

IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS SUJEITAS A EVENTOS DE INUNDAÇÃO E ALAGAMENTO NO CAMPUS DA UNICAMP - CAMPINAS

Palavras-Chave: MORFODINÂMICA, PLUVIOSIDADE, ALAGAMENTO

Autores/as:

MARIANA DA SILVA LIMA (UNICAMP)

Prof.^a Dr.^a REGINA CÉLIA DE OLIVEIRA (orientadora) (UNICAMP)

INTRODUÇÃO:

A intensa urbanização tem resultado não somente na ocupação desordenada do território como também numa série de alterações físico-ambientais, constituindo-se, segundo Lombardo (1985), em uma preocupação para todos os profissionais vinculados às questões referentes ao meio ambiente. Com a ocupação desordenada e as características climáticas do Brasil, diferentes são os desastres naturais que acometem a sociedade, tais como escorregamentos de terra, enchentes, inundações, erosão costeira ou continental, colapso e subsidência de solos, dentre outros. Estes desastres podem ser definidos como efeito dos fenômenos naturais extremos ou intensos sobre um sistema social, estes ocasionam significativos danos ou prejuízos, e excedem a capacidade da comunidade atingida em conviver com tal impacto (MARCELINO, 2008).

Além disso, devido a alta densidade demográfica nos centros urbanos, a tendência de ocupação nos fundos de vale, a urbanização relacionada à retirada da cobertura vegetal natural e à impermeabilização dos solos, segundo o banco de dados Emergency Database (EM-DAT), o Brasil é apontado como um dos países do mundo mais afetado por enchentes e inundações (apud AMARAL; RIBEIRO, 2009). Nesse contexto, o planejamento territorial, sobretudo, o urbano tem importante relevância para reduzir os riscos de desastres naturais, intervindo na maneira como a sociedade ocupa os espaços e modifica as paisagens. De acordo com Tucci (2005), quando o espaço é ocupado sem o planejamento adequado, as implicações são significativas.

Nessa perspectiva, a fim de contribuir para o planejamento territorial da universidade, o presente trabalho definiu o campus da Unicamp no distrito de Barão Geraldo, em Campinas-SP, como área de estudo. Tendo como objetivo identificar as áreas sujeitas a eventos de inundação e alagamento e as alterações de uso e ocupação, analisando os cenários de 2002, 2014, 2015 e 2020, considerando a disponibilidade de imagens aéreas em alta resolução para os dois primeiros anos estudados, e imagens de satélite para os últimos dois.

METODOLOGIA:

Para analisar as alterações de uso no campus e realizar o mapeamento geomorfológico a fim de identificar as áreas suscetíveis a eventos de alagamento e inundação foi realizado primeiramente um levantamento e organização de acervo bibliográfico e cartográfico que serviu de base para conhecer a história da área de estudo e, posteriormente, confeccionar as cartas temáticas.

Considerando a abordagem sistêmica, procurou-se trabalhar com diferentes elementos do meio identificando a geologia, a pedologia, a declividade da área, bem como geomorfologia e características relacionadas à cobertura da terra, no que tange áreas verdes e de uso antrópico. Também foram empregadas informações pluviométricas e hidrometeorológicas da área.

A base de dados inicial do trabalho que conduziu a produção do estudo, consiste no levantamento aerofotográfico realizado em abril de 2002 pela empresa Multiespectral à pedido da universidade. A imagem foi concedida pela Diretoria Executiva de Planejamento Interno (DEPI) em formato GeoTiff e possui resolução (tamanho do pixel) de 20 cm. A imagem aérea de 2014 foi produto do levantamento realizado pelo consórcio AEROCAMP, em julho de 2014, contratado e disponibilizado através do banco de dados pela prefeitura de Campinas, em formato WMS (*Web Map Service*) com resolução de 10 cm (pixel).

Para os anos de 2015 e 2020 foram utilizadas imagens do mês de agosto, em detrimento das boas condições atmosféricas, do satélite Sentinel-2, disponibilizadas gratuitamente no site United States Geological Survey (<https://earthexplorer.usgs.gov>). Sucedeu, então, o processamento digital de imagens e, através da interpretação visual das mesmas, a produção do mapeamento em ambiente SIG (software QGIS 3.10).

Para confecção dos mapas temáticos, foi utilizada a carta topográfica do Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC) do ano de 2003 em escala 1:10000, bem como informações concedidas pela DEPI, sobretudo, no que tange a hidrografia do campus. O sistema de coordenadas utilizado no projeto foi o SIRGAS2000 23S.

O levantamento cartográfico também teve como objetivo a elaboração e a organização de mapas temáticos, tais como de drenagem, solos, geologia, morfometria, hipsometria, declividade, uso e ocupação da terra. Para os objetivos da pesquisa, foi admitida a escala 1:10000, no entanto, em alguns casos não existem informações nessa escala, o que gerou a necessidade de algumas adaptações cartográficas, tais como para as cartas geológica e pedológica.

Foram levantadas informações pluviométricas da área através da série histórica disponibilizada pelo Centro de Ensino e Pesquisa em Agricultura (CEPAGRI). Assim foi possível verificar a média mensal da precipitação acumulada, em milímetros o período de interesse.

O mapeamento geomorfológico da área também foi realizado para os anos estudados, considerando as bases cartográficas levantadas para identificar a morfologia da área de estudo. Para tal confecção, foi utilizada como referência a abordagem metodológica proposta por Tricart (1965), na qual o autor propõe uma cartografia geomorfológica que abrange informações de quatro naturezas distintas, são estas: *morfométricas*, relacionadas às medidas das formas, são informações obtidas através de valores e da representação das curvas de nível e da rede de drenagem; *morfográficas*, dada por dados sobre as formas de relevo, representadas através de simbologias; *morfogenéticas*, que equivalem às representações sobre a origem das formas de relevo, para que essas sejam facilmente compreendidas ao observar a carta geomorfológica; e, por fim, *cronológicas*, constituídas por informações temporais sobre as formas de relevo.

O mesmo autor considera ainda diferentes níveis de representação e o presente trabalho priorizou a morfologia e ainda a morfometria. As formas de relevo do campus-sede da Unicamp foram identificadas com base no sistema de símbolos por ele proposto.

Por meio da análise topográfica e de drenagem, foram identificadas unidades com padrões de formas semelhantes que originaram a compartimentação do relevo, aliadas às informações referentes à declividade e à litologia. Posteriormente foi realizada a indicação para os padrões resultantes de denudação e acumulação. Assim foram categorizadas as porções: Dc para forma denudacional com topos convexos; Atf para forma de acumulação de terraço fluvial; e Apf para forma de acumulação de planície fluvial, conforme Ross (1992).

As cores presentes nos mapas representam a cronologia dos embasamentos, e também distingue os compartimentos geomorfológicos, considerando a litologia dos terrenos. Também foi inserido na legenda letras-símbolos presentes no *Manual técnico de geomorfologia* (IBGE, 2009), que auxiliam a diferenciação dos compartimentos segundo os processos atuantes em suas origens.

Neste contexto, a partir do MDE, também em ambiente SIG, foi elaborada uma carta de declividade para a área seguindo as classificações de declive utilizadas pela EMBRAPA para o mapeamento da região Campinas.

Para elaboração dos principais compartimentos (topos, vertentes e fundo de vale), foi considerado o agrupamento das feições que respondem a esses limites exemplificados no detalhamento da interpretação com a representação das formas de vertente e direção do caimento topográfico. Fatores que associados ao comportamento litológico, pedológico e, com

mais prioridade de análise, à declividade indicaram que a área apresenta em pontos específicos alagamentos condicionados em grande medida pela relação dos parâmetros físicos.

Por fim, para verificação e validação das informações obtidas através do processamento digital, também foi realizada uma visita de trabalho de campo no campus-sede da Unicamp.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Através do cruzamento de parâmetros físicos e antrópicos da área de estudo, que resultaram no mapeamento geomorfológico do campus, junto às informações adicionais adquiridas no estudo de gabinete, foram identificados alguns pontos suscetíveis à inundação. São eles: o setor sobre o ribeirão Hermógenes o qual foi canalizado no campus, que corresponde aos fundos dos Institutos de Artes (IA), de Estudo da Linguagem (IEL), de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH) e do de Física Gleb Wataghin (IFGW), bem como a rotunda localizada próxima aos lagos e ao Centro para Manutenção de Equipamentos (Cemeq).

As áreas mencionadas pertencentes aos fundos dos institutos estão na porção definida no mapa geomorfológico como forma de acumulação de planície fluvial (*Apf*), e acompanham o traçado do rio canalizado, paralelo à Av. Bertrand Russell. Foi possível verificar que em muitas das circunstâncias o escoamento vertical das águas se sobrepõe às vias de acesso, o que reforça a ideia de que a impermeabilização dos solos e as construções antrópicas podem efetivamente influenciar a dinâmica morfológica, bem como sistêmica do meio.

Através da análise dos mapas pode-se concluir que as ações antrópicas favoreceram a ocorrência de alagamentos, principalmente no que tange a canalização do ribeirão que cruza a região central do campus e deságua na Lagoa Hermógenes. Os mapas geomorfológicos indicam que o escoamento superficial na área do campus está direcionada à região do rio canalizado, que coincide com as localidades suscetíveis a tal ocorrência. Esta área canalizada é revestida majoritariamente por pavimento impermeável, o que favorece o acúmulo de água nessa porção do terreno. Ademais, nessas áreas em que o rio foi canalizado, por se tratar de uma planície fluvial, a dispersão da água é dificultada, permanecendo acumulada no setor.

A maioria dessas áreas sujeitas a alagamento corresponde ao estacionamento dos institutos, e algumas delas estão abaixo do nível da rua, o que contribui para a ocorrência de episódios extremos de alagamento. Também distribuem-se a jusante da área de maior contribuição no escoamento superficial proveniente do setor de denudação a oeste, onde há maior inclinação, e portanto, maior energia de transporte nos fluxos.

No setor da rotunda do Cemeq, também é passível de identificação que esta área é a mais baixa do seu entorno, sendo abastecida também pelo escoamento superficial. Como a área não

tem queda de nível, o escoamento do acumulado na área fica a critério da infiltração. Dessa maneira, episódios de chuvas intensas de curta ou longa duração podem ocasionar o alagamento da área.

CONCLUSÕES:

Ficou evidenciado na pesquisa a necessidade de um plano diretor que integre o relevo, os processos morfodinâmicos, e a drenagem, pois a compreensão das dinâmicas físicas de forma sistêmica e integrada aos modelos de uso, possibilita a identificação das áreas de suscetibilidade ambiental e instrumentaliza as ações para mitigar danos naturais, humanos e econômicos.

Através das cartas de uso e ocupação da terra, foi possível verificar uma tendência de expansão da universidade, o que, seguindo preceitos atuais, implica em maior impermeabilização dos solos, e conseqüente interferência no padrão de escoamento e infiltração de águas pluviais. Para amenizar esse aspecto, talvez fosse bastante eficiente empregar o uso de telhados verdes, bem como o plantio de árvores em algumas localidades, a fim de melhorar a infiltração de água no perfil, reduzindo a potencialidade dos alagamentos e contribuindo para o conforto térmico dos institutos e a redução nos custos de energia elétrica da universidade. Isso melhoraria o desempenho na distribuição de água e evitaria a saturação do sistema, reduzindo a velocidade de escoamento superficial. Na perspectiva da investigação de áreas de inundação, o presente estudo apresentou uma cartografia que se demonstrou eficiente.

É possível realizar mais estudos de cunho quantitativo, utilizando modelos para melhorar a eficiência hídrica nas áreas indicadas. Esses modelos também podem se amparar na abordagem sistêmica, considerando aspectos físicos e humanos para uma visão integral das problemáticas.

BIBLIOGRAFIA

LOMBARDO, M. **A ilha de calor nas metrópoles brasileiras: o exemplo de São Paulo**. São Paulo, Hucitec Editora, 1985.

MARCELINO, E.V. **Desastres naturais e geotecnologias: conceitos básicos**. Caderno didático no 1. Santa Maria, INPE, 2008.

AMARAL, R; RIBEIRO, R. R. **Inundação e enchentes**. São Paulo, Instituto Geológico, 2009.

TUCCI, C. E. M. Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepção. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.2, n. 2, p. 05-12, 1997.

TRICART, J. **Principes et méthodes de la géomorphologie**. Paris, Masson, 1965.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do departamento de Geografia**, n.6, p. 17-29, 1992.