cocais é uma estrutura geomorfológica que se estende N-S com topo aplainado, com cotas entre 700 a 850 metros, associada a variedades de biotita monzo- e sienogranitos do Plúton Meridional, com típica paisagem de campos de matacões. Atualmente estão cadastradas 39 cavernas nesta serra pelo Grupo da Geo de Espeleologia (GGeo) e pelo Grupo de Estudos Ambientais da Serra do Mar (Gesmar). Esta pesquisa se propôs a compreender melhor a geoespeleologia de três cavernas, as grutas das Cordas e da Coxinha, no lado oeste da Serra, e a Gruta das Mulheres, no lado leste, considerando aspectos litológicos, estruturais e geomorfológicos. Foram realizadas coletas de amostras, mapeamento de cavernas, tomada de fotografias, análises de imagens de satélite, desenho de mapas e análise de dados estruturais. Determinou-se que os lineamentos estruturais principais se orientam N-S e E-W, com uma menor ocorrência em NW-SE e NE-SW, e que os blocos da porção central da serra são pouco arredondados, condicionados por estruturas tectônicas regionais. As drenagens locais estão relacionadas aos principais conjuntos de descontinuidades, sendo que as três cavernas estão relacionadas a esses conjuntos e têm drenagem subterrânea através deles. A Gruta das Mulheres é a menor das três e apresenta galerias (*conduit-type voids*) alinhadas N-S/NNE-SSW e E-W/ESE-WNW, concordante com os lineamentos mapeados, indicando a gênese da caverna em rochas *in situ*, pela ampliação de zonas fraturadas e leve acomodação dos blocos, como “cavernas estruturais” (*structural cave*). A Gruta da Coxinha se desenvolve em blocos de preenchimento de vale (*block-stream cave system*), com remoção do regolito e desenvolvimento de drenagem subterrânea de direção E-W. Já a Gruta das Cordas é a maior das três cavernas, e se formou essencialmente em blocos de preenchimento de vale, na encosta norte de uma drenagem NW-SE. Parte significativa dos blocos são de grandes dimensões para terem sido movidos e há desenvolvimento de regolito próximo a esses matacões, indicando que certas porções desta caverna podem ter se desenvolvido em rochas *in situ*.

Palavras-chave: Caverna; Granito; Serra dos Cocais; Geoespeleologia.
Keywords: Cave; Granite; Serra dos Cocais; Geospeleology.

1 - INTRODUÇÃO

A geoespeleologia é tradicionalmente focada no carste de rochas carbonáticas, dado o maior desenvolvimento de condutos pela facilidade de dissolução. Apesar disso, cerca de 30% das cavernas registradas no Brasil são de rochas não carbonáticas, sendo que cerca de 1,4% está em rochas ígneas,

principalmente basaltos e granitos (SALLUN FILHO & KARMANN 2012). Existe, desta forma, uma quantidade significativa de cavernas em arenitos, quartzitos, minérios de ferro e rochas ígneas no Brasil (SALLUN FILHO & KARMANN 2012), mas com poucos estudos específicos sobre a geologia dessas cavidades. Em cavidades graníticas, o que se reconhece de literatura básica, é FINLAYSON (1986) que divide essas cavidades em três tipos: empilhamento de blocos, fissuras abertas e fissuras fechadas. Dentre os trabalhos recentes sobre cavernas de granito, destacam-se COSTAS-VAZQUEZ et al. (2013) e VAQUEIRO-RODRIGUEZ (2017), com um desenvolvimento geoespeleológico nesta área muito maior do que já havia se feito antes.

Apesar do avanço mundial, no Brasil, a geoespeleologia de cavidades graníticas é incipiente, o que afeta diretamente na preservação dessas cavernas. Por isso, seu estudo é importante para que se reconheça os aspectos geológicos e biológicos que pertencem ao meio. No município de Valinhos (SP), na Serra dos Cocais, são reconhecidas, ao menos, 39 cavernas, sendo 14 cadastradas no Cadastro da Sociedade Brasileira de Espeleologia e outras 25, reconhecidas por informações do GGEO (ÁVILA et al. 2019 e dados não publicados), grupo que ainda se mantém prospectando e mapeando a área. Assim, este trabalho busca compreender melhor a geoespeleologia de três grutas de granito na Serra dos Cocais (Gruta das Mulheres, Gruta da Coxinha e Gruta das Cordas), e para isso se propôs realizar um detalhamento da geologia das cavernas; confeccionar perfis e fotografias de galerias; analisar o relevo e lineamento sobre as cavernas; analisar a morfologia das cavernas; compreender a geologia estrutural da área; compreender a influência das fácies graníticas do Plúton Meridional na geração das cavidades; e caracterizar brevemente os espeleotemas encontrados nas cavernas estudadas.

2 – ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo se localiza na Serra dos Cocais, a leste do município de Valinhos, no estado de São Paulo. A serra é uma estrutura geomorfológica que se desenvolve N-S, com topo aplainado, onde ocorrem campos de matacões. As grutas de interesse se localizam no declive oeste da serra: Gruta da Coxinha e a Gruta das Cordas; e no declive leste da serra: a gruta das Mulheres (Figura 1).

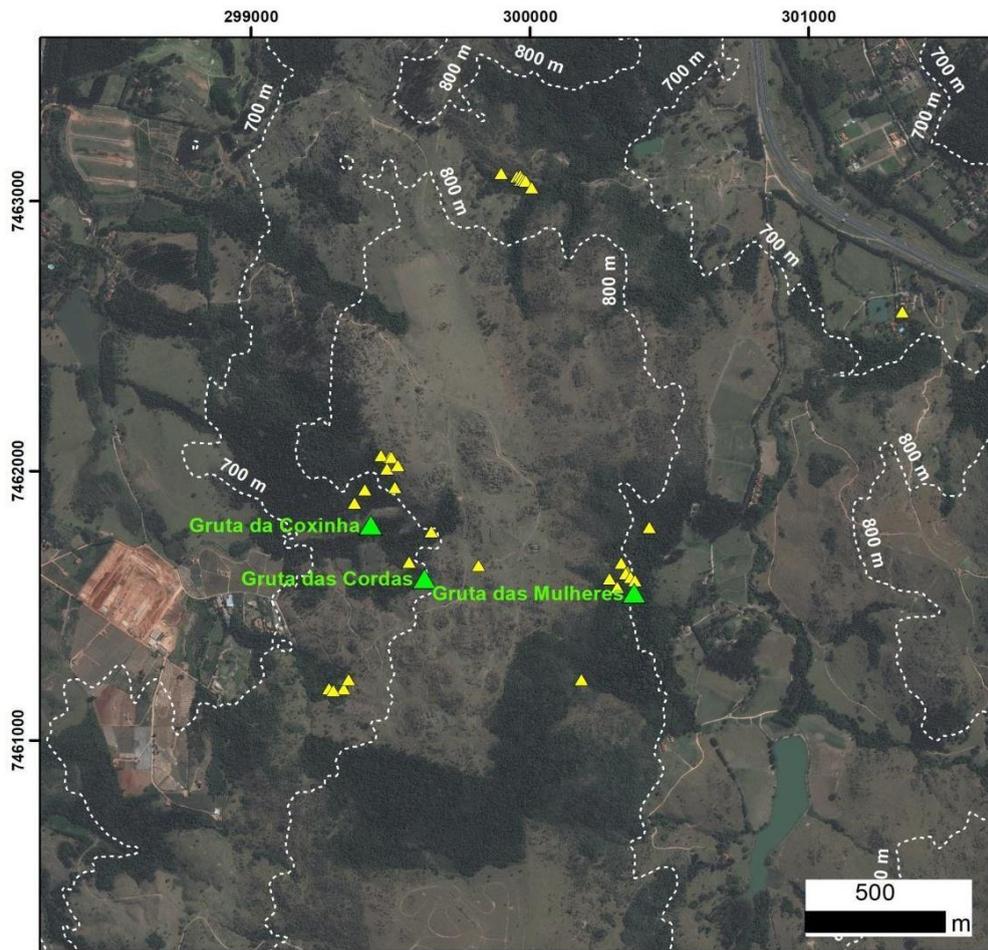


Figura 1 – Imagem Digital Globe (2017) da Serra dos Cocais com pontos de ocorrências de cavernas (triângulos em amarelo) e cavernas estudadas (triângulos em verde).

3 – MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 – Análise de imagens

Após análise de diversos tipos de imagens e ortofotos, foram escolhidas 45 imagens de alta resolução da Maxar (Google Earth™ serviço de mapa), mosaicadas e referenciadas, por serem as que melhor permitiram a visualização dos matacões. Sobre elas foram delineados os matacões considerados in situ, os lineamentos e os eixos maiores dos matacões. Foram extraídas drenagens automáticas a partir de Modelos Digitais de Superfície obtidos de ortofotos da Emplasa, (2010), com resolução de 5 m.

3.2 – Trabalho de Campo

Foi realizado um trabalho de campo entre os dias 18 a 20 de fevereiro de 2020, com o objetivo de complementar o mapeamento existente da Gruta das Cordas (grau BCRA 4B). Os materiais utilizados foram

bússola e clinômetro (Suunto) e trena a laser modelo Disto X2 (Leica Disto X310 adaptada para topografia de cavernas). Foram também coletadas amostras para a realização da petrografia. As amostras de granito e de espeleotemas foram coletadas dentro das cavernas sob autorização SISBIO-ICMBIO número 73891-1.

4 – RESULTADOS PRELIMINARES

4.1 – Serra dos Cocais

Para uma melhor compreensão da porção da serra onde ocorrem as grutas, a área de interesse foi reduzida, e se efetuou-se o desenho dos matacões e seus eixos maiores, bem como dos lineamentos entre eles, com o objetivo de compreender a influência das estruturas tectônicas e magmáticas na configuração local. Através dos arquivos de lineamentos e eixos maiores dos matacões foi possível estabelecer duas rosáceas, indicando as direções principais (Figura 2).

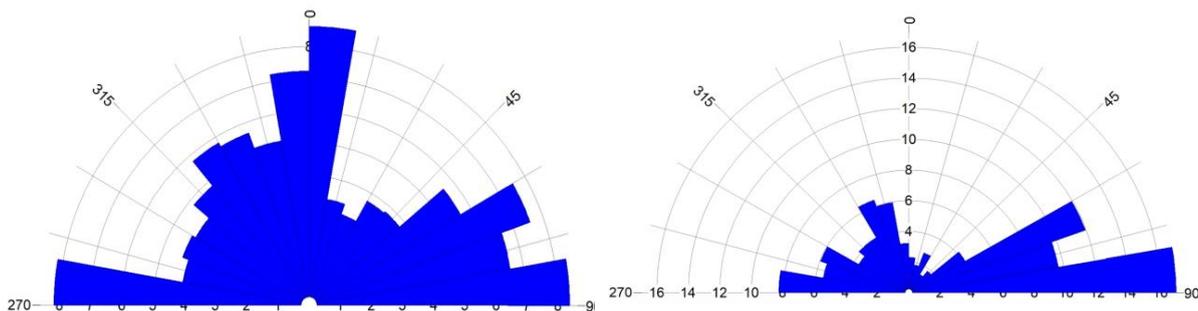


Figura 2 - Rosáceas de frequência: lineamentos observados em matacões (à esquerda); eixos maiores nos matacões (à direita).

Observa-se que os lineamentos predominantes são N-S e E-W, apesar da ocorrência em menor escala de estruturas NE-SW e NW-SE, enquanto que os eixos maiores dos matacões indicam uma maior predominância na direção E-W, com variações em NE-SW e NW-SE. Assim, considerando as direções principais dos eixos e dos lineamentos, além da observação da imagem aérea, é possível correlacionar o formato dos blocos a aspectos tectônicos, ao invés de magmáticos.

4.2 – Cavernas estudadas

A Gruta das Mulheres situa-se no lado leste da Serra dos Cocais. A entrada da gruta aparenta ser uma pilha de blocos, todavia segundo o mapa não é o que ocorre. Trata-se de uma gruta pequena, com galerias alinhadas principalmente N-S/NNE-SSW e E-W/ESE-WNW (Figura 3), concordantes com as fraturas descritas gerais da serra. A estrutura da caverna indica ser principalmente de blocos in situ, ou levemente basculados, devido à semelhança estrutural entre os condutos e as direções dos lineamentos.

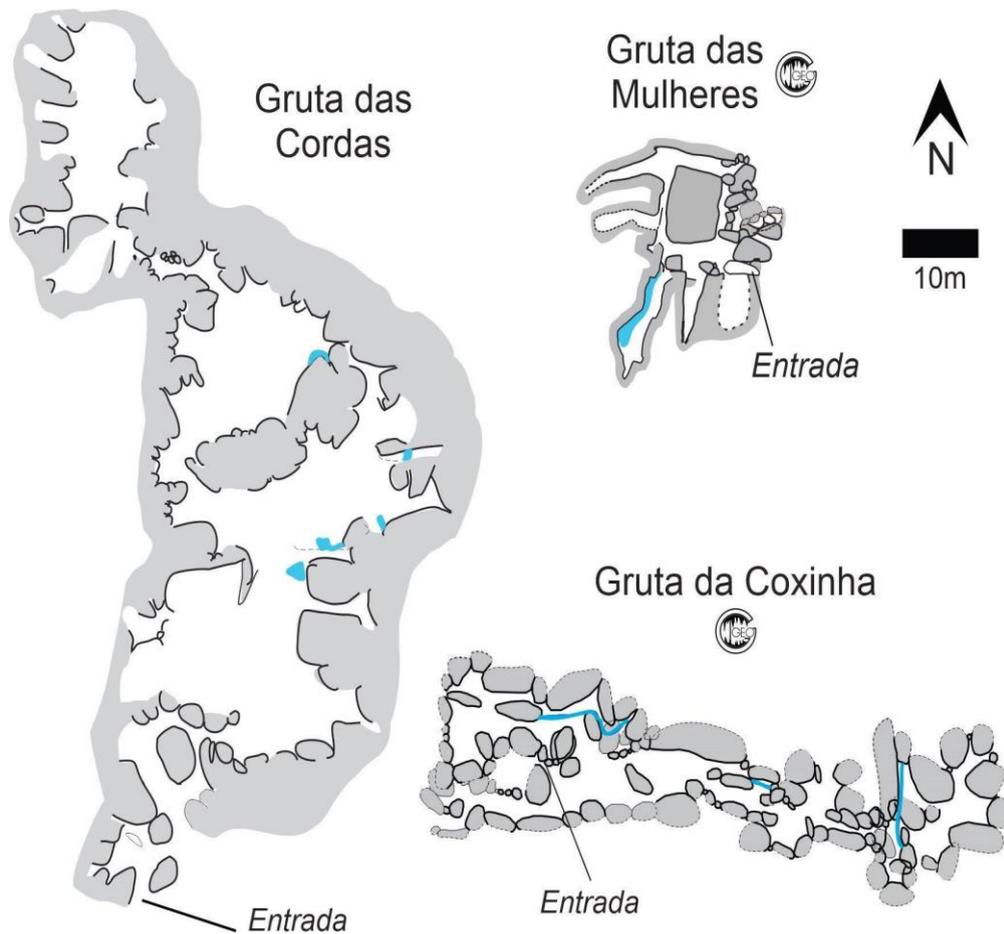


Figura 3 – Mapas esquemáticos da Gruta das Cordas, Gruta da Coxinha (GCEO) e Gruta das Mulheres (GCEO).

A Gruta da Coxinha se desenvolve no lado oeste da Serra, e se encontra associada a uma drenagem localmente orientada E-W. Em conjunto à presença do córrego e aos sedimentos, é possível observar que a caverna se desenvolve quase que paralela (retilínea, Figura 3) à direção da drenagem. Tal fato pode indicar uma possível associação a acúmulo de blocos rolados lateralmente, vinculada também com a remoção do regolito e desenvolvimento de drenagem subterrânea. Nesta gruta foram observadas formas semelhantes a coralóides (botroidal-like deposits) e escorrimentos, possivelmente bioinduzidos (VIDAL-ROMANÍ et al. 2014).

A Gruta das Cordas, assim como a Gruta da Coxinha, se desenvolve na borda oeste da serra. No mapa, é possível observar que a partir da entrada, se desenvolve na direção N-S, acompanhando a Serra dos Cocais, e na porção norte, ela sofre uma inflexão NW-SE acompanhando a drenagem, onde ela está encaixada. Na parede leste da gruta é possível observar galerias orientadas E-W/ENE-WSW, concordantes com as fraturas gerais da serra, indicando galerias em rocha *in situ*.

5 – CONCLUSÕES

Os blocos do campo de matacões da Serra dos Cocais preservam as estruturas tectônicas que afetaram a região. Em relação às cavidades, resumidamente, a Gruta das Mulheres possui galerias orientadas conforme as descontinuidades e está associada a rochas *in situ*; a Gruta da Coxinha se desenvolve em blocos de preenchimento de vale, com contínua remoção do regolito, em drenagem possivelmente associada às fraturas da região; e a Gruta das Cordas apresenta origem mista, parte por preenchimento de vale, parte com rocha *in situ*. Em suma, todas as grutas estudadas são atreladas às falhas/fraturas da região, seja associada à estrutura dos condutos, ou ao desenvolvimento geral da gruta.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁVILA, A. N.; FERNANDES, H. A.; MORITA, T. D. M. 2019. Levantamento de Cavernas Graníticas na Serra dos Cocais – Valinhos (SP). *In*: SBG, CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, Bonito, Anais. 190-200.
- COSTAS-VÁZQUEZ, R.; SUÁREZ-PÉREZ, R. M.; VAQUEIRO-RODRÍGUEZ, M. 2013. Geomorphological mapping of granite caves. *In*: *Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe*. 37: 89 – 104.
- FINLAYSON, B. 1986. The formation of caves in granite. *In*: M. M. P. Sweeting & K. Patterson (ed) *New directions in karst*. Norwich. Geo books, p. 333-347.
- SALLUN FILHO, W.; KARMANN, I. 2012. Províncias cársticas e cavernas no Brasil. *In*: Y. Hasui, C.D.R. Carneiro, A. Bartorelli, F.F.M. de Almeida (Org.) *Geologia do Brasil*. Beca, p. 629-641.
- VAQUEIRO-RODRÍGUEZ, M. 2017. Cavidades Naturales em Rocas Magmáticas: Las Cuevas em Rocas Plutónicas. Instituto Universitario de Xeoloxía Isidro Parga Pondal, Universidade da Coruña, Coruña, Tese de doutoramento, 497 p.
- VIDAL-ROMANÍ, J.R, GONZÁLEZ-LÓPEZ, L., VAQUEIRO-RODRÍGUEZ, M. & SANJURJO-SÁNCHEZ, J., 2014, Bioweathering related to underground water circulation in cavities of magmatic rock massifs. *Environmental Earth Sciences* 03/2014; 73(6).

Agradecimentos: Ao apoio da FAPESP (Bolsa de Iniciação Científica, Processo nº 2019/22184-2), do Instituto Geológico (IG/SIMA), do Grupo da Geo de Espeleologia (GGEO) quem produziu e gentilmente cedeu os mapas das grutas Mulheres e Coxinha.

**ESCOLA SEGURA - PLANO DE CONTINGÊNCIA PARA EVENTOS DE INUNDAÇÃO
NA ESCOLA PÚBLICA (PLANCON – ESCOLAR) – FASE III**

*SAFE SCHOOL - CONTINGENCY PLAN FOR FLOOD EVENTS AT THE PUBLIC SCHOOL
(PLANCON - SCHOOL) - LEVEL III*

SOUZA, R.C.de (1), CORDEIRO, T.L. (2), LEAL, P.C.B. (3)

(1) E.E. Semíramis Prado de Oliveira, Diretoria de Ensino de Caraguatatuba, SEDUC-SP, 11680-000, Ubatuba, Brasil;

rai4cavalcante@gmail.com

(2) E.E. Semíramis Prado de Oliveira, Diretoria de Ensino de Caraguatatuba, SEDUC-SP, 11680-000, Ubatuba, Brasil;

thiagolc21@gmail.com

(3) Instituto Geológico, Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo, 04301-903, São Paulo, Brasil; pedro.leal@sp.gov.br

Resumo: Este trabalho busca uma escola mais segura propondo sugestões para um plano de contingência para eventos de inundação na Escola Estadual Prof.^a Semíramis Prado de Oliveira da Diretoria de Ensino de Caraguatatuba, localizada no bairro Saco da Ribeira no município de Ubatuba-SP, Brasil. A iniciativa para um plano de contingência dessa escola deve-se aos constantes alagamentos e inundações na escola e no seu entorno (bairros Domingas Dias, Lázaro, Sununga e Saco da Ribeira). O objetivo do trabalho compreende a continuação do projeto “Escola Segura - Plano de Contingência para Eventos de Inundação na Escola Pública” e pretende sugerir à comunidade possíveis melhorias, procedimentos que minimizem os estragos e prejuízos causados à escola, comunidade, comércios e prestadores de serviço em eventos de inundações, e ainda propor mitigação para minimizar os desastres desses mesmos eventos. A metodologia é composta por levantamento bibliográfico; introdução ao uso do SIG; elaboração de um mapa de inundação da escola e do seu entorno; conversas com instituições, comunidades, comércios, serviços e autoridades envolvidas na gestão de risco e desastres no município de Ubatuba – SP; elaboração e divulgação do plano de contingência para a comunidade escolar. Os resultados alcançados incluíram uma lista de conceitos importantes para o trabalho, bem como discussões temáticas em torno deles. Também houve o aprendizado do programa QGIS mediante organização do Banco de Dados Geográficos (BDG) de projetos anteriores. Houve também levantamento das instituições envolvidas com gestão de risco e desastre e transcrição da entrevista com o Coordenador Municipal de Defesa Civil (COMDEC) do município. Foi elaborado um mapa de inundação da escola e do seu entorno, adaptação e elaboração de Plano de Contingência Escolar (PLANCON-ESCOLAR) e, por fim, a realização da Campanha Comunidade Segura.

Palavras-chave: Escola pública; segurança; eventos hidrológicos; plano de contingência; desastres; riscos.

Keywords: *Public school; safety; hydrological events; contingency plan; disasters; risk.*

1 - INTRODUÇÃO

A Escola Estadual Prof.^a Semíramis Prado de Oliveira situa-se entre os bairros do Lázaro e Saco da Ribeira, um importante território turístico na região centro-sul do município de Ubatuba-SP. A escola encontra-se em uma área de risco à inundação (JESUS et al. 2017, OLIVATO et al. 2017) e, segundo relatos da comunidade escolar, sofreu com ocorrências de cheias pelo menos uma vez por ano nos últimos cinco anos. O projeto traz a possibilidade de fomentar a participação da comunidade na discussão sobre a gestão e redução dos riscos e desastres. Também é possível aproximar a produção científica do ambiente da escola pública com estudantes-pesquisadores e subsidiar melhorias e programas de adequação ao ambiente escolar e seu entorno, preservando bens materiais públicos e garantindo a segurança de estudantes e toda comunidade. Esse projeto foi pensado para proteção das comunidades escolar e do entorno. São aproximadamente 490 estudantes que precisam estar seguros. A escola foi construída perto de um rio e quando há precipitações intensas esse rio enche e inunda a escola, dificultando o seu acesso. As alternativas de desviar o rio ou mudar o local da escola não são possíveis. Uma alternativa é o Plano de Contingência (PLANCON), documento onde estão definidos os procedimentos e as responsabilidades estabelecidas em uma organização para atender a uma emergência, e que também contém informações detalhadas sobre as características da área ou sistemas envolvidos (BRASIL 2012). Desta forma, este trabalho propõe elaborar um Plano de Contingência Escolar para eventos de inundação na escola supracitada.

2 – ÁREA DE ESTUDO

A Figura 1 apresenta a área estudada no município de Ubatuba/SP com as sub-bacias-hidrográficas que deságuam na área urbana da planície costeira onde está situada a escola e que pode ser atingida por inundações, enchentes, alagamentos, enxurradas, ressacas e erosão costeira.

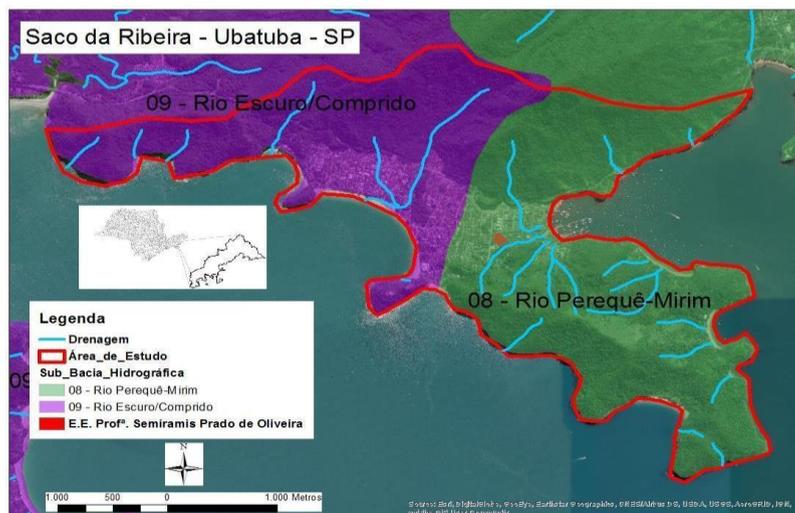


Figura 1 - Área de estudo do projeto

3 – MATERIAIS E MÉTODOS

Para elaboração deste trabalho foram realizados os seguintes procedimentos:

I - Levantamento bibliográfico (TOMINAGA *et al.* 2012; AMARAL & GUTJAHR 2011; ONU 2017, 2020); **II - Instalação, introdução ao uso do SIG** (QGIS, 2014; QGIS, 2019; QGIS, 2020), criação e manipulação de Banco de Dados Geoespaciais (BDG) das fases 1, 2 e 3 do projeto “Escolas Seguras” (JESUS *et al.* 201, OLIVATO *et al.* 2017); **III - Elaboração do mapa de inundação da escola e do seu entorno** mediante técnicas de fotointerpretação (PANIZZA & FONSECA 2011, SOARES FILHO 2000) com bases nos seguintes elementos: tonalidade, cor, textura, forma, estrutura, sombra. Foram levantados dados de trabalhos anteriores em relação aos eventos de inundação na escola e no seu entorno. Mapa regional das escolas com perigo de inundação (JESUS *et al.* 2017). Mapa de perigo de inundação, de vulnerabilidade de inundação e de risco de inundação e danos da E. E. Prof.^a Semíramis Prado de Oliveira (FERNANDES & LEAL 2018). Mapa da escola e seu entorno onde foram marcadas as áreas de inundação (SILVA *et al.* 2019). Também foi feito um mapa de uso do território com base em imagens do *Google Maps*, *Google Satélite* e *Google StreetView*; **IV- Conversas com instituições, comunidades, comércios, serviços e autoridades envolvidas na gestão de risco e desastres no município de Ubatuba – SP.** Devido à dificuldade em agendar uma reunião com a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) de Ubatuba, decidiu-se transcrever a entrevista realizada no projeto anterior para compreender qual é a visão da instituição sobre como realizar um plano de contingência; **V- Elaboração do plano de contingência**, a partir da adaptação do modelo do PLANCON Municipal (BRASIL 2012) para o PLANCON ESCOLAR; **VI- Divulgação do plano de contingência para a comunidade escolar**, estavam previstas no projeto palestra e simulação de um evento de inundação na escola. Mas por conta da pandemia do COVID-19 não foi possível realizar esses eventos até julho de 2020. Em contrapartida, criou-se uma campanha nas mídias digitais da escola intitulada “Comunidade Segura”, com o objetivo de coletar relatos da comunidade em relação aos eventos geodinâmicos hidrológicos que aconteceram ao longo do tempo nos bairros próximos à escola, além de possibilitar a divulgação do referido trabalho.

4 – RESULTADOS

Os resultados obtidos durante o projeto foram: I-Conversas temáticas: A partir da lista de conceitos levantados pelos livros (TOMINAGA *et al.* 2012, AMARAL & GUTJAHR 2011) foram feitas discussões sobre temáticas que são fundamentais para o trabalho. II-Criação de banco de dados geoespaciais: Criação do BDG para elaboração de mapas e análises geográficas do trabalho. III-Mapeamento dos pontos de inundação da escola e do seu entorno: a Figura 2 apresenta o mapeamento da área da escola e do seu entorno

mostrando a localização da mesma e de cada residência, comércio, hotel, pousada, postos, rios e os pontos de inundação dos bairros Lázaro e Saco da Ribeira.

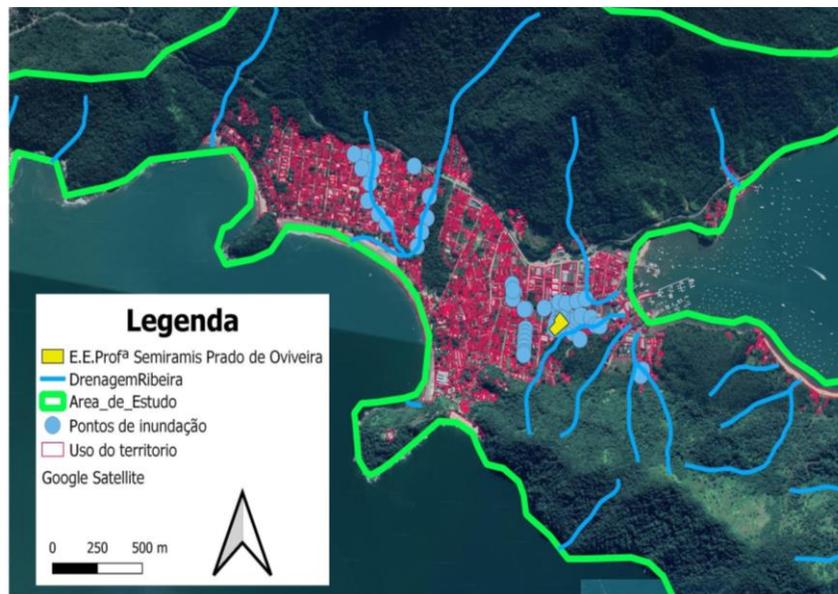


Figura 2 - Pontos de inundação da escola e de seu entorno.

IV-Transcrição da entrevista com a COMDEC de Ubatuba-SP e contatos de instituições para a gestão de risco: Foi transcrita a entrevista com a COMDEC realizada no projeto anterior. Também foram descritos os telefones importantes para elaboração do plano de contingência. **V-Plano de Contingência Escolar:** O Plano de Contingência contém os seguintes tópicos: introdução, documento de aprovação, página de assinaturas, registro de alterações, registro de cópias distribuídas, instruções para uso do PLANCON-ESCOLAR, instruções para manutenção do PLANCON-ESCOLAR, finalidade, operações, identificação do risco de processos geodinâmicos hidrológicos, monitoramento-cenários de risco, mitigação dos processos geodinâmicos hidrológicos, alerta e alarme na escola. **VI-Campanha Comunidade Segura:** O intuito da campanha foi possibilitar a participação da comunidade com o projeto pedindo que enviassem fotos, vídeos, e/ou relatos de inundações, ressacas, e deslizamentos de morros que afetaram a comunidade, confirmando ou adicionando pontos de inundações colocados no Mapa de Pontos de Inundação. Até o presente momento, foram enviados três fotos e um relato de alagamento.

5 – CONCLUSÕES

A produção do PLANCON ESCOLAR trabalhou com a fase do pré-desastre. Para as próximas atualizações será necessário incluir as fases de desastre e pós-desastre. A partir da transcrição da entrevista pode-se perceber o quanto é complexo realizar um plano de contingência. Percebeu-se que realizar o plano

somente para a escola não seria viável, pois é necessário pensar na dimensão do evento geodinâmico que estamos trabalhando. Ter o banco de dados geoespacial com as informações organizadas ajudou a produzir novos dados sobre o território. O mapa de inundação da escola e seu entorno ajudou a identificar os pontos de risco de inundação. Ele também serviu para identificar rotas de fuga, número de moradias afetadas e locais seguros. A Campanha “Comunidade Segura” serviu para sensibilização da comunidade e tem potencial de agregar materiais para atualização do PLANCON ESCOLAR.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, R.; GUTJAHR, M.R. 2011. Desastres Naturais. São Paulo; IG/SMA.
- BRASIL. Secretaria Nacional de Defesa Civil. 2012. Manual de Orientações para a Produção do Plano Municipal de Contingência (PLANCON). Brasília. Disponível em <http://www.defesacivil.sp.gov.br/manuais-e-cartilhas-2/>. Acessado em 11 set. 2020.
- FERNANDES, V. S.; LEAL, P.C.B. 2018. O uso de SIG na caracterização de riscos geodinâmicos em escolas no município de Ubatuba (SP): fase 03 – continuação da caracterização da vulnerabilidade. In: Resumos 8º Seminário de Iniciação Científica PIBIC-IG. C. L. Varnier (Org.) - São Paulo – SP. – São Paulo: IG/SIMA. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/igeo/2019/05/livro_pibic_2018_final_i.pdf. Acesso em 31/07/2020.
- JESUS, M.; FERREIRA, C. J.; LEAL, P. C. B. 2017. Uso do SIG no estudo de escolas seguras na prevenção de perigo de inundação, no município de Ubatuba- SP - fase 02. In: Resumos FEBRACE 2017. R. D. Lopes e I. K. Ficheman e. Saggio (Orgs.). São Paulo: EPUSP. p. 75. Disponível em: <https://febrace.org.br/arquivos/site/ conteudo/pdf/anais2017.pdf>.
- OLIVATO, D.; LEAL, P. C. B.; FERREIRA, C. J. 2017. Análise e monitoramento de risco de desastres ambientais em projetos de iniciação científica no ensino médio: o caso de uma escola pública paulista. In: IV CONGRESSO INTERNACIONAL DE RISCOS - RISCOS E EDUCAÇÃO. Universidade de Coimbra, Portugal. p. 246. Disponível em: https://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/pub/livros_resumos/Ebook_Riscos_e_Educacao.pdf.
- ONU. 2017. Como enfrentar os desastres naturais no Brasil? Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=5phZdLrditc>. Acesso em 12 de setembro de 2019.
- ONU. Estratégia Internacional de Redução de Desastres. Disponível em: https://nacoesunidas.org/?post_type=post&s=Estrat%C3%A9gia+Internacional+de+Redu%C3%A7%C3%A3o+de+Desastres. Acesso em 05/05/2020.
- ONU. Prevenção contra desastres naturais é urgente: atue agora, poupe mais tarde! Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7ziILN5NtHo>. Acesso em: 08/08/2019.
- PANIZZA, Andrea de Castro; FONSECA, Fernanda Padovesi. Técnicas de interpretação visual de imagens. GEOUSP, São Paulo, n° 30, pp. 30-43, 2011.
- QGIS. QGIS User Guide, Versão 1.8 traduzida para português. 2014. Disponível em: https://docs.qgis.org/1.8/pdf/QGIS-1.8-UserGuide-pt_BR.pdf. Acesso em: 02/03/2020.
- QGIS. Site Oficial Versão em Português. Disponível em: https://www.qgis.org/pt_BR/site/index.html. Acesso em: 02/03/2020.
- QGIS. Versão 3.10 – A Coruña. 2019. Disponível em: <https://changelog.qgis.org/en/qgis/version/3.10/>. Acesso em: 02/03/2020.
- SILVA, A. L. G. da; LEAL, P. C. B.; CORDEIRO, T. L. ESCOLA SEGURA - PLANO DE CONTINGÊNCIA PARA EVENTOS DE INUNDAÇÃO NA ESCOLA PÚBLICA. In: Resumos 9º Seminário de Iniciação Científica PIBIC-IG 2019; org. por Coordenadora PIBIC-IG – Claudia Luciana Varnier - São Paulo – SP. São Paulo: IG/SIMA, 2019.

SOARES FILHO, Britaldo Silveira. Interpretação de imagens da Terra. Curso de Especialização em geoprocessamento. Departamento de cartografia – Centro de sensoriamento remoto. UFMG. 2000.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do; (Orgs). Desastres naturais: conhecer para prevenir. 2ª ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2012.

Agradecimentos: Este trabalho teve apoio financeiro do Instituto Geológico e CNPq, Brasil.

***TIPOS DE EVENTOS CLIMÁTICOS CAUSADORES DE DESASTRES NATURAIS NA
BAIXADA SANTISTA – SP NAS DÉCADAS DE 1960 A 1990***

*TYPES OF CLIMATIC EVENTS CAUSING NATURAL DISASTERS IN BAIXADA SANTISTA - SP
IN THE DECADES FROM 1960 TO 1990*

MILHOMEM, K.V.L. (1), GUTJAHR, M.R. (2).

(1) Escola Estadual Maestro Fabiano Lozano, 04018-031, São Paulo, Brasil; milhomenkayke@gmail.com

(2) Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente do Governo do Estado de São Paulo,
04015-903, São Paulo, Brasil; miriangutjahr@hotmail.com

Resumo: O projeto original teve como objetivo geral oferecer um conhecimento quantitativo (em número de eventos), qualitativo (o tipo dos eventos) e temporal de eventos climáticos agressivos e extremos nos nove municípios da Baixada Santista. O trabalho desenvolveu-se a partir de pesquisa indireta de dados pretéritos obtidos através de notícias de jornais, fotografias e de dados diários e mensais do Banco de Dados Pluviométricos do Estado de São Paulo para o período de 1960 a 1990. A metodologia se baseou na manipulação de dados indiretos constantes do Banco de Dados de Desastres Naturais relacionados a Eventos Climáticos do Instituto Geológico. Como resultado, foram elaboradas tabelas que, contendo tipos e quantidade de eventos e gráficos temporais representativos ao longo dos anos, organizados em décadas, e por municípios, nos permitiram analisar e comparar a distribuição e o modo como os eventos naturais selecionados se comportaram na Baixada Santista.

Palavras-chave: desastres naturais; Baixada Santista; década de 1960.

Keywords: *natural disasters; Baixada Santista; 1960s.*

1 - INTRODUÇÃO

Embora originalmente o período selecionado para o projeto fosse as décadas de 1960 a 1990, o presente trabalho refere-se apenas à ocorrência de fenômenos naturais relacionados a eventos climáticos na Baixada Santista durante as décadas de 1960 e 1970. O período necessitou ser readequado devido à ocorrência de uma pandemia por Covid19, o que prejudicou o acesso aos dados e o desenvolvimento do projeto em geral. Os fenômenos naturais, relacionados a eventos climáticos intensos, quando ocorrem em meio urbano podem se transformar em desastres naturais, causando grandes prejuízos materiais e humanos. Neste trabalho, os dados desses desastres foram organizados e contabilizados por tipo, permitindo a realização de estudos comparativos. O tema apresentado é de grande importância por expor o modo como os eventos climáticos se comportam ao longo dos anos, além de permitir uma análise capaz de prever e buscar modos de prevenir as

3 – MATERIAIS E MÉTODOS

Para dar início ao projeto foi necessária a manipulação de dados do Banco de Dados de Desastres Naturais relacionado a Eventos Climáticos do Instituto Geológico, de onde foram extraídas e classificadas as notícias de jornais da Baixada Santista, relacionadas aos desastres naturais. Com os resultados obtidos a partir da análise dos dados, foram elaboradas tabelas com a utilização do programa Excel, quantificando os eventos ocorridos ao longo dos anos em cada município da Baixada Santista. Essas tabelas serviram para a elaboração de gráficos que facilitam o entendimento do conteúdo apresentado.

4 - RESULTADOS

A utilização das tabelas e gráficos, com a melhor visualização das realidades de cada município, tornou possível proceder à análise dos dados de eventos e desastres. Esse procedimento facilitou a análise e quantificação dos eventos durante as décadas, contribuindo para que fosse possível realizar comparações com os dados expostos.

Como mencionado anteriormente, optou-se neste trabalho por apresentar os dados do município de Santos.

Na Tabela 1 são considerados os seguintes eventos responsáveis pela ocorrência de desastres: alagamento (A), chuva (C), chuva forte (CF), deslizamento (DL), enchente (E), inundação (I), maré alta (MA), ressaca (R), tempestade (T), vendaval (V). Tanto causas e efeitos são aqui considerados, pois todos são agentes de desastres. O gráfico constante da Figura 2 foi criado a partir da Tabela 1.

Pode-se observar na década de 60 grande ocorrência de eventos de chuva (consideradas aquelas acima de 50 mm), chuva forte, deslizamento e inundação. Os anos mais afetados, em número total de desastres naturais, foram 1962, 1967, 1968 e 1969. Destaca-se o ano de 1968 com 21 desastres contabilizados. Os anos de 1960, 1963 e 1966 foram anos com baixos índices de desastres. A figura 2 permite a visualização da grande variabilidade de tipos e quantidade de desastres naturais pelos quais passou o município de Santos na década de 60.

Tabela 1 - Eventos de Desastres Naturais em Santos na década de 1960 - Org. K. V. L. Milhomem

	A	C	CF	DL	E	I	MA	R	T	V	TOTAL
1960	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	4
1961	0	0	1	2	0	0	0	1	0	1	5
1962	2	3	3	4	0	2	0	0	0	0	14
1963	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	3
1964	0	0	2	0	0	3	1	0	1	0	7
1965	0	1	1	0	0	2	0	0	0	1	5
1966	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	4
1967	1	5	2	5	0	1	0	0	1	0	15
1968	2	9	4	1	0	2	0	2	0	1	21
1969	4	0	2	4	1	2	0	0	1	3	17
TOTAL	10	21	16	18	1	13	1	3	4	8	

Abreviações: A= alagamento; C= chuva; CF= chuva forte; DL= deslizamento; E= enchente; I= inundaçãõ; MA= maré; = ressaca; T= tempestade; V= vendaval.

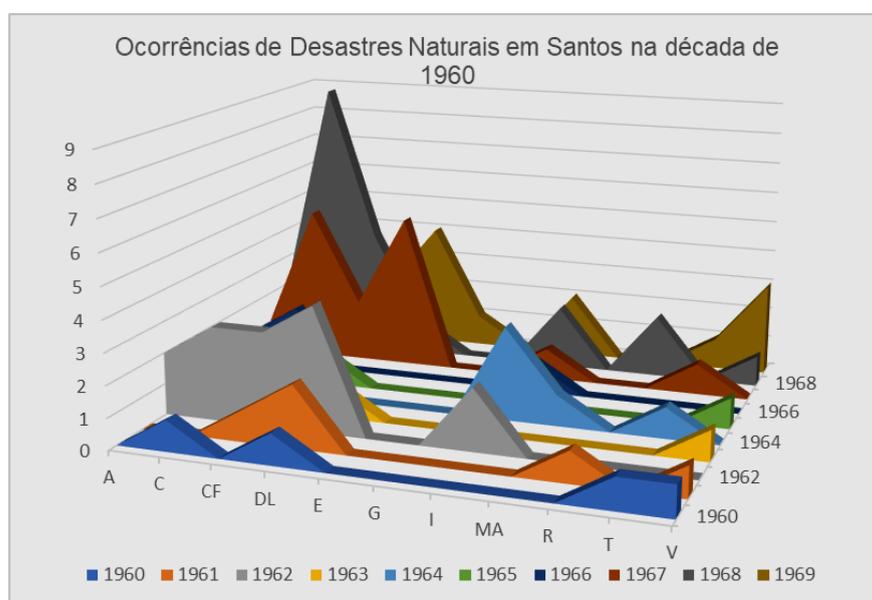


Figura 2 - Número e tipos de ocorrências de desastres naturais em Santos na década de 1960. Org. K. V. L. Milhomem.

A análise das décadas de 60 e 70 e sua comparação foram realizadas com base nos detalhamentos de cada ano. Observou-se que os municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista não se comportam como um todo com relação à ocorrência de desastres. A década de 60, embora tenha apresentado um alto número de eventos de desastres naturais, foi comparativamente

menor em relação à década de 70. Durante a década de 70 observou-se a instalação do complexo industrial de Cubatão, intensificando a ocupação do município e aumentando grandemente a emissão de material gasoso aquecido e particulado na atmosfera. Essa nova configuração contribuiu para o aumento de desastres na região.

5 – CONCLUSÕES

O uso de notícias de jornais em conjunto com dados pluviométricos registrados proporciona um entendimento mais detalhado da ocorrência de desastres naturais, bem como o nível de influência no bem estar e segurança da população. Com base nas comparações realizadas entre os gráficos dos nove municípios da Baixada Santista e em cada ano durante as décadas de 1960 e 1970, incluídos no trabalho completo, foi possível observar uma alta e variável quantidade de eventos e desastres relacionados ao clima. Espera-se que as demais décadas possam ser também abordadas, dando testemunho ou não, inclusive, à ocorrência de mudanças climáticas.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. 2020. Banco de Dados Pluviométricos do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.hidrologia.daee.sp.gov.br/>. Acessado em janeiro de 2020.

IG – INSTITUTO GEOLÓGICO. 2009. Infraestrutura e Meio Ambiente. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/> Acessado em julho, 2020.

IG – INSTITUTO GEOLÓGICO. 2009. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/2009/10/pesquisadores-do-instituto-geologico-buscam-informacoes-sobre-desastres-naturais-no-passado-para-explicar-o-presente/>

IG – INSTITUTO GEOLÓGICO. 2009. Banco de Dados Históricos de Desastres Naturais Relacionados a Eventos Climáticos na Baixada Santista. Consultado em: <http://200.144.28.233/dnbs/busca.php>, acesso em 16 set. 2019 (banco de dados em reforma).

JORNAL ELETRÔNICO NOVO MILÊNIO. 2005. A História Econômica de Cubatão. Disponível em: <http://www.novomilenio.inf.br/cubatao/ch100r.htm>. Acesso em agosto, 2020.

WIKIPÉDIA. Desenvolvido pela Wikimedia Foundation. 2020. Região Metropolitana da Baixada Santista. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Regi%C3%A3o_Metropolitana_da_Baixada_Santista. Acesso em agosto, 2020.

Agradecimentos: Os autores agradecem ao Instituto Geológico e ao CNPq pela oportunidade da bolsa do Programa de Iniciação Científica PIBIC - Ensino Médio.



| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente