

UTILIZAÇÃO DE MODELOS DIGITAIS DE TERRENO E SUPERFÍCIE (MDT E MDS) NA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS VULNERÁVEIS A ENXURRADAS E ENCHENTES NO BAIRRO PINHALZINHO EM HOLAMBRA/SP (BRAZIL)

B. A. Carmo e L. F. Matias

RESUMO

Este estudo propõe a utilização de Modelos Digitais de Terreno e Superfície (MDT e MDS) e a topografia social para a identificação das áreas vulneráveis a enxurradas e enchentes, em cidades pequenas, tomando como área empírica de análise o bairro Pinhalzinho, em Holambra (SP). Utilizou-se uma Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) para a obtenção das imagens, um Sistema Global de Navegação por Satélites (GNSS) para o georreferenciamento e a técnica de aplicação de questionário para a identificação das características socioeconômicas da população. Os modelos e o questionário ajudaram na identificação das áreas vulneráveis, principalmente a partir da combinação dos dados dos questionários com os mapas, tendo em vista que é a população que sabe onde ocorrem esses casos, assim, indicando as que precisam de atenção por parte do Estado. Espera-se que o resultado desta pesquisa possa contribuir com a promoção do uso eficaz de geotecnologias no planejamento urbano de cidades pequenas.

1 INTRODUÇÃO

Abordar o planejamento urbano na atualidade demanda a retomada de discussões inerentes as temáticas ambientais na sociedade contemporânea, tendo em vista que não há como fugir da necessidade em se contemplar esse debate, dada a complexidade que abarca a relação que a sociedade estabelece para com a natureza. Neste interim, tem se tornado um imenso desafio compreender os novos parâmetros das discussões socioambientais, uma vez que graves problemas urbanos têm afligido a população brasileira, bem como diversas partes do mundo (Aguar, 2016).

Diante do crescimento urbano, verifica-se uma transformação exponencial da natureza, situação está que é fruto do processo de apropriação, ocupação e transformação da mesma, orientado majoritariamente pelo modo de produção capitalista (Nunes *et al.*, 2006; Bernardes e Ferreira, 2005). Em decorrência desse processo ocorrer de forma desigual e combinada no espaço geográfico (Smith, 1988), observa-se que as maiores cargas de danos ambientais se distribuem pela cidade também de forma desigual, onde as áreas com populações menos favorecidas economicamente, sofrem intensamente com os impactos socioambientais urbanos e, na maioria dos casos, tais segmentos populacionais ficam à margem das ações e políticas públicas voltadas para a implantação/ampliação de infraestrutura urbana voltada a ofertar qualidade de vida.

Nesse sentido, se torna essencial a combinação de vários instrumentos que auxiliem na coleta e análise dos dados referentes às transformações da cidade, considerando seu processo de (re)produção sócio-espacial. Dentre os instrumentos que possibilitam tal feito, estão as geotecnologias, que nesta pesquisa possuem extrema relevância no processo de mapeamento e espacialização dos fenômenos socioambientais, bem como na compreensão de aspectos correlatos ao relevo.

Rosa (2005) define as geotecnologias como um conjunto de tecnologias voltadas para a coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica. Estas são compostas por *hardware*, *software* e *peopleware* que, quando combinados, tornam-se um meio importante para o auxílio e tomadas de decisões em uma área específica. Assim, as geotecnologias podem ser compreendidas como elementos que compõem a prática social, principalmente nesse momento histórico. Por essa circunstância, é imperioso ter em mente que por se tratar de uma prática social, elas influenciam na forma pela qual a sociedade percebe, analisa e representa o espaço geográfico. Isto é, a forma como a sociedade vai produzir, reproduzir e entender o espaço com o qual ela interage (Matias, 2005).

Portanto, ao passo em que se compreende que as geotecnologias são parte integrante das práticas sociais, considera-se também que seus usos e aplicações são carregados de ideologia. Assim, a maneira pela qual o espaço geográfico será interpretado e entendido carregará consigo as perspectivas de mundo do usuário que os produziu, logo, não há uma produção neutra. Por esse motivo, torna-se relevante que os usuários das geotecnologias reflitam sobre as finalidades dos produtos gerados, bem como a quais classes sociais eles irão servir. Conforme Matias (2005, p. 8893), as geotecnologias podem funcionar “[...] como instrumento de controle, servindo à classe dominante, ou como instrumento de libertação, a favor das classes menos favorecidas e das causas socialmente mais justas”.

A partir desse raciocínio, torna-se possível estabelecer que quando as geotecnologias são utilizadas no planejamento urbano, elas devem auxiliar no mapeamento, análise e interpretação dos fenômenos presentes na cidade, contribuindo no detalhamento e reconhecimento das áreas a serem ocupadas, garantindo que esta ocupação ocorra de forma apropriada. Sob esta perspectiva, é evidente que além de serem utilizadas para planejar futuros assentamentos urbanos, também devem ser utilizadas para o reconhecimento de áreas de risco, visando a resolução de problemas presentes na cidade, e neste caso a utilização das geotecnologias deve ocorrer de forma democrática, em benefício de toda a população.

Entende-se como instrumentos componentes das geotecnologias, a Cartografia Digital, o Sensoriamento Remoto por satélites, incluindo o uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs), o Sistema de Informação Geográfica (SIG) e o Sistema Global de Navegação por Satélites (GNSS). Esses instrumentos ainda podem ser divididos em duas categorias, os mais correlatos ao *hardware* (por exemplo, satélites, sensores, receptores, computadores) e os que dizem respeito ao *software*, os quais são capazes de organizar, gerenciar e processar os dados geográficos, ofertando informações para subsidiar a análise geográfica (Garcia, 2016).

Assim, considera-se que quer seja na cartografia da periculosidade ou no mapeamento da vulnerabilidade, as geotecnologias, especialmente o SIG e os dados provenientes dos levantamentos por sensores aerotransportados, têm sido instrumentos fundamentais na representação desses cenários, especialmente por sua capacidade em correlacionar os dados das variáveis consideradas e a modelagem dos diferentes componentes do risco (Freitas e Cunha, 2013).

Quando se trata de ambientes urbanos, compreende-se que é indispensável a atualização dos dados de monitoramento, pois só assim torna-se possível um processo de planejamento e gestão eficazes. Consequentemente, as combinações do SIG com os dados provenientes do Sensoriamento Remoto, podem tornar o planejamento cada vez mais eficiente para a identificação e mitigação dos problemas socioambientais urbanos. Neste caso, necessita-se que o Estado avance no sentido de criar mecanismos que propiciem a utilização desses instrumentos, em favor da oferta de qualidade de vida para a população.

Compreender como os processos socioambientais se estruturam e se espacializam nas cidades, é muito mais complexo do que apenas se embasar em dinâmicas provenientes da natureza, tendo em vista que há interação com as dinâmicas sociais das populações que se encontram em risco, considerando principalmente que estes produziram os espaços que ali habitam.

Com relação ao processo de escolha da área empírica de análise, tomou-se como base a leitura da pesquisa realizada por Otero e Eltink (2016). Para eles é notável a existência de uma escassez de estudos e pesquisas sistemáticas sobre os pequenos centros urbanos e seus processos de estruturação urbana, essas por sua vez devem dar conta e suporte para a compreensão das especificidades e dinâmicas inerentes ao modo de (re)produção sócio-espacial existentes nessas áreas.

Dito isto, decidiu-se verificar o panorama nacional brasileiro dos municípios com até 20.000 habitantes para, dentre eles selecionar um. Neste panorama identificou-se 4.074 cidades pequenas, as quais representam 73,14% do total de municípios brasileiros, conforme dados do censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2022. Após a aferição deste recorte quantitativo, ainda com base na pesquisa de Otero e Eltink (2016), que apontou que dentre os municípios pertencentes à Região Metropolitana de Campinas (RMC), Holambra segue com poucas pesquisas que focam no estudo de suas particularidades, apesar da importância nacional e internacional que o agronegócio de flores e plantas ornamentais representa para a economia local.

Dentro dos limites municipais, bem como do perímetro urbano de Holambra, outro aspecto tomado como base para a definição da área de estudo foi o relatório apresentado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) do Estado de São Paulo, que apresentou o mapeamento das áreas de alto e muito alto risco de deslizamento e inundações para o município, na escala de 1:25.000 (IPT, 2012). A partir do mapa síntese do relatório apresentando a localização das principais áreas suscetíveis a casos de enchentes, foi identificado o bairro Pinhalzinho como área de ocorrência de enchentes, o que o tornou elegível para a realização desta pesquisa.

Como é possível observar na Figura 1, a área em questão é permeada por um rio de médio porte e um córrego de pequeno porte, e as características das quadras dão a entender que este é um bairro de chácaras (veraneio), tendo em vista que são terrenos amplos com muita área verde. Logo, é possível estipular que o problema correlato ao bairro não é necessariamente relacionado a processos de impermeabilização, muito provavelmente se relacionam com as formas do relevo e ao processo de ocupação da terra.

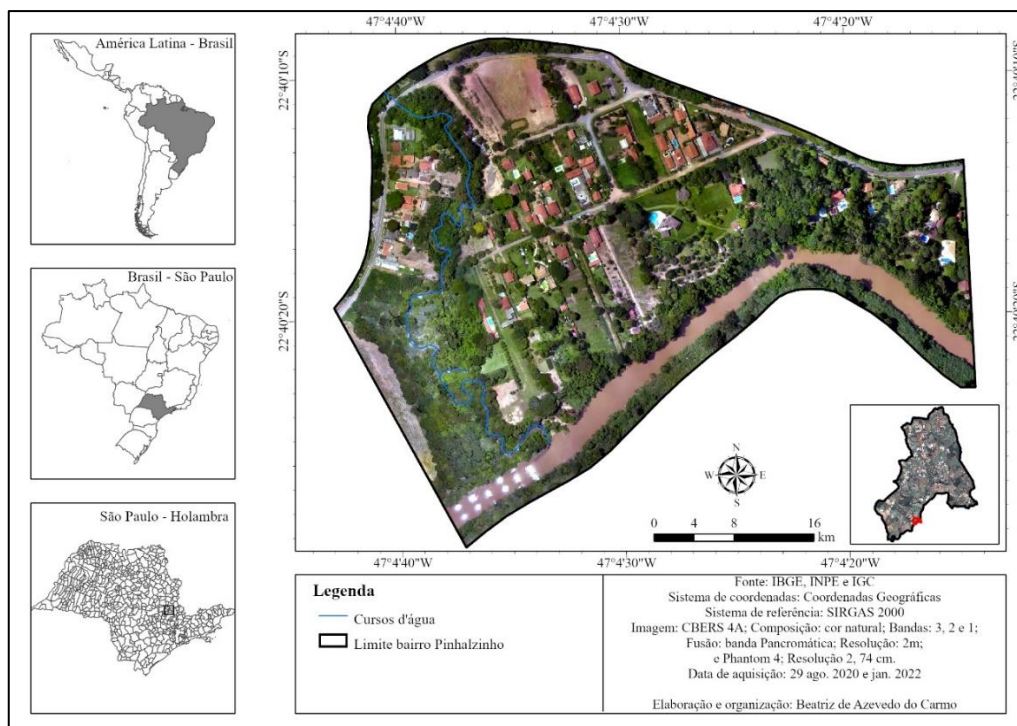


Fig. 1 Localização do município de Holambra e do bairro Pinhalzinho

Neste artigo são identificadas as áreas propensas a ocorrência de enchentes e enxurradas no bairro Pinhalzinho, através da análise de MDT e MDS, somados a identificação das áreas de vulnerabilidade socioambiental provenientes da topografia social. A coleta de dados primários foi realizada através do uso de uma ARP, que oferece alta resolução e viabiliza a análise de áreas urbanas com maior detalhamento, permitindo a compreensão mais ampla a respeito das áreas urbanas com maiores vulnerabilidades.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a construção desta pesquisa fez-se o uso de diversos procedimentos metodológicos, visando construir um estudo com uma base teórico-epistemológica consistente, junto às práticas que dão suporte para as discussões inerentes a vulnerabilidade socioambiental decorrente de enxurradas e enchentes. Para isso, utilizou-se de levantamento bibliográfico, pesquisa de campo e trabalho de gabinete.

A primeira etapa da pesquisa foi a construção da base teórico-epistemológica, como o levantamento bibliográfico. Essa etapa, segundo Amaral (2007) é de enorme importância, já que qualquer trabalho de cunho científico necessita deste tipo de pesquisa, haja vista que é neste momento em que são delimitadas as formas de abordagem do objeto de estudo. Assim, o primeiro passo foi uma busca via palavras-chave (espaço urbano, planejamento urbano, planejamento ambiental, vulnerabilidade, geotecnologias, Aeronave Remotamente Pilotada, enchentes, enxurradas e Holambra) em bancos de dados bibliográficos oficiais: banco de periódicos da CAPES e *Google Scholar*, entre outros. A partir das pesquisas já realizadas, foi organizado um banco de dados bibliográficos interno e posteriormente foi realizada a apreciação e análise desses estudos, buscando verificar quais eram as contribuições deles para as discussões aqui propostas.

Com relação à pesquisa de campo, ela se deu em dois momentos distintos, o primeiro focado na aplicação dos questionários aos moradores do bairro, para a construção do perfil populacional do bairro, com uma amostragem livre. Com relação as perguntas, elas foram relacionadas ao caráter socioeconômico e os dados foram generalizados, para proteger a integridade e individualidade dos dados dos participantes, a exposição dos dados de renda se deu em forma de um mapa coroplético, considerando a média de renda por quarteirões, já os demais dados foram trabalhados de forma descritiva. O segundo momento da pesquisa de campo foi dedicado ao levantamento aerofotogramétrico que ocorreu através da coleta das imagens aéreas e dos pontos de apoio e verificação, esses serviram para o processamento e georreferenciamento das imagens.

Os pontos de controle (apoio e verificação) podem ser compreendidos como pontos foto-identificáveis na área mapeada, possuindo informações de coordenadas dos eixos x, y e z. Esse conjunto de pontos permitem um controle maior no georreferenciamento das imagens, como também garantem a precisão dos produtos finais (Silva, 2018).

A distribuição dos pontos de controle foi realizada de forma homogênea, priorizando as linhas de sobreposição entre as imagens. Ao todo, foram coletados 18 pontos de controle (5 de verificação e 13 de apoio), com a utilização do equipamento GNSS Hiper Lite+, da marca *Topcon*, com um par de receptores/antenas L1/L2. O tempo de rastreamento da estação base foi em torno de 4 a 5 horas, enquanto o tempo de coleta dos pontos distribuídos em campo foi de 15 a 20 minutos para cada um deles. Os dados coletados foram pós-processados através do processamento estático rápido, utilizando como referência a estação SPC1 da RBMC/IBGE via *software TopconTools*, os quais ofertaram dados de planimetria e altimetria.

Com relação ao aerolevantamento, ele foi realizado com base na dinâmica adotada por Carmo (2022), utilizando o *site Dronedeploy* para o planejamento dos voos, estabelecendo a área a ser mapeada, tempo de voo, altura do voo, tipo de voo (3D detalhado ou voo focado em dados 2D). O projeto de voo foi executado com um *smartphone*, esse que ocorreu durante a janela de voo, das 10h30 às 15h00, pois neste período há menos incidência de sombras em campo.

O equipamento utilizado para o recobrimento aéreo foi uma ARP modelo *Phantom 4* da DJI, que possui a bordo um sistema de navegação GPS/GLONAS, com uma câmera de CMOS de 1/2.3", apresenta também um sensor CMOS de 1", com obturador mecânico que captura imagens de 12.4 MP. Entretanto, o equipamento não tem uma autonomia alta de voo, já que o tempo máximo de operação é de 30 minutos, por isso foram necessários 4 voos sequenciais para a cobertura completa do bairro (área de 0,32 km²), com uma altura média de voo de 71,1 metros, resultando em uma ortoimagem com resolução espacial de 2,74 cm.

O processamento das imagens foi realizado no *software Agisoft Metashape*, onde foi gerada a ortoimagem, o MDS e o MDT, já os produtos cartográficos foram gerados no *ArcGIS Pro*, bem como a organização da base de dados georreferenciados. Ambos os *softwares* utilizados são de licenças educacionais.

3 A NATUREZA, A POPULAÇÃO E A VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL A ENCHENTES E ENXURRADAS NO BAIRRO PINHALZINHO

Em Holambra, há uma diversidade considerável de paisagens urbanas, as quais contam com fachadas arquitetônicas neerlandesas nas áreas próximas ao centro comercial e turístico, como também nas fachadas dos órgãos da prefeitura. Entretanto, em localidades afastadas do centro as paisagens sofrem alterações, onde é possível visualizar dinâmicas diferentes nas casas e comércios, com características mais próximas do que se verifica em outras cidades brasileiras, variando de acordo com o poder aquisitivo da população que ali habita.

Neste ponto, Carmo (2022) compreende que a cidade de Holambra montou um cenário para atender as demandas do mercado turístico e consequentemente ao mercado do agronegócio de flores e plantas ornamentais, esse por sua vez muito conectado com o passado histórico de ocupação e colonização holandesa. Em bairros afastados das áreas turísticas, tornam-se evidentes os problemas socioambientais urbanos, em razão do poder público concentrar esforços para maximizar a acumulação de capital via mercado turístico.

Com relação ao bairro Pinhalzinho, ele localiza-se em uma área afastada do centro turístico e comercial, na periferia física da cidade. Sua paisagem possui alguns aspectos marcantes (Figura 2); em partes remete-se a uma dinâmica de área rural. Outra característica marcante é a ausência de asfaltamento, a maior parte das vias são de terra, a única asfaltada é a via de acesso ao bairro.



Fig. 2 Ortoimagem do bairro Pinhalzinho com as áreas de interesse (janeiro 2022)

A ortoimagem permite a análise de alguns pontos de interesse, principalmente para a compreensão do quadro correlacionado a ocupação do bairro Pinhalzinho, além disso essas são as localidades com mais incidência de enxurradas intensas, enquanto que no ponto I, é a área onde as pessoas relataram sofrer com enchentes e enxurradas intensas durante a aplicação dos questionários, 66,66% dos questionados relataram já ter presenciado

enxurradas intensas e 33,34% relataram ter presenciado enchentes. Neste ponto, torna-se visível que as localidades próximas ao rio Jaguari, ao norte e a leste da localidade mapeada, são caracterizadas como as áreas onde há os maiores terrenos. Já a outra porção do bairro, ao norte e a oeste, são as áreas com mais solo exposto, terrenos menores e casas mais simples, além disso são nessas áreas que há os relatos da existência de casos de enchentes, que chegam às portas das casas, como também enxurradas intensas, as quais podem ser resultado tanto da topografia do relevo, como também da falta de vegetação (áreas I e II na Figura 2). Além disso, por conta da falta de asfaltamento há o início de processos erosivos rasos (áreas III e IV), que indicam um escoamento intenso em épocas de chuva.

Quando são acrescidos os dados de MDT e MDS na análise, ficam mais evidentes as localidades que mais sofrem com esse quadro (enchentes e enxurradas), que é intensificado pela ação da sociedade, durante o processo de ocupação do relevo. Perini e Marcuzzo (2018) compreendem que o uso dos Modelos Digitais de Elevação (MDEs) possui uma enorme relevância para o mapeamento e delimitação as áreas de risco às enchentes, pois eles tornam possível a visualização e análise do relevo de forma “nua”, como também possibilita a visualização de como são distribuídas as ocupações ao longo da superfície.

Considerando a relevância em se compreender as características correlatas ao relevo, a Figura 3 demonstra quais são as características da superfície da área de estudo, no caso com a utilização do MDT.

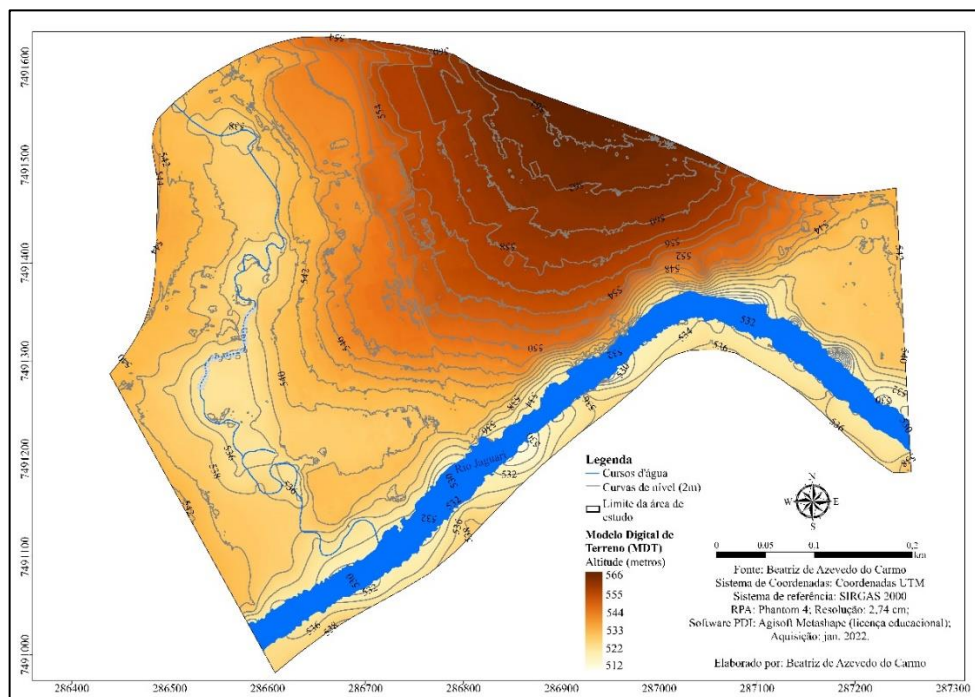


Fig. 3 Modelo Digital de Terreno do bairro Pinhalzinho, em Holambra

Na Figura 3 é possível a identificação das áreas mais baixas localizadas próximas aos cursos hídricos, essa característica do relevo favorece para que o fluxo de drenagem leve as águas pluviais direto para os rios. As localidades mais altas, encontram-se a nordeste no mapa, neste caso o sentido da drenagem se dá em direção aos dois cursos d'água na base do relevo (rio Jaguari e rio Ribeirão da Cachoeira). Com relação a amplitude do relevo, ela corresponde

a 54,34 metros, sendo que as áreas mais baixas do relevo possuem uma altitude de 511,57 metros e as localidades mais altas possuem sua altitude de 565,91 metros.

Considerando as áreas próximas ao Ribeirão Cachoeira, por suposição, a partir da própria dinâmica de escoamento superficial, é possível considerar que há a probabilidade da existência de casos hidrológicos. No entanto, os próprios moradores relatam que são nessas localidades que existem os problemas hidrológicos associados a enchentes e enxurradas, reafirmando a suposição.

A partir das análises do relevo, bem como do processo de uso e ocupação da terra, torna-se indispensável a presença de áreas com vegetação preservada de forma significativa, uma vez que sua função é preservar o solo, como também auxiliar na infiltração da água e reduzir o impacto e a força do escoamento superficial. Ainda mais considerando que na porção nordeste da área mapeada, encontram-se as localidades com mais áreas de solo exposto, como também de casos de enxurradas intensas.

Em contrapartida, o MDS, como definido por Carmo (2022), pode ser compreendido como o modelo que considera as construções e as formas de ocupação do relevo, não somente seu modelado, ou seja, considera tudo que está acima da superfície. Neste quesito, para a autora, esse modelo em conjunto com o MDT, oferecem subsídio para os estudos de vulnerabilidade socioambiental a enchentes e enxurradas, já que eles possibilitam uma análise mais ampla dos atributos físicos do relevo, os quais em conjuntos com os dados socioeconômicos trazem para debate como essas populações estão expostas ao risco e qual a sua capacidade de resiliência. Na Figura 4 é possível observar o MDS do bairro Pinhalzinho.

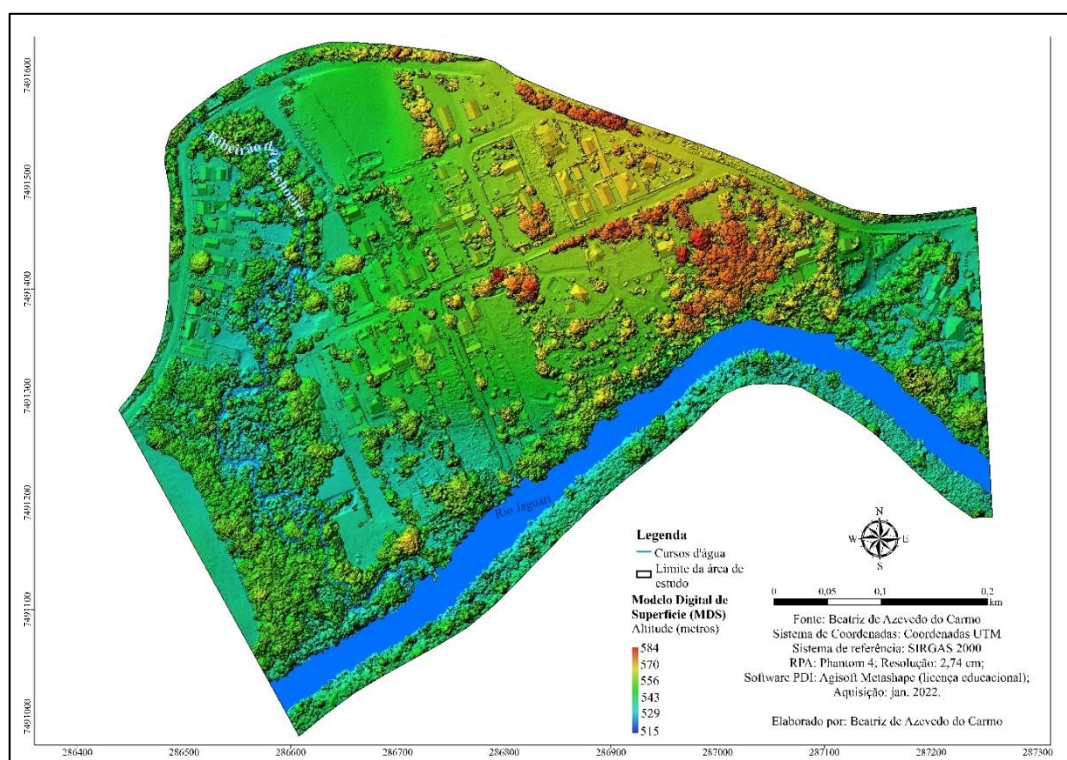


Fig. 4 Modelo Digital de Superfície do bairro Pinhalzinho, em Holambra

Nesta representação (Figura 5), é possível verificar que as áreas que se destacam referem-se aos dados de altitude da vegetação, que são altos (altura das árvores em conjunto com a

altitude do relevo), parte dela compõe a Área de Proteção Permanente (APP) do rio Jaguari, que quando comparado aos dados da Figura 3, é possível verificar que as altitudes mais altas correspondem as mesmas áreas em ambas as figuras. Assim, apesar de ser notória a quantidade de vegetação preservada, ainda se destaca a área ao norte com a pouca presença de vegetação em áreas declivosas, o que intensifica, como já mencionado, os fluxos de escoamento superficial na localidade.

Assim, para compreender de forma ampla os quadros referentes as taxas de vulnerabilidade socioambiental a enchentes e a enxurradas na área de estudo, para além dos dados referentes ao relevo e sua ocupação, foram acrescidos os dados socioeconômicos, os quais elucidam como vivem essas pessoas. Na Figura 5 é possível observar como se distribuem os dados de renda dos moradores na área de estudo.

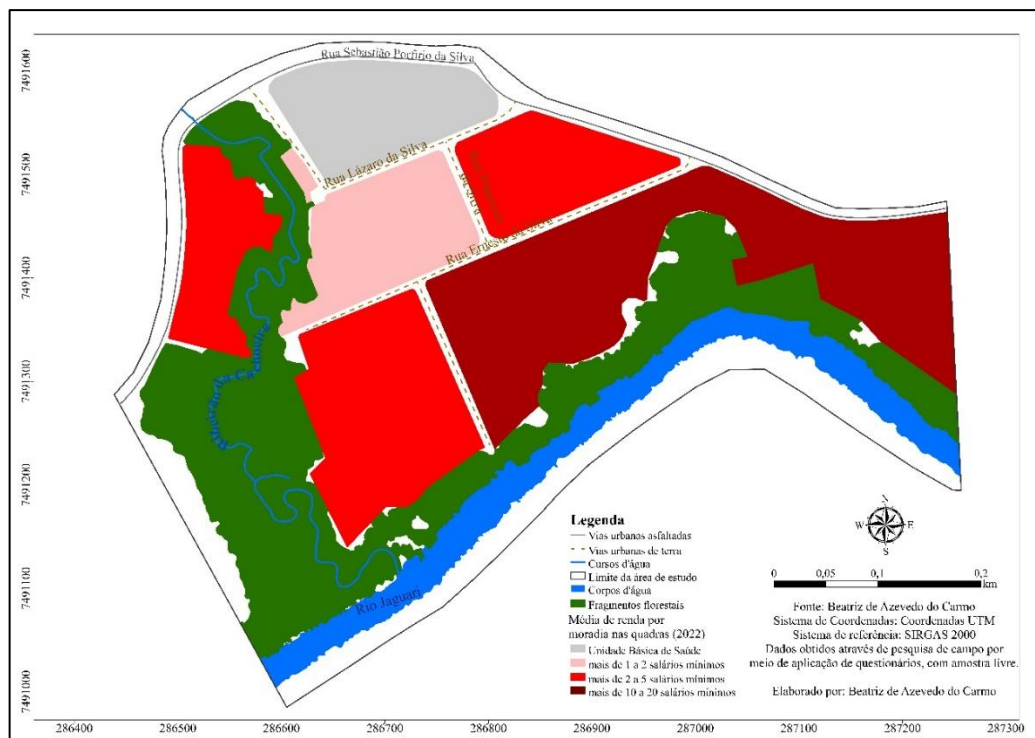


Fig. 5 Renda familiar dos moradores do bairro Pinhalzinho, em Holambra

Para alcançar os dados expostos na figura foi realizada uma média com as respostas obtidas dos residentes em domicílios nas quadras. Com isso, observa-se que o quarteirão maior é o que detém os maiores rendimentos, além disso nesta mesma quadra foi questionado sobre a escolaridade e nesta localidade é justamente onde as pessoas possuem ensino superior. Além disso, nas áreas onde há os menores rendimentos são também as localidades que mais concentram pessoas nas habitações de 5 a 6 pessoas, bem como são também a parcela da população com os menores índices de escolaridade (a maior proporção com ensino fundamental ou médio incompleto, mais de 60% dos entrevistados). Quando esses dados são comparados aos modelos (MDS e MDT) é perceptível que as localidades mais altas do relevo são ocupadas pelas famílias com maiores rendimentos, enquanto as áreas mais baixas são ocupadas pelas famílias com menores rendimentos.

Neste quesito, pode-se dizer que a topografia do relevo tem condicionado o processo de ocupação via renda, já que esses dados quando comparados induzem a percepção de classes

sociais distribuídas pelo relevo através de seus rendimentos. Ou seja, pessoas com menores rendimentos ocupam a base do relevo, geralmente próximas dos cursos hídricos, e consequentemente, em área propícia a eventos hidrológicos (enchentes e enxurradas), enquanto a parcela da população que detém os maiores rendimentos ocupa as localidades mais altas no relevo. Destarte, entende-se que em decorrência do desenvolvimento e ocupação desiguais do espaço urbano, bem como na apropriação diferencial do relevo, neste caso fica em evidência o processo de segregação social e ambiental (Nascimento, 2012). Na Figura 6 é possível evidenciar as diferenciações entre as paisagens no topo e na base do relevo.



Fig. 6 Exemplo das habitações que remetem a topografia social

Na figura, as imagens 1 e 2 são marcadas pela existência de casas de alto padrão, as quais estão nas localidades com as maiores altitudes no relevo e, consequentemente, mais próximas das vias asfaltadas. Já as imagens 3 e 4, as localidades nas áreas mais baixas e mais próximas do ribeirão Cachoeira, é notório que as casas são mais simples e com terrenos menores, são exatamente aquelas que relataram sofrer com casos de enxurradas e enchentes intensas.

Conectando essa percepção com as questões correlatas as dimensões da vulnerabilidade social, Barbosa *et al.* (2019) estabelecem que ela é composta por três dimensões: o capital humano (escolaridade), a infraestrutura (coleta de lixo e saneamento básico) e a renda (rendimento mensal). Sob essa perspectiva o dado com relação aos rendimentos mensais, já estão elucidados no mapa, com relação a infraestrutura, parte da população relatou durante a aplicação dos questionários a falta de saneamento básico, em especial o esgoto, já que o abastecimento de água começou de forma efetiva no bairro a três anos. A maioria da população relatou que o bairro tem coleta de lixo normalmente.

Diante do exposto, é possível verificar que as dinâmicas físico-territoriais do bairro influenciam diretamente no surgimento das enxurradas e enchentes, tanto pelo processo de ocupação do relevo, como também pelas questões correlatas aos aspectos da rede de drenagem e escoamento superficial, situação essa que coloca a população em situação de risco. Contudo, quando essas questões são conectadas aos questionamentos e características da população, nota-se que ela se encontra em situação desiguais de vulnerabilidade socioambiental a enxurradas e enchentes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na pesquisa, as características da vulnerabilidade socioambiental no bairro Pinhalzinho, em Holambra, se dá por diversos fatores, haja vista que os esforços da gestão pública se concentram na manutenção do mercado turístico consolidado localmente e com influência nacional e internacional, pelo agronegócio de flores e plantas ornamentais. Entretanto, é imperioso reiterar que o processo de planejamento e gestão urbanos devem contemplar toda a população, uma vez que é papel do Estado dinamizar as relações urbanas e ofertar qualidade de vida aos cidadãos em sua amplitude.

Em conjunto com as práticas de planejamento e gestão urbanos eficazes, é imprescindível a adoção de meios técnicos que propiciem a análise dos contextos urbanos das diversas realidades espacializadas. Tendo em conta que há a disponibilidade de pesquisas e equipamentos que contribuem com a aplicabilidade de tais técnicas, sob esta perspectiva, as geotecnologias trazem diversos ganhos a nível local para a análise, principalmente com dados de alta resolução, como é o caso das imagens advindas de ARP. Os MDS e MDT, podem ser considerados alguns dados básicos gerados por esse equipamento, sendo possível alcançá-los com as aeronaves mais simples do segmento, tornando o seu custo benefício atrativo para a utilização em análises urbanas.

Diante dos resultados alcançados durante a realização desta pesquisa, é possível confirmar que os dados com alta resolução alcançados com a ARP são eficazes na localização e análise das áreas onde há a existência de problemas socioambientais urbanos, vide as áreas suscetíveis a enchente e enxurradas, principalmente a partir da utilização dos modelos de elevação, compreende-se que eles servem bem para localizar áreas expostas ao risco, mas é necessário a combinação de diversas técnicas para práticas eficientes de planejamento e gestão. Em decorrência do custo-benefício de sua operação e reavaliação do quadro urbano, tornam-se mais adequados a realidade de cidades pequenas, tendo em vista que as mesmas sofrem com a ausência de dados orbitais pela dificuldade de obtenção de produtos com alta resolução espacial e temporal.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento da pesquisa de mestrado que deu base para a construção deste trabalho.

6 REFERÊNCIAS

Aguiar, T. C. (2016) **Planejamento ambiental: o desafio da interação sociedade/natureza.**, Consequência Editora, Rio de Janeiro.

Amaral, J. J. F. (2007) **Como fazer uma pesquisa bibliográfica**, s/ editora, Fortaleza.

Barbosa, I. R., Gonçalves, R. C. B., Santana, R. L. (2019) Mapa de vulnerabilidade social do município de Natal-RN em nível de setor censitário. **Revista Brasileira Crescimento Desenvolvimento Humano**, (29), 48 – 56.

Bernardes, J. A., Ferreira, F. P. M. (2005) Sociedade e Natureza. In: Cunha, S. B., Guerra, A. J. T. **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.

Carmo, B. A. (2022) **Os modelos digitais de terreno na caracterização da vulnerabilidade socioambiental a enchentes na periferia do espaço urbano de Holambra (SP) e as ações do planejamento urbano**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas (SP).

Freitas, M. I. C.; Cunha, L. (2013) Cartografia da vulnerabilidade socioambiental: convergências e divergências a partir de algumas experiências em Portugal e no Brasil. **URBE – Revista Brasileira de Gestão Urbana**, (5)1, 15 – 31.

Garcia, G. J. (2016) **Geotecnologias aplicadas ao planejamento e gestão ambiental**. Unesp/IGCE/CEAPLA, Rio Claro.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. (2012) Mapeamento de áreas de alto e muito alto risco a deslizamentos e inundações do município de Holambra (SP). **Relatório Técnico n. 131.179 – 205**, Holambra (SP).

Matias, L. F. (2005) Por uma economia política das geotecnologias. **X Encontro de Geógrafos da América Latina**, 8879 – 8899.

Nascimento, E. (2012) Produção de uma topografia social urbana. **Revista Mercator**, 11(26), 75 – 94.

Nunes, J. O. R., Sant’anna Neto, J. L., Tommaselli, J. T. G., Amorim, M. C. C. T., Perusi, M. C. A. (2006) A influência dos métodos científicos na Geografia física. **Terra Livre**, 2, 119 – 130.

Otero, E. V., Eltink, Y. (2016) Produção do espaço e legislação urbanística em uma pequena cidade metropolitana: Holambra-SP. **Boletim de Geografia**, 34, 63 – 80.

Rosa, R. (2005) Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do departamento de geografia**, 81-90.

Silva, D. Q. (2018) **Viabilidade e acurácia de VANT para monitoramento costeiro tridimensional**. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Smith, N. (1988) **Desenvolvimento desigual**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.