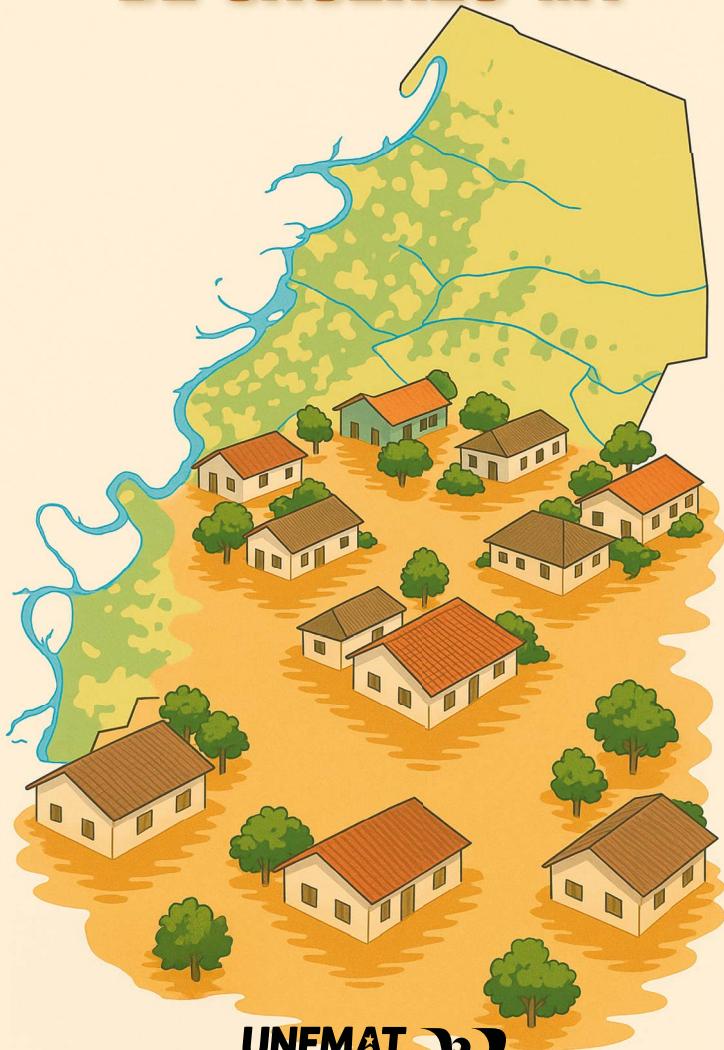


William James Vendramini

MAPEAMENTO DO RISCO DE INUNDAÇÃO NA CIDADE DE CÁCERES-MT



UNEMAT

Universidade do Estado de Mato Grosso
Carlos Alberto Reyes Maldonado

EDITORA
UNEMAT

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

V453m

Mapeamento do risco de inundaçāo na cidade de Cáceres-MT / William James Vendramini. – Cáceres: Editora UNEMAT, 2025. 120 p.

ISBN: 978-85-7911-308-6 (Documento digital)
DOI: 10.30681/978-85-7911-308-6

1. Geotecnologias. 2. Vulnerabilidade Socioambiental. 3. Zoneamento de Risco. I. Mapeamento do risco. II. William James Vendramini.

CDU 550.8(817.2)

William James Vendramini

MAPEAMENTO DO RISCO DE INUNDAÇÃO NA CIDADE DE CÁCERES-MT



Cáceres - MT

2025

CONSELHO EDITORIAL

Portaria nº 1629/2023

PRESIDENTE

Maristela Cury Sarian

TITULARES**SUPLENTES**

Josemir Almeida Barros

Universidade Federal de Rondônia - Unir

Laís Braga Caneppele

Universidade do Estado de Mato Grosso - Unemat

Fábricio Schwanz da Silva

Universidade Federal do Paraná - UFPR

Gustavo Rodrigues Canale

Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT

Greciely Cristina da Costa

Universidade Estadual de Campinas - Unicamp

Edson Pereira Barbosa

Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT

Rodolfo Benedito Zattar da Silva

Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT

Cácia Régia de Paula

Universidade Federal de Jataí - UFJ

Nilce Vieira Campos Ferreira

Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT

Marcos Antonio de Menezes

Universidade Federal de Jataí - UFJ

Flávio Bezerra Barros

Universidade Federal do Pará - UFPA

Luanna Tomaz de Souza

Universidade Federal do Pará - UFPA

Judite de Azevedo do Carmo

Universidade do Estado de Mato Grosso - Unemat

Rose Kelly dos Santos Martinez Fernandes

Universidade do Estado de Mato Grosso - Unemat

Maria Aparecida Pereira Pierangeli

Universidade do Estado de Mato Grosso - Unemat

Célia Regina Araújo Soares

Universidade do Estado de Mato Grosso - Unemat

Nilce Maria da Silva

Universidade do Estado de Mato Grosso - Unemat

Rebeca Caitano Moreira

Universidade do Estado de Mato Grosso - Unemat

Jussara de Araújo Gonçalves

Universidade do Estado de Mato Grosso - Unemat

Patrícia Santos de Oliveira

Universidade Federal de Viçosa - UFV

PRODUÇÃO EDITORIAL
EDITORIA UNEMAT 2025

Copyright © William James Vendramini, 2025.

A reprodução não autorizada desta publicação,
por qualquer meio, seja total ou parcial,
constitui violação da Lei nº 9.610/98.

Esta obra foi submetida à avaliação
e revisada por pares.

Reitora: Vera Lucia da Rocha Maquêa

Vice-reitor: Alexandre Gonçalves Porto

Assessora de Gestão da Editora e das Bibliotecas: Maristela Cury Sarian

Imagens da capa: Freepik IA

Capa: Potira Manoela de Moraes

Diagramação: Potira Manoela de Moraes

Preparação do original: Rosiane Pereira de Jesus

Revisão: Andriéle Cristina Stasiak

Dedico este trabalho à minha mãe Zélia Vendramini, que sempre me apoiou, mesmo sem saber como. Apenas com um olhar me ampara e dá força para prosseguir.

Ao meu filho, Pedro Fernandes Neves Vendramini, que é minha fortaleza, que me dá energia para prosseguir na luta por ampliar minha qualificação em me tornar um exemplo de pessoa melhor, para que ele possa se espelhar.

Dedico ao Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGGEO da Universidade do Estado de Mato Grosso – Unemat e a todo o seu corpo docente do programa. Aos amigos, familiares e todos que contribuíram direta ou indiretamente com a construção deste livro.

*Os desastres não são naturais. A vulnerabilidade
é socialmente construída.*

Wisner et al. (2004, p. 9)

SUMÁRIO

Apresentação.....11

Capítulo 1

Risco de inundaçāo: a paisagem urbana em transformaçāo13

1.1 As geotecnologias no contexto geográfico25
1.2 Vulnerabilidade frente às mudanças climáticas.....30
1.3 O desenvolvimento urbano e suas especificidades36
1.4 Suscetibilidade e perigo de inundaçāo.....40
1.5 Zoneamento de risco de inundaçāo43

Capítulo 2

Procedimentos metodológicos: pesquisa bibliográfica52

2.1 Caracterização dos componentes
da paisagem urbana de Cáceres-MT53
2.2 Dinâmica de uso
da área urbana de Cáceres.....54
2.3 Mapeamento de suscetibilidade e perigo
de inundaçāo da cidade de Cáceres55

Capítulo 3

Caracterização dos atributos da paisagem da cidade de Cáceres: localização da área de estudo.....	58
3.1 Pedologia	61
3.2 Geologia	62
3.3 Geomorfologia	64
3.4 Altimetria.....	65
3.5 Declividade.....	68
3.6 Clima	69
3.7 Cobertura vegetal	71
3.8 Hidrografia	73
3.8.1 Córrego Olhos D'água	75
3.8.2 Córrego dos Fontes	76
3.8.3 Córrego Sangradouro	76
3.8.4 Córrego Lobo	77
3.8.5 Córrego Lavapés.....	77
3.8.6 Córrego do Renato	78
3.8.7 Córrego do Junco.....	78
3.9 Aspectos socioeconômicos de Cáceres.....	79
3.10 Cáceres e as inundações.....	80

Capítulo 4	
Dinâmica espaço-temporal do uso	
do solo da cidade de Cáceres.....	87
4.1 Risco de inundação na cidade de Cáceres-MT.....	95
Considerações finais	102
Referências.....	104
Sobre o autor	120

APRESENTAÇÃO

O perigo de uma adversidade ambiental é eminente frente às multivariáveis que existem no ambiente. Dentre eles, temos a inundação, que permeia entre os desastres naturais que mais avarias causam à população e ao patrimônio público e privado.

A cidade de Cáceres-MT, encravada na planície pantaneira, convive historicamente com o ritmo das águas e os humores do Rio Paraguai. Nesta paisagem marcada por fluxos naturais e anseios urbanos, o fenômeno da inundação transcende o acaso meteorológico e se revela como expressão de múltiplas vulnerabilidades — ecológicas, sociais, históricas e institucionais. O risco, aqui, é territorializado.

Conforme assevera Veyret (2007), a Geografia não se limita à descrição da forma; ela interroga o espaço vivido, os conflitos que ali se enraízam e os sentidos que emergem da disputa cotidiana por segurança e dignidade. Mapear o risco de inundação é, portanto, mais que um exercício técnico — é um gesto ético de tornar visível o invisibilizado, de dar voz cartográfica às margens onde o poder raramente alcança.

Neste trabalho, desenvolvido no Programa de Pós-graduação em Geografia – PPGGEO da Universidade do Estado de Mato Grosso – Unemat, na área de concentração

Organização do espaço e meio ambiente e na linha de pesquisa de Análise Ambiental, sob orientação da professora Sandra Mara Alves da Silva Neves, as geotecnologias são ferramentas, mas o foco é humano: a cidade que se expande sem freios, a política que não regula, o solo que não absorve, o esgoto que não escoa e o morador que resiste. A cartografia aqui é denúncia, diagnóstico e proposta. O mapa se torna arte e argumento.

Esta obra se ergue na convicção de que um território só se torna justo quando reconhece seus limites naturais e suas fragilidades sociais. O planejamento urbano não pode ignorar o pulso do Pantanal, nem as casas erguidas na contramão da drenagem. O futuro das cidades mato-grossenses, como Cáceres, depende de escolhas feitas agora — escolhas que envolvam o saber técnico, mas também o saber popular; a engenharia, mas também a escuta; a norma, mas também a justiça.

Que este estudo seja mais que um levantamento: que ele contribua para fortalecer a capacidade do município de antecipar, adaptar-se e proteger. Porque o verdadeiro desenvolvimento urbano não se mede por cimento ou expansão, mas pela possibilidade de viver com dignidade em qualquer cota do relevo.

Capítulo 1

RISCO DE INUNDAÇÃO: A PAISAGEM URBANA EM TRANSFORMAÇÃO

Neste capítulo, são apresentados os conceitos e considerações sobre as temáticas envolvendo a paisagem em relação à urbanidade, as geotecnologias na perspectiva da sua importância como ferramenta de planejamento, ação, gestão e mitigação de danos, bem como a vulnerabilidade ao risco de inundação, ao qual as cidades estão expostas, direcionada para o planejamento urbano.

Cada vez mais, intensifica-se a necessidade de estudar os danos ambientais, que estão atualmente mais evidentes. Isso se denota da preocupação da sociedade civil, científica e política, principalmente em virtude dos impactos que ocorrem no perímetro urbano. A inundação é um fenômeno recorrente em grande parte das cidades do Brasil, evidenciando a vulnerabilidade que cada urbanidade possui. Cáceres-MT não foge a essa problemática, apresentando debilidades com carência de soluções, pois parte da sociedade encontra-se em situação vulnerável à inundação.

A cidade de Cáceres apresenta um histórico de ocorrência de enchentes e inundações sazonais. Neste século, os anos de 2007 e 2010 foram os que se destacaram em virtude da área inundada e da quantidade de pessoas atingidas, pois bairros permaneceram por dias inundados. Esse histórico de ocorrência de enchentes na área urbana municipal despertou-nos o interesse em aprofundar os estudos para a geração de subsídios que contribuam no planejamento e na gestão territorial da área urbana do município em relação a esse fenômeno.

De acordo com Menezes (2014), os impactos dos fenômenos naturais em áreas de risco têm sido, cada vez mais, apresentados como temas relevantes nos meios de comunicação e científicos e, ainda, nos órgãos governamentais e não governamentais. Nessa perspectiva, a temática “risco” é colocada a partir dos pontos de vista técnico, social, econômico, político, administrativo e legal, cujo gerenciamento e atenuação de danos emergem como elementos centralizadores das discussões.

Logo, a “vulnerabilidade socioambiental” é colocada em evidência, visando a encontrar “metodologias que possibilitem a minimização frente aos impactos que decorrem das inundações” periurbanas (Freitas; Cunha, 2013, p. 58). Nesse sentido, as geotecnologias são utilizadas como ferramentas auxiliadoras para detectar pontos de fragilidade ambiental e buscar propor possíveis soluções aos problemas relacionados à vulnerabilidade à inundações, por exemplo.

Sendo assim, Barros, Carvalho e Mendonça (2015) entendem que estimar e mapear o lugar de moradia da população mais vulnerável possibilita definir lugares de maior vulnerabilidade social, sendo que a combinação dessas informações permite a visualização por meio de um mapa de risco socioambiental ou, ainda, do Índice de Vulnerabilidade Socioambiental.

Para isso, as Geotecnologias têm contribuído na identificação, no planejamento e na gestão de ambientes onde as dinâmicas das unidades paisagísticas foram alteradas, pois a detecção de áreas de risco, como as áreas vulneráveis à inundação, surge como um meio para remediar e atender às suas necessidades, de modo a oferecer um suporte à gestão espacial para o planejamento da ocupação racional do espaço e, principalmente, para salvaguardar o bem-estar e o patrimônio da população. Nesse sentido de identificação espacial, uma das ciências que estudam e avaliam a paisagem com vistas ao planejamento e análise com suporte nas geotecnologias é a Geografia.

Para Veyret (2007), a Geografia tem papel fundamental na leitura e na compreensão dos processos atrelados a esses espaços em função de sua abordagem intrinsecamente interdisciplinar, na qual “o risco interroga necessariamente a Geografia que se interessa pelas relações sociais e por suas traduções espaciais” (Veyret, 2007, p. 11).

Em consonância com esta perspectiva, Kobiyama (2014) considera a Geografia uma ciência de síntese pelo fato de conter, em seu currículo, disciplinas tanto físicas quanto humanas, que podem contribuir no gerenciamento de desastres, os quais, sob uma ótica prática, são tidos como o resultado de fatores ambientais (Geografia Física) e sociais (Geografia Humana). Vale ressaltar que, no estudo de desastres, como inundações, essas duas áreas da ciência geográfica são trabalhadas mutuamente para a detecção, diagnóstico e proposição de diretrizes e medidas para o problema posto.

Segundo Tucci (2005), a inundaçao das áreas urbanas é resultado das condições físicas da bacia hidrográfica e do processo climático, que possui uma grande aleatoriedade no tempo, de difícil previsão. As inundações são inevitáveis para quem ocupa as margens dos rios; no entanto, é possível determinar seu risco e minimizar seus impactos, reduzindo a vulnerabilidade a esses eventos.

O termo “vulnerabilidade” geralmente é definido como uma situação em que estão presentes três elementos (ou componentes): “exposição ao risco; incapacidade de reação e dificuldade de adaptação diante da materialização do risco” (Moser, 1998, p. 34). Nos últimos anos, o termo “vulnerabilidade social” tem sido utilizado com certa frequência por grupos acadêmicos e entidades governamentais na América Latina, definido como pessoas e lugares que estão expostos à exclusão social, sendo um termo geralmente ligado à pobreza.

A noção de vulnerabilidade também tem se tornado, nos últimos anos, um foco central para as comunidades científicas que lidam com as mudanças ambientais globais (IHDP, IGBP e IPCC) e “uma categoria analítica importante para instituições internacionais, como algumas agências das Nações Unidas (PNUD, PNUMA e FAO) e o Banco Mundial” (Kasperson; Kasperson, 2001, p. 19). As análises de dados, por vezes, são utilizadas para subsidiar mecanismos de ação sobre as áreas que uma sociedade ocupa, definindo uma atuação mais ou menos contundente, conforme a vulnerabilidade.

A otimização da utilização do território é necessária para ajudar a solucionar conflitos de uso do solo e seus consequentes danos ecológicos e sociais. Essa otimização é possível através de uma política de ordenamento territorial baseada no estudo e na elaboração de um planejamento a nível regional e local. Nesse contexto, “as informações socioeconômicas devem ser utilizadas juntamente com as geoambientais, para garantir a inclusão das características sociais no contexto do planejamento” (Tucci, 2005, p. 26). Além disso, as ações devem ser suportadas por uma base de dados de recursos naturais, e seu uso combinado através de Sistemas de Informação Geográfica (SIGs).

Estudos relacionando vulnerabilidade e inundação são cada vez mais corriqueiros em virtude das necessidades recorrentes do aumento da população urbana, o qual eleva o número de domicílios urbanos que, por vezes, podem estar mais sujeitos ao risco de inundação em virtude da sua alocação

em área não adequada. Esse acréscimo da população urbana também é “recorrente do êxodo rural no Brasil” (Brasil, 2010, p. 5), expondo um maior número de pessoas ao risco.

Ainda, vale salientar que “as cidades brasileiras abrigavam, há menos de um século, 10% da população nacional, atualmente são 83%” (IBGE, 2010, p. 26). Para Bargos e Matias (2011), essas expansões das cidades foram acompanhadas de mudanças demográficas e econômicas. A ocupação desorganizada e o alargamento do perímetro urbano traçam a nova dinâmica dessas cidades, decorrente da falta de planejamento adequado os riscos urbanos. Devido à ocupação irregular e ao mal uso de espaço, desastres tornam-se iminentes. Somam-se a isso

as mudanças climáticas e ambientais em diferentes escalas, a consolidação de um modelo econômico excludente e caracterizado por marcantes desigualdades sociais, que tem contribuído para o acréscimo no contingente populacional em situação de risco (Menezes, 2014, p. 31).

Em Cáceres, o risco de ocorrência de enchentes e inundações é ampliado pelo “pulso de inundações do Pantanal, que provoca mudanças drásticas das condições ambientais dos habitats e influência na dinâmica e distribuição de populações e comunidades” (Junk; Silva, 1999, p. 20).

Sob este cenário, são registrados, anualmente, desastres naturais associados à dinâmica hidrológica que geram prejuízos sociais e econômicos. Menezes (2014) aponta que, em muitos casos, esses danos são justificados em



função de anormalidades meteorológicas ou carregados por certo fatalismo climático por alguns agentes públicos, os quais condicionam a leitura de que, em determinadas porções do espaço, o risco é iminente.

Assim sendo, o presente estudo tem como objetivo realizar o mapeamento do risco de inundação na cidade de Cáceres-MT para fins de planejamento e gestão municipal. Especificamente, pretendeu-se: i) realizar a caracterização dos atributos da paisagem urbana de Cáceres-MT; ii) averiguar a dinâmica espaço-temporal da expansão do uso do solo urbano cacerense; e iii) diagnosticar as áreas com risco de inundação.

As mudanças na paisagem são corriqueiras e necessárias. Tais alterações decorrem de razões primordiais, ou não, de sobrevivência de uma sociedade que, através do trabalho, transforma os elementos encontrados na natureza, constituindo, de certa forma, sua maneira de viver.

A importância da verificação da qualidade ambiental nas cidades é cada vez mais evidente, pois chegamos ao século XXI com a maior parte da população do planeta vivendo nas cidades, e

É o espaço urbano que os problemas ambientais atingem maior amplitude, notando-se maior concentração de poluentes do ar e da água e degradação do solo e subsolo, em consequência do uso intenso do território pelas atividades urbanas (Lombardo, 1985, p. 10).

Ainda conforme Lombardo (1985, p. 46), “o descontrole processual em que se dá o uso do solo produz dificuldades técnicas de implantação de infraestrutura, altos custos de urbanização” e desconforto ambiental de várias ordens (térmico, acústico, visual, de circulação etc.), e a “contaminação ambiental resultante implica em um lugar desagradável para viver e trabalhar” (Lombardo, 1985, p. 49).

Os argumentos citados mostram a preocupação com o crescimento desordenado das cidades sobre o ambiente natural, “pois agrega cimento no lugar da vegetação e pessoas em substituição aos animais” (Garcia, 1997, p. 87), agravando o problema da qualidade ambiental, que prioriza, dentre outras coisas, “o contato do homem urbano com a natureza, tornando a vida nos grandes centros menos desagradável” (Freiria, 2001, p. 21). O autor acrescenta que vê a qualidade ambiental nas cidades atribuída “às necessidades básicas das pessoas: moradia, segurança, serviços de abastecimento (alimento, energia, etc.), saúde, lazer, áreas verdes, serviços públicos” (Freiria, 2001, p. 23).

Ao contrário dos autores citados acima, Lombardo (1985) prioriza mais as questões da alteração do meio natural dentro das cidades para avaliar a qualidade ambiental, e não questões socioeconômicas, comentando que

o processo de urbanização mundial leva a uma sobrecarga da natureza, alterando toda a ecologia das cidades, em especial daquelas onde o crescimento foi mais rápido e sem planejamento adequado (Lombardo, 1985, p. 55).

A ideia da qualidade ambiental com ênfase no ambiente natural é compartilhada também por Lefebvre (1969, p. 72) quando comenta que “ar, água, espaço, energia (alimento e calor), abrigo e disposição de resíduos são considerados como as novas raridades e em torno das quais se desenvolve uma intensa luta”, sendo estes pontos confirmados por Nucci (2008, p. 9), o qual cita que estas “são necessidades biológicas do ecossistema urbano que influenciam na qualidade do ambiente e podem funcionar como fatores limitantes à urbanização”.

Tanto as estruturas urbanas quanto as rurais são consequência dessa ação humana, que tende a dominar os elementos físicos do meio ambiente, permitindo o desenvolvimento das atividades necessárias ao homem.

Bertrand (1971) considera o espaço em que se desenvolvem as atividades humanas como sendo espaço humanizado, o qual sofre a ação das contínuas adaptações antrópicas, introduzindo, desta forma, estruturas técnicas, jurídicas e administrativas, que derivam de uma sistematização da utilização do espaço.

Macedo (1999, p. 20) define a paisagem como “a expressão morfológica das diferentes formas de ocupação” por ser considerada resultado de um processo social de ocupação e gestão que está em constante interação com o espaço, sendo também influenciada pelas ações transformadoras. O autor expõe:

A paisagem é constituída por espaços livres, pelo relevo, pelas águas, por construções, pelas

vias de circulação, pelas formas de apropriação do solo e pelo comportamento dos humanos. A combinação destes elementos, formas, lugares e características que faz com que a paisagem se apresente de forma a se relacionar com o conceito de habitat e de espaço (Macedo, 1999, p. 22).

Fatores climáticos potencializados pelas atividades antrópicas fazem com que a paisagem urbana, porventura, tenha que sofrer alterações necessárias para o bom convívio da sociedade, um grande desafio e adversidade são as enchentes ou inundações que ocorrem por precipitações extremas e que, por consequência do processo de urbanização sem planejamento, deixam parte da sociedade em situação de vulnerabilidade a esses efeitos.

As enchentes ampliadas pela urbanização, em geral, “ocorrem em bacias de pequeno porte”, de alguns quilômetros quadrados. Evidentemente, “as exceções são as grandes regiões metropolitanas, como São Paulo, onde o problema abrange cerca de 800 km²”. Nas grandes bacias, existe o efeito da combinação da “drenagem dos vários canais de macrodrenagem, que são influenciados pela distribuição temporal e espacial das precipitações máximas”, situação que ocorre na bacia do Rio Paraguai, mais especificamente na cidade de Cáceres-MT, em proporções bem menores (Tucci, 1995, p. 24).

De acordo com Pompêo (2000), as enchentes provocadas pela urbanização podem ser ocasionadas por diversos motivos. Dentre eles, destacam-se o

elevado parcelamento do solo e, por consequência, a impermeabilização das superfícies. Outros fatores são a ocupação de áreas ribeirinhas, como várzeas, de áreas com histórico de inundações e de zonas alagadiças, bem como o bloqueio de canalizações por resíduos sólidos lançados indiscriminadamente no leito dos rios. Ainda, pode-se mencionar a grande quantidade de sedimentos que são retirados pela erosão de áreas com solo exposto e lançados nos rios, causando seu assoreamento, assim como sistemas de drenagem deficientes ou impróprios para a condição local, que não suportam a vazão existente.

Conforme Jabur (2010), é imprescindível, para estudos hidrológicos, conhecer a chuva excedente, que, em pequenas bacias hidrográficas impermeabilizadas, é responsável pelas vazões de cheias, ou o escoamento superficial, o qual representa a fração do total de água precipitada que escoa inicialmente pela superfície do solo e que colabora para a vazão dos rios.

Segundo Tucci (1995), a tendência da urbanização é de ocorrer no sentido de jusante para montante, na macrodrenagem urbana, devido às características de relevo. Quando um loteamento é projetado, os municípios exigem apenas que o projeto de esgotos pluviais seja eficiente no sentido de drenar a água do loteamento. Quando o poder público não controla essa urbanização ou não amplia a capacidade da macrodrenagem, a ocorrência de enchentes aumenta, causando perdas sociais e econômicas.

A organização do espaço urbano só é possível através da aplicação de legislações federais, estaduais e municipais. É de extrema importância que as prefeituras executem de forma planejada e organizada o sistema de drenagem urbana, pois este traz benefícios importantes, tais como a facilidade de manutenção das galerias, a melhoria no tráfego de veículos durante as chuvas, o menor custo de implantação de novos loteamentos e benefícios à saúde e à segurança pública. É essencial, também, que a manutenção desse sistema seja eficaz, pois, na maioria dos casos, a precariedade nos sistemas de limpeza pública provoca prejuízos no sistema de escoamento superficial (Righetto, 2009).

Geralmente, o impacto do aumento da vazão máxima sobre o restante da bacia não é avaliado, ou não é exigido pelo município que um técnico com expertise na área o faça. Dessa forma, “a combinação do impacto dos diferentes loteamentos produz aumento da ocorrência de enchentes a jusante” (Tucci, 1995, p. 32). Esse processo ocorre através da sobrecarga da drenagem secundária (condutos) sobre a macrodrenagem (córregos e canais) que atravessa as cidades. As áreas mais afetadas, devido à construção das novas habitações a montante, são as mais antigas, localizadas a jusante. Em Cáceres, as áreas mais atingidas por inundações ficam na parte mais antiga da cidade.

Segundo Birgani e Yazdandoost (2014), mesmo com os avanços nas técnicas de gestão de inundações urbanas, os danos da inundação pluvial ainda ocorrem em todo o mundo.

Para os autores, a abordagem do gerenciamento convencional da drenagem apenas com o foco na segurança do sistema deve ser modificada, com o intuito de aumentar a consistência do sistema. Em um estudo do sistema de drenagem, os pesquisadores fazem uso de quatro formas de drenagem, sendo que, em três delas, aplicam as melhores práticas de gestão e, em uma, o sistema convencional.

As consequências da falta de planejamento e regulamentação são sentidas, praticamente, em todas as cidades de médio e grande porte do país. Depois que o espaço está todo ocupado, “as soluções disponíveis são extremamente caras, tais como canalizações, diques com bombeamentos, reversões e barragens, entre outras” (Tucci, 1995, p. 37).

1.1 AS GEOTECNOLOGIAS NO CONTEXTO GEOGRÁFICO

Um momento relevante configura-se, na atualidade, dentro da Geografia: em conjunto com o avanço das pesquisas ligadas à temática do espaço geográfico e do meio urbano, que cada vez mais colocam o espaço como um tema estratégico sob a ótica do desenvolvimento, observa-se uma crescente ampliação na disponibilidade das bases de dados geográficas, compostas por informações territoriais e alavancadas pelas técnicas de geoprocessamento que, segundo Câmara e Davis (2001, p. 1):

Denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional. As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

Para Câmara e Davis (2001), se conjugarmos essas técnicas aos dados obtidos do imageamento a partir de aeronaves ou plataformas orbitais (satélites), além dos radares, e integrarmos esses dados através das plataformas de hardware, software e banco de dados espaciais, chegaremos a um grande conjunto de elementos comumente chamados de geotecnologias, que permitem a utilização da informação geográfica de forma a avaliar conjunturas, distinguir potencialidades e, por fim, auxiliar na tomada de decisões. Por isso, sua natureza está intimamente ligada ao planejamento e à gestão territorial, como salienta Silva (1999, p. 41):

O uso de dados espaciais não está restrito aos cientistas que tratam do meio físico. Planejadores urbanos necessitam de informações detalhadas sobre a distribuição de terra e recursos nas cidades. Os engenheiros civis necessitam planejar estradas, canais e barragens e estimar o custo de remoção de terra. Os governos precisam saber a distribuição espacial dos hospitais, das escolas, da segurança. O departamento de polícia precisa saber os níveis de segurança das cidades. A

enorme quantidade de infraestrutura, como água, gás eletricidade, telefonia, esgoto e lixo, necessita ser registrada e gerenciada. A vigilância sanitária pode ser gerenciada através do uso de geografia em processos epidemiológicos, como foi utilizado na Inglaterra no século XIX.

A relação tempo-espacó continua a dinamizar a história dos lugares, sempre com a interferência humana, e cria hoje mosaicos que necessitam de análises conectadas às novas possibilidades que se abrem com a expansão do meio técnico-científico-informacional. A ciéncia geográfica tem hoje ao seu dispor um aparato de recursos capazes de gerar informações cada vez mais precisas sobre o território em que se materializam as relações sociais.

As geotecnologias podem ser definidas como “um conjunto de tecnologias” – SIG, cartografia digital, sensoriamento remoto, Sistema de Posicionamento Global, entre outras – cujo fundamento principal é “a coleta, processamento, análise e visualizações de informações com referência geográfica” (Guerra, 2006, p. 19). Esse conjunto possui, em seu arcabouço técnico-metodológico, premissas de

processamento digital de imagens de satélites, elaboração de bancos de dados georreferenciados, quantificação de fenômenos da natureza, entre outras análises, proporcionando uma visão mais abrangente do ambiente numa perspectiva geossistêmica (Guerra, 2006, p. 19).

Segundo Florenzano (2002), as geotecnologias referentes ao Sensoriamento Remoto e aos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) estão cada vez mais interligadas, e suas

aplicações nos diferentes campos do conhecimento têm aumentado. Na Geografia, essas tecnologias têm uma vasta aplicação; entretanto, seu potencial nos estudos geográficos não tem sido suficientemente explorado, o que se deve, em grande parte, à deficiência na formação inicial e à falta de formação continuada de muitos profissionais, essencial para acompanhar os crescentes avanços tecnológicos.

Entre as propostas metodológicas para a investigação do meio ambiente que demonstram as potencialidades da utilização das geotecnologias nos estudos ambientais, estão os SIGs, principalmente no que se refere às interações entre o meio natural e a ação antrópica, avaliadas através do uso do solo. Nesse sentido, cabe destacar alguns trabalhos, como os de Hadlich (1997), Torezan *et al.* (2000) e Rodrigues (2001), por exemplo.

As imagens obtidas através do sensoriamento remoto proporcionam “uma visão de conjunto multitemporal de extensas áreas da superfície terrestre” – visão sinóptica do meio ambiente ou da paisagem que possibilita “estudos regionais e integrados, envolvendo vários campos do conhecimento” (Florenzano, 2002, p. 61). Tais imagens “mostram os ambientes e a sua transformação”, destacam os impactos causados por “fenômenos naturais como as inundações e a erosão do solo” (frequentemente agravados pela intervenção do homem) e “antrópicos, como os desmatamentos, as queimadas, a expansão urbana, ou outras alterações do uso e da ocupação da terra” (Florenzano, 2002, p. 61).

Hadlich (1997) desenvolveu uma proposta de avaliação de riscos de contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos utilizando geotecnologias e cartografia digital e aplicou-a à microbacia hidrográfica do Córrego Garuva-Sombrio (SC). Essa proposta é baseada no conceito de risco como resultado da interação intrínseca entre o meio natural e a ação antrópica avaliada através do uso do solo. Torezan *et al.* (2000) aplicaram-na na análise de componentes ambientais como instrumento de planejamento de áreas com potencial para a exploração de recursos mineração de areia na bacia do Rio Bonito (SP). Foram considerados componentes como formações geológicas com potencial de exploração por mineração, declividade, áreas urbanas, áreas de preservação permanente e fragmentos remanescentes de vegetação natural.

Concordando com Rego e Meneguetti (2011), a realização da análise dos componentes da paisagem urbana referente aos aspectos sociais foi realizada através do método de avaliação da morfologia urbana, que trata do estudo do meio físico da forma urbana, dos processos e das pessoas que o formataram.

Neste estudo, a análise socioespacial relativa aos dados de população urbana, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e economia foi realizada através de levantamento de dados obtidos no sítio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016). Assim, pôde-se vincular o uso de mapas diretamente ao planejamento ambiental de unidade administrativa.



Para Santos (1990), o planejamento ocupa um lugar proeminente dentro das projeções governamentais, especialmente o seu alcance, que exige a análise de todos os fatores que integram os quadros da infraestrutura natural e construída de um Estado. Desta forma, os mapas temáticos mostram a sua utilidade como ferramentas indispensáveis para tal.

Os mapas de uso e ocupação do solo podem resultar de dados recolhidos no terreno, de fotografia aérea ou de imagens orbitais. Eles devem estar disponíveis em diferentes escalas conforme sua destinação – se a aplicações locais, regionais ou globais. Para fins de gestão ambiental, a nomenclatura utilizada para diferentes escalas deve permitir aos administradores a identificação, análise e fiscalização das áreas sob a sua responsabilidade (Rodrigues, 2001).

1.2 VULNERABILIDADE FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O aquecimento global, causador das mudanças climáticas atuais e futuras, traz uma série de situações que caracterizam vulnerabilidades para as populações. Nesse sentido, alguns pressupostos básicos precisam ser delineados. Segundo estudos mais recentes (Confalonieri, 2002), a variabilidade climática afeta a saúde. Ainda, os impactos do clima sobre a saúde podem ser quantificados, e modelos de

previsão climática podem ser usados para estimar riscos para a saúde humana.

Com relação ao termo “vulnerabilidade”, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2007, p. 26) entende que este representa o “grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo”. De acordo com o Glossário da Defesa Civil, o termo é considerado como sendo a “probabilidade de uma comunidade ou área geográfica ser afetada por uma ameaça ou risco potencial de desastre, estabelecida a partir de estudos técnicos” (Castro, 2010, p. 28).

O IPCC (2001, p. 39) define “vulnerabilidade” como

o grau de suscetibilidade de um sistema aos efeitos adversos da mudança climática, ou sua incapacidade de administrar esses efeitos, incluindo variabilidade climática ou extremos. Vulnerabilidade é função do caráter, dimensão e taxa de variação climática ao qual um sistema é exposto, sua sensibilidade e capacidade de adaptação.

Cardona (2001, p. 76), por sua vez, considera a vulnerabilidade como a “predisposição ou suscetibilidade física, econômica, social ou política que a comunidade tem de ser afetada ou de sofrer danos em caso de um fenômeno desestabilizador de origem natural ou antrópica”. Ainda, o autor acrescenta que ela está diretamente relacionada ao contexto social e suas características materiais, expostas a um

fenômeno perigoso, vindo a determinar a gravidade dos efeitos dos acontecimentos sobre determinada comunidade.

Uma outra linha de análise sobre o termo tem origem nos “estudos sobre desastres naturais (*natural hazards*) e avaliação de risco (*risk assessment*)”. Nesta perspectiva, “a vulnerabilidade pode ser vista como a interação entre o risco existente em um determinado lugar (*hazard of place*) e as características e o grau de exposição da população lá residente” (Cutter, 1996, p. 44).

O desenvolvimento urbano gera sérios problemas, que refletem, concomitantemente, no sistema climático, tornando o clima local, cada vez mais, tema de investigação científica. Para Andrade (2005, p. 70), “o clima urbano resulta das modificações das superfícies materiais e das atividades humanas que provocam o balanço de energia, massa e movimento”.

Segundo Monteiro (2003, p. 53), “a ideia de impacto pressupõe consequências calamitosas, atacando a integridade da cidade como artefato físico e perturbando sensivelmente as formas de circulação, comunicação interna e a ligação externa”. Portanto, são episódios ou eventos restritos no tempo que estão presos ao modo de transmissão de energia, ou seja, ao ritmo de sucessões dos estados atmosféricos de um determinado lugar.

Para as áreas urbanas, “o principal aumento do risco que irá advir das mudanças climáticas será o aumento no número

e intensidade de eventos extremos, tais como tempestades, ciclones e furacões”. As cidades “são altamente vulneráveis a desastres naturais” (Huq *et al.*, 2007, p. 26).

Existem muitos outros riscos advindos das mudanças climáticas que são menos dramáticos do que aqueles causados pelos eventos climáticos extremos; mas, ainda assim, graves, especialmente para grupos sociais de baixa renda. Por exemplo, conforme apresentam Huq *et al.* (2007, p. 46),

as mudanças climáticas trarão grandes mudanças nos padrões de precipitação ao nível local e mesmo regional, em termos de quantidade e de distribuição anual. Algumas regiões vão se tornar mais úmidas e outras mais secas.

Assim, em algumas áreas urbanas, as mudanças climáticas devem aumentar os riscos de enchentes, principalmente devido ao aumento da intensidade e frequência das chuvas. Por outro lado, as cidades que tiverem menos chuvas terão problemas com suas fontes de água para abastecimento, e “estas mudanças vão requerer ações para adaptar os sistemas de abastecimento de água, assim como os sistemas de drenagem”, no caso de aumento de intensidade e frequência de enchentes (Huq *et al.*, 2007, p. 34).

Cutter (1996) identifica dezoito diferentes definições para o termo “vulnerabilidade”. Dentre a gama de definições existentes, a que mais se aproxima da temática desta pesquisa e que talvez seja uma das definições que melhor sintetizem o conceito de vulnerabilidade é:

A vulnerabilidade refere-se à exposição a contingências, estresse e à dificuldade em lidar com eles. A vulnerabilidade tem, portanto, dois lados: um lado externo dos riscos, choques e estresse a que um indivíduo ou familiar está sujeito; e um lado interno que é indefeso o que significa falta de meios para lidar sem prejudicar a perda. A perda pode assumir muitas formas tornando-se ou sendo fisicamente mais fraca, economicamente empobrecida, socialmente dependente, humilhada ou prejudicada psicologicamente (Chambers, 1989, p. 100).

Como mostra a definição acima, o conceito de vulnerabilidade não trata simplesmente da exposição aos riscos e perturbações, mas também “da capacidade das pessoas de lidar com estes riscos e de se adaptar às novas circunstâncias”. Nisto reside “a importância e a inseparabilidade das dimensões social e espacial da vulnerabilidade” (Pantelic; Srdanovic; Greene, 2005, p. 65).

Assim, numa perspectiva das ciências sociais, a vulnerabilidade pode ser pensada em termos de três elementos: grau de exposição ao risco, suscetibilidade ao risco e capacidade de adaptação (ou resiliência) diante da materialização do risco. Nesta perspectiva, as pessoas ou grupos sociais (ou lugares) mais vulneráveis seriam aqueles mais expostos a situações de risco ou estresse, mais sensíveis a essas situações e com menor capacidade de se recuperar (Moser, 1998; Sherbinin; Schiller; Pulsipher, 2007).

Com relação à literatura brasileira sobre o tema, Marandola Jr. e Hogan (2005), por exemplo, desenvolveram

uma discussão sistemática sobre o conceito de vulnerabilidade procurando analisar a utilização deste conceito em diferentes disciplinas, principalmente na Geografia. Segundo os autores, a demografia, à semelhança da Geografia, tem trazido a vulnerabilidade como conceito complementar ao de risco.

Muitos autores têm debatido sobre o conceito de vulnerabilidade e sua permeabilidade no imaginário e na práxis social. Nesse debate, Ribeiro (2010) menciona que ela é a capacidade de um grupo humano prever e preparar-se para um desastre. Isso depende de uma série de fatores, como a percepção do risco, a capacidade de prever o desastre e a possibilidade de adotar medidas eficazes para proteger o grupo social do desastre, motivo efêmero, mas que pode ocorrer de modo surpreendente.

Vedovello e Macedo (2007, p. 83) salientam que a vulnerabilidade seria:

O conjunto de processos e de condições resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, os quais determinam quanto uma comunidade ou elemento em risco estão suscetíveis ao impacto dos eventos perigosos. Compreende-se, assim, tanto aspectos físicos (resistência de construções e proteções da infraestrutura) como fatores humanos, tais como econômicos, sociais, políticos, técnicos, ideológicos, culturais, educacionais, ecológicos e institucionais.

Braga, Oliveira e Givisiez (2006) entendem a vulnerabilidade como a incapacidade das pessoas, da sociedade ou dos grupos humanos de evitar o perigo – logo,

vivem em condições de risco. Cabe salientar que isso ocorre com maior dimensão em áreas densamente urbanizadas, nas quais as pessoas são coagidas a ocupar espaços impróprios às atividades humanas. Neste cenário, destacam-se as áreas íngremes, pântanos, margens de rios, córregos, entre outras que, na maioria das vezes, são ocupadas por grupos desprovidos de poder aquisitivo.

Ainda, o clima condiciona a vida do homem, e este não pode anulá-lo. Nesse sentido, Sartori (2003) assevera que, onde quer que esteja o homem, ele tem que conviver com o clima. É certo que o ser humano é, por excelência, produtor de culturas. Dessa forma, faz parte de sua própria natureza criar saberes e instrumentos que mediem sua relação com o meio, de modo a demonstrar sua maior vulnerabilidade ou resiliência em relação às determinações da natureza.

1.3 O DESENVOLVIMENTO URBANO E SUAS ESPECIFICIDADES

No início do século XX, de acordo com o IBGE, a população urbana era composta por uma pequena parcela da sociedade. No fim desse século, as proporções entre campo e cidade inverteram-se, e hoje cerca de 85% das pessoas estão vivendo no meio urbano (IBGE, 2010). Isso, como resultado natural do desenvolvimento econômico, abriu um leque de opções de indústrias e expertises que exigia e conectava

oportunidades para muitas pessoas, incentivando-as a migrar do campo para a cidade.

Frente a essa realidade, os imóveis das áreas urbanas ganharam valor e, consequentemente, forçaram as pessoas com menor poder aquisitivo a migrar para áreas mais vulneráveis do perímetro urbano – do ponto de vista ambiental –, alocando-se também em áreas mais distantes desse perímetro. Resende (2013, p. 83) menciona:

A especulação imobiliária nega o caráter coletivo do espaço urbano enquanto obra e expõe por seu turno a ação diretiva dos grupos ou agentes sociais que se articulam com Estado e com os detentores do capital imobiliário. Cria-se, assim, no interior das cidades um mosaico de formas e espacialidades que reafirmam o valor de troca, a propriedade privada e a apropriação desigual dos espaços uma vez que nega a base social e coletiva que anima e da vida às cidades. Isto pode ser notado a partir da presença dos chamados vazios urbanos no interior das cidades, materialização de relações assimétricas que regem o acesso ao solo urbano.

O planejamento urbano, embora envolva fundamentos interdisciplinares, é realizado, na prática, dentro de um âmbito mais restrito do conhecimento, como as geotecnologias – é “necessário para o bem-estar social e da estrutura de uma cidade” (Santos, 1990, p. 62). O planejamento da ocupação do espaço urbano no Brasil não tem considerado aspectos fundamentais, que trazem grandes transtornos e custos para a sociedade e para o ambiente. O desenvolvimento urbano brasileiro tem produzido um aumento significativo da frequência

das inundações, da produção de sedimentos e da deterioração da qualidade da água.

Conforme a cidade se urbaniza, em geral, ocorrem os seguintes impactos:

- a. aumento das vazões máximas em até sete vezes (Leopold, 1968) devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies;
- b. aumento da produção de sedimentos devido à desproteção das superfícies e à produção de resíduos sólidos (lixo); e
- c. deterioração da qualidade da água devido à lavagem das ruas, ao transporte de material sólido e às ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial.

Adicionalmente, Tucci (2008) afirma que existem impactos gerados pela forma desorganizada como a infraestrutura urbana é implantada, tais como: pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento; redução de seção do escoamento em aterros; obstrução de rios, canais e condutos de lixos e sedimentos; e projetos de obras de drenagem inadequados, como é o caso de Cáceres-MT.

Esse processo não está sendo contido, mas ampliado à medida que os limites urbanos aumentam, por exemplo a implantação de novos conjuntos habitacionais que estão sendo criados em pontos distintos da cidade. Vale salientar,

ainda, que a gravidade dessa tendência ocorre principalmente nas médias e grandes cidades brasileiras.

As atuações públicas atuais estão indevidamente voltadas para medidas estruturais com visão pontual. A canalização tem sido extensamente utilizada para transferir a enchente de um ponto a outro na bacia, sem que sejam avaliados os efeitos à jusante ou os reais benefícios das obras. Mesmo assim, pontos tradicionais vulneráveis à inundações permanecem em risco.

O prejuízo público é dobrado, uma vez que, além de não resolver o problema, os recursos são gastos de forma equivocada. Essa situação é ainda mais grave quando se soma o aumento da produção de sedimentos (que reduz a capacidade dos condutos e canais) e a qualidade da água pluvial (associada aos resíduos sólidos).

A sugestão metodológica de zoneamento, elaborada por Becker e Egler (1996), é definida como um instrumento político e técnico do planejamento cuja finalidade é otimizar o uso do espaço e as políticas públicas e não deve ser entendida como um instrumento apenas corretivo, mas também ativo no processo de apropriação da natureza.

Esse processo de reorganização das formas criadas pelo homem a partir da relação da apropriação da natureza estabelece outro processo, que, segundo Leff (2006), seria a reapropriação social da natureza. Para Becker e Egler (1996), o zoneamento ambiental representa um novo modelo de produção baseado no conhecimento e na informação, o qual

atribui outro significado à natureza, que passa a ser vista como um bem escasso e, por isso, valoriza-se como capital.

1.4 SUSCETIBILIDADE E PERIGO DE INUNDAÇÃO

Um dos principais problemas nas pesquisas sobre desastres naturais é a existência de múltiplas definições sobre importantes conceitos, como suscetibilidade, perigo, risco e vulnerabilidade, por exemplo.

Segundo Martini *et al.* (2006), para realizar uma avaliação quanto à suscetibilidade a escorregamentos, não existe uma metodologia que se aplique como modelo a ser seguido em todas as situações, mas sim algumas orientações que podem ser utilizadas. Para eles, é possível utilizar uma metodologia que avalie o histórico do local através do levantamento de eventos anteriores, associando-os aos fatores condicionantes magnitude e tempo de recorrência para determinar a suscetibilidade à ocorrência de novos escorregamentos. Os autores utilizaram a abordagem multicriterial para combinar, de maneira coerente, os diversos fatores condicionantes utilizados para estabelecer a suscetibilidade a escorregamentos.

De acordo com Guzzetti *et al.* (2007), termos como “suscetibilidade” e “propensão” têm sido utilizados de diferentes maneiras e contendo significados divergentes em trabalhos sobre o tema. Os autores preferem utilizar o termo

“risco” para definir áreas que têm predisposição à ocorrência de escorregamentos.

Segundo Thiery, Malet e Maquaire (2006), a avaliação de suscetibilidade pode ser definida como a probabilidade espacial de ocorrência de um evento em uma determinada área. Ademais, segundo Fernandes e Amaral (1996), ela envolve, além do mapeamento de perigo ao escorregamento, as probabilidades espaciais e temporais, tipos, magnitudes e velocidade de avanço dos escorregamentos em uma área.

De outra maneira, ainda visando a esclarecer a terminologia “suscetibilidade” tendo como perspectiva as inundações, Lima (2010, p. 23) aponta:

Para a identificação das áreas sujeitas à inundação também foi utilizada a denominação suscetibilidade como um ou mais atributos físicos que uma determinada área possui e que a torna potencialmente sujeita à ocorrência de desastres relacionados à dinâmica hídrica.

Concordando com Lima, embora a terminologia “susceptibilidade natural” possa indicar condicionantes alheios às ações humanas, estas devem ser consideradas, tendo em vista que obras de impermeabilização, canalização, remoção da vegetação, assoreamento, entre outras intervenções, em qualquer setor da bacia hidrográfica, podem acarretar mudanças em um cenário de áreas inundáveis.

Nesse sentido, Botelho (2011) destaca que, ao retificar o trecho do baixo curso de um rio, é necessário ter em mente

que não apenas esse trecho está sendo alterado, mas o rio como um todo, e o que a princípio aparece como solução dos problemas das inundações, evitando o acúmulo das águas e acelerando seu escoamento, gera um efeito reverso e, em contrapartida, tais problemas são intensificados.

Desta maneira, é apropriado destacar que essas intervenções na dinâmica natural da drenagem, especialmente quando tratadas de forma pontual, sem considerar o todo da bacia hidrográfica, podem mitigar os processos no local da ação, mas, ao mesmo tempo, ampliá-los ou introduzi-los em outra área da bacia.

A terminologia “perigo” (ou *hazard*) indica condição com potencial para causar uma consequência desagradável (Ministério das Cidades; IPT, 2004, p. 10). Já Castro (1998, p. 41) definia “perigo” como “qualquer condição potencial ou real que pode vir a causar morte, ferimento ou dano à propriedade. A tendência moderna é substituir o termo por ameaça”.

Por sua vez, “ameaça” é entendida pela *International Strategy Disaster Reduction* – ISDR (2009, p. 9) como:

Prenúncio ou indício de um evento desastroso. Evento adverso provocador de desastre, quando ainda potencial. Estimativa da ocorrência e magnitude de um evento adverso, expressa em termos de probabilidade estatística de concretização do evento (ou acidente) e da provável magnitude de sua manifestação.

Com relação ao risco, Tominaga (2007) estabelece que seu mapeamento indica a probabilidade de ocorrência

de escorregamentos em função do mapa da suscetibilidade, precipitação e características de uso do solo.

As consequências prejudiciais podem ser morte, danos a propriedades, degradação ambiental e interrupção de atividades econômicas. Sua gestão consiste em uma série de ações com o objetivo de reduzir tais riscos em regiões suscetíveis, além de dimensionar a extensão do desastre por meio de avaliações, prevenção e mitigação de desastres.

1.5 ZONEAMENTO DE RISCO DE INUNDAÇÃO

O zoneamento de risco, com o estabelecimento de diferentes graus, é uma integração dos dados obtidos a respeito do perigo e da avaliação da situação de vulnerabilidade.

Para Kobiyama (2006, p. 32), o

zoneamento é uma setorização territorial, de acordo com as diversas vocações e finalidades de uma determinada área, com o objetivo de promover uma qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, é ideal que cada município possua seu zoneamento de acordo com as características físicas, sociais, econômicas e culturais inerentes à sua condição particular. Assim, um zoneamento de risco pode representar um bom instrumento para a gestão de uma cidade em relação à sua manutenção e preservação.

O mapa de zoneamento confere ao risco um caráter objetivo, visto que expõe os espaços em que há risco elevado e que necessitem de regulamentação ou até mesmo de proibição de moradias, sendo que, nestes casos, “a cartografia permite, ao mesmo tempo, a objetivação do risco e sua designação como problema público” (Veyret, 2007, p. 60).

Tucci (2005, p. 77) considera o zoneamento como sendo “a definição de um conjunto de regras para a ocupação das áreas de risco de inundaçāo, visando a minimização futura de perdas materiais e humanas em face as grandes cheias”, acrescentando ainda que o zoneamento urbano é um instrumento que permite fazer o uso racional das áreas ribeirinhas.

No âmbito municipal, a Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988) conferiu ao Poder Público competência, através do Plano Diretor, para promover o adequado ordenamento territorial mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano, visando à proteção da qualidade de vida da população. Cabe ao poder público gerir sobre as áreas que estão ocupadas e as que podem ser ocupadas para evitar que pessoas ocupem áreas de risco ou que apresentam vulnerabilidade ambiental, como, por exemplo, áreas com probabilidade de ocorrência de inundaçāo.

As inundações ocorrem, principalmente, pelo processo natural em que o rio ocupa a sua planície de inundaçāo, também chamada de leito maior, em função de eventos

chuvosos extremos. Na condição de processo natural, as inundações são controladas pelo volume e distribuição das chuvas, tipo e densidade da cobertura vegetal, cobertura pedológica, substrato geológico, características do relevo e geometria do canal fluvial, sendo que estes fatores atuam sobre a quantidade e distribuição das águas e, portanto, sobre a frequência e a intensidade das inundações (Botelho, 2011).

Assim, Menezes (2014) descreve que essas áreas adjuntas às drenagens, por apresentarem, geralmente, solos férteis pela utilização dos rios como via de transporte, evacuação de dejetos e, naturalmente, o abastecimento hídrico, sempre se configuraram como áreas de interesse para o estabelecimento do homem, sendo berço de algumas das primeiras civilizações. Todavia, a ocupação das áreas ribeirinhas que tem ocorrido ao longo do tempo, em muitas ocasiões, não respeitou esse limite natural de inundaçāo, estabelecido pelo relevo e sujeito à dinâmica climática relacionada às precipitações, tendo suas áreas ocupadas pelas águas em determinados períodos.

Existem normas legais que dispõem sobre as diretrizes do zoneamento industrial, de maneira que compatibilizem as atividades industriais com a proteção ambiental. Comumente, são apresentadas três categorias: “zona estritamente industrial, zona de uso predominantemente industrial e zonas de uso diversificado” (Silva; Santos, 2011, p. 47).

O zoneamento urbano é sempre definido na legislação de uso e ocupação do solo urbano de cada município, normatiza as formas de uso, atividades humanas e tipos de construção da

área urbana, determinando o que pode e o que não pode ser feito em cada zona. Geralmente as áreas urbanas são divididas em zona residencial, comercial, industrial, central, de proteção, de expansão e especial. Esse zoneamento deve dar suporte ao Plano Diretor onde se definiam as grandes diretrizes urbanísticas (Silva; Santos, 2011, p. 47).

Em Cáceres, foi criada a Zona de Processamento e Exportação (ZPE), que deverá, por meio das indústrias a serem instaladas, gerar impactos ambientais – no caso, ao Pantanal. Recentemente, as poucas indústrias existentes na cidade, como a Tannery do Brasil S/A (beneficiadora de couro) e a JBS Friboi S/A, foram fechadas por não cumprir a legislação ambiental, causando impacto negativo não só ao meio ambiente como também à economia municipal.

Problemas econômicos como esses poderiam ser evitados se o município realizasse anteriormente o zoneamento ambiental, que, de acordo com Sánchez e Silva (1995), possibilita a busca do desenvolvimento com a análise integrada do ambiente para evitar conflitos ecológicos e sociais, sendo estratégico para o ordenamento do território. Ou seja, o zoneamento ambiental possibilita delimitar as especificidades e aspectos comuns de uma área ou o inverso.

Como isso não ocorreu e nem está previsto nos atributos regulamentadores (Plano Diretor) do município de Cáceres, uma grande parcela da sociedade sofre as consequências de corriqueiras inundações, por exemplo, cujas consequências são danosas e mais impactantes nas cidades.



Atreladas à parcela significativa da presença de áreas de risco no país, as inundações aparecem entre os desastres naturais que mais danos causam à saúde da população e ao patrimônio, gerando um número elevado de desabrigados e ainda taxas significativas de vítimas fatais em decorrência do efeito direto das inundações e das doenças infecciosas secundárias, ou em função dos transtornos nos sistemas de água e saneamento (Menezes, 2014, p. 63).

Esse quadro tem contribuído para o crescimento das situações de risco associadas à dinâmica fluvial. Marcelino (2008, p. 44) aponta, ainda, que “as inundações representam cerca de 60% dos desastres naturais ocorridos no Brasil no século XX”. Somente no ano de 2012, conforme aponta o Anuário Brasileiro de Desastres Naturais (Brasil, 2012), foram contabilizadas 16.977.614 pessoas afetadas por desastres naturais no país, sendo que mais de 40% desse montante está associado à ocorrência de desastres registrados, como inundações e enxurradas.

Nesse contexto, de acordo com Thomas (2013), o zoneamento deve propor diretrizes segundo as quais as potencialidades e a taxa de resiliência do ecossistema devam determinar a capacidade de exploração econômica dos recursos naturais dentro de diferentes rationalidades produtivas, estabelecendo, assim, as condições do meio para a regeneração dos ecossistemas explorados.

O termo “zoneamento” deveria integrar o processo de planejamento de um município juntamente com o Plano Plurianual, a Lei de Diretrizes Orçamentárias e o Orçamento

Anual, estando alocado mais especificamente no Plano Diretor, como instrumento básico da política de desenvolvimento urbano. Porém, no caso de Cáceres, essa terminologia tão importante não foi inserida até o momento.

Como é de conhecimento, previsto na Lei nº 10.257/2001, segundo Santana (2006, p. 45),

O Plano Diretor tem como objetivo geral promover a ordenação dos espaços habitáveis do Município e sistematizar o desenvolvimento físico, econômico e social do território local, visando sempre o bem-estar da comunidade possui também a função de dispor sobre as vias, o zoneamento e os espaços verdes, dando-lhes as diretrizes.

Dessa forma, o Plano Diretor deve fixar as linhas gerais de uma lei de uso e ocupação do solo com a maior precisão possível do ordenamento do solo de um município. O zoneamento torna-se, assim, instrumento de materialização do Plano Diretor.

Em muitas cidades grandes, como São Paulo, o zoneamento é um instrumento amplamente utilizado nos planos diretores, através do qual a cidade é dividida em áreas sobre as quais incidem diretrizes diferenciadas para o uso e a ocupação do solo, especialmente os índices urbanísticos.

Além disso, o zoneamento também está previsto no Estatuto da Cidade – Lei nº 10.257/2001.

O zoneamento, portanto, é um instrumento de fundamental importância dentro dos planos diretores das cidades, eis que sua implantação garante um controle por parte dos gestores



municipais, no que diz respeito as atividades econômicas, sociais, turísticas, de lazer, enfim no desenvolvimento das regiões e na redução das desigualdades sociais e econômicas. Diante do crescimento das cidades o zoneamento surgiu com o fim específico de delimitar geograficamente áreas territoriais, cujo objetivo é estabelecer regimes especiais de uso, gozo e fruição da propriedade (Dorneles, 2010, p. 454).

De acordo com Dorneles (2010), nesse sentido, a efetiva aplicação do zoneamento tem como intenção a proteção e a manutenção dos recursos ambientais através de um planejamento que vise a avaliar o desenvolvimento das funções sociais e ambientais das cidades a fim de garantir o bem-estar dos cidadãos locais e do meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Localizamos em Toshio Mukai a notícia técnica de que o zoneamento é a “divisão da comunidade em zona para o fim de regular o uso da terra e dos edifícios, a altura e o gabarito das construções, à proporção que estas podem ocupar e a densidade da população” (Mukai, 2004, p. 21). Verifica-se, num primeiro instante, que o zoneamento nada mais é do que instrumento legal posto à disposição do Poder Público para que este defina os diversos setores da cidade, catalogando-os de acordo com os seus diversos usos à vista das diferentes atividades.

Nesta abordagem, são definidas “zonas de uso” caracterizadas por Silva (2007) como: a) zona de uso estritamente residencial; b) zona de uso predominantemente residencial; c) zona de uso misto; d) zona de uso estritamente

industrial; e) zona de uso predominantemente industrial; f) zona de uso comercial; g) zona de uso de serviços; h) zona de uso institucional (educação, saúde, lazer, esporte, cultura, assistência social, culto, administração e serviço público); i) zona de usos especiais; e j) zona de uso turístico.

De acordo com Santana (2006), talvez a cidade utópica pudesse ser assim: zonas exclusivamente residenciais, zonas exclusivamente comerciais etc., separadas umas das outras por conveniências que teriam em conta, a não existência da mescla de uma “função” (Santos, 1990) sobrepondo-se à outra; não haveria, assim, incômodo de qualquer ordem para os municípios.

Segundo Silva (2007), é seguro, no entanto, que a definição e a catalogação das diversas combinações possíveis somente podem ser aferidas e tomadas diante de uma dada realidade que considere as condições locais. É certo, ainda, que

o solo urbano (assim como o das zonas de expansão urbana, o das zonas urbanizáveis e aqueles de interesse urbanístico especial) destinasse ao cumprimento das funções urbanas de habitar, trabalhar, circular e recrear (Silva, 2007, p. 85).

Nesse sentido, ordenar o território constitui o processo de reapropriação das suas bases, cujo objetivo essencial é a busca pela melhor disposição dos elementos nele contidos.

Deste modo, “o ordenamento do território é um instrumento fundamental ao tratar-se das diferenças de cada lugar”, cujo objetivo principal constitui-se na “definição de

transformações, técnicas e ritmos que se adequam a cada lugar segundo suas condições específicas" (Becker; Egler, 1996, p. 74).

Assim sendo, os pressupostos teórico-metodológicos devem conduzir o desenvolvimento de trabalhos que objetivem a proposta de estruturação de medidas capazes de nortear "as atividades econômicas e as ações de ordenamento do territorial, envolvendo a articulação institucional dos diferentes agentes promotores e modificadores do meio ambiente" (Ross, 2006, p. 151).

Portanto, a realização de um zoneamento de risco municipal com a utilização de geoprocessamento torna-se importante por setorizar áreas com baixo, médio ou alto risco, identificando os setores com vulnerabilidade e, consequentemente, possibilitando o direcionamento de frentes de ação para solução de problemas socioeconômicos, sendo instrumento e ferramenta para a gestão.

Capítulo 2

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Esta fase abrangeu o levantamento bibliográfico e teve como intuito encontrar subsídios teóricos e metodológicos em trabalhos publicados na literatura científica nacional e internacional para subsidiar as referências temáticas que norteiam a pesquisa. De acordo com Lakatos e Marconi (2011), a fundamentação teórica deve servir de base para a análise e a interpretação dos dados coletados na pesquisa.

A metodologia para a realização de pesquisa bibliográfica foi embasada em publicações, através do método dedutivo, visando a “fornecer ao pesquisador diversos dados e exigindo manipulação e procedimentos de diferentes resultados” (Lakatos; Marconi, 2011, p. 39). Desta forma, foram seguidas as etapas de: i) identificação dos temas relevantes para a pesquisa; ii) localização das fontes confiáveis; iii) compilação dos materiais que são realmente influentes e necessários à pesquisa; e iv) fichamento das fontes bibliográficas.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES DA PAISAGEM URBANA DE CÁCERES-MT

Para a caracterização dos atributos da paisagem urbana de Cáceres, utilizou-se o método cartográfico, visando à confecção dos mapas de localização, pedologia, geologia, geomorfologia, relevo e hidrografia. Foram empregados procedimentos metodológicos distintos operacionalizados no software ArcGis, versão 10.5 (ESRI, 2017).

A obtenção das bases cartográficas de pedologia, geologia, geomorfologia e relevo para serem recortadas e seus atributos, quantificados (áreas em m²) deu-se através da Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral de Mato Grosso (Seplan/MT).

O mapa de hidrografia foi elaborado a partir da vetorização dos canais, utilizando a imagem do satélite Cbers 4, com resolução espacial de 15 metros.

Para a confecção dos mapas de declividade e altimetria, foi implantada a base de rastreio para coleta de coordenadas geográficas e altimétricas no espaço urbano cacerense. O processamento e a conversão do arquivo contendo as coordenadas de rastreio da base foram realizados no software *Magnet Office Tools* e, em seguida, exportado para a extensão *Rinex* e enviado via digital ao IBGE para a obtenção das coordenadas geográficas com precisão.

Na metodologia de Santos *et al.* (2008) para elaboração dos produtos cartográficos de declividade e altimetria, é prevista a realização de trabalho de campo. Este foi realizado na cidade de Cáceres para fins de coleta das coordenadas geográficas e altitudes, efetuada por meio do aparelho *Differential Global Positioning System* (DGPS), modelo *Topcon Hiper V*, Controladora RTK modelo *Topcon FC 500* e software *Magnet Field*. A distribuição dos pontos foi irregular, obtida no modo cinematográfico, com intervalo de tempo de 5" em 5", utilizando como referência ruas paralelas, perpendiculares e transversais da planta baixa da cidade.

2.2 DINÂMICA DE USO DA ÁREA URBANA DE CÁCERES

Para a avaliação da dinâmica de uso da área urbana de Cáceres através do método cartográfico, foi necessária a geração de um mapa de cobertura vegetal e uso do solo. Para isso, foram utilizados o software *Spring* (Câmara *et al.*, 1996) e as imagens dos satélites *Quick Bird*, adquiridas no mês de maio do ano de 2005, com resolução espacial de 60 centímetros, e do *WordView 3*, adquiridas no mês de junho do ano de 2016, com resolução espacial de 30 centímetros, ambas adquiridas com recursos financeiros de pesquisas financiadas no âmbito do grupo de pesquisa em Sensoriamento Remoto, Pesquisa e Ensino de Geografia (SERPEGEO) Unemat.

As imagens estavam ortorretificadas, e os procedimentos de classificação, quantificação e elaboração de *layout* dos mapas foram efetuados no *software ArcGis*, versão 10.5 (ESRI, 2017). Foram definidas três classes temáticas: água, vegetação e uso.

Os dados da população, renda dos habitantes e base cartográfica de bairros da área de estudo, referentes aos anos de 2000 e 2010, foram obtidos no sítio do IBGE (Brasil, 2010). Posteriormente, foram tabulados e sistematizados no *software Excel* (Microsoft, 2013).

O cálculo da dinâmica, expressa em percentual (%), foi gerado por meio da seguinte fórmula:

$$\text{Dinâmica \%} = \sum \frac{B_{2016} - B_{2005}}{B_{2016}} * 100$$

Onde:

IB: Índice de vegetação de cada Bairro nos anos de 2005 e 2016.

2.3 MAPEAMENTO DE SUSCETIBILIDADE E PERIGO DE INUNDAÇÃO DA CIDADE DE CÁCERES

Foi adotada a metodologia proposta por Menezes (2014), que preconiza, a partir da manipulação da base cartográfica em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas, o

reconhecimento da distribuição espacial da hipsometria, da declividade e das formas de relevo na área em estudo.

Foram geradas curvas de nível com intervalos de 5 metros, as quais permitiram a elaboração do Modelo Digital do Terreno (MDT), obtido pelo método da triangulação de Delauney, que utiliza grade triangular irregular (TIN) para interpolação de curvas de nível. Em seguida, o MDT gerado foi transformado em arquivo do tipo raster, utilizado para a geração da distribuição da hipsometria e das declividades da área.

O limite de 2% de declividade marca a delimitação em áreas planas, as quais, quando ocorrem associadas aos cursos d'água, formam suas planícies de inundação – áreas que, naturalmente, são destinadas ao extravasamento dos cursos d'água em períodos de maior volume de precipitação. A partir do mapa hipsométrico, foram delimitadas as áreas de vulnerabilidade à inundação.

O mapa de perigo de inundação da urbe de Cáceres foi gerado por meio da combinação dos mapas das áreas suscetíveis às inundações com o mapa de cobertura vegetal e uso do solo, possibilitando a identificação das áreas sujeitas a inundações e se ocupadas, permitirão a identificação das áreas de perigo.

Para a análise e sua representação, foram estabelecidos graus de perigo em função de critérios que envolvem a recorrência das inundações, cota(s) que marca(m) essas

inundações, além da análise da morfologia do canal, relevo, proximidade das residências em relação à drenagem de 5 metros.

Os fatores determinados como importantes e que influenciam diretamente no nível da água alcançado por uma enchente, independentemente da precipitação incidente, são: altitude e declividade (Santos, 2010). Assim, quanto maior a altitude, menor a probabilidade de inundação para uma determinada região devido à ação da lei da gravidade, que direciona a água para as regiões mais baixas.

Para a elaboração da matriz, utilizou-se a escala fundamental de Saaty (1997), definida a partir de uma escala linearmente hierárquica de importância entre os fatores altitude e declividade.

Para identificar e caracterizar as ameaças de inundação e, em seguida, as áreas suscetíveis às inundações, utilizou-se, também, a escala fundamental de Saaty (1997), que determina:

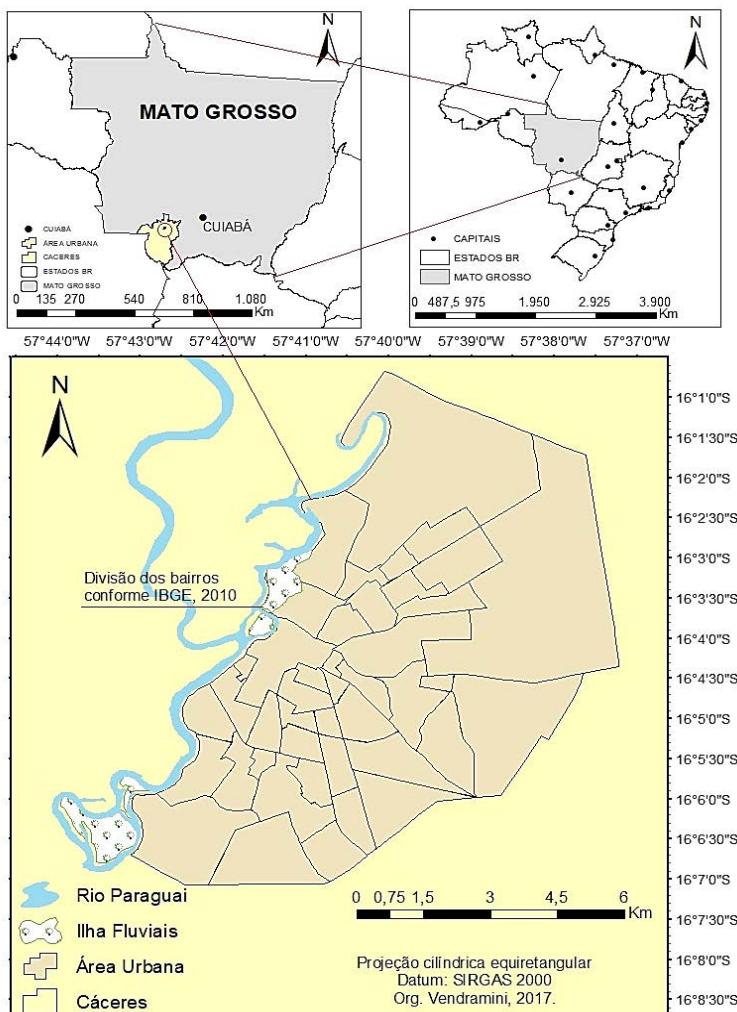
- a. Área 1: com alta ameaça de ocorrência de inundação, pois na média dos maiores níveis fluviométricos é sempre atingida;
- b. Área 2: com média ameaça de ocorrência, pois as enchentes só a atingem nos maiores níveis; e
- c. Área 3: com baixa ameaça de ocorrência de inundação, que, mesmo nas maiores enchentes, não é atingida.

Capítulo 3

CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS DA PAISAGEM DA CIDADE DE CÁCERES: LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Cáceres-MT, com 69,82 km², está localizada na mesorregião centro-sul do estado e na microrregião do Alto Pantanal e integra a região sudoeste (VII) de planejamento do Estado de Mato Grosso (Mato Grosso, 2012), distando 215 km da capital. Possui, como principais vias de acesso, as BRs 070 e 174 e a MT 343 (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização da cidade de Cáceres-MT



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Localizada entre as coordenadas 16° 07' 03" e 16° 01' 25" de latitude sul e 57° 43' 50" e 57° 37' 37" de longitude oeste, a cidade tem como limites físicos o rio Paraguai ao norte e oeste, a Fazenda Ressaca ao sul, o rio Paraguai a oeste e as serras da Província Serrana a leste.

A urbe foi edificada à margem esquerda do rio Paraguai, tendo sido inicialmente denominada

Vila de São Luís de Cáceres, fundada em 6 de outubro de 1778 pelo tenente de Dragões Antônio Pinto Rego e Carvalho, por determinação do quarto governador e capitão-general da capitania de Mato Grosso, Luís de Albuquerque de Melo Pereira e Cáceres (Mendes, 1998, p. 18).

Alguns aspectos estratégicos sobre a escolha da localização de Cáceres foram pensados no período colonial (séc. XVIII), quando as bandeiras buscavam consolidar o território de Mato Grosso em terras espanholas para a coroa portuguesa em função da defesa e do incremento da fronteira sudoeste de Mato Grosso, sendo elas a garantia de uma comunicação entre Vila Bela da Santíssima Trindade e Cuiabá, a fertilidade do solo no local, com abundantes recursos hídricos e também porque neste ponto haveria a possibilidade de uma ligação pelo Rio Paraguai com a capitania de São Paulo.

3.1 PEDOLOGIA

Em relação à estrutura pedológica da área urbana de Cáceres, de acordo com Rosestolato Filho (2006), a cobertura de solo compreende, principalmente, os sedimentos da Formação Pantanal, além dos sedimentos das coberturas Terciárias Quaternárias Detritico Lateríticas, unidade edafoestratigráfica, com horizonte inferior composto por areias, argilas de cores variegadas e concreções limoníticas.

No estudo realizado por Arantes (2002), o autor caracteriza a ocorrência de inclusão de Plintossolos Álicos distróficos em associação com os Latossolos, ocupando as áreas de menor cota altimétrica da paisagem (dos Latossolos).

As sondagens realizadas por Rosestolato Filho (2006) comprovam a identificação de Arantes (2002), pois o solo apresenta perfil de Latossolo nas camadas mais superficiais. No horizonte de variação do lençol freático, há concreções ferruginosas e plintitas com concentrações acima de 15% e espessura do horizonte maior do que 15 cm, caracterizando um Plintossolo.

Esse tipo de solo apresenta uma quantidade de argila que impede a infiltração, a umidade e a percolação com maior fluidez; sendo assim, é vulnerável à inundação frente a um volume de precipitação de maior intensidade ou concentração. Desta forma, o solo presente na área urbana é relativamente frágil às ações antrópicas que, por vezes, intensificam seu



uso de modo incompatível com as necessidades de manejo adequado.

3.2 GEOLOGIA

Geologicamente, de acordo com Mato Grosso (2012), as formações presentes na cidade de Cáceres são pertencentes ao Grupo Alto Paraguai, sendo a formação Pantanal constituída por sedimentos arenosos silticos-argilosos, argilo-arenosos e areno-conglomeráticos, semi consolidados e inconsolidados. Localmente, encontram-se impregnações ferruginosas e salinas. A cidade está situada na Formação Pantanal (Qp), composta por sedimentos aluviais predominantemente arenosos, siltico-argilosos e argilosos, inconsolidados e semi consolidados. Consequentemente, verificam-se sedimentos areno-conglomeráticos nas camadas inferiores da camada superficial.

No perímetro urbano da cidade de Cáceres, são encontrados, em sua base geológica, a Formação Pantanal e Aluviões atitudinais próximos ao rio Paraguai, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Geologia presente na área urbana de Cáceres/MT

Nome	Descrição	Área	
		(Km ²)	(%)
Aluviões Atuais	Aluviões Atuais: areias, siltos, argilas e cascalhos	9,66	13,84
Formação Pantanal	Sedimentos arenosos, siltico-argilosos, argilo-arenosos e areno-conglomeráticos, semi consolidados e inconsolidados. Localmente impregnações ferruginosas e salinas	60,16	86,16
Total			69,82 100

Fonte: Mato Grosso (2007, p. 16).

O trabalho de Rosestolato Filho (2006) apresenta que, no embasamento da cidade, há presença dos metapelitos da Formação Diamantino na cota média de 112m. Essa formação é constituída por “folhelhos, argilitos cinza a vermelho-Arroxeadas, finamente estratificados, apresentando intercalações de arcósios finos e muito finos” (RadamBrasil, 1982, p. 198), cujas cores variam entre vermelho, marrom-arroxeados, cinza-esverdeado e verde.

As camadas da Formação Diamantino podem ocorrer de forma estratificada ou laminada, com contato inferior com a Formação Raizama:

Nos horizontes superiores constatam-se variações faciológicas observando-se locais onde há predominância de areias sobre argilas e vice-versa. É uma formação recente, caracterizada por argila, areia fina, mas também podem ocorrer níveis conglomeráticos mais altos com areias mais grossas ao leste e oeste da Província Serrana, também apresenta índice de conglomerado mais elevado da Formação Raizama. As argilas e areias ocorrem nas áreas sujeitas a inundação por tempo mais prolongado (Rosestolato Filho, 2006, p. 66).

A descrição dos sedimentos da Formação Pantanal é

dificultada pela ausência de afloramentos, em face da topografia plana e da cobertura vegetal. Ao longo dos rios, encontram-se algumas barrancas elaboradas naqueles sedimentos, constituindo essas os únicos afloramentos naturais (RadamBrasil, 1982, p. 186).

3.3 GEOMORFOLOGIA

Na cidade de Cáceres, há predominância de “relevo plano, com suaves ondulações” (Cáceres, 2010, p. 25) que, próximas aos cursos hídricos, possibilitam inundações em virtude da geomorfologia pós alta precipitação.

Esta unidade constitui um exemplo de modelado de relevo de cadeias dobradas tipo apalachiano em franco estágio de dissecação. A Província Serrana desenvolve-se em amplo arco de concavidade voltada para sudeste. A direção predominante, NE-SO na região entre Cáceres e Cuiabá compõe uma série de alinhamentos de cristas paralelas, de origem tectônica. As serras do Quilombo, Ponta do Morro, Jacobina, Retiro, Facão, Cachoeirinha e Boi Morto são algumas representativas em termos de altitudes, com cotas variando de 400 a 600 metros (RadamBrasil, 1982, p. 168).

A cidade de Cáceres está situada a oeste deste modelado de relevo tipo aplanchiado (plano), que, conforme Mato Grosso (2012), situa-se em uma área aplainada em sintonia com a planície do Pantanal, com sua compartimentação geomorfológica sobre leques fluviais.

Em geral, a maior parte da superfície dos pantanais mato-grossenses é ocupada por areias quartzosas, que provavelmente dominam também nas camadas sotopostas, pois o quartzo é o principal componente das rochas das áreas-fonte. A sedimentação que se processa hoje nas áreas interfluviais é, sobretudo, pelítica, condicionada às inundações periódicas. Esta sedimentação também tem porcentagem variável de matéria orgânica. A descrição dos sedimentos da Formação Pantanal é dificultada pela ausência de afloramentos, em face da topografia plana e da cobertura vegetal. Ao longo dos rios, encontram-se algumas barrancas elaboradas naqueles sedimentos, constituindo estas os únicos afloramentos naturais (Mato Grosso, 2012).

3.4 ALTIMETRIA

A variação altimétrica do relevo é de 120 e 160 metros em relação ao nível do mar (Tabela 2). As altitudes mais elevadas são maiores conforme se afasta do curso do Rio Paraguai e se aproxima da província serrana a leste da cidade (Figura 2).

Tabela 2 – Classificação altimétrica por área de Cáceres

Classe	Área (Km ²)	Área (%)
120 – 130	27,84	39,88
130,1 – 140	19,93	28,54
140,1 – 150	14,72	21,08
150,1 – 160	6,53	9,35
< 160,1	0,80	1,15
Total	69,82	100

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Observa-se que a maior parte da área está concentrada na classe 120 – 130 km², que corresponde a 39,88% do total. Esse valor indica que a maior extensão territorial analisada se encontra dentro desse intervalo, sugerindo uma predominância dessa faixa em relação às demais.

A segunda maior representatividade ocorre na classe 130,1 – 140 km², que abrange 28,54% da área total. Somando-se à classe anterior, esses dois grupos representam mais de dois terços do total (68,42%), demonstrando uma clara tendência de concentração nas faixas inferiores.

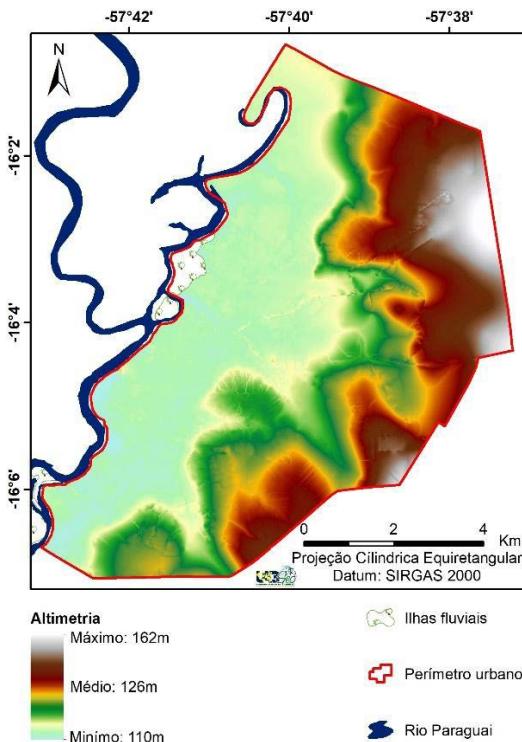
À medida que os intervalos aumentam, a participação relativa das classes diminui. A classe 140,1 – 150 km² possui 21,08% da área total, enquanto a faixa 150,1 – 160 km² apresenta apenas 9,35%, revelando uma redução progressiva na representatividade.

A classe mais alta, acima de 160,1 km², apresenta a menor participação, com apenas 1,15% da área total. Esse dado sugere que grandes áreas são menos frequentes,

podendo indicar uma limitação geográfica ou fatores que restringem a predominância dessas extensões.

Por esses dados, pode-se notar que a altitude da cidade de Cáceres apresenta-se com valores baixos, e quase 40% com nível entre 120 metros, principalmente na área que apresenta maior concentração urbana. Para uma melhor visualização, produzimos um mapa de altimetria a fim de identificar as áreas mais baixas da cidade, como pode ser notado na Figura 2.

Figura 2 – Mapa de Altimetria da área urbana de Cáceres



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A classe altimétrica compreendida entre 120 e 130 metros é a que possui maior representação na área urbana. Nesta, agrupam-se os bairros da parte central da cidade. Na sequência, a classe compreendida entre 130,1 e 140 metros, que está situando-se ao entorno do perímetro urbano. Na classe de 140,1 a 150 metros, estão as áreas próximas à província serrana que contorna parte da cidade de Cáceres.

A área urbana de Cáceres possui uma distribuição altimétrica bem uniforme, característica comum à planície pantaneira, onde a cidade encontra-se edificada.

3.5 DECLIVIDADE

Existem diversos fatores que compõem o risco geomorfológico: declividade, mecânica de solos, exposição de pessoas nas áreas de risco, padrão de construção das casas situadas nas áreas de risco, hidrologia do local, entre outros. Desses, o fator declividade tem sido o mais utilizado para trabalhar o risco, como pode ser observado em GEGEP (2008). Isso se deve ao fato de a declividade ser um tipo de dado de fácil aquisição pelos órgãos responsáveis pelo gerenciamento de riscos, aliado ao emprego das geotecnologias: Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas.

Nas cidades brasileiras, o gerenciamento de riscos não é presente ou não é permanente. Por exemplo, expõe-se aqui a cidade de Cáceres, que apresenta, por sua forma



geomorfológica, uma declividade plana em todo o perímetro urbano, apresentando apenas pequenas ondulações a nordeste. Desta forma, apresenta um grau de vulnerabilidade a enchentes com áreas de riscos associado à precipitação mais intensa na região mais central.

A representação cartográfica da declividade do relevo é feita através de mapas temáticos, expressos em classes com agrupamentos de intervalos que podem variar de acordo com o objetivo do trabalho ou com a adaptação às condições físicas da área estudada.

A cidade de Cáceres foi edificada em relevo plano, com declividade de 3%, que, de acordo com a GEGEP (2008), é adequada para a construção civil e para indústrias.

A declividade da área urbana cacerense é apropriada para a urbanização; porém, ressalta-se a importância de um planejamento e gestão da sua ampliação em conformidade com a legislação vigente.

3.6 CLIMA

O clima municipal de Cáceres é o Tropical quente e úmido, com a estação do verão que inicia em outubro e termina em abril e inverno seco (Awa) que vai de maio a setembro, sendo as estações bem definidas, com precipitação média de 1.335 mm e podendo chegar a sensações térmicas muito

altas, próximas a 40°C. O período de maior concentração pluvial média (62,68%) ocorre de dezembro a março. Ainda em relação à precipitação, a frequência de ocorrência mostra que o mês mais chuvoso é janeiro e que o período de maior estiagem ocorre de junho a agosto, com apenas 4,9% do total pluviométrico anual (Neves; Nunes; Neves, 2011).

A cidade possui um clima do tipo “Tropical quente e úmido, com inverno seco (Aw). A temperatura máxima anual é de 32°C, e a mínima, de 21°C. No entanto, as máximas diárias na primavera podem ultrapassar 41°C” (Neves; Nunes; Neves, 2011, p. 14).

No trabalho de Nunes *et al.* (2016, p. 276), é apontado que em Cáceres os sete meses de período seco representam 25,3% do total de chuvas no ano e os cinco meses do período chuvoso representam 74,7% do total, ou seja, a concentração pluviométrica pode encadear um volume de precipitação em poucos dias, condicionando a suscetibilidade de inundações no perímetro urbano. Todavia, as chuvas ocorridas no período seco, nesta região, têm insignificante contribuição ao regime pluvial. Segundo os autores:

Devido aos inúmeros benefícios que o Pantanal mato-grossense proporciona aos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, é evidente a preocupação com a vulnerabilidade hidrológica que afeta não somente a fauna e a flora, como também as mudanças climáticas, as quais podem alterar as vazões dos rios, bem como os elementos que dão sustentabilidade a este bioma, que exerce reflexo na sociedade e na economia das cidades que dele dependem (Nunes *et al.*, 2016, p. 32).



Como é abordado no trabalho de Neves, Nunes e Neves (2011), considerando o balanço hídrico, o período de maior concentração pluvial no município de Cáceres ocorre de dezembro a março. Esta consideração decorre do fato de que, neste período, considerando a capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm, o balanço hídrico climático no município não apresenta déficit hídrico.

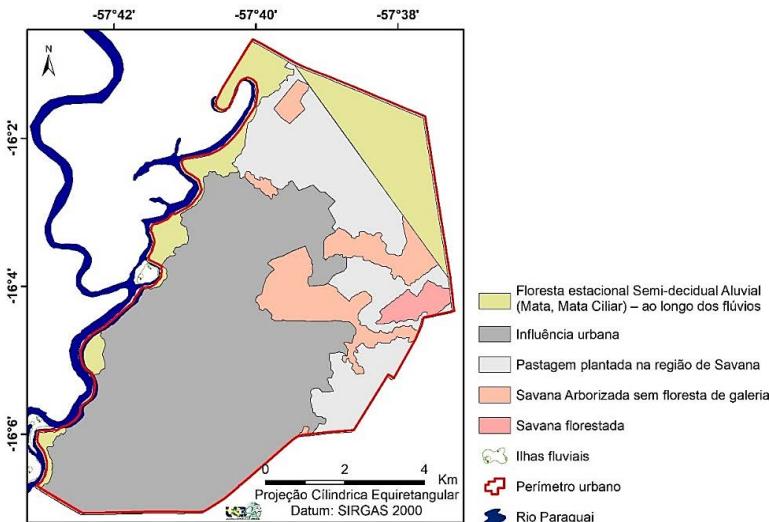
3.7 COBERTURA VEGETAL

A vegetação da área urbana, de acordo com os dados do projeto PROBIO (MMA, 2007), foi classificada em: Pastagem plantada na Região de Savana, que recobre 19,14% do território; Floresta estacional Semi decidual Aluvial (Mata, Mata Ciliar) – ao longo dos flúvios –, que representa 14,93%; Influência urbana (usos urbanos), que ocorre em 54,61%; Savana Arborizada sem floresta-de-galeria, que está presente em 9,19%; e Savana Florestada, em 1,54% da urbe.

Para a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), as florestas estacionais semideciduais, classificadas anteriormente como florestas subcaducifólias, são formações de ambientes menos úmidos do que aqueles onde se desenvolve a floresta ombrófila densa. Em geral, ocupam ambientes que transitam entre a zona úmida de rios e o ambiente mais árido, como o cerrado. Esta formação vegetal apresenta um porte em torno de 20 metros (estrato mais alto) e apresenta, como

característica importante, uma perda de folhas no período seco, notadamente no estrato arbóreo. Na época chuvosa, a sua fisionomia confunde-se com a da floresta ombrófila densa.

Figura 3 – Mapa de vegetação da cidade de Cáceres



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Para o IBGE (1992), o termo “savana” procede da Venezuela, tendo sido empregado pela primeira vez por Oviedo y Valdez (1851) para designar os “Lhanos arbolados da Venezuela” (formação gramineóide dos planaltos, em geral coberta por plantas lenhosas). Ainda de acordo com o autor,

a savana (cerrado) é conceituada como uma vegetação xeromorfa, preferencialmente de clima estacional (mais ou menos seis meses seco), podendo, não obstante, ser encontrada também em clima ombrófilo. Revestem solos lixiviados aluminizados, apresentando sinúsias de

hemicriptófitos, geófitos, caméfitos e fanerófitos oligotróficos de pequeno porte, com ocorrência por toda a zona Neotropical (IBGE, 2010, p. 178).

A Savana arborizada, subgrupo de formação natural ou antropizado que se caracteriza por apresentar uma fisionomia nanofanerófítica rala e outra hemicriptofítica graminóide contínua, está sujeita ao fogo anual. As sinúsias dominantes formam fisionomias ora mais abertas (Campo Cerrado) ora com a presença de um grupo arbustos espaçados – Cerrado propriamente dito. A composição florística, apesar de semelhante à da Savana florestada, possui espécies dominantes que caracterizam os ambientes de acordo com o espaço geográfico ocupado. A vegetação da área urbana de Cáceres apresenta uma savana arborizada com três estratos bem-definidos (herbáceo subarbustivo, arbustivo e arbóreo). Estas fitofisionomias são encontradas dentro do perímetro urbano, como pode ser notado no mapa.

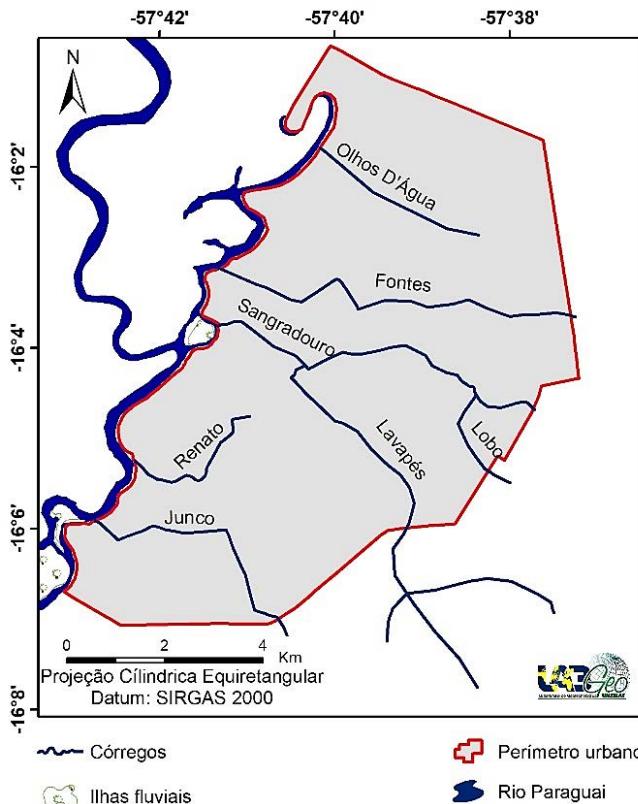
3.8 HIDROGRAFIA

A forma plana do relevo da cidade de Cáceres faz com que o desenho geomorfológico, juntamente com a estrutura geológica e pedológica, interfira na dinâmica do lençol freático urbano, possuindo uma oscilação de cerca de quatro metros. Por haver, na base geológica, uma formação cristalizada, torna-se uma laje, provocando um fluxo lateral que, em períodos de

chuva, aliado à alta precipitação, pode gerar uma enchente e/ou inundação.

De acordo com Neves (2008), a zona urbana de Cáceres é cortada por sete cursos d'água, quais sejam: Córrego Olhos D'água, Fontes, Sangradouro, Lobo, Lavapés, Renato e Junco (Figura 4), caracterizados a seguir.

Figura 4 – Mapa de hidrografia da cidade de Cáceres



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Os canais que cortam a área urbana de Cáceres são importantes para facilitar o curso de drenagem das águas fluviais e pluviais adjacentes, necessitando estar sempre sem resíduos sólidos ou outros materiais que impossibilitem sua fluidez natural, cabendo à gestão do município realizar a sua limpeza preventiva, minimizando possíveis transbordamentos e inundações na área urbana. Na sequência, falaremos mais detalhadamente sobre cada córrego urbano.

3.8.1 Córrego Olhos D'água

A nascente do córrego Olhos D'água está localizada nas coordenadas 16° 02' 55" de latitude S e 57° 38' 54" de longitude W, cortando do sentido leste para oeste o bairro Olhos D'água. Possui uma extensão de 1.750m, e parte de seu curso sofreu ajustes mecanizados, sendo retilinizado em grande parte, pois recebe as águas pluviais do residencial Aeroporto Novo, que possui uma miniestação de tratamento de resíduos líquidos, e posteriormente é lançado no córrego Olhos D'água que, por sua vez, deságua em uma baía afluente direta do Rio Paraguai, nas coordenadas 16° 04' 01" S e 57° 39' 13" W. O entorno do canal possui pouca mata ciliar, que foi substituída por pastagem em sua maioria.

3.8.2 Córrego dos Fontes

O Canal dos Fontes localiza-se ao norte do centro da cidade, e sua nascente encontra-se nas coordenadas 16° 04' 25" S e 57° 39' 52" W, próxima à MT 343. A nascente está pouco preservada em seu entorno, visto que casas foram edificadas, comprometendo a sua durabilidade. Ademais, possui uma extensão de 6.385m, passando pelos bairros São Jorge, Espírito Santo, Joaquim Mortinho, Cavalhada, Vila Irene e Santa Rosa. Em grande parte, o córrego foi retilinizado mecanicamente até próximo à sua foz, na baía do Malheiros, nas coordenadas 16° 03' 20" S e 57° 41' 01" W. Devido à urbanização, a vegetação ciliar em seu entorno perder, em grande parte, exaurida.

3.8.3 Córrego Sangradouro

O córrego Sangradouro corta a porção central da cidade, e sua nascente principal está situada nas coordenadas 16° 04' 12" S e 57° 40' 11" W. O córrego, que percorre os bairros Cavalhada II e Centro, sofreu as maiores modificações dentre os cursos urbanos, tendo, praticamente toda a sua extensão, no bairro Centro, passado por retilinização. Em 950m, foi canalizado com concreto armado até a sua foz (16° 03' 43" S e 57° 41' 18" W), na praça de eventos da Secretaria Municipal de Indústria, Comércio, Meio Ambiente e Turismo (SICMATUR).

Silva, Neves e Neves (2008) salientaram que a cidade de Cáceres apresenta crescimento territorial desordenado, cuja consequência é a ocupação de áreas localizadas nas margens do rio Paraguai para a construção de pousadas, pesqueiros e loteamentos, sem nenhuma preocupação com as Áreas de Preservação Permanente (APPs), protegidas pela legislação ambiental, “situação essa extensiva aos cursos hídricos que atravessam o tecido urbano cacerense para desaguarem no rio Paraguai, a exemplo do córrego Sangradouro” (Paiva *et al.*, 2015, p. 64).

3.8.4 Córrego Lobo

O córrego Lobo nasce na serra do Lobo, nas coordenadas 16° 05' 54" S e 57° 37' 08" W, e pertence à Província Serrana. Possui uma extensão de 2.321m até a intersecção com o córrego Fontes nas coordenadas 16° 04' 27" S e 57° 38' 45" W. É um canal de ordem secundária, com pouca vegetação ciliar preservada e predomínio de pastagens. Seu percurso, da nascente à foz, está circunscrito ao bairro Lobo.

3.8.5 Córrego Lavapés

O córrego Lavapés, que possui uma extensão de 9.485m, é um canal de primeira ordem e perene, sendo tributário do córrego Sangradouro. Sua nascente localiza-se nas coordenadas 16° 06' 27" S e 57° 39' 24" W. Em seu

percurso, atravessa os bairros DNER, Jardim Guanabara, São Jorge e Cidade Alta. Na sequência, o córrego Lavapés deságua no córrego Sangradouro, nas coordenadas 16° 04' 11" S e 57° 40' 26" W.

3.8.6 Córrego do Renato

O canal do Renato, com extensão de 3.893m, nasce no bairro Vila Mariana (16° 04' 46" S e 57° 41' 05" W). Sua nascente é cercada por casas, sem nenhuma proteção. Parte do córrego possui concreto nas margens e, em outras, há poucos arbustos e capim. O córrego permeia os bairros Vila Mariana, Residencial Ana Paula, Santa Cruz, São Lourenço, Rodeio, Jardim Imperial e Jardim da Oliveiras. Sua foz (16° 05' 27" e 57° 42' 03" W) é um local de travessia de pedestres e animais; na cheia, a água fica represada, promovendo uma suscetibilidade a inundações nos bairros a montante.

3.8.7 Córrego do Junco

O córrego do Junco nasce na zona rural, ao sul da cidade de Cáceres, e corta bairros periféricos do Vila Real, Junco e Garcês. Sua nascente está nas coordenadas 16° 07' 41" S e 57° 40' 14" W. O córrego possui uma extensão de 4.624m, tendo sido, em parte, retilinizado para não inundar as propriedades de seu entorno. Em seu trecho final, no Bairro

Garcês, deságua nas coordenadas 16° 05' 55" S e 57° 42' 46" W, diretamente no Rio Paraguai.

3.9 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DE CÁCERES

De acordo com dados do censo demográfico de 2010, a população urbana de Cáceres é de 87.942 pessoas. As mulheres são a maioria, totalizando 32.794, enquanto os homens perfizeram 30.774 (IBGE, 2017).

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de Cáceres é de 0,708, correspondendo a alto desenvolvimento humano (PNUD, 2013). Na Tabela 3, são apresentados os índices por variável.

Tabela 3 – Representação do IDHM comparada ao Brasil

Espacialidade	IDHM 2010	IDHM Renda	IDHM Longevidade	IDHM Educação
Brasil	0,72	0,73	0,81	0,63
Mato Grosso	0,72	0,70	0,78	0,61
Cáceres (MT)	0,70	0,69	0,81	0,63

Fonte: PNUD (2013, p. 158).

Quanto aos aspectos econômicos, o município de Cáceres apresenta maior força na pecuária de corte, pois, de acordo com a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC), em 2015, a municipalidade situava-se entre os 40 municípios com maior rebanho bovino

do País, ficando em 4º lugar no estado de Mato Grosso, com 1,024 milhões de cabeças.

Na área urbana, predomina o setor terciário, com comércio de confecção, alimentação e empresas comerciais, além de serviços públicos das esferas federal, estadual e municipal, que mantêm o equilíbrio econômico municipal.

3.10 CÁCERES E AS INUNDAÇÕES

A ocorrência de inundações perturba muitas cidades brasileiras que sofrem com este impacto ambiental periódico. A exemplo, a cidade de Cáceres apresenta um histórico sazonal que pode ser comprovado em publicações a respeito, abrindo uma janela de discussão para avaliar e buscar mitigar este problema que, sazonalmente, marca o histórico de enchentes e inundações da cidade.

Em alguns anos, ao longo da história de Cáceres, a inundação ocorrida na cidade destacou-se em virtude dos danos causados e do risco onde parte da sociedade necessitou se adaptar frente à exposição que passou em relação à inundaçāo. Percebe-se que uma sequência de fatores provoca a inundaçāo em Cáceres, principalmente no que tange às precipitações.

No dia 22 de dezembro de 1998 o índice de precipitação alcançou a marca de 121 mm. É importante ressaltar que a data do evento foi

precedida de outro evento importante, mais precisamente no dia 09 de dezembro de 1998, onde o índice de precipitação alcançou 116,2 mm de precipitação. Este evento contribuiu para o aumento da saturação do solo e consequente diminuição da infiltração da chuva, supostamente causando e/ou agravando a enchente do dia 22 de dezembro de 1998 (Alcantara; Zeilhofer, 2006, p. 23).

A partir dos dados e documentos analisados, verificou-se que o ano de 2007 foi marcado por uma das maiores inundações ocorridas em Cáceres-MT. Atribuiu-se o ocorrido à chuva de 86,6 mm, sucedida no dia 15 de janeiro, que deixou um rastro de destruição por toda parte. Segundo o Corpo de Bombeiros, as atividades desenvolvidas no período de anormalidade foram voltadas para o atendimento aos desabrigados e a reorganização do caos.

Durante o período calamitoso, o Exército empregou 180 militares e o Corpo de Bombeiros, 83 profissionais, registrando-se, também, a participação de policiais civis, militares e voluntários, como pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 – Inundação nos bairros Centro e Cohab Velha em Cáceres-MT na data de 15 janeiro de 2007



Fonte: Acervo pessoal do Eng. Adilson Reis (2007).

A situação de calamidade exigiu o esforço integrado das seguintes instituições e órgãos: 2^a CIBM, 2º BEFRON, prefeitura de Cáceres, CREA, SEMA, Polícia Militar e Polícia Civil. Tais entidades participaram de forma direta nos trabalhos de resgate e atendimento às vítimas até o dia 17 de janeiro, quando a normalidade foi restabelecida. Ficou evidente que a situação enfrentada por parte da população urbana de Cáceres-MT, em janeiro de 2007, foi devastadora, uma vez que

a chuva do dia 15 atingiu aproximadamente 32 mil pessoas, deixando 1.965 desabrigados, dos quais parte foram alojados nas escolas Gabriel Pinto de Arruda, Rodrigues Fontes, Izabel Campos, Tancredo Neves e Mario Motta (Mato Grosso, 2009, p. 59).

Em 2010, Cáceres sofreu com uma nova inundação, em que muitos bairros da cidade ficaram alagados e várias moradores foram atingidos, provocando danos materiais, principalmente para as pessoas menos assistidas.

Das chuvas consideradas intensas durante o ano de 2010, a ocorrida em 11 de fevereiro se destacou por sua intensidade e magnitude. Nesta data, foi registrado o maior volume pluviométrico da história da Estação Meteorológica de Cáceres-MT (INMET): 159,4 mm de chuva (Santos, 2013, p. 86).

De acordo com o *Jornal Correio Cacerense* (2010), no dia 13 de fevereiro de 2010, dois dias após o episódio, bairros da cidade de Cáceres continuavam alagados, sendo que a chuva perdurou por mais de 20 horas. Este episódio foi suficiente para alagar mais de 19 bairros, invadir mais de 300 casas e atingir cerca de 20 mil pessoas, as quais tiveram que abandonar suas casas.

A grande quantidade de casas atingidas pela enchente e o grande número de pessoas que necessitaram de auxílio ou ajuda foram resultado de uma combinação de fatores entre altos volumes pluviométricos em poucos dias e a estrutura geomorfológica da cidade, com período em que o rio Paraguai encontrava-se com nível alto por conta da ocasião de cheias natural do pulso de inundação maior nos meses de janeiro a março, aliada à falha nas obras de drenagem e à existência de resíduos sólidos nos córregos urbanos. Todos os elementos contribuíram não apenas para a ocorrência da inundação, mas também para a manutenção de condições que deixaram o solo saturado por umidade por vários dias.

O *Jornal Correio Cacerense* (Figura 6) apresentou a seguinte chamada: “Ruas se transformaram em córregos, mar

de lama, bairros tiveram casas inundadas, comerciantes e famílias perderam quase tudo e muitos tiveram de ser abrigados em escolas da cidade semi-alagados".

Figura 6 – Matéria do Jornal Correio Cacerense

MAR DE LAMA

Bairros continuavam alagado 24 horas depois das enchentes

Ruas se transformaram em córregos, mar de lama, bairros tiveram casas inundadas, comerciantes famílias perderam quase tudo e muitos tiveram de ser abrigados em escolas da cidade semi-alagada

Da Redação

As chuvas que caíram no final da noite de quinta-feira e prosseguiram até o final da tarde de quinta-feira em Cáceres alagaram 19 bairros e muitos moradores tiveram de deixar suas casas, principalmente na parte baixa da cidade, como a Cohab Velha e adjacências. Foram quase 20 horas de chuva e como são várias as bairros com problemas de drenagem, a água acumulada nas ruas invadiu o meio fio e a calçada e infiltrou-se nas casas.

Principais mecanismos de escoamento das águas, o Córrego São Joaquim, que corta o centro da cidade e deságua na Baía de Cáceres, transbordou não sendo esta a primeira vez que os bairros ficam alagados com a chuva. A informação era de que o problema de drenagem da água acontece todas as vezes que há uma chuva com certa duração.

Enquanto o prefeito da cidade, Túlio Fontes, o promotor de Justiça André Luiz de

Almécia e representantes da Defesa Civil percorriam os bairros alagados avaliando a situação, os cidadãos tocavam sua chave para verificar a necessidade de retirar os moradores dos bairros atingidos para outro local ou de tomar outras providências, incluindo a busca de abrigo, e redação que moradores do Cohab Velha estavam sendo encaminhados ao Colégio QI Anglo.

E ontem, mesmo 24 horas após a chuva ter se anuviado, ainda existiam alguns bairros dos 19 bairros alagados, com casas inundadas pelas águas pluviais, que não haviam sido encaminhados para abrigo.

O balanço apontava que cerca de 5 mil famílias foram atingidas pelo temporal e mais de 20 pessoas precisaram

abandonar as casas e ser abrigadas em escolas. Uma da vítimas, Dona Paulina, moradora na Cohab Velha, contou que seus móveis e demais pertences pessoais, assim como Eva Aparecida do bairro Cavallhada, que igualmente sofreu prejuízos totais de bens móveis em sua casa.

O Serviço de Água Esgoto (SAUCA) informou que oito redes mestres que atendem ao Córrego São Joaquim transbordaram, deixando vários bairros sem água tratada, entre eles, Cavallhada, Espírito Santo, Nova Era e Santa Catarina.

O vereador de Cáceres, Hélio Maggi, solicitou ao seu vice, Silval Barbosa, que acionasse uma comissão para determinar o perito a encarregar o município de Cáceres que as equipes foram definidas segundo para a cidade a fim de avalarem a situação do local, buscar alternativas para a

Bombeiros foram acionados para prestar socorro as vítimas da enchente

questão e dar apoio aos moradores. Isso, entretanto, ficou decidido pelo prefeito que o inicio do Círceres Folia 2010, previsto para a noite da sexta-feira, foi adiado para hoje. Na realidade, o que acontece em Cáceres é um verdadeiro desastre com a população, bocas de lo e entupidos com lama e detritos que só mais chuva e tempestades tormentadas turbulentamente, podem resolvendo, para prever situações como a vivida ante pelos moradores.



Fonte: *Jornal Correio Cacerense* (13 de fevereiro de 2010).

A situação enfrentada em Cáceres em 11 de fevereiro de 2010 pode estar relacionada à insuficiência da rede de drenagem urbana diante do grande volume de chuva. A incapacidade de transporte do sistema fluvial urbano está ligada aos fatores naturais e antrópicos, os quais retardam o escoamento superficial, potencializando o acúmulo de água no interior da cidade. A carência no sistema de escoamento certamente condiciona e agrava a ocorrência de inundações. De acordo com Tucci (2004), as enchentes em áreas urbanas ocorrem quando as águas dos rios, riachos e galerias pluviais saem do leito de escoamento, devido à falta de capacidade de transporte de um destes sistemas, passando a ocupar áreas utilizadas para moradia, transporte, recreação,

comércio, indústria, entre outros (Santos, 2013, p. 88).

A exemplo disso, sintetiza-se que o transbordamento dos córregos que cortam a cidade de Cáceres-MT, ocorrido em 11 de fevereiro de 2010 em virtude dos 159,4 mm precipitados, interferiu diretamente nos espaços ocupados pela população. A Figura 7 mostra a dimensão dos problemas enfrentados pelos cacerenses na época.

Figura 7 – Transbordamento de córregos urbanos de Cáceres em 11 de fevereiro de 2010



Fonte: Acervo pessoal de Adilson Reis (2010).

Na Figura 7, é possível verificar o transbordamento de alguns córregos urbanos, como Sangradouro (A), Fontes (B), Lavapés (C) e Renato (D). Este evento foi considerado por muitos o de maior impacto na sociedade cacerense, superando as inundações de 1998 e 2007. Estes e outros fatos comprovam o histórico de inundações que, de forma recorrente, atingem a cidade de Cáceres.

Capítulo 4

DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DO USO DO SOLO DA CIDADE DE CÁCERES

Os estudos sobre os impactos ambientais em aglomerações urbanas são, ao mesmo tempo, produto e processo de transformações dinâmicas e recíprocas da natureza e da sociedade estruturada em classes sociais. É consenso que o crescimento das cidades causa impactos ambientais, os quais, decorrentes da expansão urbana (regular ou irregular), são visíveis e causam danos ao meio e a toda a sociedade que nele habita.

O crescimento acelerado e mal planejado das cidades está acarretando sérios prejuízos à natureza, dos quais se destacam o desmatamento da vegetação nativa para a estruturação da rede urbana e toda sua infraestrutura, a alteração do microclima, a poluição atmosférica, da água e do solo e principalmente a degradação em áreas costeiras, destruindo diversos ecossistemas.

O uso do solo em Cáceres apresentou um aumento de 47,35% no período investigado (Tabela 4 e Figura 8) devido,

principalmente, à implantação de conjuntos habitacionais nas regiões nordeste, sul, sudoeste e centro-sul, nos bairros periféricos Olhos D'água (29), Carapatinho (02), Vila Real (42), Santos Dumont (35) e Jardim Guanabara (15), respectivamente, devido ao Programa Minha Casa Minha Vida, do Governo Federal – Lei nº 11.977/2009 (Brasil, 2009), Lei nº 12.424/2011 (Brasil, 2011) e Decreto nº 6.820/2009 (Brasil, 2009) –, favorecendo a ocupação horizontalizada de áreas que até então não detinham infraestrutura e eram recobertas por vegetação.

Em todos os bairros da cidade houve crescimento do uso do solo. Nesse sentido, os critérios de uso e ocupação do solo urbano em Cáceres são desconexos e, em muitos casos, fruto da ocupação urbana desordenada. As irregularidades presentes no espaço urbano cacerense não estão restritas aos habitantes de baixa renda. A ausência de uma política disciplinadora do uso do solo em Cáceres é vista como um dos grandes entraves para o seu desenvolvimento.

Foi constatado expressivo crescimento do uso de solo, principalmente nos bairros 02, 03, 11, 15, 17, 21, 22, 24, 26, 29, 33, 34, 35 e 42 (Tabela 4), que apresentam uma dinâmica superior a 35.

Tabela 4 – Descrição dos bairros e dinâmica de uso do solo urbano

Bairros (Código no mapa)	Uso (m ²)		Dinâmica (%)
	2005	2016	
Betel (1)	104.206,81	135.649,08	23,18
Carrapatinho (2)	1.293.054,23	2.247.244,36	42,46
Cavalhada I (3)	464.199,82	799.759,50	41,96
Cavalhada II (4)	385.231,30	404.601,08	16,20
Cavalhada III (5)	275.015,92	415.342,00	33,79
Centro (6)	1.240.781,46	1.583.191,27	21,63
Cidade Alta (7)	88.712,98	137.491,36	35,48
Cidade Nova (8)	332.776,32	495.618,29	32,86
Cohab Nova (9)	233.181,56	353.816,01	34,10
Cohab Velha (10)	238.795,85	278.640,14	14,30
DNER (11)	246.282,42	391.035,85	37,02
Garcês (12)	308.178,11	382.598,72	19,45
Jardim Celeste (13)	311.958,35	490.912,25	36,45
Jardim do Trevo (14)	268.142,43	378.906,02	29,23
Jardim Guanabara (15)	195.298,36	459.531,39	57,50
Jardim Imperial (16)	441.330,33	669.522,27	34,08
Jardim Marajoara (17)	245.468,04	483.217,83	49,20
Jardim Padre Paulo (18)	306.210,33	513.205,82	40,33
Jardim Paraíso (19)	288.212,31	473.656,65	39,15
Jardim São Luiz (20)	423.669,25	598.895,31	29,26
Joaquim Murtinho (21)	327.176,02	822.700,06	60,23
Junco (22)	331.466,93	759.843,83	56,38
Lavapés (23)	230.908,49	363.096,08	36,41
Lobo (24)	197.441,97	630.630,21	68,69
Maracanãzinho (25)	182.914,88	282.508,45	35,25
Massa Barro (26)	131.833,37	214.789,49	38,62
Monte Verde (27)	135.131,91	186.351,19	27,49
Nova Era (28)	315.937,91	447.476,11	29,40
Olho D'Água (29)	233.316,90	507.333,78	54,01

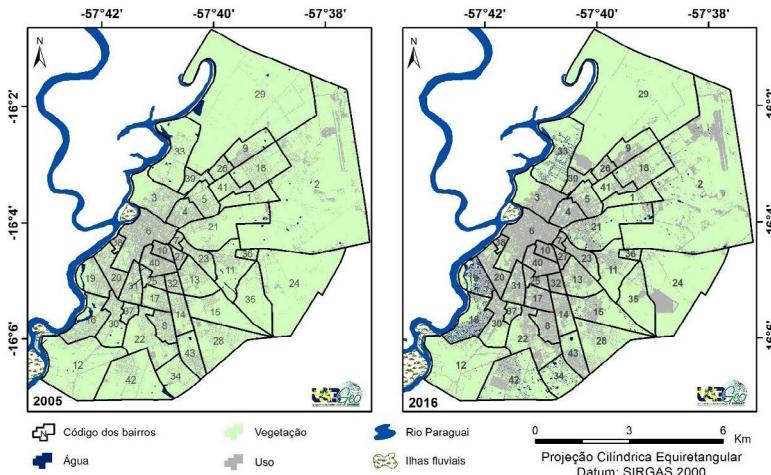


Rodeio (30)	266.987,41	450.767,87	40,77
Santa Cruz (31)	356.975,18	490.590,20	27,24
Santa Isabel (32)	184.010,03	276.333,61	33,41
Santa Rosa (33)	212.766,83	512.487,59	58,48
Santo Antônio (34)	161.318,25	181.974,68	11,35
Santos Dumont (35)	99.542,25	203.391,07	51,06
São Jorge (36)	67.030,54	92.795,39	27,77
São Lourenço (37)	99.465,27	129.016,56	22,91
São Miguel (38)	87.120,56	117.286,27	25,72
Vila Irene (39)	130.027,16	231.950,80	43,94
Vila Mariana (40)	441.431,95	551.154,53	19,91
Vila Nova (41)	127.820,29	190.491,19	32,90
Vila Real (42)	291.852,56	802.946,53	63,65
Vitória Régia (43)	305.700,20	424.480,40	27,98

Fonte: Vendamini *et al.* (2016, p. 13).

O Plano Diretor aprovado em dezembro de 2010 traz, em seu bojo, uma visão generalizada da cidade, na qual aspectos socioambientais são tratados de forma isolada, como se um não interferisse no outro. Questões setoriais deveriam ser debatidas, sendo o assunto do uso e ocupação do solo algo que normalmente acaba por receber certo desmerezimento pelas autoridades, como se este tópico fosse apenas gerar mapas, cartogramas, níveis de construção e cotas de adensamento por si só, sem um resultado efetivo.

Figura 8 – Dinâmica de uso e cobertura da cidade de Cáceres-MT



Fonte: Vendramini *et al.* (2016, p. 11).

Os resultados do trabalho indicam a fragmentação da forma urbana como um mecanismo intrínseco ao fenômeno citadino, decorrente da auto-organização morfológica do sistema urbano. O fato é que a descontinuidade espacial independe de um único fator intraurbano, mas ocorre a partir da convergência de inúmeros subsistemas que convergem para uma dinâmica associada à transição de fases, semelhante ao que ocorre nos demais fenômenos complexos.

A ocorrência da forma da cidade fragmentada permite que os vazios urbanos possam coincidir espacialmente com locais de interesse do ambiente natural. Desta forma, a dinâmica do crescimento e a descontinuidade espacial podem ser, de fato, um caminho para melhor coexistirem sistemas citadinos e ecossistemas naturais.

Entretanto, a fragmentação da forma urbana não anula a tendência natural das cidades de ocorrer de forma compacta e concêntrica, urbanizando indiscriminadamente áreas de maior fragilidade e interesse da paisagem natural. Pelo contrário, indica que as cidades crescem por movimentos de compactação e fragmentação, sincronicamente, caracterizando uma dinâmica que as define essencialmente como fenômeno complexo e, portanto, difícil de ser controlado e induzido a partir de medidas no sentido *top-down*; ou seja, planos pautados exclusivamente por medidas normativas, sob estratégias de processamento de informação e ordenação do conhecimento, usados em vários campos do conhecimento, como *software*, ciências humanas, teorias científicas (Sistêmica) e gestão e organização de estratégias para o planejamento, por exemplo.

A expansão urbana acelerada, sem planejamento, e as pressões antrópicas sobre os recursos naturais têm provocado riscos e o surgimento de zonas de vulnerabilidade socioambiental. Logo, faz-se necessário esclarecer que o termo “vulnerabilidade” é definido por Marandola Jr. e Hogan (2006, p. 33) como:

Um fenômeno expressivo da modernidade tardia, característica da forma de enfrentar o perigo nas diferentes escalas. Penetrandos em todos os campos da vida social, risco e incerteza tornaram-se palavras-chave para compreender as dinâmicas espaço-temporais contemporâneas, demandando um olhar abrangente da vulnerabilidade em sua multidimensionalidade inerente.

Segundo Beck (2010, p. 27), “os riscos modernos escapam cada vez mais dos mecanismos de proteção e controle a eles designados”. Dentre as percepções e concepções acerca das problemáticas existentes em uma cidade, algumas delas são apresentadas por Oliveira Jr. e Grigio (2011), que consideram: a disposição irregular e a deficiência no tratamento dos resíduos sólidos, o lançamento de efluentes nos córregos e, por consequência, nos rios, construções irregulares, a falta de pavimentação e a infraestrutura inadequada de ruas, sem qualquer ordenação em algumas localidades da cidade de Cáceres.

A implantação e o lançamento de grandes empreendimentos habitacionais, que acabam colaborando para a exclusão socioespacial e especulação imobiliária, como é o caso dos residenciais implantados nos bairros da cidade, quanto no Carrapatinho (03), Jardim Guanabara (15), Lobo (24) e Vila Real (42), que apresentam deficiências em áreas de lazer públicas que possam colaborar para uma melhor qualidade de vida, assim como o alto índice de violência e criminalidade presentes no município, que se apresentam com maior reincidência nas áreas próximas aos residenciais populares.

A expansão urbana em Cáceres, como na maioria das cidades brasileiras, é mais deficitária em âmbito estrutural nas áreas periféricas por conta de ocupações por vezes irregulares, culminando no uso de áreas impróprias, como as Áreas de Preservação Permanente (APPs), causando impacto

ambiental e expondo as pessoas ao risco, principalmente em eventos climáticos.

Marques (2005) aponta que a falta de calçamento, pavimentação de ruas, saneamento ambiental, ausência de controle de enchentes e, desse modo, medidas para evitar os alagamentos, falta de serviços de saúde, ligações clandestinas de energia elétrica, ausência do recolhimento do lixo, dentre outros, são alguns dos problemas comumente encontrados nessas áreas. A exemplo, as construções irregulares em áreas de risco, criações de animais, supressão de vegetação nativa no decorrer das margens do rio Paraguai, além dos córregos no perímetro urbano e, ainda, a deficiência no saneamento ambiental, são elementos que aumentam a vulnerabilidade ambiental e o perigo. Consequentemente, o risco dessas populações torna-se mais iminente.

Deve-se destacar que as atividades humanas vêm acelerando de forma vertiginosa os processos erosivos, uma vez que o desmatamento da vegetação nativa e as técnicas inadequadas de utilização desse solo favorecem o aumento da erosão do solo. Pode-se observar que as “áreas de degradação ambiental coincidem com as áreas de degradação social, sobrepondo perigos, muitas vezes potencializando outros riscos ou amplificando seus efeitos e danos” (Marandola Jr.; Hogan, 2006, p. 34).

Desta forma, podemos destacar na urbe de Cáceres uma condensação no uso do solo, principalmente na área central e nos bairros adjacentes ao centro. Pontualmente,

como mencionado, os bairros periféricos receberam estruturas habitacionais, que provocam a ocupação, com o tempo, dos espaços entre o centro e áreas periféricas. Sendo assim, a identificação das áreas de risco de inundação torna-se uma ferramenta de análise e tomada de medidas para minimizar os impactos ambientais e sociais.

4.1 RISCO DE INUNDAÇÃO NA CIDADE DE CÁCERES-MT

A dinâmica do crescimento urbano ocorre através da permanente conversão do uso do solo e do consumo de recursos naturais, em um processo no qual se alteram a cidade e a paisagem natural de modo sincrônico. Diante do processo de expansão urbana, modificações ocorrem no ciclo hidrológico natural, principalmente através de alterações na geomorfologia das bacias hidrográficas e no aumento da superfície impermeável do solo, que, somados os impactos de despejos sanitários não tratados e aos assentamentos humanos em locais ambientalmente frágeis, transformam a hidrografia, os recursos hídricos e os demais atributos naturais associados, podendo provocar danos devido aos reflexos das ações antrópicas.

Clássicas abordagens do planejamento da paisagem têm dificuldade de estabelecer as interinfluências que ocorrem na dinâmica da cidade sobre o ambiente natural. De um lado,

tradicionalmente ideias do urbanismo sanitário foram dominantes nos últimos séculos, realizando intervenções estruturais, canalizando, represando e transpondo corpos hídricos com o objetivo de drenar e sanear os ambientes, assim “possibilitando o processo de expansão urbana em nome da cidade compacta” (Jenks; Burgess, 2000, p. 41). Por outro lado, “planejadores ambientais indicam os recursos hídricos como estruturantes no processo de crescimento urbano e sua preservação é vital a manutenção da vida humana no planeta” (Alberti *et al.*, 2003, p. 32).

Tradicionalmente, a gestão da drenagem urbana tem sido tratada prioritariamente associada aos aspectos qualitativos da urbanização interna às bacias hidrográficas. Entretanto, as enchentes sucedidas devido à urbanização estão “associadas não só ao aumento da superfície impermeável, mas também pela ocupação de áreas de inundação ribeirinha, áreas de cheias naturais ou leitos maiores dos cursos d’água” (Alberti *et al.*, 2003, p. 25).

Contrário ao modo como comumente é abordada a ocorrência de cheias das linhas de drenagem é um processo inerente ao ciclo hidrológico natural de uma determinada região com seus aspectos físicos/ambientais, pois todo curso d’água ou linha de drenagem é caracterizado por um regime de não permanência de vazões. Neste contexto, a definição conceitual de leitos maiores e menores dos recursos hídricos é adotada por estudos hidrológicos para melhor definir linhas de drenagem.

Sendo os leitos maiores dos rios associados a um fator probabilístico de ocorrência, geralmente com variações em décadas, surge uma grande defasagem temporal entre os diferentes sistemas, hídrico e urbano. Além disso, áreas naturalmente propensas à inundação são de difícil entendimento e percepção pelo senso comum, e geralmente um dado descartado na elaboração de políticas do uso do solo urbano.

Desta forma, é possível afirmar que, a partir da diferença temporal que advém entre a dinâmica continuada do crescimento urbano e o tempo de retorno dos recursos hídricos em cheias máximas, são decorrentes a maioria dos conflitos espaciais de uso e ocupação de áreas de fragilidade dos sistemas hídricos.

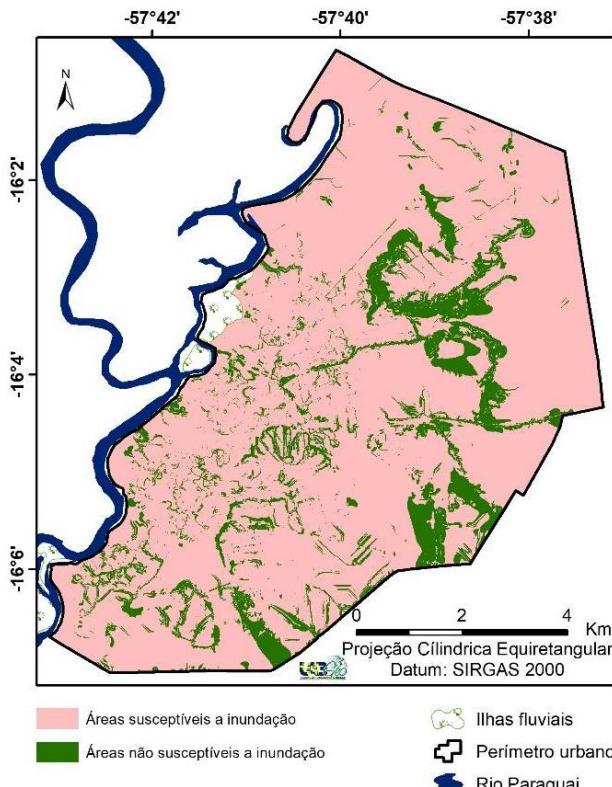
A forma com que acontece o manejo das águas urbanas pode ser indicada como um fator que influencia a configuração urbana. Intervenções estruturais sobre os recursos hídricos, que alteram o ciclo hidrológico e o escoamento natural, são medidas que possibilitam a ocupação dos vazios urbanos e viabilizam a expansão urbana a partir de formas concêntricas.

Por outro lado, as chamadas medidas não estruturais de planejamento podem vir a promover um modelo urbano fragmentado, induzindo a descontinuidade espacial urbana associada à preservação das linhas de drenagem. O fato é que, independentemente do paradigma segundo o qual ocorre o manejo das águas no contexto das cidades, este pode vir a influenciar a forma com que acontece o crescimento urbano, viabilizando a concentração ou induzindo a fragmentação.



Face ao exposto, o mapeamento do perigo de inundações de Cáceres-MT evidenciou que a urbe, cuja área encontra-se situada entre a cota de 120 e 140 metros de altitude, junto à margem esquerda do rio Paraguai, com declividade inferior a 3% (85%), em um relevo plano, é suscetível à inundações (Figura 9), potencializando o perigo frente a possíveis eventos de precipitação.

Figura 9 – Risco de inundações da urbe de Cáceres-MT



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Quanto ao perigo de inundação, este está intimamente ligado a um desastre, que depende de fatores como probabilidade, característica e intensidade do perigo, além da suscetibilidade dos elementos expostos, baseada em condições físicas, sociais, ambientais e econômicas. “Destaca-se que perigos naturais são inevitáveis, enquanto os desastres podem ser prevenidos ou minimizados através do estudo de eventos anteriores e monitoramento de situações presentes” (UN-ISDR, 2004, p. 12).

As áreas de perigo podem ser definidas ou identificadas como locais suscetíveis a uma ação ou fenômeno e que apresentam moradias e outros empreendimentos antrópicos. Nesse sentido, da área urbana (6.982 hectares), estão em perigo alto ou médio de inundação 17.680 m², sendo que a área com maior risco de inundações corresponde a aproximadamente 25,33% da área urbana de Cáceres (Tabela 5).

Tabela 5 – Percentual de área com perigo de inundação

Classes de perigo	Área (m ²)	(%)
Áreas com alto perigo de inundação	0,26	0,38
Áreas com médio perigo de inundação	17,42	24,95
Áreas com baixo perigo de inundação	52,14	74,67
Total	69,82	100

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

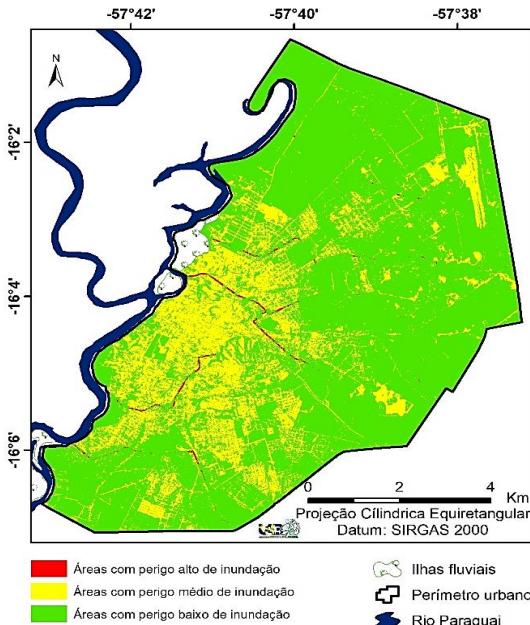
Na área urbana de Cáceres há um alto percentual de suscetibilidade à inundação, e constata-se a existência de perigo de inundação, mesmo apresentando 74,67% da área com baixo perigo de inundação. Dentre os percentuais,

25,33% estão na área de concentração urbana (área de uso do solo); portanto, grande parcela da sociedade que reside em Cáceres está em perigo sob a ótica geomorfológica e climática e, consequentemente, vulnerável.

A obstrução de canais de drenagem por dutos mal dimensionados, vegetação, entulhos e lixo no leito dos canais auxilia no barramento do curso hídrico, dificultando o escoamento da água.

De acordo com dados do Plano Diretor de Desenvolvimento (PDD) de 2010, Cáceres possuía “434 km de vias, sendo a maioria não pavimentada” (Cáceres, 2010, p. 05). Desde então, loteamentos surgiram e, posteriormente, conjuntos habitacionais, como o Jardim Aeroporto, o Residencial Universitário, o Residencial Vitória Régia, o Residencial Dom Máximo e o Residencial Guanabara, aumentando a quantidade de vias públicas.

Figura 10 – Mapa de perigo de inundação da urbe de Cáceres-MT



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Podemos notar, conforme a Figura 10, que trata do mapeamento das áreas com risco de inundaçao, que 85% da cidade possui risco médio de inundaçao devido à baixa declividade do relevo e à baixa capacidade de absorção da umidade, carecido ao tipo do solo, se argissolo branco amarelo, a impermeabilidade provocada por pavimentação, calçamento e construções. Evidenciando que a cidade de Cáceres, naturalmente por sua estrutura geomorfológica e geológica, possui risco de inundaçao, cabe os responsáveis e à gestão municipal realizar obras de engenharia para ampliar a capacidade e a velocidade do fluxo de drenagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com relação à caracterização dos atributos da paisagem, conclui-se que a estrutura física que forma a estrutura da cidade de Cáceres a modela na forma plana e, associando-se as condicionantes climáticas às ambientais, pode ocorrer uma inundação.

A cidade de Cáceres está geologicamente localizada sobre a Formação Pantanal, assentada sobre uma camada argilosa da Formação Diamantino, o que condiciona a grande variação do nível do lençol freático, formando os solos Plintossolos e as várias áreas de embaciamento. A preservação das áreas alagáveis, que estão sendo ocupadas clandestinamente, é recomendada para a redução dos efeitos negativos das enchentes.

Para os canais urbanos, deve-se buscar opções que estimulem a infiltração, tais como gramados e margens inclinadas em ângulo suave e vegetação estabilizante ao contrário da canalização.

Constatou-se que houve aumento do uso do solo e redução da cobertura vegetal, por vezes aliada à impermeabilização do solo, compactuando com possíveis alagamentos e enchentes.

Sobre o risco de inundação, pode-se observar, nas áreas suscetíveis e com perigo de inundação, que a maior parte das residências da cidade está assentada dentro das áreas com maior risco de inundação.

Portanto, conclui-se que a estrutura geomorfológica, os canais de drenagem e o fato de a cidade ter sido edificada na planície de inundação, à margem esquerda do Rio Paraguai, possibilitam que haja naturalmente uma vulnerabilidade à inundação e, consequentemente, um risco maior de enchente, colocando uma grande parcela da sociedade em situação de perigo de inundação.

REFERÊNCIAS

- ALBERTI, M.; MARZLUFF, J. M.; SHULENBERGER, E.; BRADLEY, G.; RYAN, C.; ZUMBRUNNEN, C. Integrating humans into ecology: opportunities and challenges for studying urban ecosystems. **BioScience**, v. 53, n. 12, p. 1169-1179, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2003\)053\[1169:IHIEOA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053[1169:IHIEOA]2.0.CO;2). Disponível em: <https://academic.oup.com/bioscience/article-abstract/53/12/1169/301939?redirectedFrom=fulltext>. Acesso em: 10 maio 2016.
- ALCANTARA, L. H.; ZEILHOFER, P. Aplicação de técnicas de geoprocessamento para avaliação de enchentes urbanas: estudo de caso – Cáceres, MT. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 1., 2006, Campo Grande. **Anais** [...]. Campo Grande: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2006. p. 18-27.
- BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 172-188, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5380/revsbau.v6i3.66481>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66481>. Acesso em: 10 maio 2016.
- BARROS, R.; CARVALHO, M.; MENDONÇA, R. **Sobre as utilidades do Cadastro Único**. Texto para Discussão nº 1414. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2015. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/2653>. Acesso em: 10 maio 2016.

BECK, U. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2010.

BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico-econômico pelos estados da Amazônia Legal**. Brasília, DF: Secretaria de Assuntos Estratégicos; Ministério do Meio Ambiente, 1996. Disponível em: https://smastr16.blob.core.windows.net/portalzee/2016/12/BECKER_EGLER_Metodologia-ZEE-Amazonia-Legal.pdf. Acesso em: 10 maio 2016.

BIRGANI, Y. T.; YAZDANDOOST, F. A framework for evaluating the persistence of urban drainage riskmanagement systems. **Journal of Hydro-environment**, v. 8, n. 4, p. 330-342, 2014. DOI: 10.1016/j.jher.2014.04.004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1570644314000227?via%3Dihub>. Acesso em: 10 maio 2016.

BOTELHO, R. G. Transformação do espaço geográfico com seus riscos ambientais: o caso da bacia do rio Cuiabá (Taipava - Petrópolis/RJ). In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 10., 2011, Recife. **Anais** [...]. Recife: Associação dos Geógrafos Brasileiros, 2011. p. 381-383.

BRAGA, T. M.; OLIVEIRA, E. L.; GIVISIEZ, G. H. N. Avaliação de metodologias de mensuração de risco e vulnerabilidade social a desastres naturais associados à mudança climática. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 81-95, 2006.

BRASIL. Casa Civil. Decreto nº 6.820, de 13 de abril de 2009. Dispõe sobre a composição e as competências do Comitê de Participação no Fundo Garantidor da Habitação Popular - CPFGHab e sobre a forma de integralização de cotas no Fundo Garantidor da Habitação Popular - FGHab. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 2, 13 abr. 2009.

BRASIL. Casa Civil. Lei nº 11977, de 07 de julho de 2009. Dispõe sobre o programa minha casa minha vida - PMCMV. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 8 jul. 2009.

BRASIL. Casa Civil. Lei nº 11977, de 07 de julho de 2009. Dispõe sobre o programa minha casa minha vida - PMCMV. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 8 jul. 2009.

BRASIL. Casa Civil. Lei nº 12.424, de 16 de junho de 2011. Altera a Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009, que dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida - PMCMV. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 20 jun. 2011.

BRASIL. Casa Civil. Lei nº 12424, de 16 de junho de 2011. Altera a Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009, que dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida - PMCMV. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 20 jun. 2011.

BRASIL. Casa Civil. Lei nº 6766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 20 dez. 1979.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal; Centro Gráfico, 1988. 292 p. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 05 out. 1988.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres**. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/defesacivil>. Acesso em: 25 fev. 2015.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL**, Folha SE. 21 Corumbá e parte da folha SE. 20;

Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1982.

BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios**. Organizado por Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2007. Disponível em: <http://goo.gl/rYX7IK>. Acesso em: 29 ago. 2015.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. Spring: integrating remote sensing and gis by object-oriented data modeling. **Computers & Graphics**, Lisboa, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/0097-8493\(96\)00008-8](https://doi.org/10.1016/0097-8493(96)00008-8). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0097849396000088?via%3Dihub>. Acesso em: 12 mar. 2016.

CARDONA, O. D. La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. *In: INTERNATIONAL WORK-CONFERENCE ON VULNERABILITY IN DISASTER THEORY AND PRACTICE*, 1., Wageningen, 2001. **Anais eletrônicos** [...]. Wageningen: Disaster Studies of Wageningen University and Research Centre, 2001. Disponível em: http://www.desenredando.org/public/articulos/2003/rmhcvr/rmhcvr_may-08-2003.pdf. Acesso em: 27 maio 2016.

CASTRO, S. D. A. de. Riesgos y peligros: una visión desde la Geografía. **Scripta Nova**, Barcelona, n. 60, n.p., 2010. Disponível em: <http://www.ub.edu/geocrit/sn-60.htm>. Acesso em: 28 maio 2016.

CHAMBERS, R. Vulnerability, coping and policy. **IDS Bulletin**, v. 20, n. 2, p. 1-7, 1989. DOI: [10.1111/j.1759-5436.1989.mp20002001.x](https://bulletin.ids.ac.uk/index.php/idsbo/article/view/1821). Disponível em: <https://bulletin.ids.ac.uk/index.php/idsbo/article/view/1821>. Acesso em: 12 mar. 2016.

CONFALONIERI, U. E. C. Global environmental change and health in Brazil: review of the present situation and proposal for indicators for monitoring these effects. In: HOGAN, H. J.; TOLMASQUIM, M. T. (ed.). **Human dimensions of global environmental change: brazilian perspectives**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2002. p. 43-78.

CUTTER, S. Vulnerability hazards to environmental. **Progress in Human Geography**, v. 20, n. 4, p. 529-539, 1996. DOI: 10.1177/030913259602000407. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/030913259602000407>. Acesso em: 12 fev. 2016.

DORNELES, A. C. B. O zoneamento e sua importância como um instrumento de planejamento urbano. **Cadernos da Escola de Direito e Relações Internacionais**, Curitiba, v. 1, n. 13, p. 452-467, 2010. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.unibrasil.com.br/index.php/cadernosdireito/article/view/2701>. Acesso em: 18 jan. 2016.

ESRI. **ArcGis advanced**: release 10.5. Redlands: Environmental Systems Research Institute, 2017. Disponível em : https://support.esri.com/en-us/knowledge-base/what-are-the-build-numbers-for-releases-of-arcgis-deskt-000008287?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 10 maio 2017.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 123-194.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

FREIRIA, N. T. Qualidade ambiental urbana. **Engenharia e construção**, Curitiba, n. 58, p. 24-32, 2001.

FREITAS, M. I. C.; CUNHA, L. Cartografia da vulnerabilidade socioambiental: convergências e divergências a partir de algumas experiências em Portugal e no Brasil. **Urbe: Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 5, n. 1, p. 15-31, 2013. DOI: <https://doi.org/10.7213/urbe.7783>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/urbe/a/FGDzYzb8KQz8qRXg7kjhYMJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 de jan. 2016.

GARCIA, F. E. S. **Cidade espetáculo**: política, planejamento e city marketing. Curitiba: Palavra, 1997.

GEGEP-UFPE. Grupo de Engenharia de Encostas e Planícies da Universidade Federal de Pernambuco. Ministério das Cidades. **Gestão e Mapeamento de Riscos Socioambientais – Curso de Capacitação**. Recife: CEAD-UFPE, 2008. Disponível em: https://www.docscopy.com/pt/docs/curso-gestao-mapeamento-de-riscos-socioambientais/5279327/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 23 out. 2015.

GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUZZETTI, F.; PERUCCACCI, S.; ROSSI, M. Rainfall thresholds for the initiation of landslides in Central and Southern Europe. **Meteorology and Atmospheric Physics**, v. 98, n. 2, p. 239-267, 2007. DOI:10.1007/s00703-007-0262-7. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00703-007-0262-7>. Acesso em: 10 jul. 2016.

HADLICH, G. M. **Cartografia de riscos de contaminação hídrica por agrotóxico**: proposta de avaliação e aplicação na microbacia hidrográfica do córrego Guaruva, Sombrio-SC. 1997.

170 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

HUQ, S.; KOVATS, S.; REID, H.; SATTERTHWAITE, D. Editorial: Reducing risks to cities from disasters and climate change. **Environment & Urbanization**, London, v. 19, n. 1, p. 3-15, 2007. DOI: 10.1177/0956247807078058. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0956247807078058>. Acesso em: 12 nov. 2015.

IBGE. **Atlas nacional do Brasil**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

IBGE. **Censo demográfico 2000**: resultados. Rio de Janeiro: IBGE, 2001.

IBGE. **Censo demográfico 2000**: agregado de setores censitários dos resultados do universo. v. 5, Região Centro-Oeste. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013a. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/defaulttab_munic.shtm. Acesso em: 20 maio 2016.

IBGE. **Censo demográfico 2010**: características da população e dos domicílios. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IBGE. **Censo demográfico 2010**: agregado de setores censitários dos resultados do universo. v. 5, Região Centro-Oeste. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>. Acesso em: 02 abr. 2016.

IBGE. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios – PNAD**: síntese de indicadores 2016. Rio de Janeiro: IBGE, 2017a.

IBGE. **Síntese de indicadores sociais**: uma análise das condições de vida da população brasileira 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2017b.

IPCC. **Intergovernmental panel in climate change**. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Genebra, 2001. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar3/wg2/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 28 jan. 2016.

IFT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mapeamento de áreas de risco em encostas e margens de rios**. Organizado por Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura. Brasília, DF: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2007.

JABUR, A. S. **Alterações hidrológicas decorrentes de mudança do uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Ligeiro, Pato Branco – PR**. 2010. 178 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

JENKS, M.; BURGESS, R. **Compact cities**: sustainable urban forms for developing countries. London: Spon Press, 2000.

JUNK, W. J.; SILVA, C. J. O conceito do pulso de inundação e suas implicações para o Pantanal de Mato Grosso. *In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SOCIOECONÔMICOS DO PANTANAL*, 1999, Corumbá. **Anais eletrônicos** [...]. Corumbá: Embrapa Pantanal, 1999. p. 17-28. Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/ResumoLiv007.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2016.

KASPERSON, J.; KASPERSON, R. **International workshop on vulnerability and global environmental change**. Stockholm: SEI, 2001.

KOBIYAMA, M. **Mapeamento de áreas de risco para prevenção de desastres hidrológicos com ênfase em modelagem hidrogeomorfológica**. Porto Alegre: UFRGS/IPH/GPDEN, 2014.

KOBIYAMA, M. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. Curitiba: Organanic Trading, 2006.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2011.

LEFEBVRE, H. **O direito à cidade**. São Paulo: Editora Nacional, 1969.

LEFF, E. **Saber ambiental**. Petrópolis: Vozes, 2006.

LEOPOLD, L. B. **Hydrology for urban planning**: a guide book on the hydrologic effects on urban land use. Washington: United States Department of the Interior, 1968.

LIMA, L. M. M. **Mapeamento da suscetibilidade à inundação na bacia hidrográfica do Arroio do Salso, Porto Alegre-RS**. 2010. 175 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor nas metrópoles**: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Huotec, 1985.

MACEDO, S. S. **Quadro do paisagismo no Brasil**. São Paulo: Edusp, 1999.

MARANDOLA JR.; E.; HOGAN, D. J. As dimensões da vulnerabilidade. **Revista São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 1, p. 33-43, 2006. Disponível em: https://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v20n01/v20n01_03.pdf. Acesso em: 28 jan. 2016.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidade e riscos: entre geografia e demografia. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 29-53, 2005. Disponível em: <https://www.rebep.org.br/revista/article/view/253>. Acesso em: 28 jan. 2016.

MARCELINO, E. V. **Desastres naturais e geotecnologias:** conceitos básicos. Caderno Didático nº 1. Santa Maria: INPE/CRS, 2008. Disponível em: <http://mtc-m16d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19/2011/11.16.18.05/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2016.

MARQUES, J. R. **Meio ambiente urbano**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2005.

MARTINI, L. C. P.; UBERTI, A. A. A.; SCHEIBE, L. F.; COMIN, J. J.; OLIVEIRA, M. A. T. Avaliação da suscetibilidade a processos erosivos e movimentos de massa: decisão multicriterial suportada em sistemas de informações geográficas. **Revista do Instituto de Geociências**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 41-52, 2006. DOI: <https://doi.org/10.5327/S1519-874X2006000200004>. Disponível em: <https://revistas.usp.br/guspsc/article/view/27416>. Acesso em: 18 jan. 2016.

MATO GROSSO. 2ª Companhia Independente de Bombeiros Militar. **Plano de Contingência para enchentes de 2009 e 2010**. Cáceres, 2009.

MATO GROSSO. **Lei nº 9.675, de 20 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre o Plano Plurianual para o quadriênio 2012-2015. Cuiabá: Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral – SEPLAN/MT, 2012.

MENDES, N. F. **Memória cacerense**. Cuiabá: Carlini & Carniato, 1998.

MENEZES, D. J. **Zoneamento das áreas de risco de inundação na área urbana de Santa Cruz do Sul – RS**. 2014. 134 f.

Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

MICROSOFT. **Pacote Office** (Word, Excel, Power Point) em Português. 2013.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas**: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2003.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: Universidade de São Paulo; Instituto de Geografia, 1976.

MOSER, C. The asset vulnerability framework: reassessing urban poverty reduction strategies. **World Development**, New York, v. 26, n. 1, p. 01-19, 1998. DOI: 10.1016/S0305-750X(97)10015-8. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(97\)10015-8](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(97)10015-8). Acesso em: 10 fev. 2016.

MUKAI, T. **Direito ambiental sistematizado**. 4. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2004.

NEVES, S. M. A. S.; CRUZ, C. B. M.; NEVES, R. J.; SILVA, A. Geotecnologias aplicadas na identificação e classificação das unidades ambientais do pantanal de Cáceres/MT - Brasil. **GEOGRAFIA**, Rio Claro, v. 34, p. 795-805, 2006. Número especial. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/4869/3978>. Acesso em: 10 jun. 2015.

NEVES, S. M. A. S.; NUNES, M. C. M.; NEVES, R. J. Caracterização das condições climáticas de Cáceres/MT - Brasil, no período de 1971 a 2009: subsídio às atividades agropecuárias e turísticas municipais. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 31, n. 2, p. 55-68, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5216/bgg.v31i2.16845>.

Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/16845>.
Acesso em: 17 mar. 2016.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP). 2. ed. Curitiba: O Autor, 2008.

NUNES, M. C. M.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J.; NERY, J. T. Comportamento da precipitação pluvial no município de Cáceres Pantanal Mato-Grossense no período de 1971 a 2011. **Científica**, Dracena, v. 44, n. 3, p. 271-278, 2016. DOI: <https://doi.org/10.15361/1984-5529.2016v44n3p271-278>. Disponível em: <https://cientifica.dracena.unesp.br/index.php/cientifica/article/view/692>. Acesso em: 10 fev. 2016.

OLIVEIRA JR., H. S.; GRIGIO, A. M. **Mapa social**: território e desigualdades: fase II Subprojeto: descrição, mapeamento e análise de risco socioambiental do município de Mossoró – RN. Relatório de Pesquisa FAPERN/CNPq, 2011.

PAIVA, S. L. P.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J.; MIRANDA, M. R. S. Ações antrópicas na área de preservação permanente do córrego Sangradouro em Cáceres/MT, e suas implicações nos aspectos físico-químico da água. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 16, n. 56, p. 49-61, 2015. DOI: <https://doi.org/10.14393/RCG165628543>. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/28543>. Acesso em: 24 maio 2016.

PANTELIC, J.; SRDANOVIC, B.; GREENE, M. Postmodern urbanization and the vulnerability of the poor. In: URBAN RESEARCH SYMPOSIUM, 3., Brasília, 2005. **Anais** [...]. Brasília: The World Bank; IPEA, 2005. p. 317-328.

- POMPÉO, C. A. Drenagem urbana sustentável. **RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Blumenau, v. 5, n. 1, p. 15-23, 2000. DOI: 10.21168/rbrh.v5n1.p15-23. Disponível em: <https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=46&SUMARIO=656>. Acesso em: 03 jun. 2016.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013**. Brasília: PNUD; IPEA; FJP, 2013. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br>. Acesso em: 13 ago. 2025.
- PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Relatório de Desenvolvimento Humano 2001**: colocar o poder da tecnologia a serviço do desenvolvimento humano. Nova Iorque: PNUD, 2001.
- REGO, R. L.; MENEGUETTI, K. S. A respeito de morfologia urbana. Tópicos básicos para estudos da forma da cidade. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 123-127, 2011. DOI: 10.4025/actascitechnol.v33i2.6196. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/actascitechnol/index.php/ActaSciTechnol/article/view/6196>. Acesso em: 19 mar. 2016.
- RESENDE, U. P. Especulação imobiliária e verticalização urbana: um estudo a partir do Parque Municipal Cascavel em Goiânia. **Geografia**, Londrina, v. 22, n. 2, p. 79-102, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5433/2447-1747.2013v22n2p79>. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/12580>. Acesso em: 29 set. 2016.
- RIBEIRO, W. C. Riscos e vulnerabilidade urbana no Brasil. **Scripta Nova: Revista Eletrônica de Geografia e Ciências Sociais**, Barcelona, v. 14, n. 331, n.p., 2010. Disponível em: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-331/sn-331-65.htm>. Acesso em: 20 ago. 2016.

RIGHETTO, A. M. **Manejo de águas pluviais urbanas**. Rio de Janeiro: PROSAB 5 – Programa de pesquisa em saneamento básico, 2009.

ROESTOLATO FILHO, A. **Geomorfologia aplicada ao saneamento básico na cidade de Cáceres, Mato Grosso**. 2006. 122 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

SÁNCHEZ, R. O.; SILVA, T. C. da. Zoneamento ambiental: uma estratégia de ordenamento da paisagem. **Cadernos de Geociências**, Rio de Janeiro, n. 14, p. 47-53, 1995.

SANTANA, J. E. **Ordenação do solo urbano e zoneamento: limites do direito adquirido ao uso e ocupação do solo**. 2006. Disponível em: <http://jairsantana.com.br/wp-content/uploads/2013/07/Ordena%C3%A7%C3%A3o-do-Solo-Urbano-e-Zoneamento-Limites-do-direito-adquirido-ao-uso-e-ocupa%C3%A7%C3%A3o-do-solo.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2017.

SANTOS, M. **Metrópole corporativa fragmentada**: o caso de São Paulo. São Paulo: Nobel; Secretaria de Estado da Cultura, 1990.

SANTOS, M. S. T.; SILVA, E. B. S.; SOUZA, A. M.; TEIXEIRA, W. L. E.; SCHMIDT, A. C. P. S.; FRANCELINO, A. V. M.; SABADIA, J. A. B.; LIMA FILHO, F. P. Geração e análise estatística de modelo digital de elevação (MDE) com dados de GPS em tempo real (GPS/RTK). **Revista Estudos Geológicos**, v. 18 n. 01, p. 94-110, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/estudosgeologicos/article/view/259756>. Acesso em: 19 ago. 2016.

SARTORI, M. G. B. A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. **Revista Terra Livre**, São Paulo, v. 1, n. 20, p. 27-49, 2003. DOI: https://doi.org/10.62516/terra_livre.2003.187. Disponível em: https://doi.org/10.62516/terra_livre.2003.187

publicacoes.agb.org.br/index.php/terralivre/article/view/187. Acesso em: 19 ago. 2016.

SHERBININ, A.; SCHILLER, A.; PULSIPHER, A. The vulnerability of global cities to climate hazards. **Environment & Urbanization Journal**, London, v. 19, n. 1, p. 39-64, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1177/0956247807076>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0956247807076725>. Acesso em: 19 ago. 2016.

SILVA, A. de B. **Sistemas de informações geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. Campinas: Editora Unicamp, 1999.

SILVA, A.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da erosão marginal do rio Paraguai: bairro São Miguel em Cáceres/MT – Brasil. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 2, n. 3, p. 19-27, 2008. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/rga/issue/view/177/4>. Acesso em: 19 ago. 2016.

SILVA, J. A. **Direito ambiental constitucional**. 6. ed. São Paulo: Malheiros, 2007.

SILVA, J. S. V.; SANTOS, R. F. **Estratégia metodológica para zoneamento ambiental: a experiência aplicada na bacia hidrográfica do Alto Taquari**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2011.

THIERY, Y.; MALET, J. P.; MAQUAIRE, O. Test of fuzzy logic rules for landslide susceptibility assessment. In: COLLOQUE INTERNATIONAL DE GÉOMATIQUE ET D'ANALYSE SPATIALE RECHERCHES & DÉVELOPPEMENTS, 1., Strasbourg, 2006. **Anais** [...]. Strasbourg: SAGEO, 2006. p. 01-16.

THOMAS, B. L. Proposta de zoneamento ambiental para o município de Arroio do Meio – RS. **RA'EGA: o Espaço Geográfico**

em Análise, Curitiba, v. 24, p. 199-226, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5380/raega.v24i0.26215>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/26215>. Acesso em: 19 ago. 2016.

TOMINAGA, L. K. Avaliação de metodologias de análise de risco a escorregamentos: aplicação de um ensaio em Ubatuba, SP. 2007. 240 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

TUCCI, C. E. M. Inundações urbanas. *In:* TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. de. (org.). **Drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH, 1995. p. 15-36.

UN-ISDR. **Living with risk:** a global review of disaster reduction initiatives. United Nations. Genebra: UN, 2004. Disponível em: <http://www.unisdr.org/we/inform/publications/657>. Acesso em: 03 jan. 2012.

VEDOVELLO, R.; MACEDO, E. S. Deslizamento de encostas. *In:* SANTOS, R. F. (org.). **Vulnerabilidade ambiental:** desastres naturais ou fenômenos induzidos? Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. p. 75-93.

VENDRAMINI, W. J.; NEVES, S. M. A. S.; GALVANIN, E. A. S.; SILVA, J. S. V.; KREITLOW J. P. Análise espacial do crescimento urbano de Cáceres/MT, Pantanal mato-grossense. *In:* SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 6., Cuiabá, 2016. **Anais** [...]. Cuiabá: Embrapa Informática Agropecuária; INPE, 2016. p. 728-737.

VEYRET, Y. (org.). **Os riscos:** O homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

SOBRE O AUTOR

William James Vendramini



Doutor em Geografia. Docente da Secretaria Estadual de Educação – Seduc/MT. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geografia Física, atuando principalmente nos seguintes temas: Educação, Ensino de Geografia e Educação do Campo.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7738-2276>

Curriculum Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7385263939772784>

E-mail: william.vendramini@edu.mt.gov.br

O presente texto tem como objetivo realizar o mapeamento do risco de inundação na cidade de Cáceres-MT utilizando geotecnologias aplicadas ao planejamento urbano e à análise ambiental. A pesquisa fundamenta-se em dados cartográficos, socioeconômicos e físicos da paisagem urbana, com ênfase na identificação de áreas suscetíveis à inundação e na caracterização da dinâmica de uso do solo. Os resultados apontam que a urbanização acelerada e desordenada intensifica a impermeabilização do solo e amplia a vulnerabilidade socioambiental, especialmente das populações de baixa renda. A utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) revelou-se eficaz para o zoneamento de risco e para o subsídio de políticas públicas de ordenamento territorial, reforçando a importância de instrumentos integrados de gestão ambiental e urbana.

