

ASPECTOS FAVORÁVEIS AO ALAGAMENTO NA CIDADE DE TABULEIRO DO NORTE – CE

Lucas Ramon Rodrigues da Silva¹, prof. Dr. Marcelo Tavares Gurgel²

¹Graduando em Bacharelado em Ciência e Tecnologia na Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). E-mail: lucas.silva36956@alunos.ufersa.edu.br

²Doutor em Recursos Naturais Pela Universidade Federal de Campina Grande (2006), Professor da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). E-mail: marcelo.tavares@ufersa.edu.br.

Resumo: O alagamento é um fenômeno que causa grandes impactos a população, desde perda de bens materiais bem como a veiculação de inúmeras doenças. Nesse sentido, durante o período de maior precipitação pluviométrica é uma séria problemática enfrentada pela cidade de Tabuleiro do Norte – CE, fruto de uma urbanização desgovernada, não sendo diferente dos grandes centros urbanos brasileiros. Deste modo, este trabalho teve como objetivo abordar os principais aspectos que potencializam a ocorrência dos alagamentos na cidade de Tabuleiro do Norte, como também demonstrar alguns pontos específicos que mais são afetados por esse evento e além disso, propor possíveis soluções e medidas mitigadoras para essas localizações. O presente trabalho foi desenvolvido na cidade de Tabuleiro do Norte – CE, durante o período de fevereiro à julho de 2022. Teve como metodologia a realização de pesquisa em campo e obtenção de fotos. Também foi realizado pesquisa em artigos, livros, dissertações e teses, bem como os levantamentos de experiências por meio de entrevista a moradores nos locais onde os alagamentos ocorrem de forma mais intensa. Portanto, foi constatado que dentre os inúmeros aspectos que favorecem a ocorrência dos alagamentos se destaca a inexistência de um sistema de drenagem urbana que destine as águas da chuva para um local adequado, ademais, a impermeabilização das ruas, como também, a declividade das periferias em relação ao centro. Em razão disso é necessário a construção de um sistema de drenagem com a finalidade de drenar e destinar as águas providas das chuvas ao canal José Mendes utilizando, da distribuição de pontos de captação nas áreas da cidade que é mais afetado pelos alagamentos.

Palavras-chave: Chuva. Alagamento. Drenagem urbana.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano no Brasil iniciou-se no século XX, por volta do ano 1950, impulsionado pela industrialização do país, a qual intensificou o processo de êxodo rural, movimento de migração da população da zona rural para a zona urbana. Atualmente, a população brasileira que vive em áreas urbanas ultrapassa os 80%, o que equivale à urbanização dos países desenvolvidos [1]. Mediante esse movimento, surgiu uma rápida concentração populacional e econômica, consequentemente a demanda por uma infraestrutura que os atendessem.

Os centros urbanos brasileiros desenvolveram-se de forma rápida, sem o uso de um planejamento conveniente, gerando ambientes inapropriados à vida humana, isto é, sem qualidade de vida para abrigar sua população, e, além disso, provocando impactos ambientais de grau relevante. Os alagamentos, enxurradas, enchentes e inundações são exemplos de acontecimentos que estão gradativamente mais frequentes nos centros urbanos, acarretando danos materiais e nos piores dos casos a perda de vidas humanas.

Nesse sentido, associado ao crescimento urbano estão os processos construtivos, como devastação das áreas verdes, alterando o ciclo hidrológico natural. Essa artificialização do sistema ocasiona uma quebra do processo natural [2], dificultando a infiltração das águas pluviais no solo, o volume de água que escoar superficialmente aumenta e assim surge a necessidade da drenagem, sendo a responsável por coletar as águas providas da chuva e encaminhar até as galerias de águas pluviais.

É durante o período de maior precipitação pluviométrica que os transtornos dos alagamentos e os demais eventos naturais perturbam a população. O alagamento nas áreas urbanas, acúmulo de água, é intensificado pelo agravamento do escoamento superficial, essa superfície que sofre inúmeras mudanças de acordo com a sua finalidade, é influenciada pelo processo de urbanização, sem um planejamento prévio.

Com relação à estruturação do espaço urbano não teve um foco direcionado à drenagem, como comprovação é a inexistência do sistema de captação de águas pluviais gerando um ambiente passível de problemas, um exemplo

é o intenso alagamento na cidade durante o período chuvoso, anualmente se repetindo.

Além do principal aspecto que é a urbanização desregrada do município, outros aspectos também influenciam diretamente a ocorrência do evento, que são as precipitações extremas, impermeabilização das ruas, impermeabilização do solo, descartes inadequados de resíduos sólidos e deficiência do sistema de drenagem [3].

As pesquisas a cerca desse fenômeno em áreas urbanas é essencial, principalmente pelos impactos gerados a sociedade, que por algumas vezes são irreparáveis. Para esse fim, é preciso analisar os pontos da cidade em que o fenômeno ocorre de uma maneira mais grave e apontar quais aspectos que favorecem a ocorrência na região.

Em virtude dos fatos supracitados, este estudo teve como objetivo abordar os principais aspectos que potencializam a ocorrência dos alagamentos na cidade de Tabuleiro do Norte, como também demonstrar alguns pontos específicos que mais são afetadas por esse evento, propor possíveis soluções e medidas mitigadoras para essas localizações.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Conceitos

2.1.1 Alagamento

Os alagamentos são a extrapolação da capacidade de escoamento do sistema de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas [4].

Além disso, pode ser definido como o acúmulo momentâneo de água, em determinada localização, por deficiência do sistema de drenagem cobrindo uma parte da planície local. Além disso, esse evento pode ser potencializado por inúmeros motivos, dentre eles, a impermeabilização do solo. Neste sentido, os alagamentos se apresentam de forma mais restrita em áreas urbanas, pois o mesmo é um ambiente extremamente impermeabilizado.

2.1.2 Enchentes

As enchentes são definidas como um grande volume de água que se acumulou em razão de chuvas, subida de maré, rompimento de condutores de água, transcendendo seu nível normal e às vezes submergindo, ruas, campos, etc. [5]

De outra forma, as enchentes são fenômenos naturais que ocorrem periodicamente nos cursos d'água devido a precipitações pluviométricas intensas [6]. Ou seja, é a temporária elevação do nível d'água normal, devido ao acréscimo de descarga, porém, normalmente não ocorre o extravasamento.

2.1.3 Enxurradas

A Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) conceitua as enxurradas como um escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Uma característica marcante é a elevação súbita das vazões de determinada drenagem, apresentando um grande poder destrutivo.

2.1.4 Inundações

É um fenômeno natural que ocorre em período de chuvas, causada pelo transbordamento das águas dos rios. Assim, as inundações tem sua magnitude e frequência reguladas pelas características de quantidade, intensidade e distribuição das precipitações, pelas características de infiltração da água no solo e pelo seu grau de saturação [7].

2.2 Principais condicionantes dos alagamentos

2.2.1 Urbanização e impermeabilização do solo

Urbanização e meio ambiente têm uma relação direta. A urbanização, por implicar a concentração de pessoas e atividades produtivas sobre um espaço restrito, gera, necessariamente, impactos degradadores do meio ambiente com efeitos sinérgicos e persistentes [8].

Durante o processo de crescimento das cidades, normalmente, ocorre a transformação de ambientes naturais para ambientes construídos. No Brasil, a taxa de urbanização passou de 82,5%, em 2005, para 84,7% em 2015 [9]. Em decorrência dessa modificação do espaço, as superfícies que eram cobertas por vegetação ou até mesmo por um solo permeável, tornam-se impermeável e dificultam a infiltração da água no solo, gerando um fluxo de águas superficiais e a redução da recarga dos aquíferos.

O processo de urbanização gera maior demanda de infraestrutura, incluindo a necessidade de instalações de dispositivos de drenagem das águas pluviais urbanas, sendo necessário para a execução de projetos e obras

eficazes. O desenvolvimento de forma desordenada, sem planejamento prévio, impacta gravemente no ciclo hidrológico, pois ocasiona alterações na drenagem, aumentando a possibilidade de ocorrência de alagamentos, gerando riscos à saúde e à vida humana [10].

O ciclo hidrológico pode sofrer possíveis alterações em consequência do processo de urbanização, como, diminuição da evapotranspiração, devido à retirada da vegetação, aumento da precipitação, pois as atividades humanas nas áreas urbanas produzem maior número de núcleos de condensação. A impermeabilização e compactação do solo ocasionam a diminuição da infiltração da água e o aumento do escoamento superficial, consequentemente, provocam maior erosão do solo e aumento do processo de assoreamento, também geram mudanças no nível do lençol freático, podendo ocorrer redução ou esgotamento deste [11].

2.2.2 Inexistência do sistema de drenagem

A Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020 estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e nela conceitua os serviços de saneamento que engloba um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgotamento sanitário, limpeza pública e manejo de resíduos sólidos e drenagens e manejo de águas pluviais urbanas [12].

Segundo essa mesma legislação, os serviços de drenagem e manejo das águas pluviais englobam atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazão de cheias, tratamento e disposição das águas pluviais drenadas, além da limpeza e fiscalização preventiva nas redes.

A ausência ou ineficiência de drenagem urbana pode trazer transtornos à população com inundações e alagamentos fazendo com que as águas a serem drenadas se misturem a resíduos sólidos e esgotos sanitários, propiciando com isso o surgimento de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado, como por exemplo: leptospirose, dengue e hepatite.

Segundo o Departamento de Engenharia Sanitária e Hidráulica da USP a macrodrenagem é definida como o cursor fundamental que acumula grande volume de água, são eles, os rios, córregos e canais. Já a microdrenagem é o sistema de via local que faz o recolhimento das águas pluviais e os levam até o sistema de macrodrenagem, como as sarjetas, bocas de lobos, bueiros, poços de visitas, galerias e rede de esgoto [13].

Quando se fala em pavimentação de uma via, tem-se sempre a obrigação de efetuar os sistemas de microdrenagem para escoamento das águas pluviais visto que é de responsabilidade da prefeitura garantir infraestrutura urbana essencial [14].

Segundo os dados coletados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) em 2021, 35,9% dos municípios do Nordeste não possui nenhum sistema de drenagem pluvial, percentual bem inferior as regiões do sudeste e do sul [15]. Nesse sentido, a prefeitura de Tabuleiro do Norte – CE declarou a inexistência de tal sistema, bem como também a inexistência do plano diretor da DMAPU (Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas). Ou seja, como visto o município não possui uma infraestrutura que atenda as demandas no período chuvoso [16].

A sigla significa Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. O SNIS é um sistema que reúne informações e indicadores sobre a prestação dos serviços de Água, Esgotos, manejo de Resíduos Sólidos e manejo de Águas Pluviais, provenientes dos prestadores que operam no Brasil.

2.2.3 Precipitações extremas

Apesar do rápido avanço tecnológico observado nas últimas décadas e da dedicação da comunidade acadêmica em se compreender cada vez mais as dinâmicas da natureza, ainda é elevado o grau de vulnerabilidade das sociedades frente aos “eventos naturais extremos”, dentre eles as precipitações [17].

As precipitações extremas são fenômenos associados ao registro de volumes muito elevados de chuva. Elas constituem uma categoria dentre as manifestações meteóricas de impacto que divergem dos padrões habituais do comportamento atmosférico [18]. Por esta razão, os ambientes urbanos são afetados por eventos climáticos, sendo as inundações e os alagamentos os impactos mais comuns causados pelas chuvas intensas, ou seja, aquelas chuvas de curta duração e de elevado acumulado.

As cidades brasileiras desencadeiam, em conjunto com outros fatores geográficos, eventos de riscos climáticos. Com relação especificamente aos impactos hidrometeorológicos, suas manifestações podem ser observadas pela ocorrência de chuvas intensas e de alagamentos. A condição de tropicalidade juntamente com a apropriação desordenada do solo, à destruição de áreas verdes, inexistência da drenagem pluvial e o destino ilegal do lixo são alguns dos seus principais fatores de riscos.

Nesse sentido, é comum à ocorrência de eventos extremos de chuva concentradas na estação mais chuvosa. Esse tipo de ocorrência, todavia, tem como característica marcante a irregularidade, em especial quando se refere à frequência e à intensidade. Portanto, associados à ocupação do solo pelo homem, os extremos de chuva ocasionam problemas socioambientais [19].

Assim, entende-se como precipitação extrema o evento em que a quantidade total de chuva está fora do padrão climatológico para determinada região. Em consequência de tal evento, no qual a magnitude do mesmo ultrapassa

a capacidade de drenagem, ocorre o surgimento de impactos em diferentes localidades do município. Tais fenômenos ocorrem como resultado da intensa ocupação das áreas urbanas, que possuem um elevado grau de impermeabilização do solo e da ineficiência na drenagem das águas pluviais em virtude da ocupação desordenada do espaço. Dessa forma, os alagamentos são resultados das precipitações extremas sobre o ambiente urbano.

Segundo a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), o principal período de chuvas no Ceará concentra-se entre os meses de fevereiro e maio, quando costumam ocorrer 75% das precipitações do Estado. Além disso, no ano de 2022 no Ceará foi esperado uma média de 800,6mm, no entanto, observou-se 903,4mm, 12,8% a mais do que o previsto [20].

2.2.4 Influência do relevo – Inclinação das ruas

Como consequência da ocupação do relevo em áreas urbanas pelo ser humano, problemas relacionados a dinâmica dos eventos naturais são eminentes, um exemplo são as inundações. O crescimento urbano cria, modifica e destroem estruturas naturais que antes encontrava-se em equilíbrio [21].

Os alagamentos ocorrem, geralmente, em áreas planas ou com depressões e fundos de vales, com o escoamento superficial comprometido pela topografia e falta ou insuficiência de um sistema pluvial no ambiente urbano.

O escoamento superficial corresponde ao segmento do ciclo hidrológico relativo ao deslocamento das águas sobre a superfície do solo [22]. É de fundamental importância para o projeto de obras de engenharia, dimensionadas de modo a suportar as vazões máximas decorrentes do escoamento superficial.

Os alagamentos são fenômenos naturais, porém fortemente agravado pelos processos antrópicos. Estes fenômenos fazem parte da dinâmica natural dos centros urbanos, porém, são aceleradas em virtude dessa expansão urbana, de forma espontânea com a ocupação de um relevo irregular e ausente de infraestrutura adequada para a drenagem de excedente hídrico, como exemplo as descargas de fluxo maior.

Essas intervenções antrópicas resultam de forma geral, na retificação, canalização dos cursos d'água e aceleração da vazão das águas oriundas das chuvas. Além disso, essa velocidade com que a água flui também sofre influência da impermeabilização do solo. Ou seja, a vazão da água será afetada pela forma de relevo, isto é, a inclinação presente nas ruas, e pela capacidade de infiltração que o solo possui.

Em resultado destes aspectos, o escoamento superficial torna-se mais acentuado e a quantidade de água que flui pelas ruas crescem na mesma proporção, gerando o acúmulo deste fluido, tendo em vista que em determinado ponto esse relevo se torna plano, de baixa declividade e de baixa infiltração, uma vez que o mesmo sofreu o processo de urbanização em função do crescimento urbano.

O município de Tabuleiro do Norte – CE apresenta um relevo composto por planícies aluviais, depressões sertanejas, como também a presença da chapada do Apodi [23]. As depressões sertanejas são uma vastidão de terras planas interrompidas por súbitos morros isolados, este tipo de relevo é facilmente visto na área urbanizada do município, com o centro urbano em uma cota altimétrica maior do que a região em seu entorno.

2.2.5 Ineficiência de canais de escoamento

O aumento da urbanização e consequente aumento de áreas impermeáveis das grandes cidades acarretam em um maior carregamento de resíduos sólidos que têm como destino os canais de drenagem [24].

O despejo de esgoto e a falta de manutenção periódica dos canais ocasiona o acúmulo de sedimentos, o que acarreta em um declínio da capacidade de drenagem dos canais. Com o aumento da deposição de sedimentos no leito de canais, aumenta-se a rugosidade deste, dificultando o escoamento pelo mesmo. Esta diminuição da velocidade de escoamento ocorre principalmente devido a alteração da rugosidade, onde o aumento deste ocorre devido ao maior atrito da água com os sedimentos depositados no leito do canal, forçando a diminuição da velocidade de escoamento [25].

Além disso, as variações de declividade devido à má localização destes podem provocar mudanças no escoamento, diminuindo a capacidade de vazão.

O Código Florestal Brasileiro, Lei Nº 12.651 de 25 de maio de 2012, considera as Matas Ciliares como Áreas de Preservação Permanente (APPs), visando proteger os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico da fauna e flora, a fertilidade do solo e assegurar o bem-estar das populações humanas [26]. No entanto, a invasão da mata ciliar para o interior dos canais diminui a área transversal do mesmo, ocasionando uma redução da velocidade da vazão.

Portanto, nesses casos se faz necessário a realização de serviços de reparo e manutenção no canal a fim que se consiga recuperar as condições originais do mesmo, ou seja, a capacidade de transporte para o qual foi projetado com as mínimas perdas. Isto é, essa manutenção periódica é essencial, a qual tem como objetivo manter os canais com a mesma efetividade. Essa manutenção se dá pela retirada dos sedimentos acumulados ao longo do leito do canal.

3. METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

Tabuleiro do Norte tem aproximadamente 941 quilômetros quadrados, o que corresponde a 0,64% do território cearense. Fica a 70 metros de altitude em relação ao nível do mar, está localizado na microrregião do Baixo Jaguaribe, distante 211 Km de Fortaleza. As rodovias de acesso são: BR 116 e CE 377. Limita-se ao Norte com Limoeiro do Norte; Sul com Alto Santo; Leste com o Estado de Rio Grande do Norte e Oeste com São João do Jaguaribe [27]. Sua população é de aproximadamente 30 mil habitantes, conforme o último censo do IBGE.



Figura 1 : Tabuleiro do Norte – Ce. Fonte: Anuário do Ceará [28].

De acordo com dados obtidos da FUNCEME durante o inverno do ano de 2022, especialmente nos meses de março e maio a média esperada para esses meses eram de 184,8 mm e 89,1 mm de chuva, no entanto o que se observou foi 293,1 mm em março e 218,7 mm (Figura 2) em maio, chovendo respectivamente um volume de chuva 58,6% e 145,4% a mais do que o esperado.

CHUVA MÉDIA DO MÊS POR MUNICÍPIO - MAI/2022 CHUVA MÉDIA DO MÊS POR MUNICÍPIO - MAR/2022

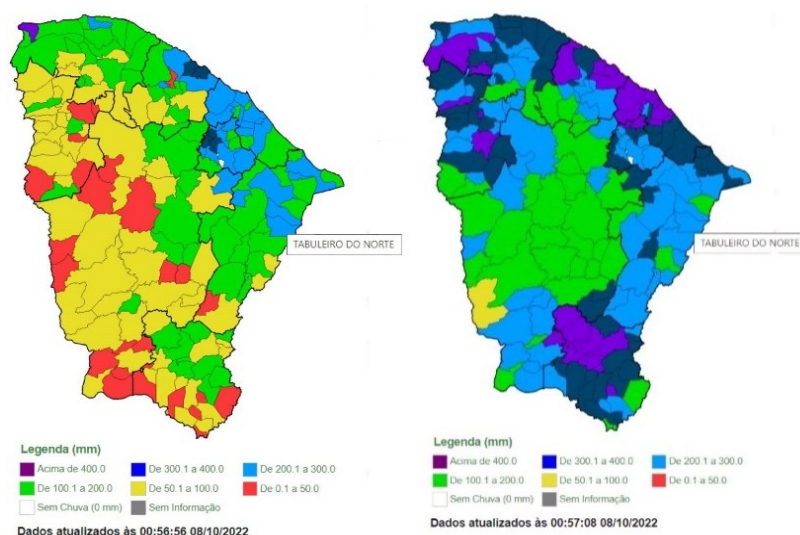


Figura 2: Mapa de precipitações – Mês de março e maio. Fonte: FUNCEME [29]

3.2 Desenvolvimento da pesquisa

A presente pesquisa foi realizada durante o período de fevereiro à julho de 2022, época chuvosa da região, tendo como foco principal alguns pontos da cidade de Tabuleiro do Norte – CE onde se registram alagamentos durante esse período chuvoso de maneira mais intensa, de acordo com relatos e experiência.

Inicialmente foi feito um levantamento bibliográfico por meio de pesquisa exploratória em artigos, livros, dissertações, teses, levantamentos de experiências e observações informais durante o período de pesquisa nos pontos mais intensos da problemática, com a finalidade de ampliar os conhecimentos na área, para um

embasamento científico dos fatores que levam a ocorrência dos alagamentos, bem como os aspectos que favorecem a ocorrência dos mesmos.

Com relação ao desenvolvimento da pesquisa foi realizada em algumas etapas. Inicialmente foram identificados e fotografados com um smartphone alguns pontos da cidade de Tabuleiro do Norte – CE onde os casos de alagamentos ocorrem com maior frequência, baseado em experiências históricas locais e entrevista com moradores próximas a essas regiões. Posteriormente foram analisados os aspectos favoráveis em cada ponto, tendo em vista que os casos apresentam algumas particularidades e fatores que influenciam de forma diferente.

Após analisado os aspectos que influenciam diretamente a ocorrência dos alagamentos no município de Tabuleiro, foi confrontado com o levantamento bibliográfico, passo inicial deste trabalho.

Na imagem abaixo está representado os locais específicos, áreas pontuais, em que o fenômeno foi analisado com uma maior intensidade.



Figura 3: Imagem de satélite de Tabuleiro do Norte - Ce. Fonte: Google Earth [30].

Tabela 1. Descrição dos pontos supracitados. (Autoria própria.)

Pontos analisados	Descrição
1	Rua - Lino Fernandes; Próximo a Igreja Matriz.
2	Rua - Lino Fernandes; Em frente ao ART Clube.
3	Rua – Francisco de Almeida Chaves; Lateral do Banco do Brasil.
4	Rua – Francisco de Almeida Chaves; Em frente a Tabuleiro Autopeças.
5	Rua – Padre Clisério; Próxima a Seritan.
6	Rua – Manoel Franklin; Em frente à escola Francisco Moreira Filho.
7	Rua – José Maria Chaves; Canal José Mendes.

3.3 Análise dos resultados

Os resultados obtidos na pesquisa foram baseados em fotografias feita durante as visitas in loco no período de inverno e confrontado com o levantamento bibliográfico referentes ao tema em sites, livros, teses e artigos de instituições, com o objetivo de ser uma pesquisa aplicada, pois se concentra em torno de um problema presente na sociedade.

4. RESULTADOS E DISCURSSÃO

Baseado na visita feita e o estudo bibliográfico realizado foi constatado que dentre os inúmeros aspectos que favorecem a ocorrência dos alagamentos se destaca no município de Tabuleiro do Norte a inexistência de um sistema de drenagem urbana que destine as águas da chuva para um local adequado, ademais, a ineficiência do canal José Mendes, a impermeabilização das ruas, como também, a declividade das periferias em relação ao centro comercial da cidade.

Com relação a impermeabilização do solo, a crescente urbanização na cidade é perceptível nos últimos anos, a mesma está passando pelo processo de recapeamento asfáltico, expandindo a área impermeável e afetando no ciclo natural da água, tendo em vista a redução na capacidade de infiltração da água no solo e favorecimento ao acúmulo das mesmas. É importante salientar a relação direta que o processo de urbanização tem com a ocorrência dos alagamentos, uma vez que o mesmo ocorre de forma desordenada e sem um planejamento prévio, fato constatado no presente estudo, e corroborado com a literatura.

A Figura 4 retrata a rua Lino Fernandes Pessoa que passou pelo processo de asfaltamento e que durante o período chuvoso é um sério problema para os moradores locais devido ao grande volume de água acumulada nesse ponto.



Figura 4: Rua Lino Fernandes Pessoa. (Autoria própria)

A inclinação das ruas que compõe a cidade também é um dos aspectos que favorecem a ocorrência dos alagamentos. O centro comercial da cidade se encontra numa cota maior do que as demais vias que dão acesso ao mesmo. Em virtude desse aspecto, o escoamento superficial toma uma velocidade maior em sentido das ruas com cota menor, chegando em um ponto plano, de baixa declividade e baixa infiltração, onde ocorre o acúmulo da água.

A Figura 5-a demonstra essa diferença de cota na rua Francisco de Almeida Chaves, fator que compromete o escoamento superficial. Já a Figura 5-b representa a mesma rua da figura anterior após uma chuva, historicamente um dos pontos da cidade de Tabuleiro do Norte mais conhecido pelo alagamento durante o período chuvoso. Nessa região, as casas são construídas em um nível significativo acima da rua, tendo em vista essa problemática que nunca foi solucionada.



Figura 5: Rua Francisco de Almeida Chaves. (Autoria própria)

A inexistência do sistema de drenagem que auxilie no manejo das águas pluviais é um grande déficit do município. Os alagamentos são acúmulos momentâneos de água em regiões planas, uma vez que o fluído não possui a capacidade de escoar e a infiltração normalmente é comprometida pela impermeabilização. Nesse sentido, no município de Tabuleiro do Norte conforme o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) a inexistência de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, ou seja, a falta de pontos de captação, microdrenagem, que destinem essa água a um local adequado.

Com a ocorrência de alagamentos em áreas onde há falta de infraestrutura, a população vulnerável fica à mercê das doenças devido ao contato com lixos e entulhos, ocasionando a proliferação de insetos [31]. Vale ressaltar que esta água acumulada acaba se misturando com lixos e esgotos sanitário, servindo de veículo para transmissão de algumas doenças. Essas doenças transmitidas à população por meio da água são denominadas de veiculação hídrica.

As Figuras 6 demonstram consecutivamente as ruas Padre Clisério e Manoel Franklin após a ocorrência de uma chuva com um grande volume de água concentrado, devido a sua forma plana e inexistência de pontos que destinem essa água ao manejo.



Figura 6: Rua Padre Clisério e Manoel Franklin. (Autoria própria)

O canal José Mendes cruza a cidade de Tabuleiro do Norte perpassando em alguns bairros e seguindo para a zona rural do município. O mesmo tem como finalidade escoar os esgotos dos bairros que não possui saneamento básico, evitando que a exposição dos mesmos pelas ruas. As águas que chegam até ele por meio de um escoamento natural encontram dificuldade para seguir o percurso do mesmo, primeiramente pelo acúmulo de sedimentos devido a deposição dos esgotos, e além disso, à existência de vegetação emersa nos cursos de água (Figura 7) está associada a uma maior resistência do escoamento e, assim, a maiores riscos de inundação [32].



Figura 7: Canal José Mendes. (Autoria própria)

As precipitações extremas são fenômenos naturais, e por esse motivo impossíveis de serem controladas. Em consequência desses eventos extremos e em virtude do elevado grau de impermeabilização, bem como a ineficiência na drenagem urbana do município de Tabuleiro do Norte, o acúmulo das águas pluviais se intensificam

mais do que o esperado, uma vez que a cidade não possui estrutura pra suportar sequer as precipitações previstas.

Durante a realização dos estudos algumas chuvas observadas foram acima do esperado, ficando perceptível a realidade da cidade, isto é, a incapacidade de suportar esses períodos sem a ocorrência dos alagamentos.

5. CONCLUSÕES

Nesse contexto, o desenvolvimento desordenado do município de Tabuleiro do Norte - CE acarretou situações relacionadas à ausência de um planejamento que visasse o processo de expansão da cidade. Os aspectos favoráveis a ocorrência de alagamentos em Tabuleiro do Norte – CE são principalmente o processo de urbanização desordenado juntamente com a impermeabilização das ruas da cidade, a inclinação das ruas devido à diferença de cota do centro da cidade as ruas periféricas, a inexistência de sistema de drenagem urbana e o fenômeno natural das precipitações extremas.

É necessário que se construa um sistema de drenagem que atenda os pontos mais críticos da cidade, utilizando bueiros, principalmente nas ruas que interligam o centro a periferia, por meio de uma declividade considerável, assim, aproveitando a existência do canal José Mendes que seria o responsável pela destinação das águas.

É essencial a iniciativa por parte do poder público que vise uma maior frequência na limpeza do canal José Mendes que corta a cidade, visando a liberação do fluxo de água.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] IBGE SIDRA. **População residente em áreas urbanas**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1552>>; Acesso em: 05 ago. 2022.
- [2] ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: Ambiente e planejamento**. 9 ed. 1ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2014. Acesso em: 05 ago. 2022.
- [3] CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 7., 2016, Campina Grande/PB. **Causas de alagamento no bairro do Tairá, em Bragança – Pará.**, 2016. 7 p. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/IX-021.pdf>. Acesso em: 5 ago. 2022.
- [4] COBRADE. **Classificação e Codificação Brasileira de Desastres**. 2012. Disponível em: <<http://www.defesacivil.rj.gov.br/images/formularios/COBRADE.pdf>>. Acesso em: 15 de ago. de 2022;
- [5] AULETE, Caldas. **Dicionário contemporâneo da Língua Portuguesa**. 3. ed. Rio de Janeiro: Delta, 1980. v. 5. Disponível em: <https://aulete.com.br/enchente>. Acesso em: 15 ago. 2022.
- [6] POMPÊO, C. A. Drenagem Urbana Sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** - Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre - RS, Vol. 5, n. 1, pag. 15-23, Jan/Mar 2000. Disponível em: <http://abrh.s3.amazonaws.com/Sumarios/46/c6be0bdb36e71f441b574b6a63d5a75a_2d24ccc39dcc0666232d4d538fcfe31f.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2022.
- [7] AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Inundações e Enchentes. **Desastres Naturais, conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2016. p. 40-53. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wpcontent/uploads/sites/233/2017/05/Conhecer_para_Prevenir_3ed_2016.pdf> Acesso em : 15 ago. 2022.
- [8] JATOBÁ, Sérgio Ulisses Silva. Urbanização, Meio Ambiente e Vulnerabilidade Social. **IPEA. Boletim regional, urbano e ambiental**. Pag. 141 – 148, jun. 2011 Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5567/1/BRU_n05_urbanizacao.pdf>. Acesso em: 20 agos. 2022.
- [9] IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de indicadores sociais – Uma análise das condições de vida da população brasileira**. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 de ago. 2022.
- [10] BENINI, Rubens de Miranda; MENDIONDO, Eduardo Mario. Urbanização e impactos no ciclo hidrológico na Bacia do Mineirinho. **Floresta e Ambiente**. São Carlos/SP, pag. 211 – 222, 2015. Disponível em:<<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/15774>>. Acesso em: 20 ago. 2022;
- [11] ROSA, Andressa Ferreira. **Os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico no município de Patrocínio–MG**. TCC – (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Uberlândia. Pag. 31.
- [12] BRASIL. [Constituição (2020)]. **LEI Nº 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020**. 135. ed. atual. BRASILIA, 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- [13] UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – USP. **Drenagem Urbana – Fundamentos**. Departamento de engenharia sanitária e hidráulica. São Paulo. 2015. Disponível em: <<https://aulas.usp.br/porta1/video.action?idItem=27853>>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- [14] SOUZA, CEZARINA MARIA NOBRE. **Carência ou precariedade dos serviços de drenagem urbana e ocorrência de doenças de importância para a saúde pública**. 2001. Dissertação de Mestrado (DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL E RECURSOS HÍDRICO) - Universidade de Brasília, BRASILIA, 2001. Disponível em: <http://ptarh.unb.br/wp-content/uploads/2017/01/CesarinaMaria.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2022.

- [15] SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. BRASILIA: SNIS, 2021. Disponível em: <http://www.snis.gov.br>. Acesso em: 20 ago. 2022.
- [16] INFOSANBAS. Plano Municipal de Saneamento Básico – Tabuleiro do Norte/CE. FORTALEZA. Disponível em: <https://infosanbas.org.br/municipio/tabuleiro-do-norte-ce/>. Acesso em: 20 ago. 2022;
- [17] GONÇALVES, N. M. S. **Impactos Pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador**. In: MONTEIRO, C. A. de F.; MENDONÇA, F. (Orgs.). *Clima Urbano*. 2. ed, São Paulo: Contexto, 2015. p. 69-91. Disponível em: <https://pos.fllch.usp.br/node/42182>. Acesso em: 21 ago. 2022;
- [18] RISCO HIDROLÓGICO: precipitações extremas, enchentes e alagamentos na cidade de Ituiutaba (MG). 2017. 149 f. Dissertação de Pós - Graduação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, [S. l.], 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/152414>. Acesso em: 21 ago. 2022.
- [19] DUARTE, Thiago Lima Santana; SANTOS, Gabriel Carvalho; CASTELHANO, Francisco Jablinski. Eventos de chuvas extremas associados aos riscos de inundações e de alagamentos em Aracaju, Sergipe. **GEOSABERES: Revista de estudos geoeeducacionais**. Vol.12, núm. 1, 2021. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=552866526019>>. Acesso em: 21 ago. 2022.
- [20] FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Chuva média do ano do estado – 2022**. Disponível em: <http://www.funceme.br/app-calendario/ano/ceara/media/2022>. Acesso em: 21 ago. 2022.
- [21] MOURA, N. S. V., MORAN, E. F., DIAS, T. S., & BORGES, F. F. (2016). Expansão urbana sobre compartimentos de relevo suscetíveis à inundação: Zona Sul do município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Pesquisas Em Geociências**, 43(3), 299–310. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/1807-9806.78237>. Acesso em: 03 set. 2022.
- [22] SANTOS, Marcio. Hidrologia – Escoamento Superficial (slides). Disponível em: <https://pt.slideshare.net/marciotecsoma/hidrologia-escoamento-superficial-23627791>. Acesso em: 03 set. 2022;
- [23] IPECE. **Perfil básico municipal – Tabuleiro do Norte**. Governo do Estado do Ceará, Secretaria do Planejamento e Gestão (SEPLAG); Fortaleza, 2009. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Tabuleiro_do_norte_2009.pdf. Acesso em: 03 set. 2022.
- [24] TUCCI. C. E. M. (2007). **Inundações urbanas**. Editora RHAMA, Porto Alegre, RS, 393 p. Acesso em: 04 set. 2022.
- [25] DIAS, Carlos et al. Avaliação da influência do sedimento no escoamento em trecho de canal artificial de drenagem urbana da cidade de Pelotas - RS. **XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2015.
- [26] BRASIL. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal Brasileiro. **Diário Oficial da União**. Disponível em: < <http://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/L4771.htm>. Acesso em: 04 set. 2022;
- [27] PREFEITURA de Tabuleiro do Norte. Histórico do município. Tabuleiro do Norte, 2019. Disponível em: <http://www.tabuleiordonorte.ce.gov.br/>. Acesso em: 14 set. 2022.
- [28] ANUÁRIO do Ceará., 2022. Disponível em: <https://www.anuariodoceara.com.br/cidades/tabuleiro-do-norte/cidade168/>. Acesso em: 15 set. 2022.
- [29] FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Chuva média dos meses de março e maio – 2022**. Disponível em: <http://www.funceme.br/app-calendario/ano/ceara/media/2022>. Acesso em: 21 ago. 2022.
- [30] **Google Earth** website. Disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>. Acesso em: 22 set. 2022.
- [31] OLIVEIRA, Jackline Leite de. Estratégias preventivistas a doenças causadas em locais de riscos em período chuvoso em Limoeiro do Juru – Pará. 2019. (no prelo). Dissertação (Mestrado profissional) - Programa de Pós-Graduação em Gestão de Risco e Desastres Naturais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, 2019.
- [32] Kadlec, R. H. (1990) - Overland flow in wetlands: Vegetation resistance. *Journal of Hydraulic Engineering*, 116 (5), 691 - 705.