

IMPACTOS DOS EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO EM CÁCERES-MT, NO PERÍODO 1995 – 2010.

Willian Cosme da Silveira de **PAULA**

Mestrando em Geografia pela Universidade do Estado de Mato Grosso PPGGEO/UNEMAT
E-mail: willtmt15@gmail.com

Maxsuel Ferreira **SANTANA**

Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade do
Estado de Mato Grosso PPGGEO/UNEMAT
E-mail: maxfsantana@hotmail.com

Alfredo Zenén Domínguez **GONZÁLEZ**

Professor do Programa de Pós Graduação em Geografia da PPGGEO/UNEMAT
E-mail: alfredozdg@gmail.com

Resumo: Os maiores desafios da sociedade moderna é a convivência com fenômenos climáticos tais como as chuvas extremas e de forma particular as enchentes urbanas. Desta forma, as análises das variabilidades e dos regimes pluviométricos são importantes, pois devido as mudanças climáticas existem prognósticos que preveem mudanças nos regimes climáticos, tais como prolongamento do período seco e maiores concentrações de chuvas torrenciais em períodos cada vez mais curto de tempo. Portanto a pesquisa buscou identificar os totais pluviométricos que determinam os eventos de precipitação extrema, evidenciando sua relação com as enchentes urbanas em Cáceres, Mato Grosso entre os anos de 1995 a 2010. A metodologia consistiu na análise dos registros de chuvas da Estação Meteorológica de Cáceres do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT - Cáceres), relacionadas com o desenho urbanístico de Cáceres através da análise documental como Plano Diretor Municipal e Plano de Saneamento Municipal. A partir da análise dos níveis pluviométricos entre os anos de 1995 a 2010, definiu-se que 80 mm em 24hs são os valores que determinam as enchentes, porém as mesmas são agravadas pelos efeitos das obras estruturais realizada nos canais e nos bairros. Os cálculos demonstraram uma probabilidade de ocorrência de 0,8 no ano e um tempo de ocorrência de 1,25 anos, ou seja, grandes possibilidades de uma chuva com essa intensidade todo ano. Estes dados corroboram com os registros existentes, pois no período analisado há informações de chuvas a partir de 80 mm quase todos os anos exceto nos anos de 2002 e 2004, ainda foram registradas duas chuvas de 90,00 mm no ano de 2006.

Palavras Chaves: Precipitação. Enchentes. Canalização.

IMPACTS OF EXTREME PRECIPITATION EVENTS IN CÁCERES-MT, IN THE PERIOD 1995 - 2010.

Abstract: The greatest challenges of modern society is the coexistence with climatic phenomena such as extreme rains and, in particular, urban floods. Thus, analyzes of variability and pluviometric regimes are important because climate change provides predictions of changes in climatic regimes such as prolongation of the dry season and higher concentrations of torrential rains in shorter periods of time. Therefore, the research sought to identify the rainfall totals that determine the extreme precipitation events, evidencing its relation with the urban floods in Cáceres, Mato Grosso between the years 1995 to 2010. The methodology consisted in the analysis of rainfall records of the Meteorological Station of Cáceres of the Federal Institute of Mato Grosso (IFMT - Cáceres), related to the urban design of Cáceres through documentary analysis as Municipal Master Plan and Municipal Sanitation Plan. From the analysis of the rainfall levels between 1995 and 2010, it was defined that 80 mm in 24 hours are the values that determine the floods, but these are aggravated by the effects of the structural works carried out in the canals and in the neighborhoods. The calculations showed a probability of occurrence of 0.8 in the year and a time of occurrence of 1.25 years, that is, great possibilities of a rain with that intensity every year. These data corroborate with the existing records, since in the analyzed period there is rainfall information from 80 mm almost every year except in the years of 2002 and 2004, there were still two rains of 90.00 mm in the year of 2006.

Key Words: Rainfall. Floods. Canalization.

Resumen: Los mayores desafíos de la sociedad moderna es la convivencia con fenómenos climáticos tales como las lluvias extremas y de forma particular las inundaciones urbanas. De esta forma, los análisis de la variabilidad y de los regímenes pluviométricos son importantes, pues debido al cambio climático existen pronósticos que prevean cambios en los regímenes climáticos, tales como prolongación del período seco y mayores concentraciones de lluvias torrenciales en períodos cada vez más corto de tiempo. Por lo tanto la investigación buscó identificar los totales pluviométricos que determinan los eventos de precipitación extrema, evidenciando su relación con las inundaciones urbanas en Cáceres, Mato Grosso entre los años 1995 a 2010. La metodología consistió en el análisis de los registros de lluvias de la Estación Meteorológica de Cáceres del Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT - Cáceres), relacionadas con el diseño urbanístico de Cáceres a través del análisis documental como Plan Director Municipal y Plan de Saneamiento Municipal. A partir del análisis de los niveles pluviométricos entre los años 1995 a 2010, se definió que 80 mm en 24hs son los valores que determinan las inundaciones, pero las mismas se agravan por los efectos de las obras estructurales realizadas en los canales y en los barrios. Los cálculos demostraron una probabilidad de ocurrencia de 0,8 en el año y un tiempo de ocurrencia de 1,25 años, o sea, grandes posibilidades de una lluvia con esa intensidad cada año. Estos datos corroboran con los registros existentes, pues en el período analizado hay informaciones de lluvias a partir de 80 mm casi todos los años excepto en los años 2002 y 2004, todavía se registraron dos lluvias de 90,00 mm en el año 2006.

Palavras claves: Precipitação. Inundaciones. Fontanería.

INTRODUÇÃO

No Brasil, os episódios pluviais extremos negativos e positivos (secas e enchentes) trazem significativas calamidades, com grandes impactos no meio ambiente físico, bem como na vida social e econômica do país. Esses fenômenos são ocasionados por arritmias dos sistemas meteorológicos, ou seja, ocorrem naturalmente, contudo a ação antrópica acumulada no decorrer dos anos está contribuindo para aumentar a frequência, agressividade e a expansão areolar (GONÇALVES, 2003).

Em relação aos estudos dos impactos das precipitações (seca ou enchente) Monteiro e Zanela (2014) afirmam que os mesmos adquiriram repercussão no Brasil devido a danos no ambiente e na vida socioeconômica do país. Estes estudos são de grande relevância nas áreas urbanas devido às inundações, contudo devido a dinâmica e a estrutura das cidades que podem influenciar nas inundações ocasionando maior ou menor impacto há grande dificuldade de definir o que seria uma chuva extrema.

Outro fator a considerar na avaliação dos riscos de eventos extremos é a sazonalidade climática de uma região, como é o caso do Brasil Central, cujo clima tropical apresenta de quatro e cinco meses de seca concentrada no inverno, entre os meses de maio e setembro, quando acontece o período de estiagem. Dentro desse período, o trimestre de junho, julho e agosto possui baixos índices pluviométricos médios nas cidades de Cuiabá (MT), Cáceres (MT), Goiás (GO) e Formosa (GO). Em contraposição, as chuvas se concentram no verão, de outubro a abril, destacando-se dezembro, janeiro e fevereiro como os meses mais chuvosos (MENDONÇA, DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Nesse contexto, o conhecimento da variabilidade e do regime pluviométrico se faz importante, uma vez que as previsões para esta região podem prognosticar transtornos para esta região prognosticam transtornos da sazonalidade tais como o prolongamento do período seco e a concentração de chuvas em menos tempo, ou seja, uma redução do período úmido com maior intensidade das precipitações, isto é maior frequência de chuvas extremas.

Na literatura aparecem diferentes definições para caracterizar um evento extremo de precipitação. Por exemplo, Charles (2000) considera três tipos de eventos extremos de precipitação: Tipo I (aquele onde a soma de cinco dias de precipitação total excede o 5% da média anual); Tipo II (quando essa soma, para igual período, excede o 10 % da média anual) e Tipo III (quando excede o 15 % da média anual).

Pela sua parte, Haylock e Nicholls (2000) examinaram três índices de chuva extrema: o número de eventos por acima de um extremo umbral (frequência extrema); a intensidade média de precipitações de eventos extremos (extrema intensidade), e a proporção de precipitação total de eventos extremos (extrema por cento). Para Carvalho, Jones e Liebmann (2002), consideram que um evento extremo ocorre quando 20% ou mais da precipitação estacional total de uma localidade cai num dia. Contudo Carvalho, Jones e Liebmann (2004) a precipitação extrema pode ser considerada a partir de 16%.

Para estabelecer os riscos, em Climatologia, Hidrologia e outras ciências utiliza-se o chamado *período de retorno* (ou intervalo de recorrência), com base na análise da máxima precipitação em 24 horas para cada ano do registro, e o ajuste da série resultante através de uma distribuição de probabilidade de valores máximos. Assim, o *período de retorno* de qualquer evento meteorológico extremo (seja chuvas torrenciais, temperaturas extremas, furacões, etc.), consiste no período ou número de anos que, em média, acredita-se que será igualado o excedido, ou seja, é a frequência de ocorrência do evento (MÉLICE; REASON, 2007). Desta forma, a magnitude de um evento extremo se relaciona de forma inversa com sua frequência: precipitações muito intensas ocorrem com uma frequência menor que aquelas consideradas como moderadas ou fracas.

O anteriormente exposto explica a preocupação com os impactos futuros dos eventos extremos nas áreas urbanas, pois mesmo que as intervenções antrópicas nos cursos de água acompanharam o desenvolvimento da sociedade humana desde as primeiras civilizações, em tempos mais recentes têm se registrado as maiores intervenções, ocasionando enchentes cada vez mais significativas que atingem, com especial significação, às áreas urbanas (BOTELHO, 2011).

As áreas urbanas e metropolitanas são as áreas da superfície terrestre mais intensamente transformados pelo homem por causa do manejo inadequado dos recursos naturais e na edificação de obras que alteram o ambiente local e criam uma vulnerabilidade maior perante os perigos advindos de eventos naturais (GONÇALVES, 2003).

Nessas áreas ocorre uma alteração dos processos associados ao ciclo da água, especialmente o escoamento e a infiltração, sendo o escoamento superficial mais ativo devido aos elementos adicionados pelo homem, os quais favorecem este processo e reduzem a infiltração; assim, a água atinge o exutório mais rapidamente e de forma mais concentrada, aumentando a magnitude e a frequência das enchentes urbanas (BOTELHO, 2011).

Ou seja, a impermeabilização decorrente da urbanização altera a fase terrestre do ciclo hidrológico, incrementando o volume e velocidade do escoamento superficial, devido à redução

da infiltração no solo e à maior eficiência hidráulica dos elementos da drenagem para conduzir as águas de tormenta (CAMPOS-ARANDA, 2010). Neste sentido, Mendonça (2003) destaca o caso da urbanização brasileira, caracterizada pela ocupação não planejada, gerou cidades com expressivas degradações das condições de vida e do ambiente urbano. Esse contexto tem raízes no período de colonização, onde as estruturas urbanas eram pré-estabelecidos pela coroa portuguesa e havia uma valorização do estético, porém não havia uma preocupação com a sustentabilidade do ambiente físico. Logo, essa condição se refletiu em problemas com as enchentes e na degradação dos recursos naturais.

Destarte, Cáceres é um exemplo das cidades que surgiram no período colonial e que se estabeleceram próximo a rios, mesmo com o crescimento urbano norteado pelas orientações oriundas da coroa portuguesa, ou seja, planejada, esse desenvolveu-se de forma desordenada. E a preocupação com a qualidade ambiental foi tratada de forma indiferente e/ou fragmentada. Logo, o leito maior dos canais urbanos foi ocupado e quando associado às obras de canalização, intensificaram os problemas com as enchentes (SANTANA, 2017).

No estado de Mato Grosso, se constitui um exemplo de cidade onde o processo de crescimento deu-se à custa de transformações ambientais, a partir de meados do século XX, entre as décadas de 1960 a 1980 que se intensifica o processo de ocupação ligados a reorganização econômica do Estado, dentre os fatores destaca-se a construção de rodovias como a BR-174 e a aplicação de políticas públicas como o Programa de Integração Nacional (PIN) e o Programa Especial de Desenvolvimento do Pantanal (PRODEPAN). Entretanto somente em 1980 que a maioria da população habita a área urbana com 58,44% (CRUZ; SOUZA, 2006).

Portanto a pesquisa buscou identificar os totais pluviométricos que determinam os eventos de precipitação extrema, evidenciando sua relação com as enchentes urbanas em Cáceres, Mato Grosso entre os anos de 1995 a 2010.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

Com uma população estimada de 87.942 habitantes, de acordo com os registros censitários do IBGE (2010), o município de Cáceres está localizado no sudoeste do Estado de Mato Grosso, ocupando uma área de 24.398,4 km², o que determina uma densidade populacional de 3,6 hab./km². As condições climáticas dominantes são próprias dos climas continentais de latitudes intertropicais, uma vez que se situa na porção central da América do Sul; portanto, possui altas temperaturas durante a maior do ano. Quando aplicada a classificação

de Köppen, é caracterizado como Tropical Megatérmico Subúmido (Aw), ou seja, possui clima quente e úmido, com inverno seco e verão chuvoso.

Tarifa (2011) o Clima Tropical Megatérmico Subúmido (Aw) na depressão do Alto Paraguai localiza-se numa área no qual o efeito da descida de ar provoca uma diminuição considerável no totais das chuvas. As superfícies baixas originam condição para elevado aquecimento do solo e forte aquecimento da camada de ar próxima a superfície. As temperaturas média anual é superior a 25°C e as máximas entre 31,5 a 32,5°C, com totais pluviométricos entre 1.400mm a 1600mm.

A cidade de Cáceres está situada entre altitudes de 100-150m, sendo seu relevo predominante de planície suavemente ondulada, com baixa amplitude topográfica, sob o embasamento lito-estrutural da depressão do Rio Paraguai, as macros unidades geoambientais que estruturam o seu entorno são representadas pela Província Serrana e o Pantanal Mato grossense.

Procedimentos metodológicos

O primeiro procedimento metodológico consistiu na pesquisa bibliográfica e documental, bem como a análise dos registros sobre o regime das variáveis climatológicas disponíveis na estação de Cáceres-MT. A pesquisa bibliográfica inclui os resultados de trabalhos anteriormente realizados, cuja importância destaca-se, pois podem fornecer dados atuais e relevantes sobre o tema (MARCONI; LAKATOS, 2003).

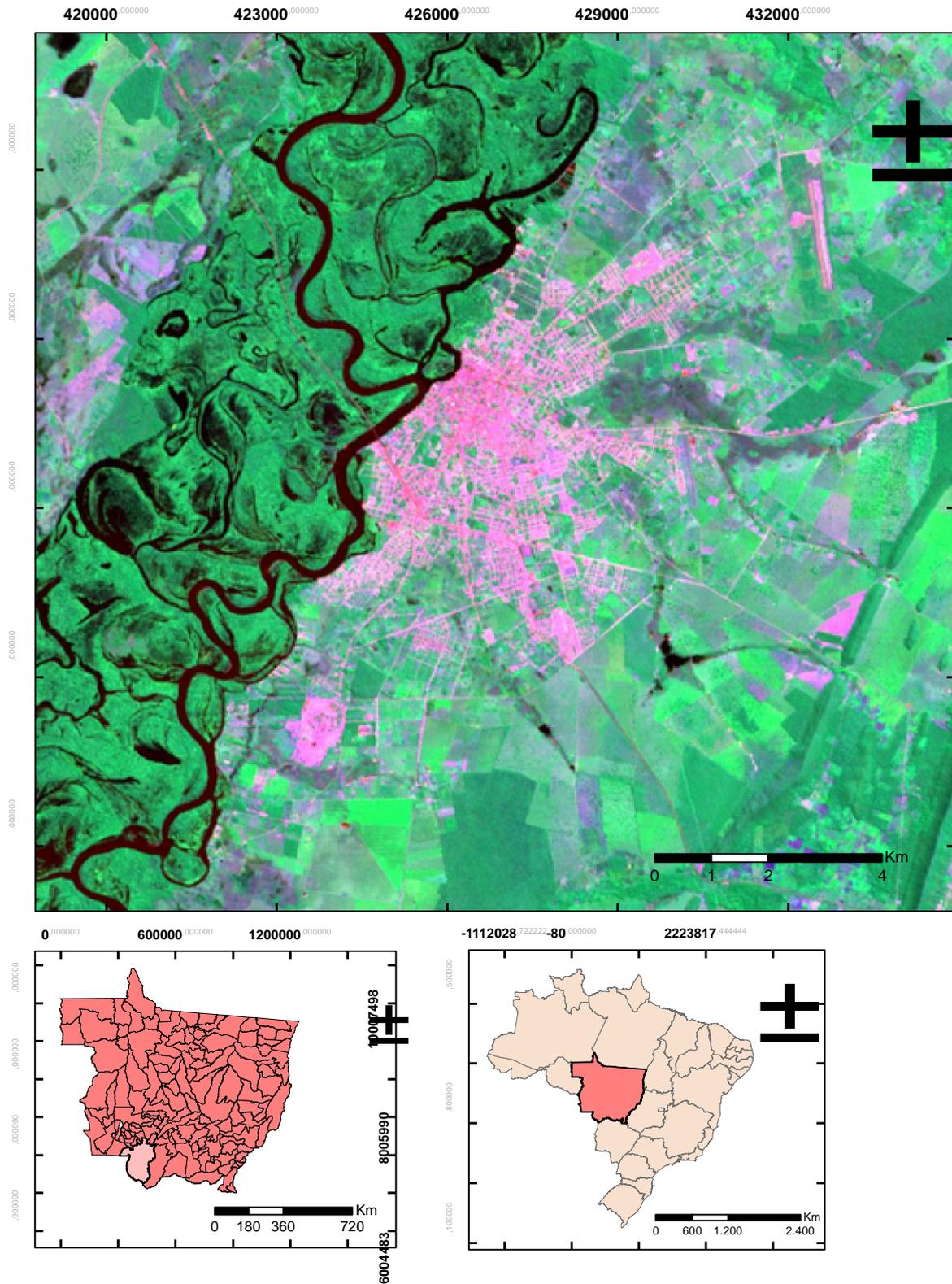
Neste sentido, a pesquisa baseia-se na interpretação da base de dados da estação meteorológica de Cáceres, utilizando a classificação de Monteiro e Zanela, (2014) que definem as classes utilizadas para os valores acumulados diários de chuva para a cidade de Fortaleza a partir da técnica dos quantis como sendo: até 10,0 mm (evento de chuva muito fraco); de 10,00 mm à 10,50 mm (evento de chuva fraco); de 10,50 mm até 21,00 mm (evento de chuva moderado); de 21,00 mm a 74,20 mm (evento de chuva forte); de 74,20 mm a 116,60 mm (evento de chuva muito forte); e maior que 116,60 mm (evento de chuva extremo) (Tabela 1).

Tabela 1: Classificação de intensidade de chuvas conforme (MONTEIRO; ZANELA, 2014).

VALORES	CLASSES
Até 10,0 mm	Chuva muito fraca
Entre 10,0 e 10,5 mm	Chuva fraca
Entre 10,5 e 21,0 mm	Chuva moderado
Entre 21,0 e 74,2 mm	Chuva forte
Entre 74,2 e 116,6 mm	Chuva muito forte
Maior que 116,6 mm	Chuva extrema

Fonte: Monteiro; Zanela (2014).

Figura 1: Localização de Cáceres sudoeste de Mato Grosso.



Fonte: INPE Landsat 7; Sistema de Coordenadas UTM; WGS 84 21 S

Elaborado por autores

A categorização da intensidade das chuvas com base na classificação de Monteiro; Zanela (2014) é justificada devido o tipo climático ser o mesmo (Aw) o clima regional da cidade de Fortaleza possui influência da Zona de Convergência intertropical (ZCIT), com chuvas concentradas em fevereiro, março, abril e maio, desta forma os maiores totais pluviométricos são verificados no primeiro semestre, podendo registrar chuvas concentradas que ocasionam alagamentos.

Santos (2013) estabeleceu que eventos pluviométricos superiores a 60 mm em 24 h em Cáceres foram os que tiveram destaque em jornais e mídias eletrônicas devidos aos impactos causados à população e aos serviços.

No presente estudo foram considerados os valores de precipitação mensal, bem como as máximas no período de 24 horas; a partir da distribuição de frequências desses dados, foi analisada a frequência relativa, a probabilidade de ocorrência (de chuvas superiores a 80 mm em 24 h) e o tempo de retorno dessas chuvas extremas.

Na análise dos valores de precipitação mensal foi utilizado o software Excel 2010 para produzir os gráficos, a fim de proporcionar uma melhor visualização dos dados. Na sistematização dos valores máximos em 24 h foram considerados os eventos de chuva muito forte e extrema, expressados em uma tabela.

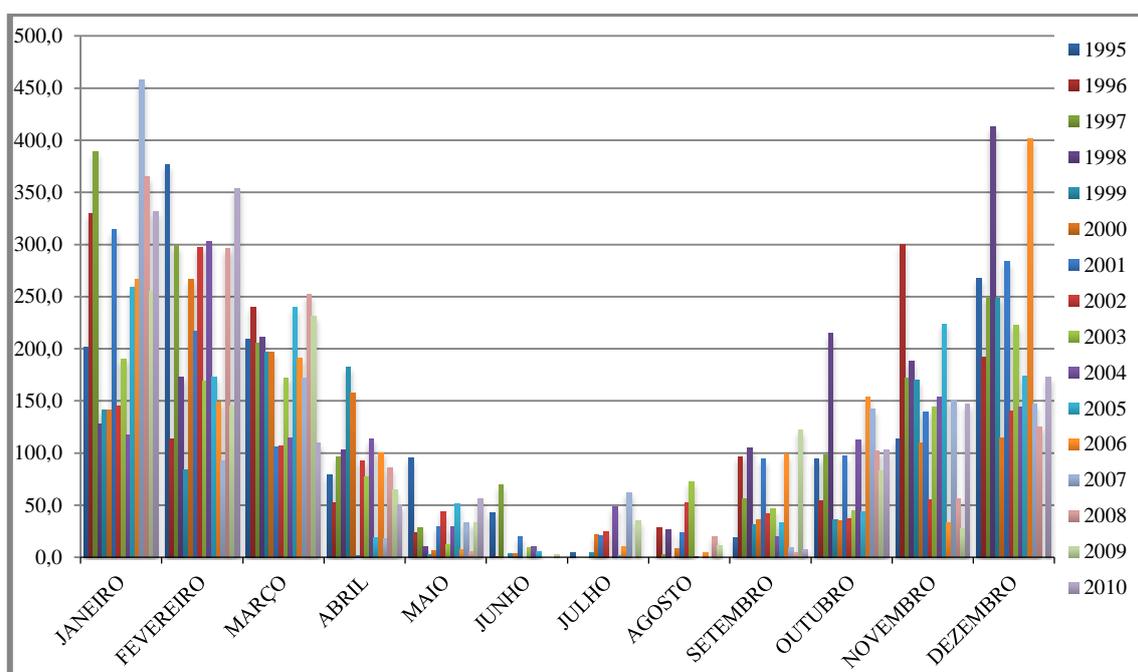
Os resultados das datas dos eventos de precipitação muito forte a extrema foram comparados com informações advindas da pesquisa documental (mídias impressas e eletrônicas) com o intuito de verificar se no dia do episódio (chuva máxima em 24 h) registraram-se enchentes na cidade, associadas à forte precipitação similar a análise realizada por Santos (2013). Caso ocorressem enchentes não associadas a este tipo de evento, pode-se inferir que a capacidade da infraestrutura de drenagem pluvial da cidade não é satisfatória, mesmo para episódios de menor intensidade pluviométrica.

Esta análise é complementada com o estudo do desenho urbanístico de Cáceres no tocante às redes de drenagem pluvial, esta investigação será baseada na análise de documentos como Plano Diretor de Desenvolvimento de Cáceres (2010) e no Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB (2015).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 é resultado da sistematização dos dados mensais disponibilizados pela estação meteorológica de Cáceres. A mesma apresenta os valores de precipitação média mensal dos anos de 1995 a 2010.

Figura 2: Precipitação mensal em Cáceres/MT durante o período 1995 - 2010.



Fonte: Estação meteorológica de Cáceres - IFMT

No período em análise, representado na Figura 2, fica evidente o regime sazonal da precipitação, é caracterizado pela alternância de um período seco (de baixas pluviométricas) e outro úmido (chuvoso). Os maiores volumes pluviométricos se concentram no período chuvoso, entre os meses de outubro e maio; enquanto que o período seco, que ocorre entre os meses de junho e setembro, apresenta os menores volumes; o regime descrito acima acompanha a descrição climática demonstrada por (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

No período de estiagem, os maiores valores de precipitação registrados ocorreram no mês de setembro com 122,20 mm em 2009 e 104,70 mm em 1998, sendo estes valores relacionados com a influência do El Niño; estas datas são as únicas com precipitação acima de 100,00 mm. Ainda se tratando do mês descrito acima, registram-se valores próximos a 100,00 nos casos de 1996 (96,10 mm), 2001 (94,40 mm) e 2006 (99,10 mm).

Ressalta-se que, no período analisado, setembro não registrou ausência de precipitação, sendo os valores mais baixos de 9,50 mm, 4,20 mm e 7,80 mm, nos anos de 2007, 2008 e 2010, respectivamente.

Em junho, outro mês do período de estiagem, registra-se ausência de precipitação em vários anos (1998, 2002, 2006, 2007, 2008 e 2010). Situação similar apresentaram os meses de julho (nos anos de 1996, 1997, 1998, 2003, 2008 e 2010) e agosto (nos anos de: 1995, 1999, 2005, 2007 e 2010).

O ano de 2010 mostra-se com características contrastantes entre os valores de precipitação, registrando 331,40 mm em janeiro, 335,10 mm no mês de fevereiro e 00,00 mm nos meses de junho, julho e agosto, estes valores podem ser relacionados com possíveis falhas na coleta de dados.

Cáceres é influenciada pela Massa Equatorial continental no qual ocorre predominância de baixas pressões e movimentos convectivos, potencializados por ventos alísios do nordeste e sudeste, sendo está caracterizada por ser quente e úmida e determina no território de Mato Grosso as chuvas de primavera e verão. A cidade ainda é influenciada pela Massa Polar da Antártica no inverno, os raios solares oblíquos não proporciona forte aquecimento do ar, formando um centro de alta pressão (SANTOS, 2013).

Eventos de precipitação intensa e a infraestrutura de drenagem de águas pluviais

No período analisado foram constatadas três enchentes noticiadas: em 1995 (RD NEWS, 2010); em 2007 foi verificada alagamentos em 15 bairros desabrigando 300 (GLOBO, 2007) e em 11/02/2010 foi constatado enchentes em fontes alternativas como no Youtube. O Plano diretor da cidade de Cáceres (2010) cita somente as enchentes de 2007 e 2010 e enfatiza que um volume anormal de águas excedeu a vazão principalmente no córrego Sangradouro, causando grandes impactos.

As notícias não informam quais bairros foram alagados no ano de 1995, porém no ano de 2007 tem-se referência por Salles (2007) de inundações nos canais Fontes, Renato e José Bastos, sendo os bairros atingidos Cidade Alta, Cohab Velha, São José, DNER e a rua 13 de Junho próximo a rodoviária ainda o vídeo postado por Caxabox (2007) no Youtube demonstra alagamento no córrego Sangradouro.

Aguiar e Filho (2012) demonstram em 1998 uma enchente no Bairro Cohab Velha, área central de Cáceres (Figura 3).

Figura 3: Enchente no bairro Cohab Velha em 1998, área central da cidade de Cáceres.



Fonte: Josefa Pereira apud por Aguiar e Filho (2012).

Por meio de vídeo postado por RDLA (2010) foi possível identificar inundações no córrego Sangradouro e no bairro Cohab Velha no ano de 2010. Ainda por meio de vídeo Oliveira (2010) nos mostra a enchente de 2010.

Conforme Cáceres (2015) os principais pontos de alagamento são: (1) rio Paraguai na sua margem esquerda; (2) trecho a jusante do canal da Vila Irene, nas proximidades do deságue no rio Paraguai; (3) grande extensão do córrego Fonte e seus afluentes; (4) grande extensão do córrego Lavapés; (5) grande extensão do córrego Sangradouro e afluentes; (6) grande extensão do córrego Renato; (7) grande extensão do córrego Junco e afluentes.

Os eventos de chuvas noticiados possuíam pluviosidades superiores a 80,00 mm, como se destaca na Tabela 2, que mostra os eventos de precipitação superiores a 80 mm em 24 h e suas respectivas datas.

Ainda de acordo com Cáceres (2010), as enchentes ocorreram mesmo com a limpeza de mais de 1200 bocas de lobos e a desobstrução dos leitos dos córregos, devido à presença de fatores agravantes como a disposição de resíduos sólidos neles e a ocupação irregular das suas áreas alagáveis.

Tabela 2: Eventos de precipitação com pluviosidade maior que 80 mm em 24 h.

Data	Volume
07-05-1995	82,50 mm
17-03-1996	82,00 mm
16-12-1997	87,60 mm
22-12-1998	121,00 mm
01-11-1999	121,30mm
29-01-2000	97,40 mm
26-01-2001	76,20 mm
10-12-2003	124,60 mm
13-03-2005	147,00 mm
08-08-2006	90,00 mm
19-12-2006	90,00 mm
15-01-2007	86,60 mm
08-01-2008	79,90 mm
04-01-2009	124,60 mm
11-02-2010	159,40 mm

Fonte: Estação meteorológica de Cáceres – IFMT

Este fato leva a interpretar que, mesmo com autores como Cáceres, (2010) enfatizando a necessidade de eliminar o vertimento de resíduos sólidos nos cursos d'água, o fator principal como causa dos alagamentos nas cidades é a ação direta do homem nos cursos d'água (como canalização e retificação), e os impactos indiretos (como ocupação das margens e impermeabilização das micro bacias).

Aguiar e Filho (2012) salientam que a limpeza de entulhos e vegetação em canais urbanos não possui uma contribuição satisfatória, pois os canais possuem suas vazões reduzidas em pontos de estrangulamentos advindos de obras de engenharias como pontes e tubulações.

Conforme o Plano Municipal de Saneamento Básico Cáceres, (2015) do total de 36.000 mil casas, 1.100 foram construídas em locais impróprios, principalmente na margem de

córregos e rios onde os moradores despejam resíduos sólidos, contribuindo para o aumento da vulnerabilidade a enchentes.

O Plano Diretor da cidade Cáceres, (2010) enfatiza que os problemas ambientais e de saúde estão direta ou indiretamente ligados à água, destacando que 11,09 % dos moradores utilizam a rede de drenagem pluvial para o despejo final do esgoto.

Ainda conforme o documento supracitado, na cidade tem se identificado problemas ligados a educação ambiental e saúde devido à deposição de resíduos sólidos em córregos como o Sangradouro, associada a um serviço de coleta de lixo ineficiente, ainda a ampliação de construções em locais inadequados devido à ausência da Prefeitura, pois essas construções são ligadas a rede coletora de águas pluviais provocando entupimento das mesmas. Porém, o Plano Diretor de Cáceres, (2010) não destaca se a infraestrutura de escoamento das águas pluviais é satisfatória para chuvas fortes e extremas.

Em relação à coleta regular dos resíduos sólidos, de acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico Cáceres, (2015) atualmente o município possui cobertura de 91% na área urbana e 80% na área rural; isto possibilita que a grande maioria dos moradores não estejam obrigados a despejar esses resíduos em locais inadequados. Mesmo assim, a frequência e cobertura da coleta não foi o suficiente para evitar a 5ª maior enchente, registrada em 2014 (noticiada pela RD NEWS).

Das datas listadas na Tabela encontram-se os valores de precipitação acima de 80,00 mm em 24 horas, buscou-se registros no corpo de bombeiros de Cáceres a fim de verificar a ocorrência de enchentes nessas datas, contudo foi alegado que devido a um acidente eles não possuíam mais todos estes registros.

Conforme informações de sites de notícias foi possível constatar enchentes em datas com valor mínimo de 82,50 mm, apoiando-se nos dados meteorológicos da estação do IFMT (Instituto Federal de Mato Grosso), foi possível ver as datas com chuvas superiores a 80,00 mm e calcular a probabilidade de ocorrência e o tempo de retorno Tabela 3.

Em relação a ocorrência e ao tempo de retorno, os cálculos demonstraram uma probabilidade de ocorrência de 0,8 no ano e um tempo de ocorrência de 1,25 anos, ou seja, grandes possibilidades de uma chuva com essa intensidade todo ano (TABELA, 03).

Estes dados corroboram com os registros existentes, pois no período analisado há informações de chuvas a partir de 80,00 mm quase todos os anos exceto nos anos de 2002 e 2004, ainda foram registradas duas chuvas de 90,00 mm no ano de 2006.

Em relação a probabilidade de ocorrência e o tempo de retorno Bastos et al (1998) definiram que a chuva máxima em 24h Belém do Pará chega a 136 mm com probabilidade de 3 % de chuvas de igual valor com tempo de retorno de 30 anos.

Tabela 3: Probabilidade de ocorrência (P) e Tempo de Retorno (T).

Informação	Tempo em anos
P	0,8
T	1,25

Elaborado pelos autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos desta natureza acrescentam às políticas de planejamento urbano, tanto para o plano de drenagem quanto à saúde pública, uma vez que consta no Plano Diretor vigente do município de Cáceres, que tanto os problemas ambientais ou relacionados à saúde, quase sempre estão associados diretamente à água. Diante do exposto vê-se que os estudos relacionados às inundações urbanas, desde o meado do século passado, ganhou uma importância sobremaneira na esfera nacional, devido aos danos causados nas obras de engenharia e perdas de vidas humanas.

A partir da metodologia aplicada foi possível definir um valor de precipitação extrema para Cáceres, com base nos dados meteorológicos do (IFMT), ainda a partir destes dados foi calculado a probabilidade de ocorrência e o período de retorno. Desta forma fica evidente que a ocorrência dos alagamentos é consequência diretas dos impactos diretos e indiretos nos cursos de água, bem como, do não planejamento do uso e ocupação dos bairros como Cohab Velha e Centro. Destaca-se ainda que a ocorrência de danos por chuvas ocorre a partir de chuvas muito fortes entre 74,2 a 116,6 mm.

A maior dificuldade na realização do trabalho se dá na busca de informações referentes a enchentes e a danos provocados por eventos de chuvas, uma vez que o corpo de bombeiros militar não possui mais os registros devido a um acidente no qual os registros foram incinerados. Fica evidente que não houve preocupação com a realização de um inventário das informações perdidas, documentos estes que poderiam servir como apoio em ações de planejamento por parte da prefeitura, e também que poderiam subsidiar intervenções com foco em amenizar ou extinguir os efeitos dos alagamentos.

Trabalho enviado em Janeiro de 2018
Trabalho aceito em Abril de 2018

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, D. P.; FILHO, A. R. Os Impactos da Urbanização na Dinâmica dos Canais Fluviais de Cáceres-MT. **Revista Científica da Ajes**, v. 3, n. 7 (2012).

BASTOS, T. X. et. al. Chuvas máximas de 24 horas em Belém, probabilidade de ocorrência e tempo de retorno. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 10. Congresso da Flismet, 8. Brasília. Anais... [S,I : s.n.], 1998.

BOTELHO, R. G. M. Bacias Hidrográficas Urbanas. In: Guerra, Antônio José Teixeira. **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

CÁCERES. **Plano Diretor de Desenvolvimento – PDD**. 2010.

CÁCERES. **Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB**. Mato Grosso 2015. P. 401.

CAMPOS ARANDA, D. F. Intensidades máximas de lluvia para diseño hidrológico urbano en la república mexicana. **Ingeniería Investigación y Tecnología**. Vol. XI, Núm.2, 2010, p. 179-188.

CARVALHO, L. M. V.; JONES; C. H.; LIEBMANN, B. Extreme precipitation events in Southeastern South America and large-scale convective patterns in the South Atlantic Convergence Zone. **Journal of Climate**, no. 15, 2002, pp. 2377–2394

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C. H.; LIEBMANN, B. The South Atlantic Convergence Zone: intensity, form, persistence, and relationships with intraseasonal to interannual activity and extreme rainfall, **Journal of Climate**, no. 17, 2004, pp. 88–108.

CAXABOX. **Dia de Enchente – Cáceres-MT (Parte2)**. 06/02/2010. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=HSh12L7wT6E>>. Acesso em: 02/07/2016.

CHARLES, J. Occurrence of extreme precipitation events in California and relationships with the Madden-Julian Oscillation, **Journal of Climate**, no. 15, 2000, pp. 3576–3587.

CRUZ, J.; SOUZA, C. A. A QUESTÃO URBANA NA BACIA DO ALTO PARAGUAI: DESENVOLVIMENTO URBANO E SUAS IMPLICAÇÕES NOS CANAIS DE DRENAGEM EM CÁCERES/MT (PERÍODOS DE 1945 A 2013). *Bol. geogr., Maringá*, v. 34, n. 3, p. 111-128, 2016

GONÇALVES, N. M. S. Impactos Pluviais Desorganização do Espaço Urbano em Salvador. In: Monteiro, Carlos Augusto de Figueiredo; Mendonça, Francisco. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

GLOBO. **Chuva causa enchentes no interior de MT e desabriga 300 famílias**. 2007. Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Brasil/0,,AA1421289-5598,00.html>>. Acesso em: 28/10/2016.

HAYLOCK, M.; N. NICHOLLS. Trends in extreme rainfall indices for an updated high quality data set for Australia, 1910–1998. **International Journal of Climatology**, no. 20, 2000, pp. 1533–1541. Disponível em:

<http://www.vsamp.com/resume/publications/Haylock_Nicholls.pdf>. Acesso em: 09/01/2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE CIDADES**. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/caceres/panorama>>. Acesso em <29/01/2018>.

Leitura alternativa. Enchente de Cáceres MT 11/02/2010. 2010. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=copXe_s5OOQ;>. Acesso em: 28/10/2016.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E.; M. (orgs.) “Pesquisa” In: **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5ªed. São Paulo: Atlas S.A, 2003.

MÉLICE, J. L.; C. J. C. REASON. "Return period of extreme rainfall at George, South Africa", **South African Journal of Science**, vol. 103, nos. 11–12, 2007, pp. 499–501.

MENDONÇA, F. O Estudo do Clima Urbano no Brasil Evolução, Tendências e Alguns Desafios. In: **Clima Urbano**. (org) Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro e Francisco Mendonça. São Paulo: Contexto, 2003.

MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MONTEIRO, J. B.; ZANELLA, M.; E. Eventos Pluviométricos Extremos e Impactos Associados em Fortaleza/Brasil: uma Análise a Partir da Técnica dos Quantis. In: Silva, Charlei, Aparecido; Fialho, Edson Soares; STEINKE, Ercília Torres. **Experimentos em Climatologia Geográfica**. Dourados, MS: UFGD, 2014.

OLIVEIRA, A. **Enchente em Cáceres**. 2010. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=hfTVoG8-sHw>> Acesso em 20/out/2016.

RD NEWS. **Cáceres sofre 5º maior enchente. Cáceres tem a 5º maior enchente em cinquenta anos**. 2010. Disponível em: <<http://www.rdnews.com.br/blog-doromilson/conteudo/caceres-sofre-5-maior-enchente/18850>>. Acesso em: 28/10/2016.

RDLA. **Enchente em Cáceres-MT 11/02/2010**. 11/02/2010. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=copXe_s5OOQ;>. Acesso em: 02/07/2016.

SALLES, J. **Ocupação desordenada em Cáceres provoca enchente**. 2007. Disponível em: <<http://www.gazetadigital.com.br/conteudo/show/secao/9/materia/132894>> Acesso em: 28/10/2016.

TARIFA, J. R. **Mato Grosso Clima Análise e Representação Cartográfica**. Cuiabá, MT: Entrelinhas, 2011.

SANTOS, L. **Pluviosidade, impactos naturais, percepção humana e as inundações em Cáceres/MT-1971 a 2010**. Dissertação Mestrado em Geografia, Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.