



Panorama de problemas relacionados a chuvas em Campina Grande como um novo indicador de desenvolvimento sustentável

Overview of rain-related problems in Campina Grande as a new sustainable development indicator

Everton de Araújo Medeiros¹, Helena Maria da Conceição de Araújo², Maria de Fatima Martins³, Leonardo Souza do Prado Júnior⁴

Resumo: Este artigo busca fazer uma análise das ocorrências registradas na defesa civil de Campina Grande, Paraíba, Brasil, pelos eventos hidrológicos extremos, construindo esse novo indicador para avaliar juntamente com os indicadores de crescimento populacional, esgotamento sanitário e coleta de lixo para identificar se a cidade vem apresentando um desenvolvimento ambientalmente mais sustentável. Associado as ocorrências, foi adicionado uma avaliação da renda média nos bairros com maiores registros. O perfil climatológico da precipitação também foi trabalhado, identificando o período chuvoso, meses com propensão a eventos extremos e para a realização da estimativa do tempo de retorno das precipitações. Os resultados mostram que houve uma redução de ocorrências em relação ao crescimento da população, porém os pontos historicamente problemáticos permanecem sendo os mesmos pontos mais críticos da atualidade.

Palavras-chave: Sustentabilidade; chuvas; espaço urbano

Abstract: This article seeks to make an analysis of occurrences registered in the civil defense of Campina Grande, Paraíba, Brazil, due to extreme hydrological events, building this new indicator to evaluate together with the indicators of population growth, sanitary sewage and garbage collection to identify if the city has been presenting a more environmentally sustainable development. Associated with the occurrences, an assessment of the average income in the neighborhoods with the highest records was added. The climatological profile of precipitation was also worked on, identifying the rainy season, months prone to extreme events and estimating the return time of precipitation. The results show that there was a reduction in occurrences in relation to population growth, but the historically problematic points remain the same as the most critical points today.

Keywords: Sustainability; rains; urban space

¹ Mestrando em Engenharia e Gestão de Recurso Naturais, UFCG, Campina Grande, Paraíba, Brasil, evertonaraujo401@gmail.com, ² Doutorando em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais-UFCG, Campina Grande Paraíba Brasil, helenaaraujo@gmail.com, ³ f. 12, e. 1, q. 630, 649-14100-00, ⁴ helenaaraujo@gmail.com, ⁵ mariafatima@2023.edu.br. ⁶ leonardopradojunior@gmail.com

INTRODUÇÃO

A exploração da natureza é desencadeada quando o homem se utiliza do espaço de forma irresponsável, a sociedade moderna sofre as consequências da exploração errônea e excessiva em várias facetas diferentes no território brasileiro. Porém a bibliografia mostra que exploração e degradação das áreas no Brasil iniciaram-se em 1500 quando os primeiros portugueses derrubaram a primeira árvore utilizando o tronco para confeccionar uma cruz e celebrar a primeira missa (ARAÚJO 2016.)

A degradação de áreas foi expandindo gradativamente no Brasil à medida que a população aumentava, mas a partir da revolução industrial e o desenvolvimento de tecnologias para o campo a sociedade em suas várias atividades dinâmicas mostrou dependência cada vez maior de usos e exploração de novas áreas naturais para suprir suas demandas. O rápido crescimento desordenado das áreas urbanas causa várias consequências negativas na esfera material, financeira e ambiental, a nível mundial e por território nacional (CERQUEIRA, FERREIRA, ARAÚJO 2016).

O conceito de desenvolvimento sustentável é pauta de debates em várias áreas multidisciplinares, entretanto nos primórdios do debate internacional traz a noção de que é o desenvolvimento que atende as necessidades sem comprometer as gerações futuras de atenderem as suas (BRUNDTLAND, 1987), isto engloba também a forma de crescimento urbano ordenado com qualidade de vida e acesso aos recursos naturais indispensáveis.

Os recursos naturais podem ser renováveis ou não renováveis e essa distinção é crucial para a maneira como os recursos devem ser gerenciados porque grande parte dos recursos não renováveis podem ocasionar efeitos indesejáveis prejudiciais ao meio ambiente afetando a qualidade de vida, apesar do meio ambiente ter uma grande capacidade de assimilar os resíduos é necessário a manutenção de sua capacidade assimilativa como águas limpas, atmosfera natural e solos não degradados. (HORST 1987)

Dentre os Objetivos de Desenvolvimento sustentável (ODS) definidos em 2015 pela Assembleia Geral das Nações Unidas (AGNU), o 6 objetivo enfatiza claramente que deve ser garantido o manejo sustentável da água limpa e saneamento para todos, o 7 objetiva proporcionar inovação e infraestrutura, o 13 visa promover ações contra mudança global do clima e o 15 visa proteger a vida terrestre incluindo recuperações de áreas degradadas (SILVA 2018) esses 4 objetivos destacados estão diretamente ligados aos “desastres climáticos” relacionados as áreas urbanas.

As chuvas são um fenômeno natural configurando-se o elemento mais importante nos trópicos (MEDEIROS, 2017). Em especial no nordeste brasileiro e no território paraibano as chuvas são caracterizadas pela elevada variabilidade espaço temporal, sendo comum chover torrencialmente em um município e não chover no município vizinho, apesar da maior parte do Nordeste ter um clima semiárido as áreas urbanas devem estar preparadas para receber grandes volumes.

Um dos principais motivos para os registros de problemas advindo das chuvas são a ocupação inadequada do solo, fatores como pobreza que fazem algumas famílias habitarem as margens dos rios, a má drenagem das grandes cidades, o lixo urbano que interrompe o fluxo de escoamento e o crescimento urbano desordenado.

Panorama de problemas relacionados a chuvas em Campina Grande como um novo indicador de desenvolvimento sustentável.
~~Leal (2016) em sua pesquisa nas comunidades que vivem as margens do riacho das Piabas, a noroeste de Campina Grande pontuou que a falta da rede de esgoto, ruas sem calçamento, esgoto a céu aberto sem saneamento e lixo nas ruas foram os problemas em que a~~

população mais reportou, visto que há um impacto na qualidade de vida da população e no equilíbrio ambiental da área. Diante dessa problemática, esse estudo fará um levantamento dos índices pluviométricos na cidade de Campina Grande, atrelado às variáveis socioeconômicas das regiões que mais sofrem com eventos climáticos, possibilitando realizar uma análise exploratória descritiva de como os indicadores de sustentabilidade auxiliam na gestão dos efeitos negativos das precipitações em locais com uso e ocupação indevida do solo urbano que proporciona o desequilíbrio ambiental.

Indicadores de Sustentabilidade na organização do Espaço Urbano

A urbanização é um acontecimento crescente de escala mundial, que apresenta efeito e intensidade relacionados às especificidades do espaço geográfico. Nesse processo de expansão urbana ocorre as modificações no ambiente para que atenda às necessidades humanas, e provoca impactos que colocam em risco tanto os ecossistemas naturais quanto os agentes modificadores do espaço. O Brasil, como país em desenvolvimento, percebe-se a dissonância entre o crescimento urbano e preservação ambiental, como por exemplo, nos centros urbanos onde são identificadas as relações sociais, a infraestrutura e os serviços públicos disponíveis à população. Marcam as localidades que se desenvolvem a partir da interação de um conjunto de fatores como gênese de povoamento, disponibilidade de recursos naturais, economia, política pública, clima, relevo, dentre outros. No Brasil, historicamente, o processo de expansão urbana é caracterizado na maioria dos casos pela desorganização e intensidade (OLIVEIRA; MELO, 2019).

Um dos fatores que caracteriza os diferentes espaços urbanos é a desigualdade social, que reflete até mesmo na paisagem urbana. Nessas áreas ocupadas por moradores de maior renda, a expansão urbana ocorre, costumeiramente, de forma organizada e com maior atenção aos conceitos estéticos e inceptivos imobiliários e do poder público. Já as áreas ocupadas pela população de menor rendimento são marcadas pela ausência de serviços públicos de qualidade, ausência de arborização, aspectos inacabados das construções e improvisação dos equipamentos públicos. Dessa forma, a questão da sustentabilidade urbana apresenta o mesmo paradoxo das discussões sobre o clima e o meio ambiente: quanto mais as cidades crescem e se “desenvolvem”, maiores são os impactos ambientais daí decorrentes (OLIVEIRA; MELO, 2019), salienta-se ainda, que independente da questão econômica, o meio ambiente é impactado.

Nesse pressuposto, a busca pela sustentabilidade se fortalece ao longo dos anos a partir dos muitos desastres ambientais eminentes e outros já em curso, que chama a atenção na década de 1970 e começam a serem elaborados meios de planejamento e gestão dos espaços urbanos sustentáveis. A mudança dos modos de vida da população urbanizada concentra algumas importantes fontes de emissão de poluentes que afetam o planeta: indústrias, escapamento de veículos, consumo elevado de recursos etc. Por outro lado, um urbanismo sustentável só é possível com o controle social da sua realização, o que pressupõe um planejamento e gestão participativos e com processos inclusivos e plurais, de natureza solidária (BORGES et al, 2018).

O modelo que emerge é o de cidade compacta e diversificada que precisa ser incentivado, visto que traz benefícios ambientais crescentes através de um planejamento adequado, com aumento da eficiência energética, diminuição do consumo de recursos e a expansão urbana para as áreas rurais é reduzida (OLIVEIRA; MELO, 2019). Nesse sentido, existe um universo extenso de indicadores de sustentabilidade urbana, Douglas Farr (2008 apud

OLIVEIRA; MELO, 2019, p.6) afirma que existem cinco atributos essenciais de sustentabilidade urbana que devem ser observados e levados em consideração, são eles:

- a) A vizinhança: delimitação de uma rede social para incentivar a sociabilidade, comprometimento, responsabilidade e vínculo com o ambiente.
- b) A compactação: densidades e concentrações de usos para racionalizar e integrar as redes de infraestrutura.
- c) A diversidade: ofertas de serviços e usos que atendam às necessidades locais, variedade tipológica de moradias.
- d) A conectividade: possibilidade de caminhar, correr, andar de bicicleta e acessibilidade da vizinhança.
- e) relação com a natureza: áreas com natureza intocada próximas aos assentamentos humanos

Esses indicadores possibilitam a construção organizada de diversos outros indicadores que se apliquem a diferentes demandas e ocorrências, tornando de fácil acesso e adequado a cada realidade. Indicador, de acordo com a OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), é um parâmetro ou valor derivado de parâmetros que fornece informações ou descreve o estado de um fenômeno área/ambiente. Esta medida ou valor quantitativo é utilizada para identificar um conjunto de fenômenos complexos de maneira simples, que podem ser analíticos (uma única variável) ou sintéticos (composição de variáveis) (BORGES et al, 2018).

Indicador aplicado à cidade traz um sentido desta como um organismo vivo, adaptável e sustentável, com capacidade de reduzir os impactos sociais e ambientais. Isso pede aos gestores, planejadores e sociedade do século XXI um novo olhar sobre a dinâmica que ocorre. Nesse sentido, ocorreu a proposição dos 17 Objetivos de Desenvolvimento da Sustentabilidade (ODS), que tem por meta a busca na simplificação do desenvolvimento de ações integradas para o futuro comum a grupos diferenciados, gerando impactos reais na construção do desenvolvimento sustentável (BENCKE & PEREZ, 2018). Assim, incentivou-se as cidades a criarem indicadores que contemplem os abordados pelas ODS locais, com escolhas alinhadas, priorizando o acompanhamento dos resultados na transformação do ambiente urbano com uma melhor qualidade de vida (MIZUTANI; CONTI, 2021).

Assim, os indicadores de sustentabilidade são utilizados como ferramenta no processo de tomada de decisão em diversos países, e possibilita melhores formas de analisar as alternativas de ações sob pontos de vista de diversas dimensões (ecológica, econômica, política, social e cultural). Portanto, o uso tem por objetivo salientar a importância do equilíbrio entre as diversas dimensões da sustentabilidade na promoção de melhorias nas condições potencialmente problemáticas em diferentes escalas de análise e impacto. Tendo em vista que a qualidade de vida das pessoas de uma cidade é intrínseca à qualidade do meio ambiente que estão inseridas, há uma interação e um equilíbrio entre ambos que varia de escala em tempo e lugar. De modo que uma cidade com densidade residencial populacional aceitável e uma quantidade de massa vegetal equilibrada e bem distribuída pelos bairros são exemplos da importância do estudo do uso do solo, ligado diretamente à qualidade de vida (BORGES et al, 2018).

O crescimento da população mundial nas cidades necessita da atenção dos gestores, a partir do planejamento do território, buscando-se uma melhor qualidade ambiental e de vida dos habitantes. A gestão ambiental faz uso dos indicadores de sustentabilidade e um dos métodos de apoio é o geoprocessamento que especializa os dados. A importância da elaboração dos indicadores ambientais e seus métodos simplificadores, resulta de ações derivadas de outros setores, e estarem relacionados a várias questões, tais como econômicas, culturais e sociais, que possibilitem a cidade obter parâmetros de sustentabilidade.

Considera-se como cidade sustentável aquela que é a mais densa (pois não desperdiça seu potencial de carga), mas não sendo excessiva, ou seja, é confortável para a vida da natureza e o humano inserido nela. Para tanto, percebe-se uma relação direta na qual quanto maior a densidade melhor a qualidade dela, não excedendo o ponto ótimo. Outro fator importante é o

alto índice de hectares de área verde por habitante devido ao fato que as árvores filtram poluentes, diminuem o calor e aumentam a umidade (BORGES et al, 2018). Considera-se aqui, que há a relação direta do maior índice de área verde por habitantes da cidade, melhor será a qualidade dela, não excedendo o ponto ótimo, pois caso ocorra, as atividades intrínsecas a sociedade é comprometida.

A boa distribuição de áreas proporciona corredores ecológicos que viabilizam maior número de espécies de animais e permite o contato dos habitantes com a natureza, estreitando os laços e melhorando a conscientização e qualidade de vida e o conforto ambiental, favorecendo a toda população (BORGES et al, 2018). Um estudo que deve ser feito é como o solo urbano está sendo utilizado, levando em consideração a área ocupada por casa, comércio e serviços e como a densidade populacional influencia nesse uso, para que as áreas verdes sejam sustentavelmente adaptadas a esses espaços. O estudo da densidade populacional tem como objetivos a qualidade de vida da sociedade, levando em consideração as questões sanitárias, promoção e preservação da saúde da população, questões econômicas relacionadas com o desenvolvimento do local estudado, as questões de abastecimento suprindo as necessidades básicas do ser humano, questões de infraestrutura etc. Todos estes estudos requerem um parâmetro que defina a densidade ideal, aquela que traga além de todas as condições básicas de sobrevivência um pleno conforto populacional (BORGES et al, 2018).

Contudo, a incapacidade dos governos de suprirem as demandas das cidades com infraestrutura e habitação para todos (que é um direito civil) somado com o crescimento alarmante da população urbana mundial, tem induzido novas modalidades de ocupação solo urbano. Os indicadores para uma cidade sustentável irão primar pela otimização dos recursos, promoção da qualidade de vida e minimização os impactos sobre o meio ambiente, juntos a combinação da morfologia de um local com o aumento da quantidade de pessoas que o ocupam, visto que pode gerar problemas alarmantes, com consequências na eficiência urbana. A densidade por si só não define a configuração urbana, existe a necessidade de se analisar em paralelo outros aspectos que incidem na área, ela pode ser distribuída de várias maneiras, no mesmo espaço urbano, através de densidades prediais diferentes, por exemplo (BORGES et al, 2018).

Nessa ótica, o urbanismo sustentável prioriza pela diversificação dos usos e funções sobrepostos sobre um tecido denso e compacto, que segue os limites geográficos, ambientais e as escalas de adaptação do espaço. A sustentabilidade pode estar baseada no tripé dos aspectos sociais, ambientais e econômicos, ou mais complexadamente desenvolvido em oito dimensões, que são elas: as questões territoriais, ecológicas, culturais, político interna e política externa, deixando claro a necessidade da valorização das pessoas, seus costumes e saberes, tendo, portanto, uma visão holística dos problemas da sociedade, e não apenas as questões relacionadas aos recursos ambientais (MIZUTANI; CONTI, 2021).

As águas urbanas, como exemplo de problemas das sociedades, não é apenas um entrave de análise ambiental, pois a água é um bem de uso e responsabilidade pública, diretamente impactado pela ocupação do solo urbano. O maior exemplo disso é o tratamento das cidades com seus cursos d'água, além de receberem indiscriminadamente todo o tipo de poluentes, são canalizados, desviados e, ainda, sofrem com obras estruturais que não ignoram a modelagem do relevo e sua geologia, o sistema de proteção das matas ciliares, e a impermeabilização do solo, resultando nas inundações e alagamentos frequentes em épocas de chuva (BIZIAK et al, 2020). Os desastres ambientais hidrológicos apresentam um grau elevado de ocorrência em solo brasileiro, que apesar de serem considerados fenômenos naturais, é inegável a relação entre esses eventos e fatores e ações antrópicas (mudanças climáticas, má gestão urbana-ambiental, omissões estatais, estilo de vida da população etc.) (PEDROSO; TIBUSH, 2021).

No Brasil, as inundações, alagamentos e deslizamentos de encostas de natureza hidrometeorológica ocorre de forma cada vez mais frequente, no qual as inundações consistem na submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas a partir de um transbordamento de forma gradual oriundas de chuvas prolongadas (PEDROSO; TIBUSH, 2021). Os efeitos das questões urbanas aparecem como elementos alteradores a partir do uso inadequado do solo que resulta da expansão das cidades sobre áreas impróprias de ocupação em razão de suas características geológicas e geomorfológicas. Acrescentado à geração de resíduos que tem o potencial obstrutor das tubulações (drenagens urbanas), interferindo no curso da água e em sua capacidade de escoamento para o leito do curso original da água, e as respectivas deficiências em sua gestão que influenciam os impactos das inundações em uma cidade (FERREIRA, 2019).

Relatórios sobre desastres no mundo apontam para uma maior gravidade nos países com menores níveis de desenvolvimento econômico e social, é cabível neste cenário político de redução de riscos de desastres e construção da resiliência constituem prioridades na agenda do desenvolvimento sustentável (FREITAS, 2012)

No Brasil, as áreas urbanas concentram cerca de 84,72% da população brasileira segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) 2015 do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE) porém o Brasil possui um grande índice de desigualdade social em que segundo o estudo do World Inequality Lab em 2021, quase 60% da riqueza do país se concentra em 10% da população. Levando a população mais pobre a habitarem em áreas inadequadas.

A somatória das estatísticas se releva em “tragédias climáticas” principalmente no período chuvoso em que todos os anos problemas com enchentes, transbordamentos de rios, desabamentos, desmoronamentos e deslizamentos de terras são registradas trazendo consigo grande prejuízos materiais, levando pessoas a óbito. (SEABRA E MENDONÇA 2011). Os problemas trazidos pelas chuvas também relevam que muitos dos fatores que levaram um local ou cidade a sofrer uma catástrofe poderiam ser evitados fazendo-se uso do solo, urbanização e área de drenagem de forma sustentável.

Os principais propósitos dos indicadores de sustentabilidade urbana são compilar e medir as informações para que as características de impactos fiquem expostas para serem tratadas e minimizadas. Os indicadores simplificam as informações, melhorando a disponibilização de dados de um determinado local em um determinado período (Melo & Van Bellen, 2019). Desse modo, reduz a distância entre o conceito abstrato de desenvolvimento sustentável, tornando-o em algo operacional para a tomada de decisões no processo do desenvolvimento (SARUBBI; MORAES, 2018). Entretanto, Bencke e Perez (2018) salientam para o risco da produção de indicadores e ranking das cidades de forma generalista que sirvam apenas de publicidade governamental pode desprezar o propósito real na busca da sustentabilidade urbana, uma melhor qualidade aos cidadãos.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e fonte de dados

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa e exploratória descritiva, que proporciona um maior conhecimento do problema com o relato de fatos e fenômenos. Foi selecionado como área de estudo e análise o Município de Campina Grande, que está localizado na mesorregião do agreste paraibano, tem uma população estimada em 410 mil habitantes, segundo o IBGE

2020, configurando-se a segunda maior cidade paraibana em população, a altitude média é 512 metros e situa-se a 120 km de distância da capital João Pessoa.

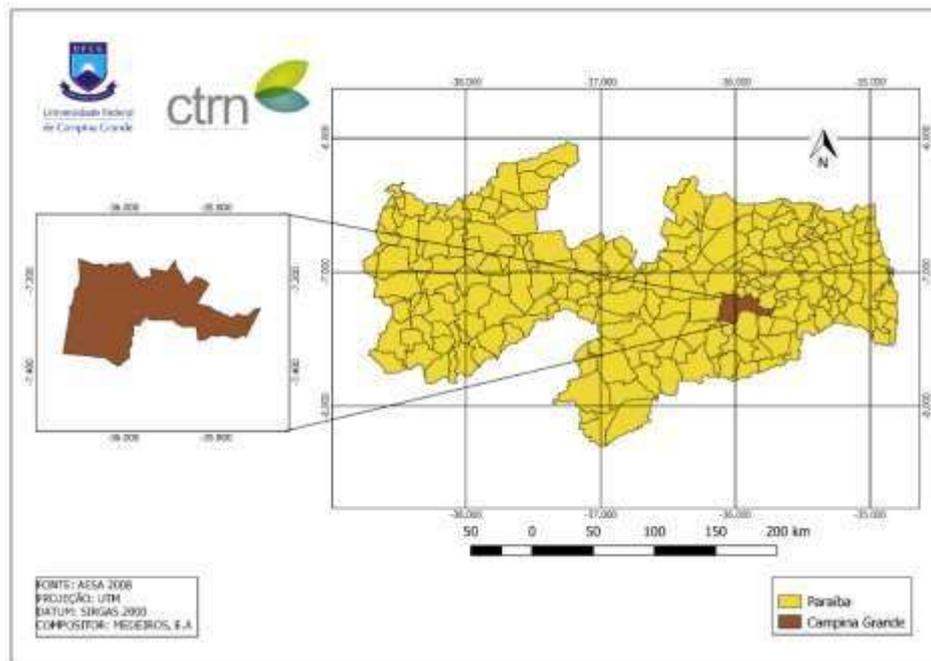


Figura 1. Localização geográfica do município de Campina Grande, PB

Para realização do perfil pluviométrico foram utilizados dados mensais mais recentes da Agência Executiva de Gestão das Águas no Estado da Paraíba (AESA) para o período de janeiro de 1994 a dezembro de 2022. Foram calculados as médias mensais e o desvio padrão mensal utilizando o Microsoft Excel.

O levantamento de dados de ocorrências oriundos de eventos hidrológicos foi realizado através das informações fornecidas pela Defesa Civil de Campina Grande e consulta a arquivos e sites jornalísticos midiáticos da cidade, dentre eles destacam-se TV Paraíba, TV Borborema, Sistema Correio de Comunicação, Jornal da Paraíba, o extinto Diário da Borborema, Rede Ita de comunicação entre outros.

Foram selecionados dias específicos em que houve precipitação expressiva em intervalo de tempo mínimo de 1 hora ou 24 horas para identificarmos os números e tipo de ocorrências registradas na defesa civil ao longo dos anos, os critérios adotados nesta pesquisa para caracterizar uma ocorrência oriunda do fator hidrológicos estão descritos na tabela 1.

Tabela 1. Critérios adotados para as quantificar as ocorrências nesta pesquisa.

OCORRÊNCIAS CONSIDERADAS	OCORRÊNCIAS DESCARTADAS
Alagamentos	Queda de árvores
Enchentes	Desabamento de marquises
Inundações	Ocorrências oriundas de vendavais
Desabamentos de casas parciais ou integral	
Transbordamentos de canais, rios e açudes	

Famílias desalojadas	
Famílias desabrigadas	
Óbitos	
Decretos de emergência	

Fonte: Autores da pesquisa.

Estatísticas utilizadas para o Tempo de Retorno

Para realização das estatísticas das probabilidades e dos períodos de retornos chuvas intensas, foram utilizados os dados do histórico do Instituto Nacional de Meteorologia, Agência e Nacional das Águas cujo histórico se inicia em 1911, além dos dados mais recentes cedidos pela AESA. A maior chuva de cada ano foi escolhida para estimar o tempo de retorno, ou seja, é o mesmo tempo que população e o poder público tem entre um e outro evento para se tomar providencias e planejar um crescimento/desenvolvimento ecologicamente sustentável ao receber eventos hidrológicos.

A probabilidade de retorno das chuvas é calculada utilizando a seguinte equação:

$$P = m/n+1$$

Onde P é a probabilidade, m é o número de observações em que o evento ocorreu ou foi superado dividido pelo $n+1$ número de anos analisados

Para estimar o tempo de retorno em anos foi utilizado a seguinte equação:

$$T = n+1/m$$

Onde T é o tempo de retorno, $n+1$ é o número de anos analisados dividido por m número de observações em que o evento ocorreu ou foi superado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um olhar para o passado

O passado mostra que sempre houve registros de transtornos na cidade devido a eventos hidrológicos, um dos mais marcantes ocorreu na noite de 12 para 13 de fevereiro de 1985 registrado pelo diário da Borborema (Figura1) neste dia choveu 93,9 mm, a matéria destaca o alto número de ocorrências registradas pelo corpo de bombeiros com 119 chamadas desde a zona

a zona oeste da cidade com destaque para o ponto cem réis e comunidades circunvizinhas como um dos locais mais atingidos.



Figura 2. Registro do acervo do diário da Borborema disponibilizado pelo blog retalhos históricos de Campina Grande.

Passados quase 40 anos depois do episódio o ponto cem réis e as comunidades circunvizinhas continuam na lista das áreas de risco mais vulneráveis da cidade indicando que não houve progresso expressivo rumo a um desenvolvimento sustentável nesta localidade.

Perfil Pluviométrico

A climatologia da precipitação mostra que as chuvas em Campina Grande se concentram de março a julho (figura 4) com o pico no mês em que chove em média 128,8 mm enquanto a estação seca se concentra de setembro a dezembro (Figura 2) e anualmente são esperados 787,2 mm. O desvio padrão apresentou-se elevado em os meses de janeiro a agosto com desvios de 43 mm para agosto e 73 mm para maio. Em outras palavras significa que se a média de maio é 104,6 mm em alguns anos o mês de maio pode chover 177,6 mm e em outros apenas 31,6 mm, junho o mês mais chuvoso com o desvio pode chegar a 195,3 mm.

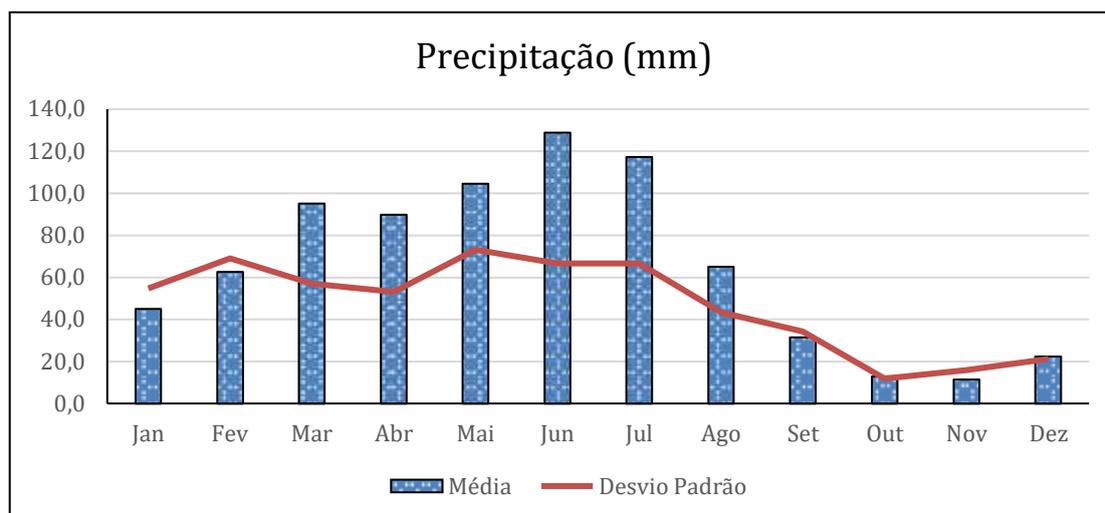


Figura 3. Médias mensais e desvio padrão médio da precipitação em Campina Grande para o período de janeiro 1994 a dezembro de 2022.

Os resultados do desvio padrão explicam que até mesmo os meses de janeiro e fevereiro tendo uma média baixa estão sujeitos a eventos extremos como ocorreu em 13/02/1985 na figura 2. Desta forma Campina Grande tem a maior parte do ano com chances reais de eventos extremos acontecerem.

Eventos Extremos

Assim como observados na figura 1, Campina Grande esta sujeita a eventos extremos na maior parte dos meses do ano, o histórico recente da cidade com chuvas superiores a 50 mm/dia mostra que foram registrados 31 eventos extremos de 1994 a 2022, dentre eles 8 em fevereiro, 9 em março, 1 em abril, 5 em maio, 5 em junho, 3 em julho, os resultados são apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Eventos extremos de precipitação superior a 50 mm/dia.

Data	Valor (mm)	Data	Valor (mm)
30/05/1994	74,6 mm	14/02/2011	79,5mm
15/03/1999	54,8mm	02/03/2011	107,4mm
20/02/2000	74,3mm	29/04/2011	82,1mm
26/02/2000	59,9mm	04/05/2011	81,7mm
13/03/2001	85,4mm	05/05/2011	54,5mm
27/06/2001	54,1mm	18/05/2011	54,5mm
01/02/2004	75,7mm	17/07/2011	110,1mm
05/02/2004	57,5mm	19/02/2012	55,2mm
19/06/2004	59,1mm	13/07/2014	53,7mm
21/03/2006	59,4mm	06/03/2015	63mm
12/06/2006	52,7mm	30/03/2016	50,3mm
19/03/2008	73,9mm	21/07/2017	69,8mm
26/03/2008	64,4mm	10/02/2018	66,9mm
21/02/2009	52,3mm	28/03/2022	55,1 mm
05/06/2010	58,2mm	28/05/2022	84,2 mm
18/06/2010	77,6 mm		

Fonte: AESA

A partir de 2007 foi instalada em Campina Grande uma estação automática mediando a precipitação de forma horaria, quando analisado o histórico de eventos extremos acima de 20mm/hora verifica-se novamente que foram registrados 1 evento em janeiro, 6 em fevereiro, 7 em março, 2 em abril, 3 em maio, e 1 em junho. Destaca-se o evento de 28/04/2011 em que foram registrados impressionantes 72,4 mm em apenas uma hora. Esses eventos possuem a maior frequência entre 14 e 17 horas como observado na tabela 2.

Tabela 3. Eventos extremos de precipitação superior a 20 mm/hora

Data	Horário	Valor (mm)
18/03/2008	18h00	22,8 mm
18/03/2008	19h00	29,4 mm
25/03/2008	20h00	21,4 mm
20/02/2009	15h00	22,2 mm
20/02/2009	16h00	23,6 mm
11/06/2009	20h00	28 mm
13/02/2011	17h00	51,2 mm
20/02/2011	00h00	32 mm
28/04/2011	20h00	72,4 mm
03/05/2011	12h00	36,8 mm
18/05/2011	21h00	23,8mm
05/03/2015	15h00	30,4 mm
29/03/2016	16h00	21,6 mm
09/02/2018	21h00	36 mm
14/02/2018	02h00	21,4 mm
21/01/2020	16h00	29,8 mm
23/03/2020	15h00	28,8 mm
04/05/2021	14h00	21,6 mm
14/03/2022	17h00	24,8 mm
25/04/2022	14h00	23 mm

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)

Com base no exposto da tabela, percebe-se que embora o nível de chuva varie na cidade os casos de inundação no centro urbano é notado, levando a crer que o problema está relacionado com a gestão do uso do solo urbano, seja pela ocupação antrópica, a impermeabilização do solo e ainda má gestão dos resíduos sólidos no perímetro urbano. Um fator intrínseco ao entendimento de inundações, que é interligado aos eventos de precipitação é o período de ocorrência, que será tratado a seguir.

Ocorrências

O número de ocorrências levantadas de 2011 a 2022 mostrou que o ano de 2011 apresentou maiores ocorrências, levando a prefeitura decretar situação de emergência em 03/05, Campina Grande teve no mês de maio com 365 mm, foi o maio mais chuvoso da série histórica, o total de chuva acumulado em 2011 também fez dele o mais chuvoso da série com 1495 mm. O segundo ano mais chuvoso desde o começo da análise das ocorrências foi 2022 com 1052 mm, entretanto o pico de ocorrências para 24 horas foi bem menor que o pico registrado em 2011. Anos como 2012, 2013, 2016, 2017 e 2019 não tiveram ocorrências significativas (Figura 4).

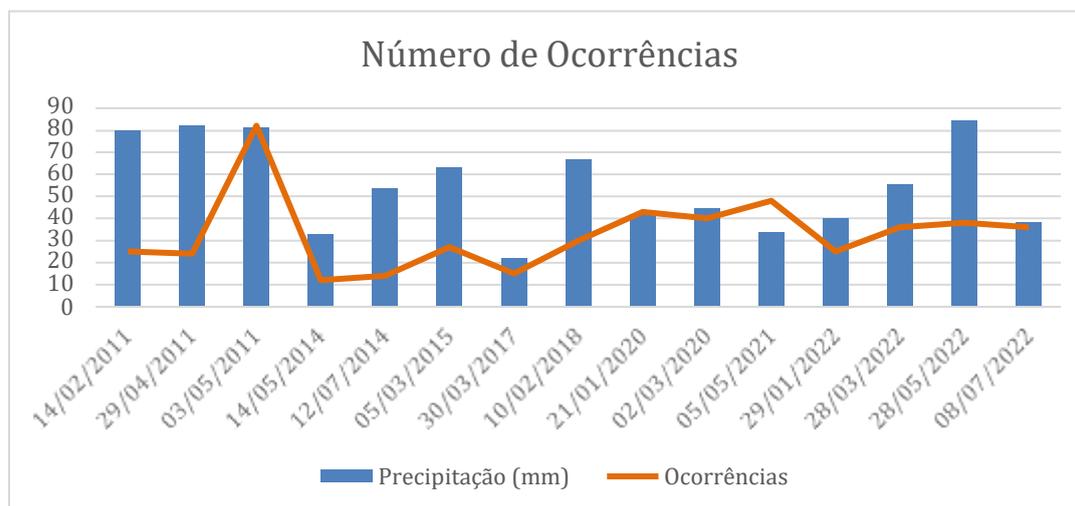


Figura 4: Número de ocorrências registradas pela defesa civil de Campina Grande durante o período de 2011 a 2022.

Quando analisamos o número de ocorrências para chuvas mais expressivas, porém abaixo de 50 mm em 24 horas de 2020 até 2022, nota-se que mesmo o evento de menor precipitação 33,4 mm (2021) ocasionou o maior número de ocorrências do que os outros 3 com valores de precipitação maiores, esse caso curioso pode ser explicado devido ao hiato do tempo, 2021 foi um ano com valores de baixa precipitações em Campina Grande é quando as precipitações são baixas, a população e o poder público relaxam nas medidas preventivas das galerias, bocas de lobo e rede de drenagem da cidade.

Em 2022 houve 2 eventos de precipitação semelhantes, entretanto, notou-se uma queda nas ocorrências, o fato pode ser explicado devido as precipitações serem mais frequentes e volumosas em 2022, despertando uma maior atenção do poder público e da população para realização de ações preventivas a alagamentos, limpeza de canais e galerias entre outras, como observado na figura 5.

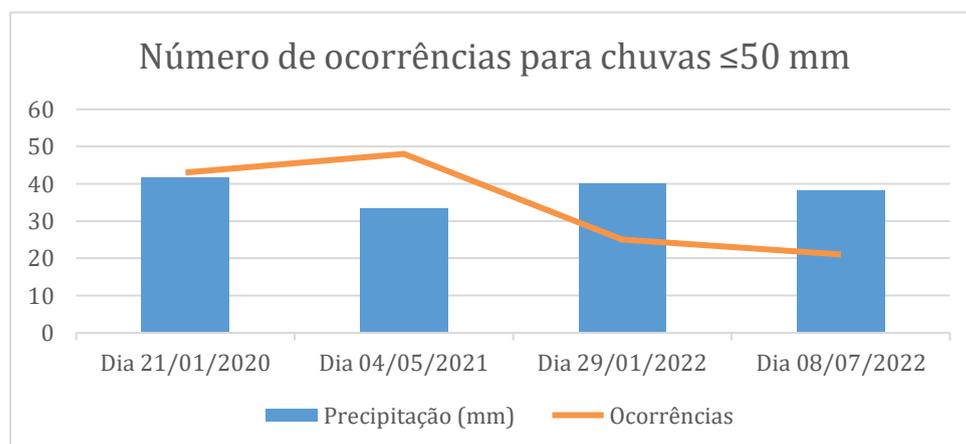


Figura 5: Número de ocorrências registradas pela defesa civil de Campina Grande para chuvas ≤ 50 mm/ dia durante o período de 2020 a 2022.

Nesse estudo, nota-se a importância do órgão da defesa civil que faz o apanhado de dados e exerce a função de coordenar e implementar ações de proteção e assistência à população em emergências ou desastres naturais, como enchentes, entre outros. Além disso, atua na prevenção de desastres, por meio de medidas de educação e conscientização da população e da realização de estudos e projetos de mitigação de riscos, e possibilita a elaboração de indicadores de sustentabilidade que irão agir no planejamento e gestão para uma cidade sustentável.

Indicadores Complementares

Os alagamentos são os maiores problemas encontrados em Campina Grande, não somente pelo relevo da cidade, mas pelo sistema de drenagem que não está preparado para escoar uma chuva de 20mm/hora, também pelo lixo descartado de forma inadequada. Ao avaliar os indicadores de esgotamento e da rede de coleta de lixo da cidade os resultados mostram-se positivos, significando que boa parte dos problemas podem ser evitados com mais conscientização da população ao fazer o descarte da maneira correta (Figura 6):

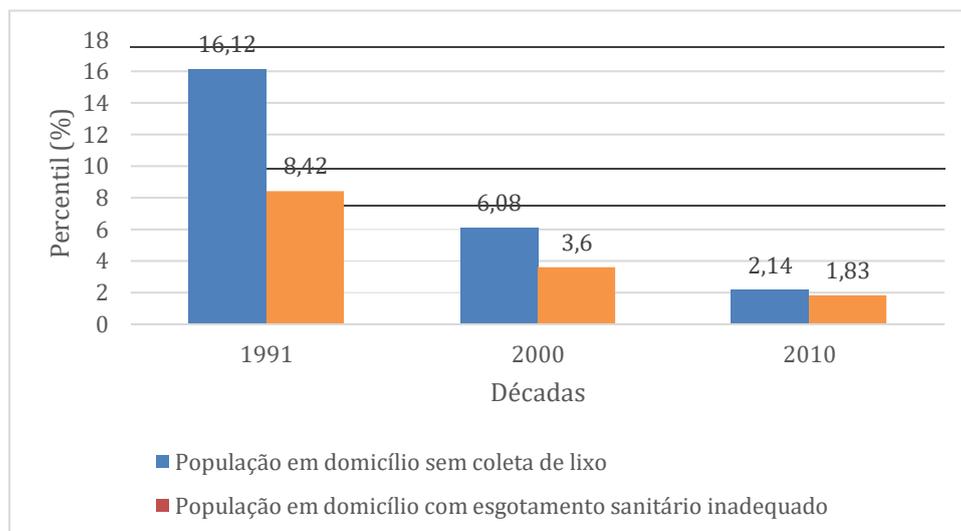


Figura 6: Número de domicílios sem coleta de lixo e esgotamento sanitário inadequado ao longo das décadas segundo o Censo 2010.

Dentre os bairros mais citados nas ocorrências está o Louzeiro, Conceição (onde está localizado o ponto Cem réis) Catolé e Liberdade, a desigualdade entre os bairros citados é inerente, mas é positiva a crescente de renda em bairros que se encontram com os maiores índices de extrema pobreza onde teve um aumento de renda da população.

Enfatiza que a distribuição de renda (Figura 7) mostra que os índices por renda média por bairros é a renda per capita média de Campina Grande onde cresceu 108,06% nas últimas décadas e a extrema pobreza (medida pela proporção de pessoas com renda domiciliar per capita inferior a R\$ 70,00, em reais de agosto de 2010) passou de 20,36% em 1991 para 12,07% em 2000 e para 5,02% em 2010. A desigualdade diminuiu e o Índice de Gini passou de 0,61 em

1991 para 0,62 em 2000 e para 0,58 em 2010, portanto é um avanço significativo contra a pobreza, mas que precisa avançar, o bairro do Louzeiro, partes do Catolé e da Liberdade ainda possuem áreas com renda muito baixa.

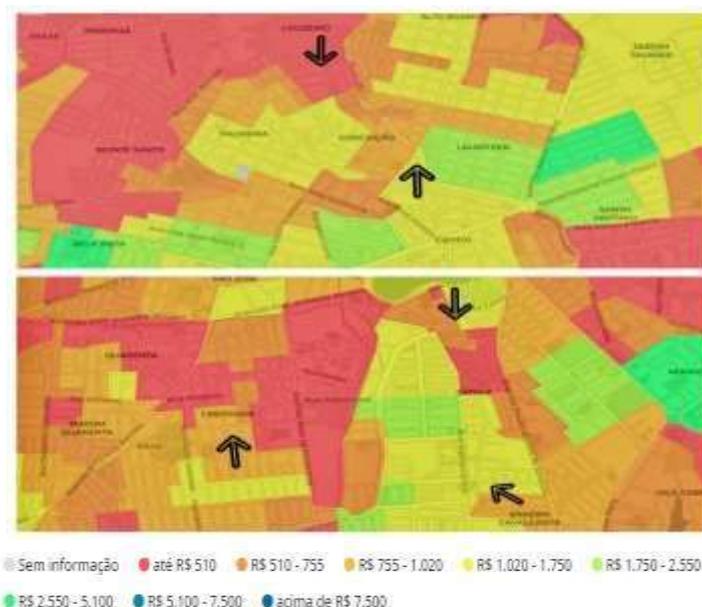


Figura 7: Renda média por bairros em Campina Grande, com indicações (setas) para os bairros com maiores ocorrências.

Destaca-se como ponto positivo, o crescimento população ao longo dos anos (Figura 8) que não vem se refletindo no número de aumento de ocorrências em comparação a precipitação de 93,9 mm/dia registrada em 1985 com 119 ocorrências, quando em 2022 uma chuva de valor aproximado em 84,2 mm teve apenas 38 ocorrências (Figura 9).

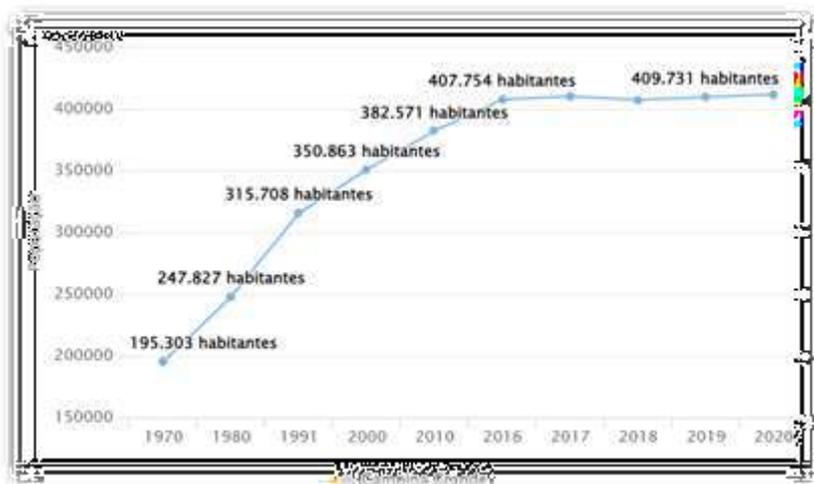


Figura 8: Crescimento da população no município de Campina Grande entre 1970 e 2020 segundo o IBGE – Censo demográfico 2010.

Com base nos dados observados, considera-se que o crescimento da população pode contribuir para aumentar o risco de inundações em áreas urbanas e rurais. Isso ocorre porque o aumento da população geralmente está associado ao aumento da ocupação do solo e à construção de novas edificações, o que pode levar à impermeabilização do solo e à redução da capacidade de infiltração da água da chuva. Além disso, o aumento da população também pode

contribuir para a sobrecarga dos sistemas de drenagem, como canaletas e galerias de águas pluviais, o que pode aumentar o risco de inundações.

Para minimizar os riscos de inundações em áreas urbanas, é importante adotar medidas de planejamento urbano que levem em consideração o risco de desastres naturais, como alagamentos, e evitem a ocupação de áreas de alto risco. Além disso, é fundamental investir em sistemas de drenagem adequados e manter esses sistemas em bom estado de conservação. É importante também promover a educação e a conscientização da população sobre os riscos de alagamentos e as medidas preventivas a serem adotadas.

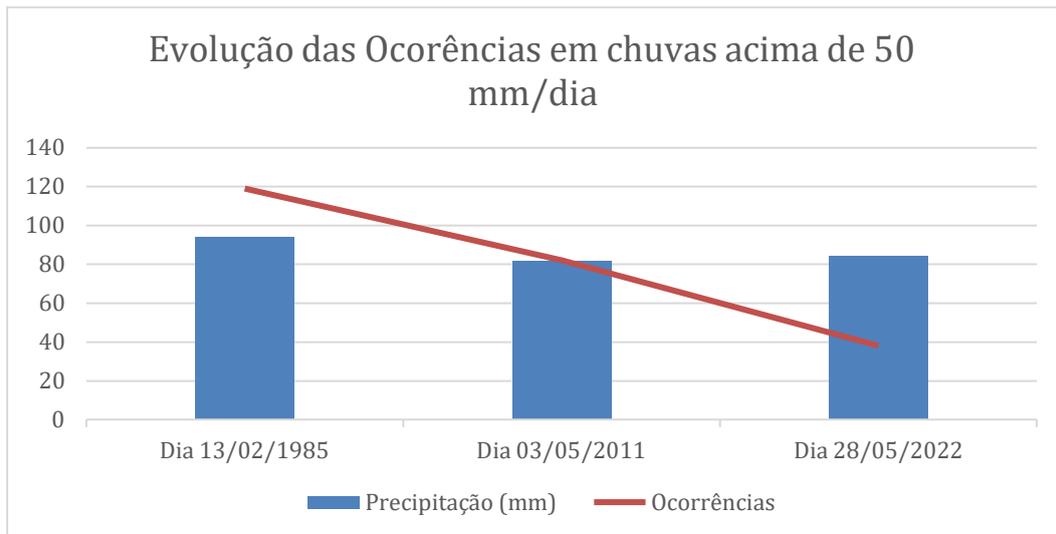


Figura 9: Evolução do número de ocorrências em chuvas acima de 50mm/dia em Campina Grande.

Tempo de retorno e probabilidades

As estatísticas do tempo de retorno de chuvas acima de 50mm/dia com potencial para ocasionar novas ocorrências na defesa civil de Campina Grande revela que o tempo mínimo para uma chuva de 50mm/dia é de aproximadamente um ano e meio, enquanto uma chuva com o potencial registrado em 2011 de 110,1 mm apresentou um tempo de retorno a cada 48,5 anos, ou de 16,17 anos para uma chuva semelhante a relatada na figura 1 de 1985 (Figura 10).

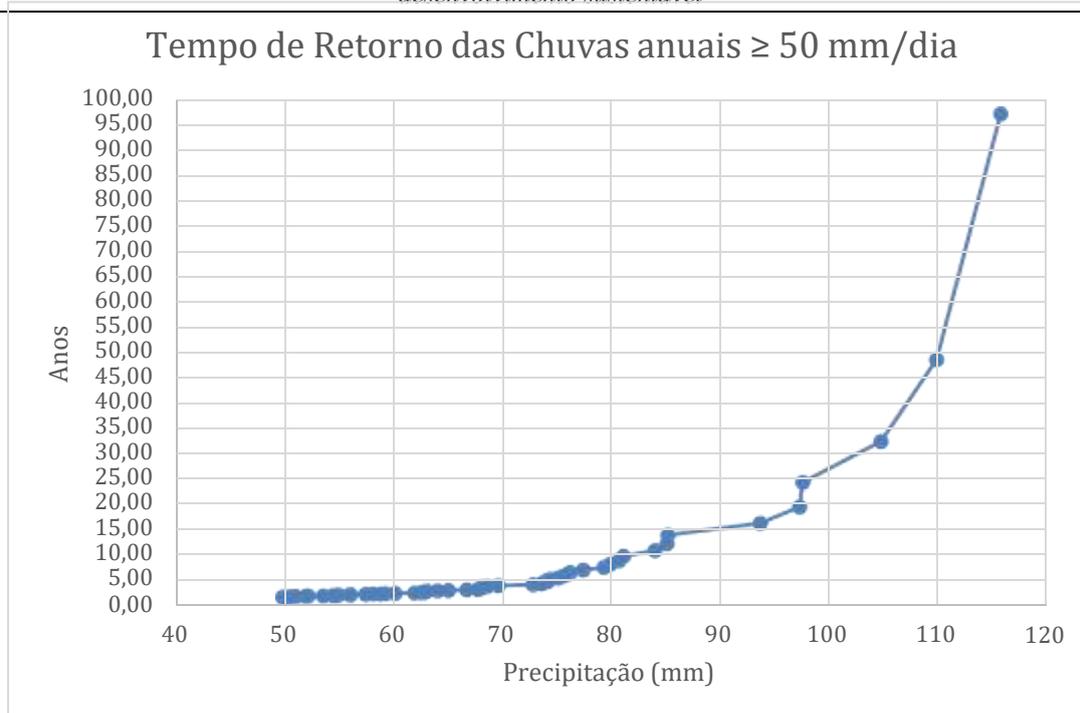


Figura 10: Tempo de retorno para uma chuva máxima anual em Campina Grande acima de 50mm/dia.

Chuva entre 20 e 49 mm também costumam trazer ocorrências na defesa civil quando concentrada em curto espaço de tempo como observado no gráfico 2, os resultados do tempo de retorno mostram que uma chuva acima de 22 mm retorna em média a cada 4 meses, tornando-se injustificável a população e o poder público serem pegos de surpresa (Figura 11).

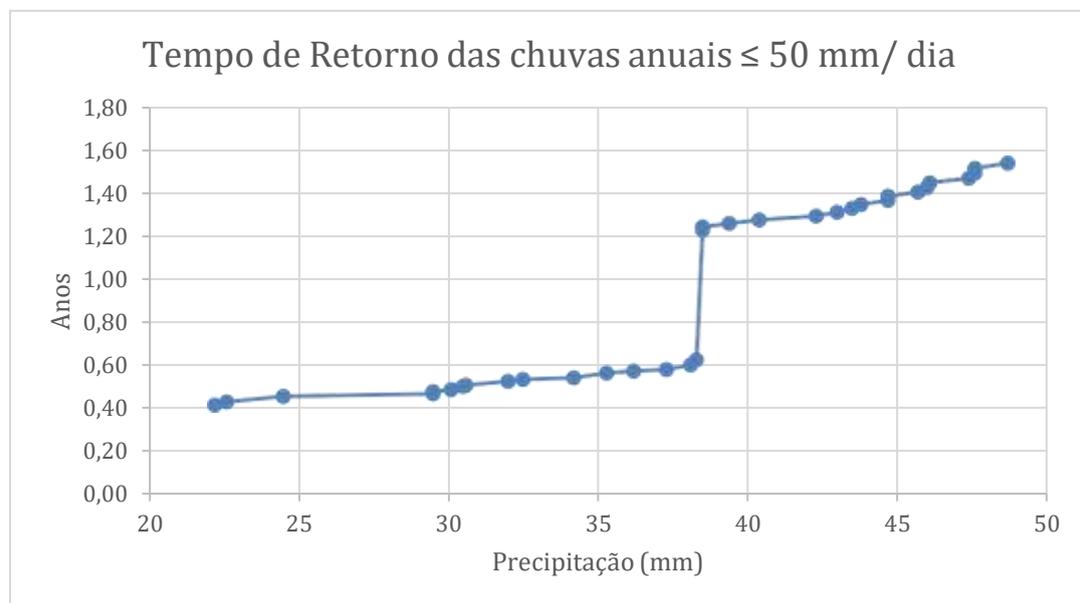


Figura 11. Tempo de retorno para uma chuva máxima anual em Campina Grande entre 22 e 49,9 mm/dia

Para chuvas acima de 20mm/hora, a probabilidade aponta aproximadamente 140% de um evento dessa intensidade ocorrer durante os anos em Campina Grande (figura 12), mais uma vez sendo injustificável esquecer as medidas preventivas, mesmo em anos em que a chuva máxima diária no chegue aos 40mm (2021), chuvas rápidas 20mm também pode ocasionar alagamentos como indicado pela figura 5 no dia 04/05/2021.

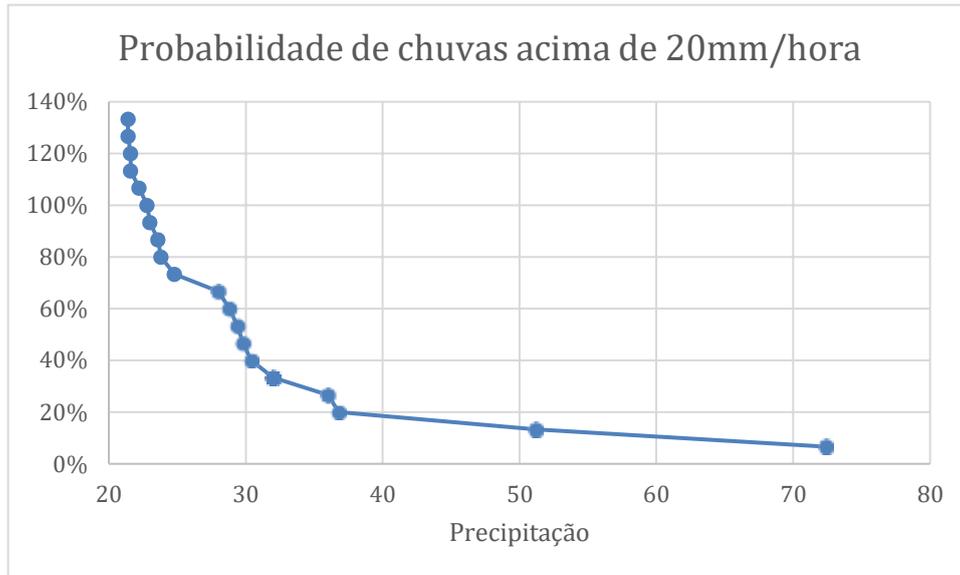


Figura 12. Probabilidades de ocorrências de chuvas acima de 20mm/hora anualmente em Campina Grande

Assim, a pesquisa traz o apanhado de medidas preventivas que a cidade pode adotar para os riscos de alagamentos em áreas urbanas como a manutenção dos sistemas de drenagem para garantir que a água da chuva possa escoar de forma eficiente; o uso adequado do solo que visa evitar a ocupação de áreas de inundação e a construção de edifícios e estruturas em áreas de alto risco de alagamento; evitar a impermeabilização excessiva do solo que pode impedir a infiltração da água da chuva; incentivar o plantio de árvores que contribuem para a mitigação dos efeitos de alagamentos, pois as árvores ajudam a absorver a água da chuva e evitam a erosão do solo; e por fim, a educação e conscientização que promovem um olhar diferenciado sobre riscos de alagamentos e as medidas preventivas a serem adotadas.

Reflexões Práticas

É importante o desenvolvimento sustentável aplicado em uma sociedade para uma melhor qualidade de vida de sua população, logo os bairros analisados de campina grande - PB estão um pouco distante de atingir as 17 ODS's para que isso se conclua. Os bairros ainda são insuficientes em vários serviços ambientais e igualdade social para que essa meta estabelecida pela ONU através de indicadores seja alcançada.

Os ODSs trata-se de 17 objetivos estabelecidos pela ONU que devem ser alcançados até 2030. Eles definem prioridades e indicadores, pautados em uma visão sistêmica de Desenvolvimento para além do PIB e do consumo (ONU, 2015). Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável são:

1. Erradicação da Pobreza.
2. Fome zero e agricultura sustentável.
3. Saúde e bem-estar.
4. Educação de qualidade.

5. Igualdade de gênero.
6. Água potável e saneamento.
7. Energia acessível e limpa.
8. Trabalho decente e crescimento econômico.
9. Indústria, inovação e infraestrutura.
10. Redução das desigualdades.
11. Cidades e comunidades sustentáveis.
12. Consumo e produção sustentáveis.
13. Ação contra a mudança global do clima.
14. Vida na água.
15. Vida terrestre.
16. Paz, justiça e instituições eficazes.
17. Parcerias e meios de realização.

Nota-se, após os anos 2000, que a discussão sobre o Desenvolvimento Sustentável ganhou força relativas após às mudanças climáticas. É importante reconhecer, no entanto, que essa questão não está desvinculada dos níveis de consumo e como o crescimento desordenados das cidades sem plano diretor estava causando efeitos nocivos a sociedade.

Portanto, é importante de que novas tecnologias “mais limpas” sejam implantadas para que possam resolver os problemas sociais e ambientais, sem levar em consideração questões como a crescente concentração de renda em todo o mundo, o aumento generalizado do consumo de matéria e energia (MARQUES, 2015).

CONCLUSÕES

O processo de urbanização da cidade de Campina Grande apresenta diferentes formas de segregação dentro de um cenário plural e divergente. A análise das igualdades e desigualdades dos pequenos nichos plurais no cenário urbano possibilita o planejamento urbano de forma sustentável, podendo parametrizar o contraste dessas regiões. Nota-se que o aumento do adensamento urbano, bem como nos números apresentados pelos dados socioeconômicos justificam a necessidade do pensar mais sustentável para o desenvolvimento urbano devido ao crescimento e adensamento populacional, promovendo uma atenção maior aos eventos climáticos que podem gerar um impacto a qualidade de vida e conforto ambiental.

Podemos concluir que os bairros analisados estão longe de ter uma igualdade entre eles, mas medidas para mitigar e extinguir esses problemas existentes como os das chuvas, acúmulo de resíduos sólidos, desigualdade social, saneamento, dentre outros. Só é possível após implementar um plano diretor que possa contribuir para solucionar esses problemas. Neste sentido, parece ser evidente que o Desenvolvimento Sustentável não pode ser alcançado sem compromisso com as questões políticas e econômicas, pois é de suma importância para que os problemas sociais e ambientais sejam resolvidos.

As ocorrências podem ser um meio importante para identificarmos de forma direta o desenvolvimento básico estrutural de uma cidade. Para Campina Grande foi observado que houve uma redução ou estabilidade no número de ocorrências registrado na década de 1980 quando a população era menor, entretanto, as ocorrências nas ocorrências de hoje, grande maioria são os mesmos locais da década de 1980 indicando que nenhuma solução eficaz foi feita aos longos das décadas.

O tempo de retorno das chuvas com capacidade de causar estrago pode ser de apenas 4 meses, mediante a isto é necessário a gestão da cidade buscar colocar em pratica os itens das

ODSs, especialmente os itens 6,9 e 11. Também é necessário que seja feito um trabalho de conscientização com a população, mesmo na estação mais seca e mesmo em anos de poucas chuvas, pois são comuns eventos fortes em apenas uma hora.

REFERÊNCIAS

BENCKE, L.R; PEREZ, A.L.F. Análise dos principais modelos de indicadores para cidades sustentáveis e inteligentes. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 6, n. 37, p. 68-85, 2018.

BIZIAK, Lucas Dovigo; DE ARAÚJO, Aracy Alves; DA SILVA, Claudionor Ribeiro. Análise da sustentabilidade urbana por meio da avaliação da qualidade ambiental do setor central de Uberlândia-MG. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 27232-27251, 2020.

BORGES, Marcos Jorge; BRITTO, Lays; NUNES, Débora. Indicadores de sustentabilidade: Pegada Ecológica Urbana. **COLÓQUIO-Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 15, n. 1, p. 149-174, 2018.

BRUNDTLAND, Gro Harlem; COMUM, Nosso Futuro. Relatório Brundtland. **Our Common Future: United Nations**, 1987.

CASTRO, Jhon Linyk Silva et al. Mata ciliar: Importância e funcionamento. In: **VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campo Grande/MS**. 2017.

CORREIA, Iluliane Maria Gadelha et al. Mata ciliar, conservação e sustentabilidade, fundamentos da importância para o semiárido paraibano: estudo de caso no alto curso do Rio Paraíba. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 5, n. 2, p. 41-60, 2019.

FERREIRA, Charles Aparecido Gonçalves. Recuperação de áreas degradadas. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 202, p. 127-130, 2000.

FREITAS, Carlos Machado de et al. Vulnerabilidade socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência: lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na Região Serrana, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, p. 1577-1586, 2012.

GARCIA, Yara Manfrin. O Código Florestal brasileiro e suas alterações no Congresso Nacional. **Geografia em Atos (Online)**, v. 1, n. 12, 2012.

G1, notícias. “4 dados que mostram por que Brasil é um dos países mais desiguais do mundo, segundo relatório”. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/12/07/4-dados-que-mostram-por-que-brasil-e-um-dos-paises-mais-desiguais-do-mundo-segundo-relatorio.ghtml> Acesso em: dezembro, 2022.

HORST, Siebert. **Economics of the Environment**. 1987.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Relatório dos indicadores para os objetivos de desenvolvimento sustentável. Disponível em: <https://indicadoresods.ibge.gov.br/relatorio/sintese>, acesso em: dezembro, 2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jo-vens/conheca-o-brasil/populacao/18313->

[#:~:text=De%20acordo%20com%20dados%20da,brasileiros%20vivem%20em%20%C3%A1reas%20rurais. Acesso em: dezembro, 2022.](#)

LEAL, Vanda Lúcia Ouriques. Injustiça ambiental na periferia urbana: avanços e obstáculos na revitalização do Riacho das Piabas-PB. 2016. 152 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João pessoa, 2016.

MARQUES, L. **Capitalismo e colapso ambiental**. Campinas: Editora Unicamp, 2015.

MEDEIROS, E. A; ALMEIDA, H. A. Variabilidade no regime pluvial na zona da mata e agreste paraibano na estiagem de 2012-2016. **Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido**. Campina Grande, 2017.

MELO, Danilo; VAN BELLEN, Hans Michael. Desafios democráticos à construção e implementação de indicadores: o caso do Programa Cidades Sustentáveis. **Revista Grifos**, v. 28, n. 46, p. 88-114, 2019.

MIZUTANI, Meriellen Nuvolari Pereira; DE MELO CONTI, Diego. Indicadores De Sustentabilidade Como Ferramenta De Gestão No Planejamento Urbano: Um Estudo Sobre A Cidade De Barueri. **Humanidades & Inovação**, v. 8, n. 46, p. 300-317, 2021.

NAVACINSK, S.D.G. Comunicação Pública, Capital Social e Sustentabilidade: estudo etnográfico em uma OSCIP. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Comunicação - Escola de Comunicações e Artes. Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil, 2018.

OLIVEIRA, Clécio Moura de; MELO, Felipe Pereira. **Expansão Urbana E Sustentabilidade: uma análise a partir das geotecnologias no município de São Lourenço–MG.** -, 2019. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/904/1/Cl%C3%A9cio%20Moura%20de%20Oliveira%20CIVIL.pdf>, Acesso em dezembro, 2022.

ONU. **Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. 2015. Disponível em: www.undp.org/content/dam/brazil/docs/agenda2030/undp-br-Agenda2030-completo-pt-br-2016.pdf. Acesso em: 20 dez. 2022

SEABRA, G; MENDONÇA, I. **Educação ambiental: Responsabilidade para a conservação da sociobiodiversidade**. João Pessoa: Editora Universitária da UEPB, 2011.

SILVA, Enid Rocha Andrade da Coordenadora. **Agenda 2030: ODS-Metas nacionais dos objetivos de desenvolvimento sustentável**. 2018.

SARUBBI, M.P; Moraes, C.S.B. Avaliação Comparativa de metodologias de indicadores para sustentabilidade urbana. **Caderno Zygmunt Bauman**, v. 8, n. 18, p. 211-231, 2018.

D. Sc. Emmanuel Moreira Pereira INSA – Campina Grande - PB