



**O uso de geotecnologias para planejamento urbano de áreas de risco  
associados a dinâmica fluvial no perímetro urbano da capital Mato-  
Grossense Cuiabá**

**César Clemente Pires dos Santos**

UNIVAG - Centro Universitário

*cezarbiologo@gmail.com*

**Manoel Lemes da Silva Neto**

Pontifícia Universidade Católica de Campinas

*ladeur@ladeur.com.br*

**Jeane Aparecida Rombi de Godoy Rosin**

UNIVAG - Centro Universitário

*urbanista.jeane@gmail.com*

**Alex Reis Brito**

UNIVAG - Centro Universitário

*alexreisbrito@outlook.com.br*

**Eduardo Giacobbo Garcia**

UNIVAG - Centro Universitário

*giacobbogarcia@gmail.com*

**Julia Mendes**

UNIVAG - Centro Universitário

*juuhmenddes@gmail.com*



## **O USO DE GEOTECNOLOGIAS PARA PLANEJAMENTO URBANO DE ÁREAS DE RISCO ASSOCIADOS A DINÂMICA FLUVIAL NO PERÍMETRO URBANO DA CAPITAL MATO-GROSSENSE CUIABÁ**

**C. C. P. dos Santos, M. L. da Silva Neto, J. A. R. G. Rosin, E. G. Garcia. e J. Mendes. Magagnin**

### **RESUMO**

O planejamento urbano possibilita compreender e orientar a produção e /ou reprodução do espaço urbano, entretanto a realidade das cidades brasileiras evidencia a sua pouca ou não observação. A cidade de Cuiabá é exemplo dessa realidade, devido à má organização do espaço urbano ao longo dos anos, por conta de uma série de anomalias sócio espaciais, que proporcionaram a ocorrência de usos e ocupações inadequados, tornando as mesmas suscetíveis a inundações e alagamentos. Na perspectiva de identificação de áreas a cartografia de áreas de risco surge como ciência essencial, por propiciar a avaliação de quadros de vulnerabilidade ao risco. Neste sentido, intenciona-se desenvolver uma metodologia para mapeamento de áreas de risco associada a eventos naturais de origem pluvial, utilizando SIG e parâmetros físicos. A modelagem espacial possibilitou não somente identificar as classes de risco, mas a potencialidades da técnica desenvolvida para ser empregada no planejamento urbano e gestão urbana.

### **1 INTRODUÇÃO**

Nas cidades brasileiras, a conformação resultante das práticas do uso e ocupação do solo encontra-se associada aos impactos sócio ambientais decorrentes da dinâmica fluvial específicas de cada localidade. Dessa forma, a não observação das condicionantes geofísicas, em especial, nos processos de planejamento e gestão urbana, tem promovido, em diversas escalas, graves cenários de vulnerabilidade a riscos, sobretudo, durante os eventos de chuvas intensas, onde são registrados alagamentos e enchentes.

Este contexto, evidencia a importância de adoção de novas ferramentas que possam ser aplicadas ao planejamento e a gestão urbana, visando não somente a restringir processos inadequados de ocupação, mas que sobretudo, garantam as condições de uma vida saudável no meio urbano. Em meios as diversas abordagens discutidas no meio acadêmico, interessa para este estudo, o conceito apresentado por Silva (2010: 89p) onde o planejamento, é entendido como um processo técnico instrumentado para transformar a realidade existente no sentido de atender os objetivos previamente estabelecidos. Em tese não é um processo juridicamente imposto, mas uma técnica, que o administrador possa colocá-la em prática ou não. As técnicas e tecnologias que integram o processo de planejamento urbano possibilitam organizar e orientar o desenvolvimento urbano em suas diversas dimensões.

O Relatório de Pesquisa de Informações Básicas Municipais elaborado em 2017 apontou que 1.729 municípios declararam ter sido atingidos por alagamentos nos últimos anos,

tendo a maior concentração na Região Sul (53,9%) e a menor, no Nordeste (13,2%). O relatório também apontou que quanto maior a classe de tamanho da população dos municípios, maior a proporção destes atingidos por alagamentos. Esses eventos trazem, como seqüela, níveis abusivos de deterioração ambiental, tornando esse espaço urbano susceptível a ações de eventos naturais, gerando prejuízos, tornando-se comuns e evidentes no cotidiano urbano (OLIVEIRA, 2004).

Para a Estratégia Internacional das Nações Unidas para Redução de Desastres (UNISDR, 2002) os eventos naturais são processos ou fenômenos de origem natural potencialmente prejudiciais que ocorrem na biosfera, podendo causar sérios danos socioeconômicos às comunidades expostas. Esses eventos podem estar "associados a dinâmica atmosférica", provocando a "ocorrência de tempestades", vendavais, precipitação de granizo, estiagens e secas, ou são "associados a dinâmica fluvial", nesse caso, ocasionam enchentes, enxurradas e alagamentos (UNISDR, 2002).

Tucci (1997) conceituadas as enchentes como fenômenos naturais, que ocorrem regularmente nos cursos d'água devido a chuvas elevadas, em áreas urbanas, elas ocorrem devido à grande intensidade das chuvas por um longo período de tempo, dando origem aos transbordamentos dos cursos d'água provocados pelas mudanças atípicas no ciclo hidrológico em regiões a montante das áreas urbanas, ou ainda, na própria região urbanizada. Diferente das enchentes os alagamento e enxurradas ocorrem por meio do escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado, gerando danos materiais para população que ocupa geralmente as áreas consideradas de risco.

Estas áreas são passíveis de serem atingidas por fenômenos ou processos naturais ou induzidos, causando efeito adverso à população residente, à integridade física e ainda, perdas materiais e patrimoniais. Normalmente, no contexto das cidades brasileiras, as áreas de risco estão ocupadas espacialmente por população de baixa renda como assentamentos precários ou favelas, estando susceptíveis a ação destes fenômenos pelas características naturais e antrópicas.

Na perspectiva de identificação de áreas sujeitas a inundação, a cartografia das áreas de risco surge como ciência essencial, por propiciar a avaliação do risco por meio do emprego de diversas fontes de dados. Para isso os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) vêm ganhando importância, pois essa ferramenta garante introduzir, discutir, analisar e apresentar os dados cartográficos em formato 2D e 3D, gerando, assim, resultados de baixo custo para análise de desastres naturais, com diferentes níveis de desenvolvimento (RAMÍREZ et al, 2005, p.260).

Com esta finalidade vários estudos ganham importância, dentre eles as pesquisas desenvolvidas por BARTELS (1998), FEDRA (1998) e PRUPPERS (1998), onde os referidos autores evidenciam que tem sido recorrente para os processos de gerenciamento e análise de risco o auxílio do SIG, principalmente, pelos gestores de políticas públicas, pois a ferramenta demonstra maior agilidade e acurácia. O SIG possui uma gama de atributos e funções capazes de realizar a integração dos dados e gerar cálculos cumulativos para mapeamento de risco (PRUPPERS, 1998; COZZANI, 2006).

Menezes e Scoti (2012) apontam que a utilização do SIG pode auxiliar na identificação, mapeamento e modelagem de áreas de risco, sendo estes alinhados com os avanços

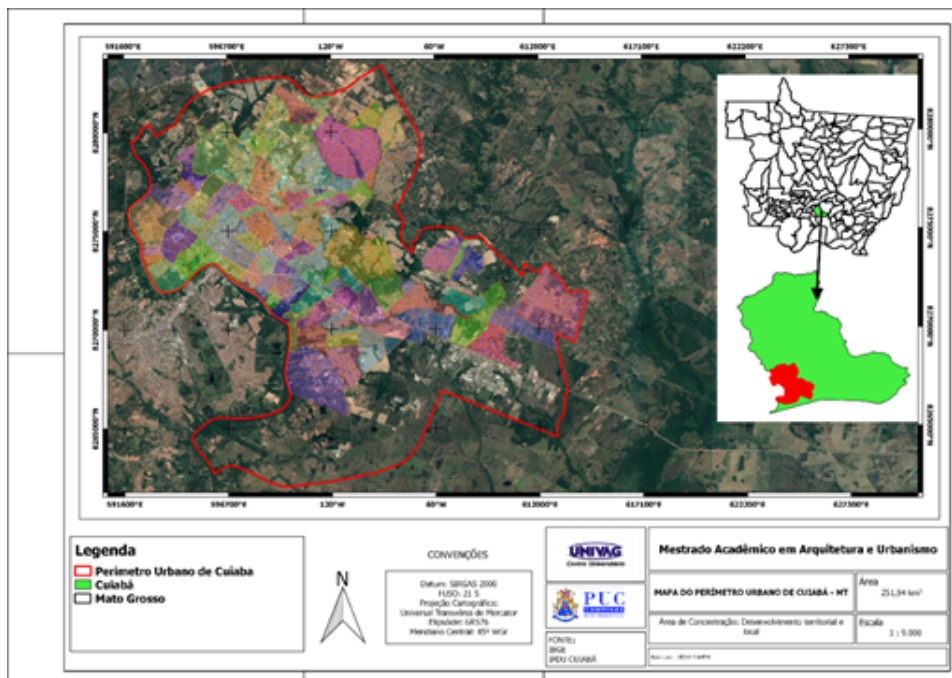
tecnológicos, devido a facilidade de acesso e gratuidade, sendo por meio da disposição de bases de dados, quanto pela facilidade operacional, tornando essa ferramenta indispensável e essencial.

A partir dos apontamentos realizados, o presente estudo desenvolve uma proposta metodológica para mapeamento de áreas de risco relacionados a dinâmica fluvial, utilizando parâmetros físicos de terreno com auxílio de SIG, na área urbana do município de Cuiabá, MT.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

### 2.1 Área de estudo

Cuiabá está situada na mesorregião centro-sul mato-grossense, especificamente, na microrregião Cuiabana, composta pelos municípios da Chapada dos Guimarães, Cuiabá, Nossa Senhora do Livramento, Santo Antônio do Leverger e Várzea Grande. A sede do município está situada junto às coordenadas geográficas 15°35'56" de latitude sul e 56°06'01" de longitude oeste (IPDU, 2007). O município de Cuiabá faz limite ao Norte com os municípios de Acorizal, Rosário Oeste e Chapada dos Guimarães, à Leste com o município de Chapada dos Guimarães, à Sul com o município de Santo Antônio do Leverger e à Oeste com os municípios de Várzea Grande e Acorizal. Conforme a legislação municipal vigente, Cuiabá e seus distritos têm uma área correspondente a 3.538,17 km<sup>2</sup>, dos quais 254,57 km<sup>2</sup> correspondem à Macrozona Urbana (Lei n° 4.719/2004) e 3.283,60 km<sup>2</sup> correspondem à Área Rural (IPDU, 2010). Sua população estimada é de 612.547 habitantes, com densidade demográfica de 157,66 hab/km<sup>2</sup> e crescimento populacional de 2,77% ao ano. Seu perímetro urbano atual é de 254,57 Km<sup>2</sup> e aproximadamente 540.814 habitantes residem em 115 bairros conforme apresentado na figura 1 (IBGE, 2019).



**Fig. 1 Mapa do perímetro urbano do Município de Cuiabá com base na Lei Complementar n.º 150/2007.**

## 2.2 Procedimentos operacionais

Para compor a base de dados e geração do modelo estrutural, utilizou-se a base de dados de relevo, altimetria, declividade, e curvatura vertical e horizontal do terreno referente ao meio físico disponíveis gratuitamente no site do Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE – TOPODATA, 2020).

De acordo com Evans (1972) a elevação é essencialmente um valor pontual da superfície terrestre acima do nível do mar. Em um Modelo Digital de Elevação (MDE) cada valor de um pixel está associado ao número digital, sendo o mesmo representado pelos valores de altitude na matriz Raster.

O mapa hipsométrico foi obtido através do mosaico de imagens com resolução espacial de 30 metros, gerado pela junção das folhas 14S58, 14S57, 14S55, 15S58, 15S57, 15S55, 16S58, 16S57 e 16S55 do MDE TOPODATA, e em seguida foi executado o processo de reclassificação utilizando o algoritmo *Rreclass* no QGIS 2.18, que permite a reclassificação altimétrica do relevo em intervalos regulares definidos (tabela 1), permitindo assim o melhor entendimento da topografia da área de estudo visando destacar porções específicas do terreno, e indicar que quanto maior a altitude menor será a probabilidade de inundação para uma determinada região devido à ação da lei da gravidade que direciona a água para as regiões mais baixas (Florinsky, 2002).

**Tabela 1 Classificação hipsométrica associada a eventos de natureza hidrológica**

Classe de altitude (m)	Classes de probabilidade de ocorrência	Peso
150 – 180	Muito elevada	5
180 – 210	Elevada	4
210 – 240	Moderada	3
240 – 270	Baixa	2
> 270	Nula	1

No que se refere a declividade do terreno, talvez seja o parâmetro do relevo mais importante em uma análise geomorfológica, pois os ângulos de declividade controlam a disponibilidade da força gravitacional das formas de relevo (Strahler, 1956). A declividade representa a máxima inclinação com a horizontal sendo calculada, em graus ou porcentagem, como o ângulo entre os planos tangente e horizontal em um determinado ponto da superfície. O mapa de declividade foi gerado através do mosaico do MDE TOPODATA com auxílio da ferramenta *Slope* de análise de terreno no SIG Quantum GIS. Neste estudo optou-se pela representação da declividade em porcentagem (**tabela 2**), tendo como produto final um arquivo gerado com a nomenclatura *Slope*, seguindo as cinco classes de declividade de acordo com os critérios da EMBRAPA (1979).

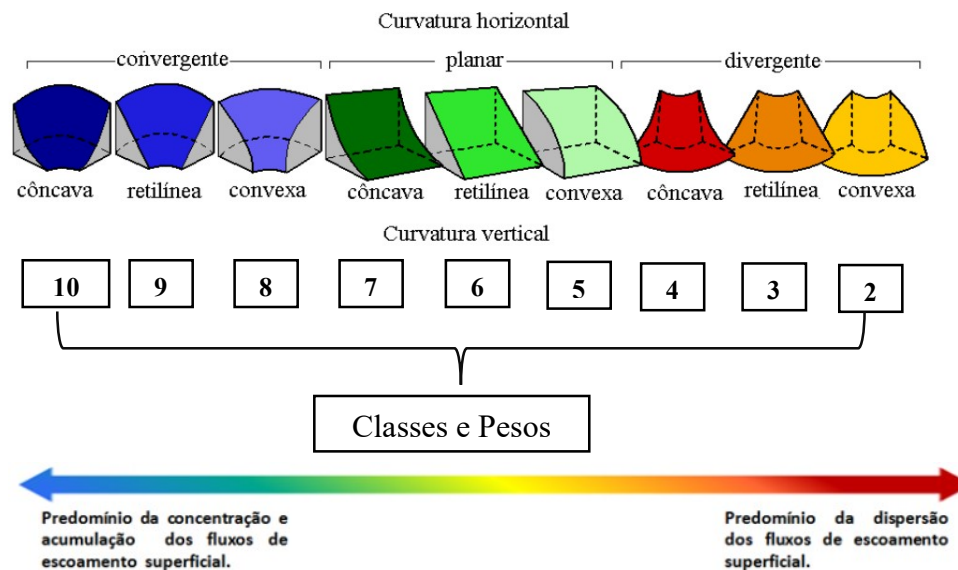
**Tabela 2 Classificação da declividade associada a eventos de natureza hidrológica.**

Declividade (%)	Classes de probabilidade de ocorrência	Pesos
0 – 2,5	Muito elevada	5
2,5 – 5	Elevada	4
5 – 7,5	Moderada	3
7,5 – 15	Baixa	2
>15	Nula	1

Para Valeriano (2008) a curvatura vertical expressa o formato da vertente quando observada em perfil, ela é definida com a segunda derivada da altitude, o que pode ser descrita como a variação da declividade ao longo de uma determinada distância. Traduzindo tais definições para a percepção comum, refere-se ao caráter convexo/côncavo do terreno, quando analisado em perfil. Já a curvatura horizontal expressa o formato da vertente quando observada em projeção horizontal. É também definida como uma derivada de segunda ordem, porém, não da elevação, mas das curvas de nível. A curvatura horizontal se traduz no caráter de divergência ou convergência das linhas de fluxo.

Valeriano (2008) propôs a combinação destes dois modelos distintos para fornecer meios interpretativos de maneira equivalente. Foi realizado a combinação dos dois tipos de curvatura, tendo como representação final a caracterização das formas de terreno, associadas diretamente às propriedades hidrológicas e de transporte de sólidos.

Para interpretação dos modelos de curvatura do terreno de maneira equivalente, foi utilizada a combinação dos dois arquivos distintos através do somatório dos mesmos utilizando a ferramenta *Raster Calculator* no QGIS 2.18. O produto gerado pelo somatório dos dois modelos representa a caracterização das formas de terreno associadas diretamente às propriedades hidrológicas e de transporte de sólidos com base nos estudos de Evans (1972). Foram atribuídos pesos a cada forma do terreno e dinâmica hidrológica sendo o maior valor (10) representando a forma côncavo-convergente, que na sua dinâmica ocorrerá a máxima concentração e acúmulo do escoamento, e o valor mínimo (2) representando a forma convexa-divergente, que apresenta a máxima dispersão do escoamento para as outras formas de terreno conforme apresentado na figura 2.



**Fig. 2 Combinação das curvaturas para caracterização das formas de terreno e pesos atribuídos. Valeriano, 2008.**

Para o mapeamento da suscetibilidade de inundação e alagamentos, foi utilizado o método de Análise Hierárquica (AHP), criado por Saaty (1977), que consiste em construir uma escala de importância entre os elementos analisados para em posterior colocá-los em uma matriz de relacionamento para ser feita uma comparação pareada, podendo assim haver uma percepção de que há uma hierarquia de importância entre os mesmos, sendo eles: a hipsometria; a declividade; e as formas de curvatura do terreno.

A modelagem espacial para confecção do mapa de risco utilizando os parâmetros (PCH, PCD e PCT) e os pesos estabelecidos estão descritos na equação (1), na qual representará as áreas suscetíveis à inundação e alagamentos. Desta forma, multiplicou-se os pesos estatísticos encontrados pelo seu respectivo fator, utilizando a ferramenta *Raster Calculator* no Sistema de Informação Geográfica QGIS.

$$SIA = Pe_1 * PCH + Pe_2 * PCD + Pe_3 * PCT \quad (1)$$

Onde:

SAI: Suscetibilidade a inundação e alagamentos;

Pe<sub>1</sub> (0,101) Pe<sub>2</sub> (4.333) Pe<sub>3</sub> (4.714): Pesos estatísticos determinados para os fatores.

PCH: Pesos classes de hipsometria (vide tabela 1)

PCD: Pesos classes de declividade (vide tabela 2)

PCT: Pesos classes de terreno (vide figura 2)

Feita as ponderações das variáveis hipsométricas, de relevo e de curvatura as mesmas foram hierarquizadas de acordo com seus graus de suscetibilidade à inundação e alagamentos, em faixas de suscetibilidade variando entre os valores máximo e mínimo dos pesos encontrados nas classes de cada fator. Assim, foram adotadas cinco faixas de suscetibilidade, sendo estas: nula, baixa, média, alta e muito alta, baseado no trabalho de Ouma e Tateish (2014), sendo representadas espacialmente em formato de mapas digitais ou impressos no compositor de mapas do QGIS.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A hipsometria do perímetro urbano de Cuiabá variou entre 180 m (AltMin) a 270 m (AltMax) em relação ao nível do mar, sendo representado por 38,41% de altitudes variando entre 210 a 240 metros (figura 3), seguido por 38,21% de altitudes entre 180 a 210 metros (figura 3). Associados aos eventos de origem fluvial, as áreas com altitudes entre 180 a 210 metros são consideradas de fragilidade elevada devido a dinâmica de deslocamento da água, que tende a escoar das altitudes mais elevadas, para as áreas com menores altitudes, caracterizadas como áreas de fundo de vale no perímetro urbano de Cuiabá.

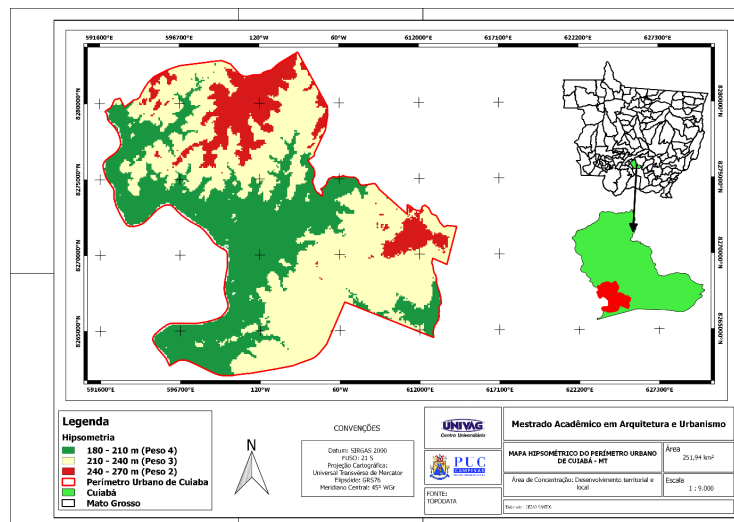
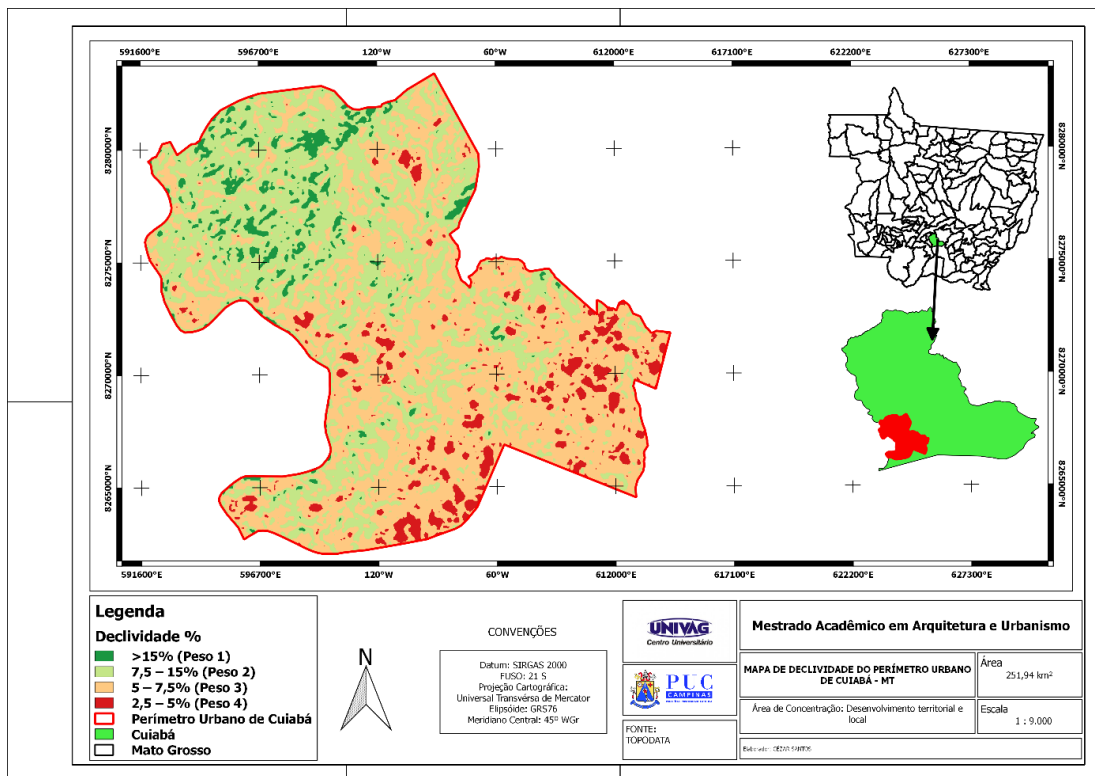


Fig. 3 Mapa hipsométrico do perímetro urbano do Município de Cuiabá

Associada a dinâmica dos eventos de origem fluvial, a declividade está relacionada à velocidade do escoamento superficial, e ao tempo de concentração que a água ficará na região. Foi identificado que áreas como relevo plano e com declividades que variam entre 2,5 a 5% (figura 4) são altamente susceptíveis à ocorrência de cheias e alagamentos, devido ao acúmulo de escoamento. Em contrapartida as áreas com relevo ondulado superior a 15%, podem desencadear o carreamento de sedimentos e o transporte em alta velocidade da água proveniente dos eventos de origem fluvial para as regiões mais planas. O relevo ondulado representou 42,15% de toda declividade do perímetro urbano de Cuiabá, variando entre 7,5 a 15%, seguido pela classe de declividade de 5 a 7,5%, correspondendo ao relevo suavemente ondulado de acordo com a EMBRAPA (1979).



**Fig. 4 Mapa de declividade do perímetro urbano do Município de Cuiabá**

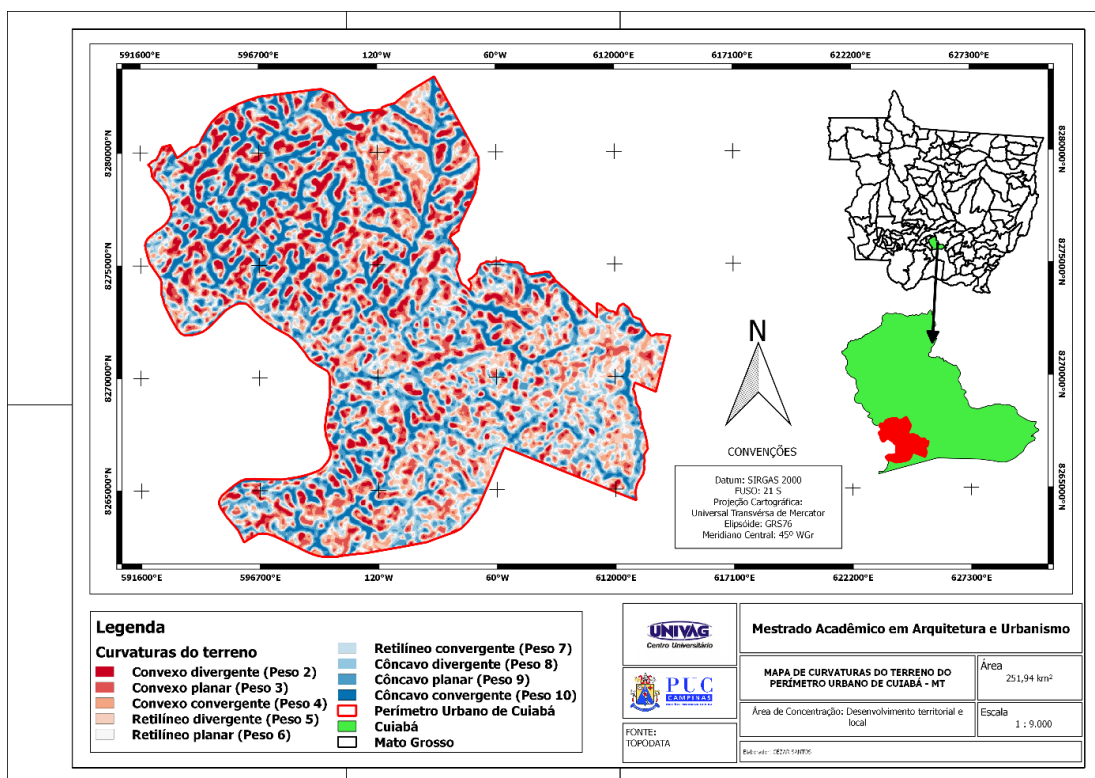
Segundo Araújo (2006), as curvaturas representam a caracterização das formas do terreno, às quais se associam diretamente as dinâmicas hidrológicas e de transporte de materiais sólidos.

A curvatura horizontal indica uma relação direta com o escoamento superficial nas vertentes e com a concentração e dispersão dos fluxos de água. Assim, verificou-se que 40% da área estudada apresentou vertentes com curvatura horizontal convergente ou muito convergente, ou seja, vertentes com maior potencial ao transporte de partículas maiores e à erosão pluvial.

A curvatura do terreno classificada como retilínea convergente apresentou a maior proporção (21,09%), se comparada aos 9 modelos de formas de terreno, seguido por 19,31% classificados como côncavo divergente (figura 5). Referente a dinâmica de concentração e acúmulo do escoamento, o perímetro urbano de Cuiabá obteve 33,37% das áreas mapeadas com características de áreas alagáveis ou áreas inundáveis, sendo

representado pelos modelos de terreno com características côncavas representados pelas colorações em tom de azul (figura 5).

Em relação à dispersão do escoamento superficial, o perímetro urbano de Cuiabá apresentou 12,41% das áreas mapeadas com essas características, sendo representadas pelas classes convexas de curvatura do terreno, distribuídas espacialmente em áreas de dispersão com altitudes mais elevadas e relevo ondulado, representadas pela coloração em tons de vermelho na figura 5. Segundo Valeriano (2008) essas classes apresentam a dinâmica de escoamento superficial de baixa energia relacionado ao transporte e de remoção das partículas do solo, portanto, apresentam baixa vulnerabilidade à perda de solos.

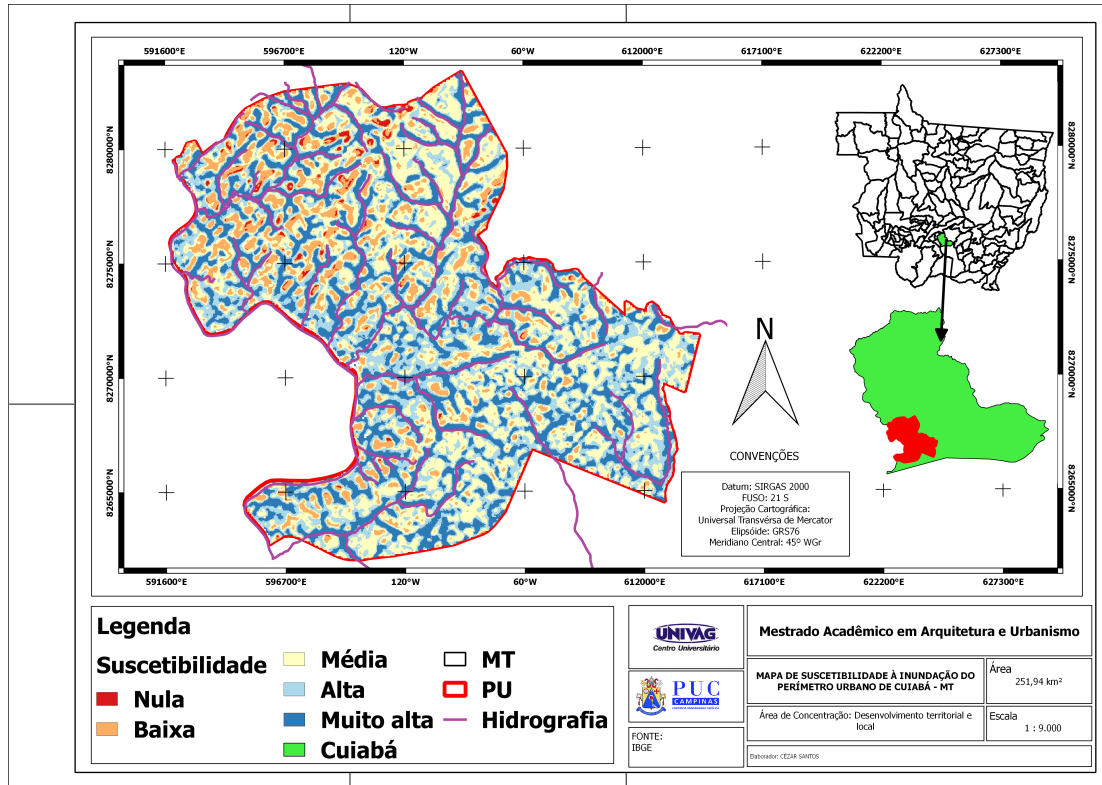


**Fig. 5 Modelos de curvatura do terreno no perímetro urbano do Município de Cuiabá.**

Os resultados obtidos através da modelagem espacial utilizando os parâmetros declividade, hipsometria e curvatura de terreno, e estabelecimento de pesos por meio da matriz de decisão originaram um mapa de suscetibilidade, permitindo identificar o grau de influência de fator ao risco de alagamentos e enchentes no perímetro urbano do município de Cuiabá (figura 6).

A modelagem evidenciou que 41,54% do perímetro urbano de Cuiabá apresentou áreas de alta suscetibilidade de ocorrência de alagamentos ou enchentes, seguido por 29,53% das áreas classificadas como de média suscetibilidade (figura 6). Por sua vez, a categoria nula representou apenas 1,12% das áreas, tendo como características específicas o relevo acima de 15%, altitudes que variam entre 240 a 270 metros e o modelo de curvatura de terreno convexo divergente. A classe de risco muito alta obteve sua representatividade em torno de 15,79% em todo perímetro urbano de Cuiabá, nestes pontos estão associados

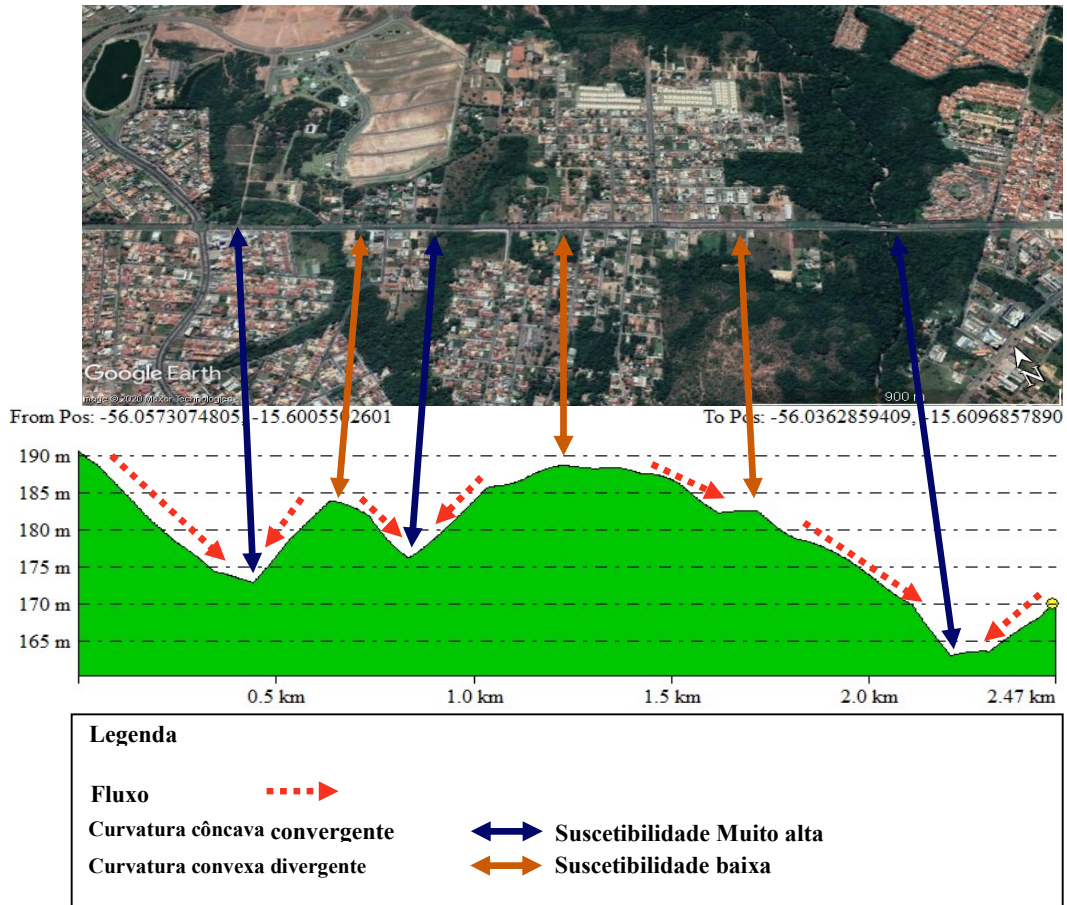
majoritariamente, os cursos d'água e fundos de vale que envolvem o município (figura 6). Entre as características potenciais que deram origem as áreas de alta suscetibilidade estão a elevação variando entre 180 a 210 metros, o relevo plano com declividade variando entre 2,5 a 5%, os fundos de vale com a predominância de neossolos com alto grau fragilidade hídrica e o modelo de curvatura côncava convergente.



**Fig. 6** Mapa de suscetibilidade de inundação e alagamentos do perímetro urbano de Cuiabá.

É possível observar em um trecho delimitado de 2,47 Km em umas das principais vias do Município de Cuiabá, que o perfil horizontal do terreno evidenciou a espacialização do modelo de curvatura côncava convergente (figura 7), e nos trechos caracterizados como fundo de vale - com a presença de cursos d'água inseridos nas áreas de preservação permanente (APP's). Enquanto que, nos trechos com o modelo de curvatura convexa divergente (figura 7) o perfil demonstrou que essas áreas que possuem características antrópicas, com implantação de conjuntos residenciais com altas taxas de impermeabilização do solo.

Nascimento e Costa (2019) identificaram características peculiares em áreas de alta suscetibilidade, eles identificaram que essas regiões possuem o relevo plano, próximos as redes de drenagem, onde estão localizadas as planícies de inundação, combinado com a presença de superfícies densamente ocupadas e impermeabilizadas devido ao processo de urbanização.



**Fig. 7 Perfil horizontal evidenciando as áreas de suscetibilidade de inundação e alagamentos em um trecho delimitado do perímetro urbano de Cuiabá.**

Conforme comprovando por Nascimento e Costa (2019) a utilização do SIG e metodologias de mapeamento hierárquico por matriz de decisões, apresentam resultados satisfatórios. O Método proposto possibilitou observar que, a dinâmica de fluxo da água se origina nas áreas de baixa suscetibilidade com formas de terreno convexo divergente, com maior elevação e relevo ondulado, para as regiões de alta suscetibilidade. Estas regiões possuem características específicas como a forma do terreno côncava convergente e elevações variando entre 150 e 180 metros e relevo plano.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O atual Plano diretor do Município de Cuiabá (Lei complementar 150/2007), assim como de muitos municípios do País aponta que o zoneamento é uma forma de planejamento físico territorial visando o mapeamento de áreas diferenciadas, porém não é estabelecido o zoneamento demarcando as áreas de inundação, visando garantir o monitoramento dessas áreas de maneira planejada. O artigo 42<sup>A</sup> da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei nº 12.608/12) estabelece que deve ser incluso nos planos diretores dos municípios, as áreas suscetíveis à ocorrência de inundações. A mesma lei aponta ainda que é necessário realizar o mapeamento das áreas suscetíveis, para que ocorra o devido planejamento.

A metodologia aplicada neste estudo possui o caráter inédito, pois utilizou como parâmetro principal a utilização dos modelos de curvatura de terreno para identificação desses

eventos. Valeriano (2008) elaborou um documento técnico para orientar o uso de dados TOPIDATA para análises geomorfométricas. Embora existam várias metodologias utilizando SIG e parâmetros físicos para identificação de áreas de vulnerabilidade a alagamentos e inundação, não foram identificadas referências da utilização de modelos de curvatura de terreno na identificação desses fenômenos.

Mapear as áreas de risco é um instrumento importante na prevenção e controle da gestão de inundações. A metodologia apresentada neste trabalho visa preencher parte desta lacuna, sendo de fácil aplicação e de custos não onerosos, utilizando SIG e parâmetros físicos para o mapeamento. Para finalizar, espera-se que com o presente trabalho possa contribuir para as ações de prevenção e mitigação de desastres de origem hidrológica, fornecendo subsídios aos gestores municipais, especialmente para Defesa Civil.

## 5 REFERÊNCIAS

- Araújo, E.P. (2006) Aplicação de dados SRTM à modelagem da erosão em microbacias por geoprocessamento. **Dissertação de mestrado**, INPE, São José dos Campos. 88p.
- Bartels, C. J., Van Beurden, A. U. C. J. (1998) Using geographic and cartographic principles for environmental assessment and risk mapping. **Journal of Hazardous Materials**, v. 61, p. 115–124.
- Brasil. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 abr. 2012. Seção 1, p. 1 - 4
- Brasil. IBGE. **Cidades**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/cuiaba.html>. Acesso em: 11 jul. 2019.
- Cozzani, V. et al. (2006) Application of land-use planning criteria for the control of major accident hazards: A case-study. **Journal of Hazardous Materials**. v. 136, p. 170–180.
- Cuiabá, Prefeitura Municipal de. (2010.) **Perfil Socioeconômico de Cuiabá**. – Cuiabá: IPDU/Ed. Central de Texto.
- Cuiabá. Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano (IPDU). **Plano Diretor de Desenvolvimento Estratégico de Cuiabá: Lei Complementar nº 150 de 29 de janeiro de 2007**. Cuiabá.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. (1979) Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **In: Reunião técnica de levantamento de solos**, 10, 1979, Rio de Janeiro. Súmula...Rio de Janeiro, 83p.
- Evans, I. S. (1972). General geomorphometry, derivatives of altitude, and descriptive statistics. In: CHORLEY, R. J. (Ed.). **Spatial analysis in geomorphology**. London: Harper & Row, Publishers.

Fedra, K. (1998) Integrated risk assessment and management: overview and state of the art. **Journal of Hazardous Materials**, v. 61, p. 5-22.

Florinsky, I. V., Eilers, R. G., Manning, G.R., Fuller, L.G. (2002) Prediction of soil properties by digital terrain modelling. **Environmental Modelling & Software**, n 17, p 295-311.

Menezes, D. J; Scotti, A. A. V. (2013) Inventário de registro de inundações no estado do Rio Grande do Sul entre 1980 e 2010. In: Robaina, L. E. de S; Trentin, R. (Org.). **Desastres naturais no Rio Grande do Sul**. Editora UFSM, Santa Maria. 163 - 179 p.

Nascimento, P, W, F dos., Costa, V, C da. (2019) Análise multicritério da suscetibilidade a inundações na bacia do rio grande, baixada de Jacarepaguá município do rio de janeiro. In: **Simpósio Brasileiro de geografia física aplicada**. Fortaleza Ceará.

Oliveira, E. L. de A. (2004) Áreas de risco geomorfológico na bacia hidrográfica do arroio Cadena, Santa Maria-RS: zoneamento e hierarquização. 147f. **Dissertação de Mestrado em Geografia**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Ouma, Y. O. & Tateishi, R. (2014). Urban flood vulnerability and risk mapping using integrated Multi-Parametric AHP and GIS: **methodological overview and casa study assessment**. Rev. Water. 6: 1515-1545.

Pruppers, M. J. M. et all. (1998) Accumulation of environmental risks to human health: geographical differences in the Netherlands. **Journal of Hazardous Materials**, v. 61, p. 187–196.

Ramírez, P. E et al. (2005) Metodología para crear mapas de peligros naturales em Guipúzcoa utilizando SIG, **GeoFocus (Artículos)**, nº 5, p. 250-267.

Saaty, T. L. A. Scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of mathematical psychology**, 15, p. 234-281, 1977.

Scotti, A.A.V.; Menezes, D.J., Mapeamento da suscetibilidade e perigo de inundação em Rosário do Sul - RS, **XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia**, Gramado, 2014.

Silva, J. A da. (2010) **Direito Urbanístico Brasileiro**. 6ª ed. São Paulo: Malheiros.

Strahler, A.N. (1956) Quantitative slope analysis. **Geological Society of America Bulletin**, n. 67, p. 571-596.

Tucci, C.E.M. (2007) Estimativa do Volume para Controle da Drenagem no Lote. **Anais III Seminário Nacional de Drenagem Urbana**. ABRH. Curitiba.

UNISDR. (2002) Unted Nations International Strategy for Disaster Reduction. **Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives**. Preliminary version. Geneva: UNISDR.

Valeriano, M. M. (2008). **TOPODATA: guia para utilização de dados geomorfométricos locais**. São José dos Campos: INPE.