

MAPAS DE INUNDAÇÃO A PARTIR DO GEOPROCESSAMENTO: Estudo de caso no município de Três Corações-MG

Luan Silva Tristão¹

Profª. Esp. Luana Ferreira Mendes

RESUMO

Objetiva-se com esta pesquisa demonstrar, por meio de mapas, áreas vulneráveis a inundações no município de Três Corações-MG. Os mapas de inundação gerados por meio de geoprocessamento, são ferramentas que possibilitam delimitar superfícies expostas a riscos em períodos de cheias, e demonstram ser excelentes alternativas na prevenção, controle e gestão das cidades, bem como no planejamento urbano. A cidade de Três Corações localiza-se ao sul do estado de Minas Gerais e frequentemente passa por transtornos gerados pelas inundações provenientes das chuvas intensas e de longa duração na região. Tal abordagem se justifica devido a elevação do nível d'água do Rio Verde e Rio do Peixe nos anos 2000, praticamente, parar as atividades do município, gerando diversos impactos socioeconômicos e ambientais. Prever com antecedência risco e agravos com inundações transmite segurança à sociedade e minimiza os impactos. Para elaboração dos mapas, houve necessidade da captação de imagem do município geograficamente delimitada (IBGE), demarcação do percurso das Bacias hidrográficas que cruzam a área urbana municipal; entrevista com coordenador da defesa civil do município que forneceu dados, relatórios, registros dos eventos de inundação que ocorreram em anos anteriores e aplicação de programas computacionais, softwares, como: Google Earth PRO, Global Mapper, AutoCAD para elaboração dos resultados. A aplicação do geoprocessamento comprovou as áreas que são atingidas pelas inundações recorrentes. Verifica-se que o município se desenvolveu sem planejamento devido uma densa área urbanizada, constituída de residências e instituições públicas e privadas, serem atingidas nas inundações, inclusive a Câmara dos vereadores municipal e Escola de Sargentos das armas. Concluiu-se, pelas imagens, que bairros de diferentes classes, até mesmo, o centro da cidade são vítimas das inundações.

Palavras-chave: Inundações. Áreas Vulneráveis. Geoprocessamento.

¹ Acadêmico em Engenharia Civil do Centro Universitário do Sul de Minas- UNIS.
Luan.tristão@alunos.unis.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Em períodos com altos índices de precipitações, é comum deparar-se com áreas de inundações em diversas localidades, geradas pelo grande volume e tempo de concentração das chuvas que são maiores que a capacidade de drenagem local. Trata-se de um problema de gestão pública, saneamento básico e social.

Fenômenos de enchentes e inundações são naturais, e derivam de chuvas rápidas e fortes, excesso chuvas ou chuvas de longas durações, e se intensificam com as modificações provocadas pelo homem ao meio físico e a carência ou ausência do planejamento urbano.

Os transtornos provocados por inundações causam diversos impactos urbanos, ambientais, econômicos, praticamente, paralisam as atividades sociais, depredam o meio físico, desencadeiam dilemas, atinge as esferas epidemiológicas, além de vítimas fatais. Vários estudos, análises e projetos são desenvolvidos, constantemente, com a necessidade de melhorar o atual cenário e, migrar o sistema anterior a adequações necessárias.

Três Corações, MG, possui uma área total, urbana e rural, de 828,038 km² e população de 79.482 habitantes (IBGE,2019), é uma região que, em determinados locais, sofre periodicamente com os agravos causados por inundações. O município, atualmente, está sob o risco de desastres devido à defesa civil devidos às chuvas recorrentes na região.

Diante do exposto, no presente estudo, visa-se determinar as áreas de risco de inundação no município de Três Corações-MG, empregando as geotecnologias e o processamento dos dados (geoprocessamento) para elaboração de mapas. Tais tecnologias proporcionam análises geomorfológicas e levantamentos topográficos, medidas ideais ao município para o planejamento e gestão na prevenção de inundações.

O geoprocessamento tem se mostrado uma alternativa extraordinária para o desenvolvimento das cidades. Os mapas de inundação produzidos a partir dessa ferramenta derivam de canais, ideais, para a expansão adequada e análise precisa de pontos que sofrem com as cheias. O geoprocessamento opera com capacidade de armazenamento, manipulação, investigação e controle de dados, o que tem chamado atenção de poderes públicos e privados.

Determinar as regiões atingidas, mitigar os impactos causados pelas inundações no município e auxiliar no progresso do planejamento urbano é a intenção desta pesquisa.

2 INUNDAÇÕES URBANAS

Inundações são fenômenos causados pelo aumento do nível d'água que sai de sua calha natural atingindo níveis superiores de elevação. A história demonstra registros de inundações antes mesmo de concentrações urbanas. As inundações e enchentes em zonas urbanas constituem significativas consequências à sociedade. Tais consequências podem ocorrer devido à urbanização desordenada ou elevação natural do nível d'água das áreas ribeirinhas entre outros fatores que podem desencadear tal agravo.

2.1 Fundamentos de inundações em perímetros urbanos

As inundações em limites urbanos acontecem por dois fatores, sejam eles, isolados ou integrados:

- enchentes devido à urbanização: aumento da frequência e magnitude das enchentes devido a ocupação do solo com superfícies impermeáveis e rede de condutos de escoamentos. Adicionalmente o desenvolvimento urbano pode produzir obstruções ao escoamento com aterros e pontes, drenagens inadequadas e obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento.
- enchentes em áreas ribeirinhas - A urbanização é atingida pelo aumento do nível d'água. Esse tipo de evento se caracteriza pela invasão da urbanização que os eventos inundações extremos atingem, tal fenômeno tem ordem de retorno previsto.

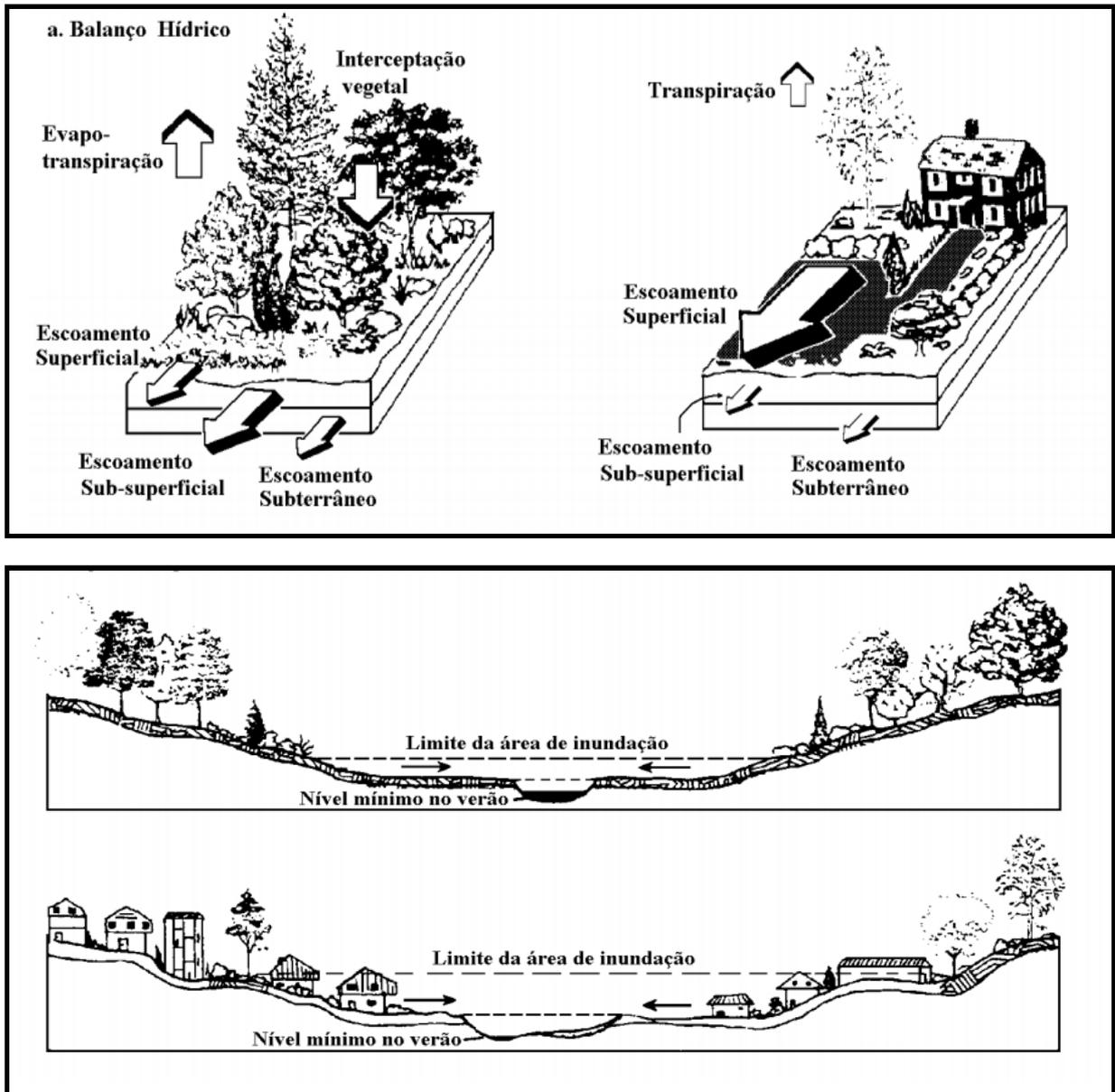
Para Tucci e Bertoni (2003, p.26), a medida em que as cidades vão se desenvolvendo, vai havendo modificações da cobertura do ambiente local e ciclo hidrológico natural, transições que provocam diversas mudanças geomorfológicas.

A urbanização traz ao meio físico alterações dos solos que passam a receber a pavimentação impermeável e drenar as águas pluviais em condutores de escoamento, alterando seu o ciclo natural, e trazendo como resultados: a diminuição da infiltração natural das águas pluviais no solo; aumento de escoamento superficial; perda da evapotranspiração da cobertura vegetal; excesso do volume d'água nos canais de drenagem; assoreamento; diminuição do nível

do lençol freático (principalmente quando a área urbana é muito extensa) reduzindo o escoamento subterrâneo por falta de alimentação (TUCCI,1997, p.5).

A figura 1, a seguir, representa como se comportam as águas pluviais quando a transição do ambiente natural para o meio urbanizado:

Figura 1- Escoamento pluvial em diferentes zonas.



Fonte: Schuller, 1987

Áreas mais baixas, próximas a rios, estão mais vulneráveis e, conseqüentemente, sujeitas a uma maior frequência de ocorrências de inundações. A possibilidade de ocorrências

de inundação altera-se conforme a respectiva cota da várzea. Sintetizando, as cotas altimétricas estão diretamente relacionadas ao zoneamento de inundação (TUCCI E BERTONI, 2003, p.82).

Os rios apresentam um ou mais leitos (canais de escoamento). O canal menor representa o curso de regime de escoamento natural ou de épocas de estiagem. O canal maior é aquele representado pelo aumento do nível d'água por diferentes lances, ou seja, conforme altimetria alcançada, na região inundada, na seção transversal do rio.

É natural o transbordamento, das águas, nos rios em períodos de intensas chuvas, nas regiões próximas às bacias. A proporção das inundações dependerá da área de drenagem dos rios e fatores variáveis que contribuem para a inersão do nível d'água. O modo como ocorre a ampliação da urbanização, também, resulta na dimensão das inundações e nas variações dos ciclos hidrológicos e dinâmicas naturais. (TUCCI, 1997, p.20)

Para Tucci e Bertoni, as enchentes e inundações “são consequência das precipitações e o aumento das vazões de escoamento superficial nos ambientes construídos, devido à falta de capacidade de transporte dos sistemas de drenagem urbana, alagando faixas ocupadas pelas edificações” (TUCCI; BERTONI, 2003, p.45). Quando inunda é porque o planejamento urbano falhou. (BOTELHO, 1998: pág. 4)

Machado relata ser extremamente difícil evitar um desastre natural, mas é possível reduzi-lo e mitigá-lo. (MACHADO et al., 2009).

2.2 Urbanização e legislação

O processo de urbanização é a modificação do meio rural ou natural, com objetivo de receber uma população com infraestrutura adequada, para o espaço urbano. Para que a urbanização aconteça, existe um conjunto de técnicas e aplicações de obras a serem executadas.

No Brasil, o estatuto das cidades prevê a elaboração do Plano Diretor municipal (P.D.M) na forma da lei com intuito da ordenação e preservação. O P.D.M deve ser dirigido ao desenvolvimento dos Municípios, a fim de designar as formas de uso e ocupação do solo e seu parcelamento, o disciplinamento das edificações, bem como as medidas de atendimento das

necessidades de educação, saúde e higiene, habitação e transporte, principalmente para a população de baixa renda.

Há também diretrizes específicas e voltadas ao saneamento básico, essas de responsabilidade dos municípios, na forma da lei. Enfatiza-se que o saneamento básico é necessário para o bem-estar e desenvolvimento humano.

O saneamento engloba abastecimento; esgoto sanitário; manejo de águas pluviais e resíduos sólidos. A ausência de saneamento básico desencadeia diversas estruturas da sociedade aos agravamentos.

No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição Federal de 1988 e pela Lei nº 11.445/2007, como conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejos de resíduos sólidos e de águas pluviais. (CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988).

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) é exigência prevista no Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), promulgado em 2013 pelo Governo Federal, e deve ser elaborado pelas prefeituras de todos os municípios do país como instrumento de planejamento e gestão nos municípios. Ressalta que é responsabilidade dos prefeitos as demandas de saneamento básico. (Segundo a Constituição Federal de 1988 e também a Lei 11.445/2007, cabe aos prefeitos a responsabilidade da titularidade, fiscalização e regulação dos serviços de saneamento básico nos municípios. Eles podem prestar o serviço diretamente ou delegar para companhias de saneamento básico estaduais e/ou privadas). (PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO, 2007)

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) deve garantir a promoção da segurança hídrica, prevenção de doenças, redução das desigualdades sociais, preservação do meio ambiente, desenvolvimento econômico do município, ocupação adequada do solo, e a prevenção de acidentes ambientais e eventos como enchentes, falta de água e poluição. (PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO, 2007)

Diante do exposto, a urbanização de forma desordenada, não atendendo aos requisitos da lei, configura-se um desacato à sociedade agravante de inundações e do desencadeamento de catástrofes socioambientais, socioeconômicas à população local e a montante.

2.3 Geoprocessamento

O vocábulo Geoprocessamento tem sido empregado para detalhar dados e superfícies de interesses multidisciplinares que abrange elementos de diferentes disciplinas, como por exemplo: Geografia, Cartografia, Ciência da Computação, Sensoriamento Remoto, Fotogrametria, Levantamento de Campo, Geodésia, Estatística, Pesquisas Operacionais, Matemática, Engenharia, etc (ROSA e BRITO, 1996, p.7)

Segundo Rodrigues (1993), Geoprocessamento é um conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações espaciais voltado para um objetivo específico. Na prática, o geoprocessamento atua com auxílio de diversos tipos de informações e dados que são processados por meio de técnicas matemáticas e computacionais. Uma das ferramentas do geoprocessamento para obtenção de informações e dados é o Sistema de Informação geográfica (SIG), no qual é gerado informações por meio da integração de dados geográficos. Tais dados permitem a criação de diferentes mapas, onde vários tipos de informações podem ser sobrepostas e interpretadas. O geoprocessamento vem sendo utilizado por vários governos municipais para a prática do planejamento urbano, o que permite a estes, além de monitorar; fiscalizar o crescimento dos municípios e planejar melhor o desenvolvimento das cidades.

Em um país com a amplitude territorial do Brasil, há escassez de informações aptas para tomada de decisões sobre as questões urbanas, ambientais e rurais, o geoprocessamento apresenta competência, principalmente se fundamentando em tecnologias de menor custo, em que o conhecimento seja adquirido localmente (CAMARA, 2001).

Para Xavier da Silva (1992), o uso do geoprocessamento permite ganhar conhecimento sobre as relações entre fenômenos ambientais, estimando áreas de risco, potenciais ambientais e definindo zoneamentos adequados.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) é uma técnica fundamentada em sistemas computacionais que permite capturar, modelar, manipular, recuperar, consultar, analisar e apresentar dados geograficamente referenciados o que auxilia na tomada de decisões (CAMARA, 1995).

O aumento desordenado das cidades em regiões próximas a corpos d'água, propicia deduzir a possibilidade destes locais serem atingidos pelas possíveis manifestações de inundações. As técnicas de geoprocessamento, auxilia na previsão dos cenários, otimizações estatísticas e tomada de decisão..

2.3.1 Parâmetros, indicadores e dados necessários

Os parâmetros, indicadores e dados necessários estão diretamente relacionados aos objetivos que pretende se conquistar. O geoprocessamento é uma ferramenta com diversas utilidades. Diante disso, cabe aos interessados, a partir das intenções a se alcançar, decidir quais dados, espaciais e alfanuméricos, adequados para se atingir os objetivos pretendidos.

Os dados necessários devem ser introduzidos na parte de planejamento , onde serão decididos quais os parâmetros serão utilizados e os resultados que se pretende obter. Os parâmetros podem ser considerados como uma medidas aproximadas de algumas características do mundo real. Os indicadores são os modelos a fim de quantificar os parâmetros e, os dados necessários serão parâmetro e dependem de dados do mundo real. Todavia, deve-se atentar as questões de subestimar e superestimar dados essenciais. (RODRIGUES, 1990)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para elaboração dos mapas de inundação de Três Corações-MG, foi realizado um estudo de caso no município. Estudo de caso é “uma verificação empírica que se pretende investigar sobre um corrente fenômeno dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos” (YIN, 2001, p.32).

Após a definição do problema da pesquisa e seus objetivos, mencionados na introdução, foi definida a estrutura conceitual teórica. Foi realizada pesquisa bibliográfica em livros e nos sites: SCIELO, Google acadêmico, partindo da premissa que a utilização do geoprocessamento é a atual tecnologia para apontamento, por meio de mapas, de regiões inundáveis, planejamento urbano e prevenção de exposição da população e seus bens.

Foi definido um protocolo para elaboração do estudo de caso.

A gestão da pesquisa foi desempenhada através da pentagulação de dados, que se baseia em:

- Entrevista com Coordenador da defesa civil do município de Três Corações -MG.
- Análise geomorfológica e hidrológica do território de estudo.
- Registro de enchentes em anos anteriores no município.
- Obtenção de imagens por satélite do território urbano de Três Corações -MG.
- Aplicação de dados aos softwares de geotecnologias.

Após o alcance do protocolo, foi desenvolvido um relatório de pesquisa, que resultou nesse artigo acadêmico.

A aplicação de dados utilizada para tal intento se sustenta na inundação dos anos 2000, inundação de maior intensidade conforme a história relata.

3.1 Área de estudo

Três Corações é um município brasileiro localizado no sul do estado de Minas Gerais, com aproximadamente 828 km² de área territorial, e população estimada em 79.482 mil habitantes (IBGE 2019). Situa-se a 839 m de altitude (21°41'41"S-45°15'19"O) em uma região de topografia irregular, relevo caracterizado como planalto, submetido a vários fenômenos adversos do tempo e do clima.

3.2 Análises geomorfológicas e hidrológicas da área de estudo

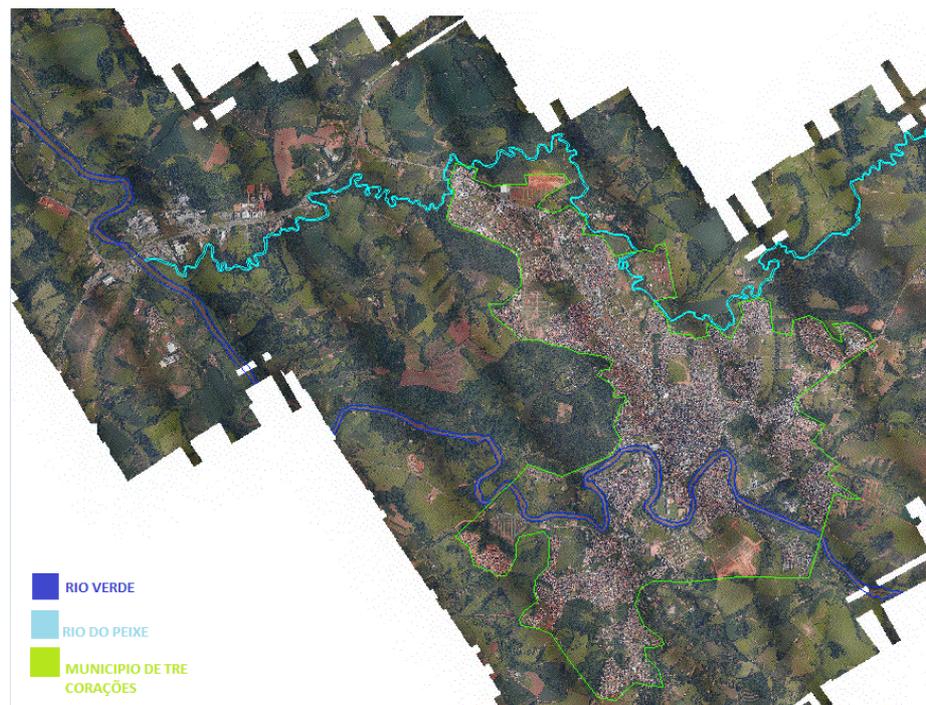
Três Corações- MG está localizado em um espaço geomorfológico de relevo característico como planalto, situado à bacia do Rio verde, sendo esse, o principal curso de água que cruza o território. A cidade também conta com sub bacias menores que integram a bacia do Rio Verde, tais como, Rio do Peixe, Rio Palmela e Rio Lambari.

O Rio Verde é mesmo na estiagem um rio caudaloso, com largura entre as margens variando entre 50 e 80 metros. Suas margens são, no perímetro urbano, formadas por taludes marginais com amplitude variando entre 3 e 8 metros e uma inclinação maior que 60 graus. É um rio com uma planície de inundação extensa. Essa configuração é compatível a um histórico de grandes aumentos da vazão do fluxo aquoso ao longo do tempo geológico.

Dentro da zona urbana existe a presença de um afluente na margem esquerda do Rio Verde conhecido como Ribeirão Espreado formado pela junção de dois córregos de drenagem. Dentro da zona urbana a noroeste do município temos a bacia do Rio dos Peixes com largura entre as margens variando entre 10 e 15 metros e margens também escarpadas com inclinação maior que 60 graus e amplitude variando entre 2 e 4 metros. É um rio meandrante com matas ciliares estreitas e têm uma planície de inundação parcialmente ocupada principalmente na margem esquerda.

Atualmente o Rio do Peixe vem passando por um processo de aterramento em mais de 2 metros de altura da planície de inundação para fins de expansão imobiliária. Isso é claramente um agravante para todo o comportamento hidrológico do fluxo aquoso em eventos de cheia (Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral Serviço Geológico do Brasil – CPRM)

Figura 2 - Mapa do município delimitando área urbana e rios



Fonte: adaptado de fotogrametria em escala real concedida pela empresa NORPLAN e tratada no software AUTOCAD

3.3 Históricos de enchente e inundações em Três Corações-MG

Desde de sua fundação, o município tem presença de áreas inundáveis. Dados fornecidos pela defesa civil e prefeitura municipal demonstram documentos e notícias aos eventos ocorridos.

As análises históricas, dos documentos, evidenciam registros de inundações ao longo de vários anos no município. Houve inundação no ano de 1986, porém, sem descrição do número de edificações e pessoas atingidas. Na inundação dos anos 2000, mais de 6000 pessoas foram atingidas, houve decreto de calamidade pelas autoridades municipal. Também há notícias de alagamentos no município nos anos de 2007, 2008 e 2009 com transbordamento do Rio do peixe, estes eventos, sem dados estatísticos. Em 2010 e 2011; 1200 pessoas foram atingidas, várias pontes de zonas rurais foram destruídas e casas interditadas pela temporada de chuva e cheias da bacia. Em 2011 e 2012, houve um pequeno evento pontual de alagamento sem danos à comunidade. Por fim, em 2012 e 2013, 125 pessoas foram impactadas pelo acúmulo de águas às margens do Rio Verde.

3.4 Confeção dos mapas

O programa Qgis, disponível gratuitamente em: https://www.qgis.org/pt_BR/site/, é uma plataforma de elaboração de mapas temáticos de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) de Código Aberto licenciado. Para a confecção dos mapas demonstrados, houve a necessidade de delimitação territorial disponibilizada pelo site do IBGE. Na aba de geociências é possível fazer downloads de: cartas de imagens, imagens aéreas e orbitais, mapas, malhas, além de conteúdos da INDE, atlas e arquivos Google Earth, entre outros; disponível gratuitamente em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>, a plataforma Qgis foi utilizada para manipulação dos mapas territoriais.

A metodologia utilizada para confecção dos mapas de manchas (hipsometria e logradouro) e, mapas com as curvas de nível d'água, foi gerada pelo programa GLOBAL MAPPER disponível para download gratuito em: (<https://pt.freedownloadmanager.org/Windows-PC/Global-Mapper.html>). Para confecção deve se ter conhecimento da área em estudo em interesse.

As imagens são disponibilizadas pelo próprio programa e atualizadas por satélite, ou pode se inserir imagens vindas de outras plataformas de dados. Para se gerar as marcas de

inundação, fez se necessária a inserção das cotas correspondentes ao histórico de inundação dos anos 2000 e o nível das bacias que cruzam o município.

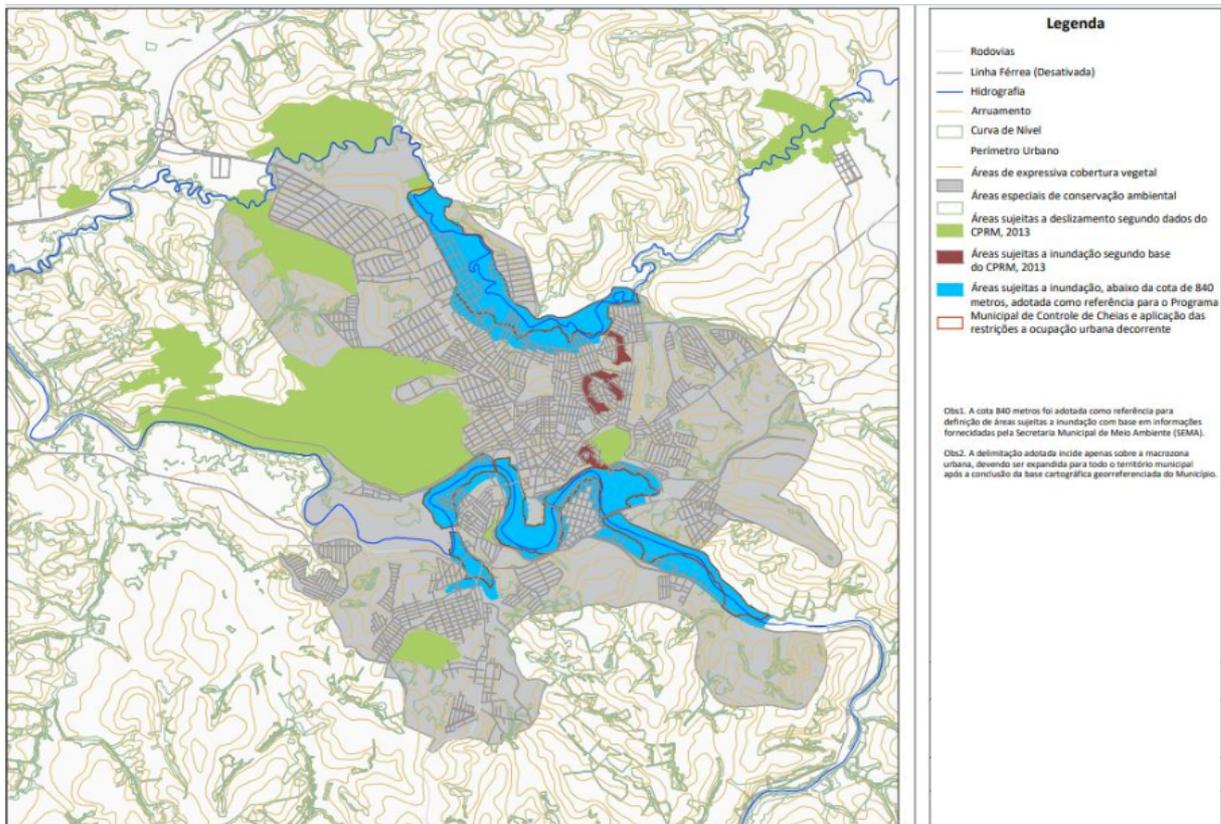
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Cenário Geomorfológico e hidromorfológico do município

Com zoneamento urbano próximo a várias bacias hidrográficas, superfície pouco permeável e falta de planejamento, de tempos em tempos, o município de Três Corações- MG sofre com inundações.

Os rios que cruzam o município estão inseridos em canais de macrodrenagem e por vários pontos, as águas, fluam próximos aos níveis das infraestruturas e concentrações urbanas; região constituída por vários taludes, zoneamento urbano com superfície de pavimentação asfáltica, pouco permeável, e áreas, sendo desmatadas, para adaptação do desenvolvimento urbano. Perante exposto, vários pontos, em Três Corações -MG, são atingidas pelas águas de inundações nos períodos chuvosos. A falta de conhecimento das regiões inundáveis é o principal fator das tragédias de inundações em Três Corações. Baseado no evento ocorrido nos anos 2000, com obtenção de imagens por satélites, Landsat 8, da NASA, e Spot , utilizados pelos softwares google earth e Global Mapper, tratamos as imagens determinando as regiões de risco em Três Corações-MG. Pela Figura 3, é possível verificar a ocupação do nível d'água no município em épocas de cheias.

Figura 3: Mapa de Manchas de Inundação do município de Três Corações-MG



Fonte: Igam, CPRM, IBGE

Os dados apresentados por Paulo Henrique Lopes, coordenador da defesa civil, mostra que: os meses críticos ocorrem, normalmente, em: Novembro, Dezembro, Janeiro e Fevereiro. Meses em que a, recorrentes, precipitações intensas e de longa duração na região.

4.2 Bairros considerados área de risco ao município

A entrevista com coordenador da Defesa Civil, nos forneceu, dados da contingência ocorrida nos anos 2000. Os dados demonstram os bairros atingidos pelas enchentes e inundações, coordenadas (UTM), grau de risco e o tipologia de risco. Também aponta o número de imóveis atingidos e número de pessoas que sofrem com as inundações. As imagens apresentam as inundações e áreas geoprocessadas atingidas. (PMTTC, 2000). Pelas figuras: 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10; é possível ver as tragédias que as inundações causam no município.

1. Localização: Bairro Cinturão Verde/ Rua Dona Glorinha de Paiva. UTM 23 k 474894 E 7599442 S. Grau de Risco: MUITO ALTO. Tipologia do Processo: Inundação. Situação: Potencial. Quantidade estimada de imóveis em risco: 160; Quantidade estimada de pessoas em risco: 640.

Figura 4 - Rua Glorinha de Paiva- Bairro : Cinturão Verde



Fonte: Defesa Civil- Município Três Corações

2. Localização: Bairro Jardim Santa Tereza & Feira de Gado/ Avenida Duque de Caxias. UTM 23 k 474219 E 7600452 S. Grau de Risco: MUITO ALTO. Tipologia do Processo: Inundação. Situação: Potencial. Quantidade estimada de imóveis em risco: 270; Quantidade estimada de pessoas em risco: 1.080.

Figura 5 - Avenida Duque de Caxias, Bairro - Santa Tereza



Fonte: Defesa Civil- Município Três Corações

3. Localização: Bairro Jardim Santa Tereza / Rua Dr. Roberto Cruz. UTM 23 k 473443 E 7599604 S. Grau de Risco: MUITO ALTO. Tipologia do Processo: Inundação.

Situação: Potencial. Quantidade estimada de imóveis em risco: 250; Quantidade estimada de pessoas em risco: 1.000.

Figura 6 -Bairro Santa Tereza



Fonte: Defesa Civil- Município Três Corações

4. Localização: Bairro Triângulo, Vila Salomão Naback & Vila Viana/ Avenida Santos Dumont. UTM 23 k 472247 E 7600214 S. Grau de Risco: MUITO ALTO. Tipologia do Processo: Inundação. Situação: Potencial. Quantidade estimada de imóveis em risco: 250; Quantidade estimada de pessoas em risco: 1.000.

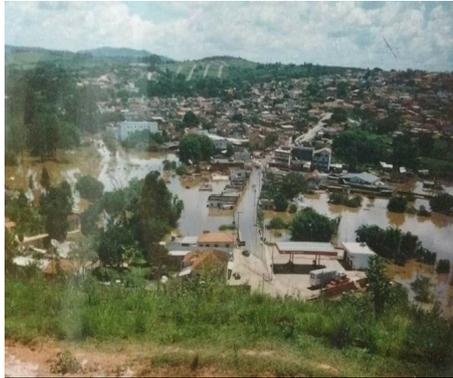
Figura 7 -Bairro Triângulo- Georreferenciamento da cota de enchente



Fonte: Defesa Civil- Município Três Corações

5. Localização: Bairro Ipiranga e São Sebastião/ Rua Cachoeirinha. UTM 23 k 472529 E 7599299 S. Grau de Risco: ALTO. Tipologia do Processo: Enchente. Situação: Potencial. Quantidade estimada de imóveis em risco: 65; Quantidade estimada de pessoas em risco: 260.

Figura 8 - Bairro Ipiranga e São Sebastião/ Rua Cachoeirinha.



Fonte: Defesa Civil- Município Três Corações

6. Localização: Bairro Vilas Boas & Jardim América/ Avenida Nhá Chica & Rua Groelândia. UTM 23 k 473190 E 7602773 S. Grau de Risco: MUITO ALTO. Tipologia do Processo: Inundação. Situação: Potencial. Quantidade estimada de imóveis em risco: 300; Quantidade estimada de pessoas em risco: 1.200.

Figura 9 - Bairro Jardim America- Georreferenciamento da cota de enchente



Fonte: Defesa Civil- Município Três Corações

7. Localização: Bairro Flora/ Rua Padre Joaquim Carneiro. UTM 23 k 462493 E 7606924 S. Grau de Risco: ALTO. Tipologia do Processo: Inundação. Situação: Potencial. Quantidade estimada de imóveis em risco: 130; Quantidade estimada de pessoas em risco: 520.

Figura 10 - Bairro Jardim Flora- Georreferenciamento da cota de enchente



Fonte: Defesa Civil- Município Três Corações

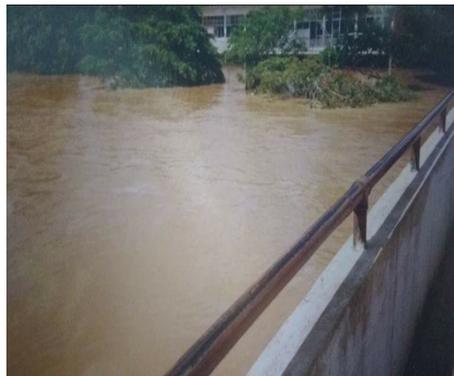
O centro do município no registro de referência, também, foi invadido pelas águas do Rio verde atingindo a: escola de sargento das águas (ESA) , órgão público de nível Federal, a rodoviária do município e deixando pontes submersas, impossibilitando acesso de bairros ao centro, no evento citado , pelas imagens 11 e 12, observa se submersão.

Figura 11 - Bairro Centro - Escola de sargentos das armas (ESA)



Fonte: Defesa Civil- Município Três Corações

Figura 12 - Bairro Centro - Ponte Bairro acesso centro



Fonte: Defesa Civil- Município Três Corações

A modelagem dos mapas, com geoprocessamento, possibilita simular vários lances alcançados pelas águas, facilitando a compreensão e o grau de risco de cada região, de acordo com a elevação que se pretende apresentar. Para a análise, utilizou se o alcance do nível d'água nos anos 2000.

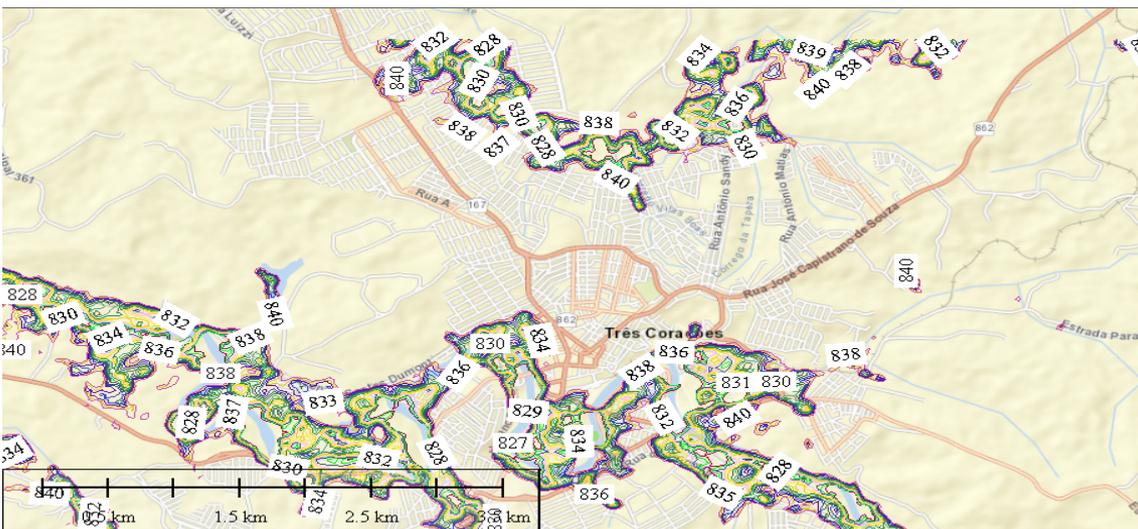
Foram geradas curvas de níveis referentes às cotas 827m, cota mínima, e 840m de elevação como cota máxima , altimetria que foi alcançada pelo nível d'água nos anos 2000, por meio dos mapas, na figura 13, 14 e no mapa de hipsometria na figura 15, é possível determinar zoneamentos de riscos

Figura 13 - Mapa de imagem e aplicação cotas-enchente (827,5 m a 840,0 m), cidade de Três Corações.



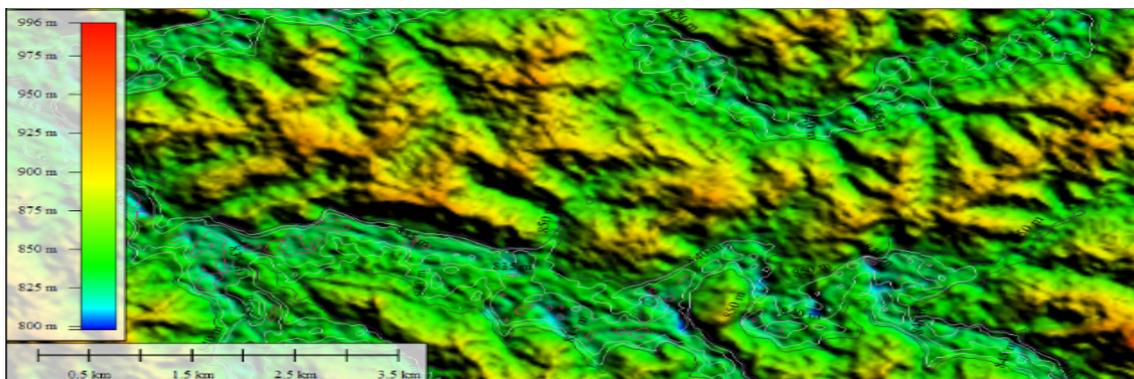
Fonte: Adaptado do software Global Mapper

Figura 14 - Mapa ruas e aplicação de cotas-enchente (827,5 m a 840,0 m), cidade de Três Corações



Fonte: Adaptado do software Global Mapper

Figura 15 - Mapa de hipsometria (cotas 827,5 m a 840,0 m), município Três Corações



Fonte: Adaptado do software Global Mapper

Por meio das imagens, é notável o quanto a urbanização está inserida em uma região de risco.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apontam as áreas que o nível d'água atingiu na enchente dos anos 2000. Para administração pública a aplicação do mapeamento de inundações ajuda na prevenção dos impactos e gestão das inundações recorrentes.

Verifica-se que vários órgãos públicos estão inseridos na zona de risco em Três Corações: a escola de sargento das armas, apresentada na figura 11; a câmara municipal; está construída ao lado do Rio Verde após a inundação dos anos 2000; além do grande número de edificações, isso demonstra falta planejamento urbano, sabendo dos problema e desgastes que são causados pelas inundações.

A elaboração dos mapas auxilia no planejamento adequado, antecipado, do município e a ações não estruturais nas áreas que sofrem pelos agravos periódicos. As ações preconizam se em:

- Sistema de alerta de inundações nos períodos de precipitações intensas
- Educação sócio-ambiental orientada ao controle de resíduos sólidos
- Seguros de bens
- Projetos ao uso e ocupação do solo
- manutenções em redes de drenagem

A tecnologia do geoprocessamento reduz mão de obra, tempo, obtém se resultados precisos e pode interpolar informações, além de registros. Pelo mapa é possível demarcar as áreas inundáveis e aplicar um distanciamento das regiões críticas. Sugeriu se a defesa civil a aplicabilidade do sistema para um desenvolvimento adequado. Os dados gerados são grande valor para o estudo do impacto das enchentes e sua gestão.

FLOOD MAPS FROM GEOPROCESSING: Case study in the municipality of Três Corações-MG

ABSTRACT

The objective of this research is to demonstrate, through maps, areas vulnerable to floods in the municipality of Três Corações-MG. Flood maps generated through geoprocessing are tools that make it possible to delimit surfaces exposed to risks in periods of floods, and prove to be excellent alternatives in the prevention, control and management of cities, as well as in urban planning. The city of Três Corações is located in the south of the state of Minas Gerais, and frequently goes through disorders caused by floods from intense and long-lasting rains in the region. Such an approach is justified due to the elevation of the water level of Rio Verde and Rio do Peixe in the 2000s, practically stopping the activities of the municipality, generating several socioeconomic and environmental impacts. Predicting risk and aggravation in advance of floods, transmits security to society and minimizes impacts. In order to prepare the maps, it was necessary to capture an image of the geographically delimited municipality (IBGE), demarcating the route of the hydrographic basins that cross the municipal urban area; interview with civil defense coordinator of the municipality who provided data, reports and records of the flood events that occurred in previous years and application of computer programs such as: Google Earth PRO, Global Mapper, AutoCAD to prepare the results. The application of geoprocessing proved areas that are affected by recurrent floods. It appears that the municipality developed without planning due to a dense urbanized area, consisting of public and private residences and institutions, being affected in the floods, including the city council. It concluded that, through the images, that neighborhoods of different classes, even, the city center are victims of floods

Keywords: Floods. Vulnerable Areas. Geoprocessing.

REFERÊNCIAS

BRASIL (2007) Lei de Saneamento Básico (Lei nº 11.445). Brasília.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio M.V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**.<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>.Capítulos 1 e 2.

PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE TRES CORAÇÕES, Disponível em: <<http://www.trescoracoes.mg.gov.br/planodiretor/http://www.trescoracoes.mg.gov.br/planodiretor/>> .Acesso em: 02.nov.2019

IBGE CIDADE, Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>

RODRIGUES, M. **Geoprocessamento: um retrato atual**. Revista Fator GIS. Curitiba, 1993.

SERVIÇO GEOLOGICO DO BRASIL (CPRM) - Disponível em : <http://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/Curso-aborda-enchentes,-alagamentos-e-inundacoes-2739.html>

TUCCI, C. E. M. **Água no meio urbano**, 1997

TUCCI, C. E. M. **Drenagem Urbana e Controle de Inundações**. In: CAMPOS, Heraldo & CHASSOT, Attico (Org).Ciências da Terra e meio ambiente. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1999.

TUCCI, C.E.M. **Inundações e Drenagem Urbana**. In: TUCCI, C.E.M e BERTON, J.C. (Org).Inundações Urbanas na América do Sul.Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003

XAVIER -DA-SILVA,J.**Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro: sn, 2001. 228 p.

YIN, R.Y. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. Tradução de Daniel Grassi.e ed. Porto Alegre:Bookman,2005.