



FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL

SANNY LUCINO GOMES PEREIRA

INUNDAÇÕES NA ÁREA URBANA DE TOCANTINS - MG

UBÁ – MG
2018

SANNY LUCINO GOMES PEREIRA

INUNDAÇÕES NA ÁREA URBANA DE TOCANTINS - MG

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Dr.^a Suymara Toledo Miranda

**UBÁ – MG
2018**

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, pois ele é o criador de todas as coisas que existem e podemos vivenciar. Agradeço aos meus familiares, que me apoiaram e incentivaram a seguir em frente, não medindo esforços para que chegasse até esta etapa da minha vida.

A todos meus amigos, colegas de classe pela atenção e carinho em todos os momentos que necessitei. Aos Professores, Mestres e Doutores que de uma forma ou outra contribuíram para o nosso desenvolvimento profissional e pessoal. Em especial à orientadora deste Trabalho de Conclusão de Curso, Professora Suymara Toledo Miranda, pela dedicação e paciência durante a orientação.

Resumo

Inundação é o processo decorrente da submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas e esta situação tem sido cada vez mais frequente com o passar dos anos. Considerando essa afirmação, este presente estudo tem como finalidade verificar as causas e responsabilidades das repetidas inundações ocorridas na zona urbana de Tocantins – MG, uma vez que, através de leis, normas técnicas, políticas públicas e materiais baseados em diversos autores, concluiu-se que com a intervenção do homem, juntamente com a tolerância e omissão do poder público foi alterado as condições do meio ambiente e da salubridade pública, justificando assim a ocorrência do sinistro. São previstos novos episódios ao local, podendo haver agravamento do mesmo.

Palavras-chave: Inundação. Enchentes. Desastres naturais. Estudo Hidrológico

Abstract

Flooding is the process of submerging areas outside the normal limits of a watercourse in areas that are not normally submerged and this situation has become more frequent over the years. Considering this assertion, this study aims to verify the causes and responsibilities of the repeated floods that occurred in the urban area of Tocantins - MG, since, through laws, technical standards, public policies and materials based on several authors, it was concluded that with the intervention of man, together with the tolerance and omission of the public power, the conditions of the environment and public health were altered, thus justifying the occurrence of the accident. New episodes are planned for the site, and may be aggravated.

Keywords: Flood. Natural disasters. Hydrological study.

1 INTRODUÇÃO

Desastres naturais relacionados a inundações, alagamentos e enchentes, além de muito frequentes, provocam grandes danos materiais e, dependendo de sua magnitude, causam a irreparável perda de vidas. A ocorrência de inundações em áreas urbanas e ribeirinhas no Brasil tem se intensificado e tornado mais frequente a cada ano. Este agravamento ocorre em função tanto da crescente impermeabilização do solo, decorrente da urbanização acelerada, como da imprevidente ocupação urbana de áreas ribeirinhas. Analisando os cenários urbanos brasileiros percebe-se a forma desorganizada de apropriação, guiada pela ausência de planejamento. Essa desordenação traz como consequência, níveis abusivos de degradação ambiental evidentes no cotidiano urbano.

Aspectos como tipo de uso do solo, quantidade de áreas impermeável, taxa de cobertura vegetal, retinilização de córregos e rios, e outros fatores podem determinar a ocorrência ou não de uma inundação, bem como o seu tipo (GOERL e KOBIYAMA, 2005).

Outro impacto direto deste processo de urbanização é a aceleração dos processos erosivos, considerado um dos fatores principais para a ocorrência dos alagamentos. O aumento da produção de sedimentos, originados de fontes diversas, como por exemplo, do uso e ocupação inadequada dos solos, e da crescente urbanização, tem ligação direta com o sistema de drenagem local e agrava os efeitos das inundações. Um dos maiores fatores contribuintes para a obstrução das redes de drenagem urbana é o aumento da produção de sedimentos, a falta de proteção das superfícies e aumento de resíduos sólidos, e desses materiais que podem trazer riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, como lixo.

A partir do que foi exposto acima, este trabalho tem como objetivo principal a apuração das causas e responsabilidades sobre as inundações ocorridas na zona urbana do município de Tocantins, Minas Gerais, que acarretou em sinistro, o imóvel do proprietário. Pretende-se analisar os fatores que contribuíram e que podem vir a ocasionar novamente alagamento na área do ocorrido. O imóvel foi surpreendido por uma grande inundação, que tomou toda a extensão dele, tendo estas águas de enchentes referidas invadido as construções presentes, duas moradias, trazendo grande apreensão e risco aos seus ocupantes, bem como vultuosos danos materiais

a estes, em razão de que quase a totalidade de bens materiais havidos no local foram danificados ou perdidos.

2 DESENVOLVIMENTO

O Brasil apresentou, ao longo das últimas décadas, crescimento significativo da população urbana, vale ressaltar que o processo de urbanização teve início no século XX. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), em 1940 o país contava somente com 31% da população na área urbana, já em 1950, a partir do processo de industrialização promovida por Getúlio Vargas e Juscelino Kubitschek, essa porcentagem subiu para 36%, chegando a 84% em 2010.

FIGURA 1 – Taxa de urbanização brasileira



Fonte: IBGE (2010).

Segundo Boese e Tomalack (2013), as enchentes urbanas são um dos maiores impactos ambientais sobre o meio urbano, causando prejuízos econômicos, sociais e ambientais. Os efeitos trazidos pelo avanço desordenado da urbanização se dão pela falta de planejamento do uso e ocupação do solo. A ação do homem vem alterando o meio físico, reduzindo a vegetação local, substituindo solos permeáveis da bacia hidrográfica, por áreas impermeáveis. O lançamento de lixo em locais inapropriados pode fazer com este chegue até o leito dos rios, podendo vir a bloquear parcialmente ou totalmente os canais e trechos de rios canalizados que

acabam modificando suas características naturais, conseqüentemente alterando o funcionamento do ciclo da água.

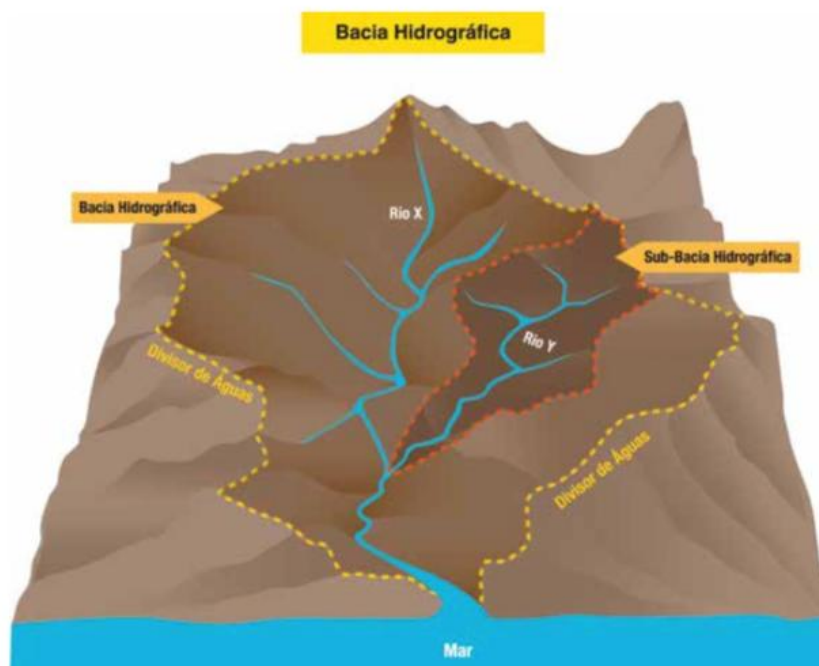
Inundação representa o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea. As enchentes ou cheias são definidas pela elevação do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém sem extravasar. (AMARAL; SANTORO; TOMINAGA, 2009, p. 42)

À medida que a população cresce e as manchas urbanas aumentam sem diretrizes e sem planejamento, com novas áreas sendo ocupadas, ocorre geralmente aumento da impermeabilização do solo pela pavimentação das ruas e lotes, construção de moradias e outras obras de infraestrutura. Na mesma proporção crescem em significância os aspectos ambientais relacionados à geração de esgotos domésticos, efluentes industriais, resíduos sólidos urbanos e industriais, e à emissão de poluentes atmosféricos (FINOTTI *et al.*, 2009, p. 48).

2.1 Bacia Hidrográfica

Bacia hidrográfica se define como uma área de captação natural da água de precipitação que tende a conduzir os escoamentos em um único ponto de saída, o seu exutório, como mostra a FIG. 2. Segundo sua definição, pode estar limitada à qualquer seção de um curso de água, compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até um reservatório, baía, lago ou oceano (TUCCI; SILVEIRA, 2009).

FIGURA 2 – Representação de uma bacia hidrográfica



Fonte: Atlas ambiental da bacia hidrográfica do Rio Macaé (2015)

Conforme Tucci e Silveira (2009), a extensão da bacia é um dado essencial para determinar o potencial hídrico da mesma, pois o seu valor multiplicado pela quantidade de precipitação sobre a mesma determina o volume de água recebido por esta. Conceitua-se a área de uma bacia hidrográfica ou área de drenagem como sendo sua área superficial, medida em projeção horizontal, levando em conta toda a área localizada entre os divisores de água, sendo determinadas através do uso de cartas topográficas, imagens aéreas ou também com o uso de software (ANDRADE *et al.*, 2008).

Os impactos do desenvolvimento urbano sobre os recursos hídricos ocorrem tanto no aspecto qualitativo (pela alteração da qualidade da água), quanto no quantitativo (com mudanças nos padrões de fluxo e quantidade da água). É importante ressaltar que estes impactos ocorrem de forma indissociável, simultaneamente dentro do meio urbano (FINOTTI *et al.*, 2009, p. 48).

De acordo com Jabur (2010), para se estudar e analisar as bacias hidrográficas é necessário demonstrar quantitativamente as características físicas, que são demonstrações de forma, e os processos hidrológicos que englobam a relação com o balanço hídrico, tal como o escoamento superficial.

2.2 Escoamento Superficial

O Escoamento superficial ocorre após concluídos os processos de evaporação, infiltração, retenção superficial da bacia, inicia o escoamento em direção às partes mais baixas do terreno, pois todo o volume de água precipitado que cai sobre a superfície, escorre. Constitui a componente mais significativa do hidrograma durante as precipitações intensas (SPERLING, 2007, p.64).

Segundo Jabur (2010), é de extrema relevância para estudos hidrológicos, conhecer a precipitação local, que em pequenas bacias hidrográficas impermeabilizadas é responsável pelas enchentes, ou o escoamento superficial, o qual representa a fração do total de água precipitada que escoar inicialmente pela superfície do solo e que colabora para a vazão dos rios. Por meio do aumento da urbanização há a construção de telhados, ruas, calçadas e pavimentos asfálticos, ocorre a impermeabilização do solo, logo a quantidade de água que antes ficava retida pela vegetação, infiltrava ou escoava lentamente pela superfície agora passa a escoar pelos condutos e exigindo assim maior capacidade de escoamento das seções. Dentre os principais efeitos do desenvolvimento urbano estão o aumento da vazão máxima, a antecipação do tempo de pico e o aumento do volume do escoamento superficial.

De acordo com Finkler (2010) a infiltração e retenção tem uma redução significativa com o processo de impermeabilização, alterando o balanço hídrico das áreas urbanizadas. Com a alteração da cobertura vegetal ocorre uma diminuição da evapotranspiração das folhagens e do solo, já que a superfície urbana não retém água como a cobertura natural. O volume que não infiltra fica na superfície, aumentando o escoamento superficial, gerando grandes mudanças no regime de vazões das pequenas bacias localizadas na zona urbana. As superfícies impermeabilizadas como pavimentos, calçadas e telhados escoam rapidamente a água das chuvas para as redes de drenagem.

2.3 Impacto no Ciclo Hidrológico

A urbanização de forma desordenada, sem diretrizes de ocupação, impacta gravemente no ciclo hidrológico, pois causa drásticas alterações na drenagem, elevando a possibilidade de ocorrência de enchentes e deslizamentos, impondo riscos à saúde e à vida humana. (BENINI; MEDIONDO, 2015)

Conforme Finkler (2010) entre as principais modificações sobre o ciclo das águas no meio urbano destacam-se:

1) Alterações no aspecto quantitativo:

Em geral estão relacionados ao processo de impermeabilização do solo, causando aumento do escoamento na superfície.

A construção de condutos para o esgotamento das águas pluviais com velocidades de escoamento elevadas diminui o tempo de deslocamento da água. Assim, as vazões máximas também aumentam, adiantando seus picos no tempo e mudando o procedimento do hidrograma.

Devido à perda da infiltração, há uma redução do nível do lençol freático por falta de alimentação, reduzindo o escoamento subterrâneo. A diminuição do escoamento subterrâneo torna menor o fluxo de base dos rios, reduzindo as vazões no período de seca. No entanto este efeito vai depender do grau de relação entre o rio e o aquífero.

2) Alterações no aspecto qualitativo das águas:

Conforme pesquisas feitas nos Estados Unidos pelo Centro de Proteção da Bacia (The Center for Watershed Protection – CWP, 2003, apud Finkler, 2010), a partir de 10% da impermeabilização da extensão da bacia, considera-se haver problemas com a qualidade da água. Uma impermeabilização variando entre 10 a 25% causa a elevação significativa dos índices de poluição. A partir de 25% de impermeabilização da área de drenagem de um recurso hídrico há uma degradação total do ambiente aquático.

Tomaz (2006) afirma que a poluição difusa tem elevada contribuição na degradação das águas, uma vez que pode representar 25% da carga poluente que chega aos cursos de água. O autor diz que a poluição difusa é consequência do contato da água com os materiais presentes na superfície urbana, como resíduos sólidos, fezes de animais domésticos, papéis, rasps de borracha, restos de pintura, hidrocarbonetos de descargas e outros materiais resultantes do tráfego de veículos.

3) Uso do solo:

O uso e ocupação do solo são fatores de grande influência nas características de geração de escoamento em uma bacia hidrográfica, uma vez que a maior parte dos processos de transformação de escoamento depende do tipo de cobertura existente. A partir da avaliação do uso e cobertura do solo é possível estimar as características de escoamento, potencial de infiltração, interceptação e evapotranspiração que podem ser utilizados em estudos de disponibilidade hídrica, potencial energético e manejo de drenagem urbana.

2.4 Medidas de Controle

Como foi dito por Bertoni e Tucci (2003) os problemas causados pelas inundações também são de cunho social e devem ser levados em consideração pelo poder público quando promover medidas para minimização dos impactos causados pelas mesmas.

A população de maior poder aquisitivo tende a habitar os locais seguros ao contrário da população carente que ocupa as áreas de alto risco de inundações, provocando problemas sociais que se repetem por ocasião de cada cheia na região. (BERTONI; TUCCI, 2003, p. 54)

As precauções para o controle das enchentes podem ser realizadas de duas formas, as medidas estruturais e não-estruturais. Porém, é através de um conjunto das duas medidas que se torna viável o controle da inundação.

As medidas estruturais são as que adulteram o sistema fluvial, as medidas não estruturais são referentes a ações de políticas direcionadas ao planejamento de uso do solo, gerenciamento de zoneamento, educação ambiental e plano de defesa civil, permitindo desta forma que a população ribeirinha diminua suas perdas e mantenha com o rio uma convivência harmônica (BERTONI; TUCCI, 2003). De acordo com o mesmo autor, as medidas estruturais, são aquelas onde há a inserção de obras de engenharia para se reduzir os riscos de enchente. As medidas estruturais podem ser denominadas extensivas ou intensivas, sendo que a primeira

age na bacia hidrográfica alterando as relações entre chuva e vazão, como por exemplo, modificar a vegetação da bacia em questão, reduzindo assim os picos da enchente e também auxiliando no controle de erosão da mesma. Já as medidas estruturais intensivas agem diretamente no rio, como por exemplo, a construção de bacias de amortecimento, canalizações, diques e reservatórios.

O poder público considera que os principais meios para implantar o planejamento urbano das cidades, assim como o controle de enchentes, são através do Plano Diretor Urbano e das Legislações. Quanto mais se eleva a urbanização das bacias hidrográficas, maior é a quantidade de lixo produzido, e este impede ainda mais a drenagem e o escoamento das águas, principalmente em trechos onde há canalização do corpo de água. Este problema somente pode ser minimizado através da educação da população com multas e da frequente coleta do lixo (BERTONI; TUCCI, 2003).

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

Outra solução são as valas de infiltração, que funcionam quando ocorrem precipitações, como reservatórios de detenção. Elas coletam as águas das áreas próximas, criando condições para a infiltração ao longo do seu comprimento. É normal, após uma chuva intensa, estas valas permanecerem com água por algum tempo, pois a infiltração torna-se mais lenta (BERTONI; TUCCI, 2003). Para lotes, onde o lençol freático é baixo podem-se empregar bacias de percolação, que aumentam a recarga do lençol e diminuem o escoamento superficial. Esta ação depende da porosidade e percolação do solo, e consiste em retirar o solo e preencher com cascalho, gerando assim uma área de armazenamento para as águas dos telhados e criando condições de escoamento (BERTONI; TUCCI, 2003).

2.5 Estudo de Casos

Para demonstrar o que foi exposto, escolheu-se um estudo de caso de uma região urbana, situada no município de Tocantins, em Minas Gerais, objeto de estudo deste trabalho e do engenheiro Eduardo Gomes, com enfoque em análise e estudo hidrológico, tratando dos desastres naturais ocorridos no local citado.

2.5.1 Caracterização do caso em estudo

Na data do ocorrido, 07 de março de 2018, foi solicitada uma perícia local pelo reclamante, bem como é também identificado como titular aquisitivo de uma propriedade imóvel residencial urbana, composta por duas casas localizadas à Rua José Soares Ribeiro nº 90, Bairro Boa Vista, na cidade de Tocantins em Minas Gerais, surpreendido mais uma vez por uma grande inundação, tomando todo o território de seu imóvel, trazendo grande apreensão e risco aos seus ocupantes, bem como vultosos danos materiais a estes, em razão de que quase a totalidade de bens materiais no local foram danificados ou perdidos.

Alega ainda este proprietário que o problema de inundação não é fato novo no local sinistrado, ou seja, este tipo de problema é recorrente, e ainda que já sofreu em outras invasões ou inundações de águas de enchentes, sempre com perdas materiais, mas desta última, foi de tamanha gravidade, tendo em vista o volume de águas represado nos fundos de seu imóvel e, ao final, invadiram-na, colocando em risco eminente de morte seus familiares, que residiam na casa dos fundos (casa 2) deste imóvel.

Bem como ainda se apura a ocorrência de perdas materiais mais vultosas, e que diante desta situação posta, com frequentes ocorrências de inundações sofridas, e sem que qualquer medida do município fosse tomada, decidiu-se contratar perícia técnica, para que produzisse análise sobre estes fatos ocorridos no local e que pudesse concluir sobre as causas da ocorrência, indicar responsabilidades e demonstrar se os episódios de inundação ocorreram em detrimento da falha ou irresponsabilidade de qualquer agente. Constatado um agente responsável ou culpado por tais ocorrências, esse poderia ser responsabilizado a partir de pedidos de reparações e indenizações pelas perdas sofridas.

Para isso, o reclamante e proprietário do imóvel contratou os serviços técnicos do engenheiro sanitaria e ambiental, para que produzisse tais análises no local e, por fim, pudesse concluir sobre as causas e responsabilidades pelo fato ocorrido.

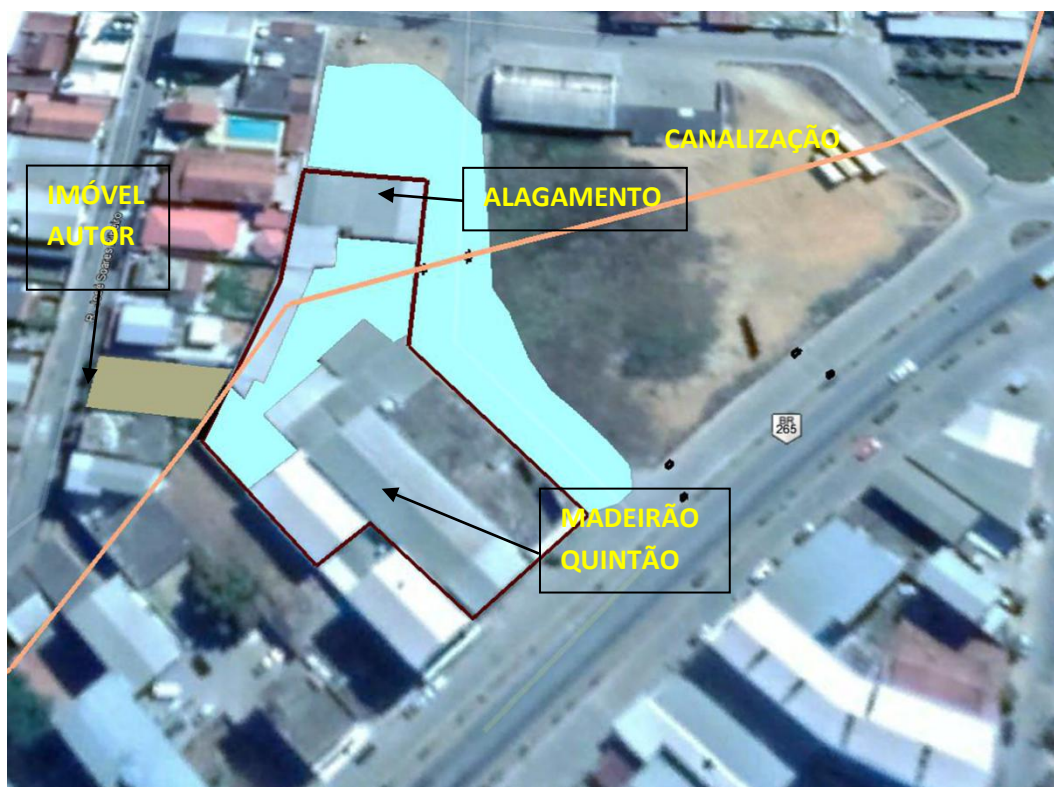
2.5.2 Histórico da ocorrência do sinistro

No dia 7 de março de 2018, foi registrado no município de Tocantins, estado de Minas Gerais, a ocorrência de enchente, que levou ao alagamento de várias áreas urbanas. Estes alagamentos ocorreram devido à incapacidade de esgotamento ou drenagem das redes públicas de drenagem de águas pluviais que ocorrem nestas áreas urbanas.

Devido à este alagamento, o nível da água atingiu na via pública, denominada Rua Cel. Manoel Dias de Carvalho, altura superior a 0,90 m, permanecendo estagnadas ou acumuladas durante certo tempo, em virtude do precário sistema de drenagem local. Isso fez com que as águas ficassem represadas na via pública, no interior do terreno do Madeirão Quintão, por estar localizado em áreas mais baixas desta região, e no imóvel do reclamante (FIG. 3).

Foi apurado, também, que este represamento de águas, se elevou a altura superior a 0,90 m no interior do imóvel Madeirão Quintão, e que esta altura de água foi represada junto ao muro de divisa entre os imóveis do Madeirão Quintão e o imóvel do reclamante. Toda essa situação pode ser analisada pela FIG. 3, abaixo:

Figura 3 – Representação do local sinistrado



Fonte: A Autora.

Em razão desse represamento que se deu por trás do muro de divisa entre os dois imóveis citados, uma vez que a drenagem das águas pluviais, eram insuficientes no local, e considerando que a estrutura do muro local não foi previsto para carga de represamento ou empuxo de água, fez com que esse tombasse ou, ainda, chegasse à sua ruína, deixando extravasar todas as águas represadas de uma vez só, para o interior do imóvel do reclamante.

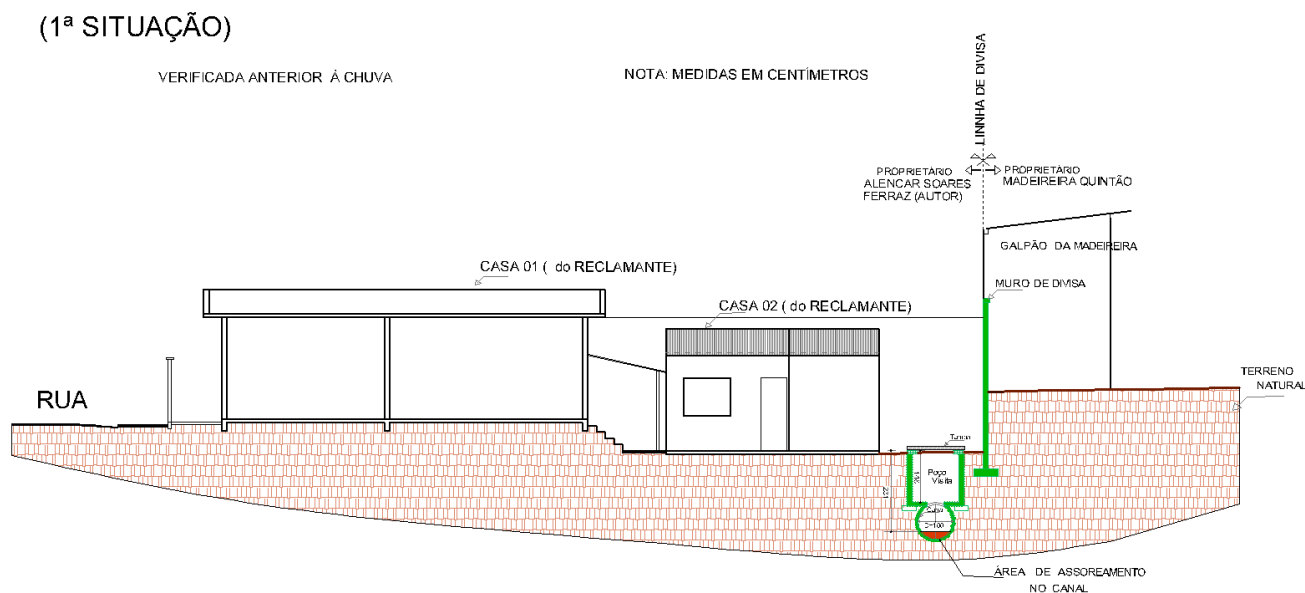
No local, por informação de morador, foi confirmado que no poço de visita, as águas provenientes do canal do córrego extravasam a altura da tampa, provocando extração desta e causando inundação das áreas próximas. Isso mostra que a canalização está completamente cheia, e que a pressão de serviço ultrapassa mais de 2 m a geratriz superior da canalização, uma vez que o comprimento da geratriz para a tampa do poço é de 1,48 m.

2.5.3 Sequência dos fatos

Na 1ª situação, considerada normal, observa-se estiagem ou pequenas intensidades pluviométricas, onde não ocorre sinal de inundação. Através dessa

situação, pode-se ver as condições de confrontação entre os imóveis do reclamante e do Madeirão Quintão, que se dá pelos fundos, através de um muro. Também se observa os desníveis dos imóveis no local e o canal principal do córrego, e ainda um dispositivo do sistema de drenagem, denominado poço de visita.

Figura 4 – Primeira situação, verificada anterior à chuva



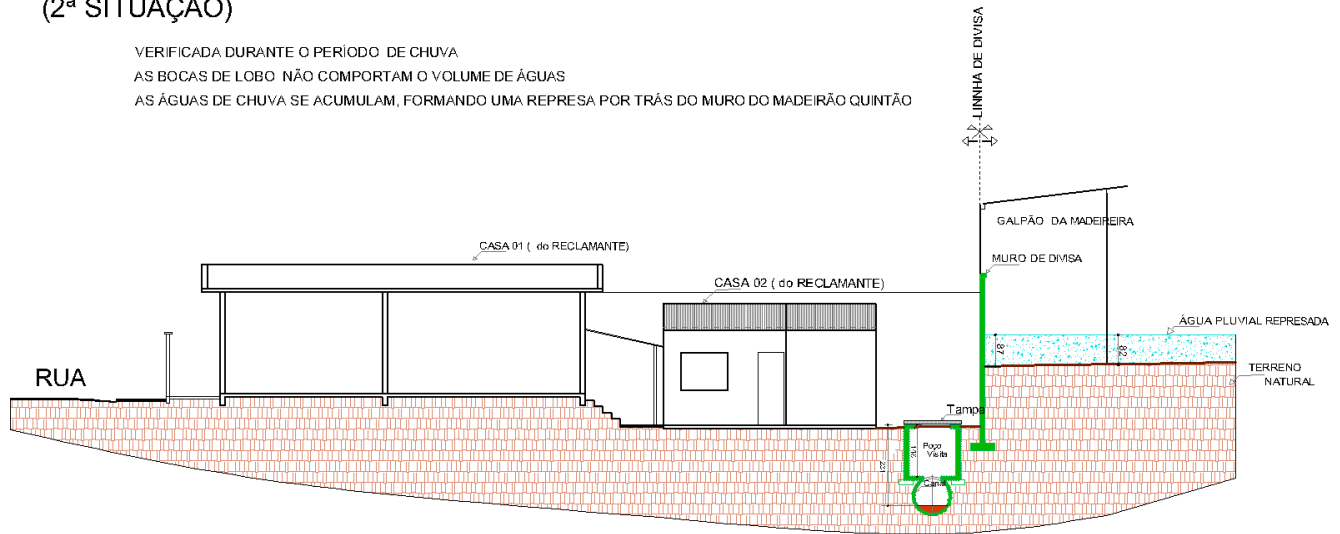
Fonte: A Autora.

Vê-se que a 2ª situação (FIG.4) se dá por ocasião de chuvas intensas, quando se observa grande acúmulo ou alagamento de áreas, como a que ocorreu no dia 07/03/2017. Como os dispositivos de drenagem (bueiros) não funcionaram, ou funcionaram, de forma precária ou totalmente ineficiente, verifica-se a acumulação de águas no local, ou alagamento, que se deu nas imediações dos bueiros B-1 E B-2, na FIG. 6, sendo que estas águas se estenderam até o interior do imóvel do Madeirão Quintão, vindo a atingir o muro de divisa com o reclamante, e foram represadas, até a altura de 92 cm.

FIGURA 5 – Segunda situação, verificada durante o período de chuva

(2ª SITUAÇÃO)

VERIFICADA DURANTE O PERÍODO DE CHUVA
AS BOCAS DE LOBO NÃO COMPORTAM O VOLUME DE ÁGUAS
AS ÁGUAS DE CHUVA SE ACUMULAM, FORMANDO UMA REPRESA POR TRÁS DO MURO DO MADEIRÃO QUINTÃO



Fonte: A Autora.

FIGURA 6 – Localização das bocas de lobo



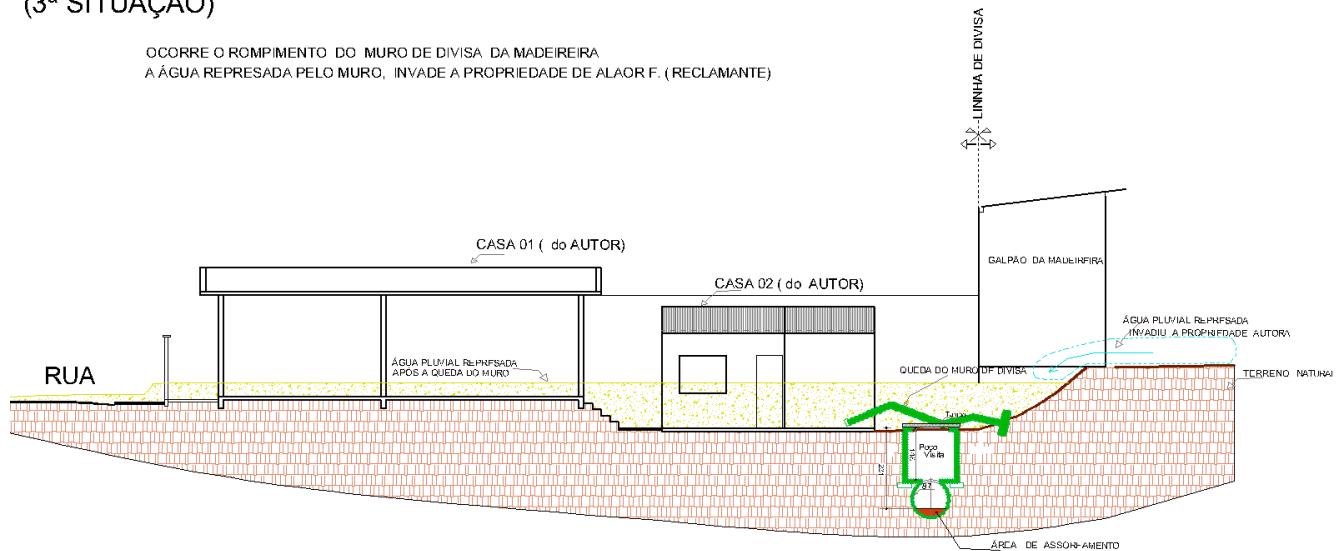
Fonte: A Autora.

Já a 3ª situação (FIG. 7) mostra que o muro de divisa entre os imóveis do reclamante e Madeirão Quintão desabou, em virtude de não ter suportado as condições anormais as quais este foi submetido, como cargas adicionais de empuxo e saturação do terreno de encostamento, o que permitiu que as águas represadas invadissem de uma só vez o imóvel do reclamante, provocando assim, a inundação mostrada pela área em amarelo.

FIGURA 7 – Terceira situação, ocorre o rompimento do muro de divisa

(3ª SITUAÇÃO)

OCORRE O ROMPIMENTO DO MURO DE DIVISA DA MADEIREIRA
A ÁGUA REPRESADA PELO MURO, INVADE A PROPRIEDADE DE ALAOR F. (RECLAMANTE)



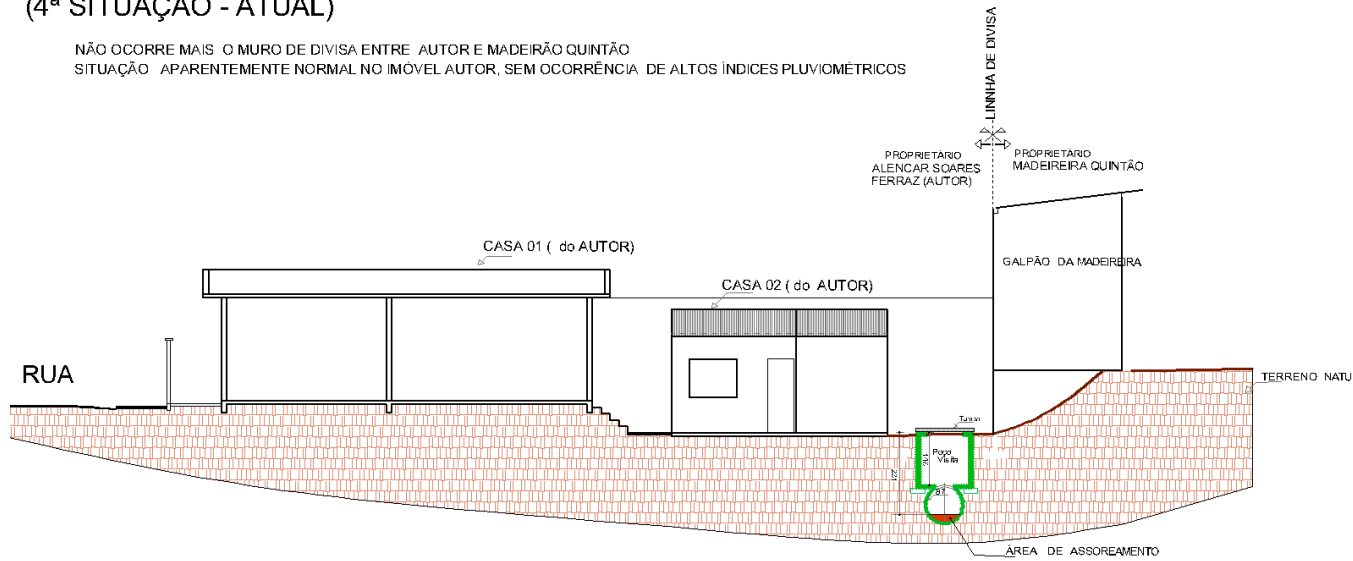
Fonte: A Autora.

De acordo com a 4ª situação (FIG 8), ocorre após o sinistro, ou situação verificada atualmente no local. Observa-se neste instante a inexistência do muro de divisa entre os imóveis.

FIGURA 8 – Quarta situação, não ocorre mais o muro de divisa

(4ª SITUAÇÃO - ATUAL)

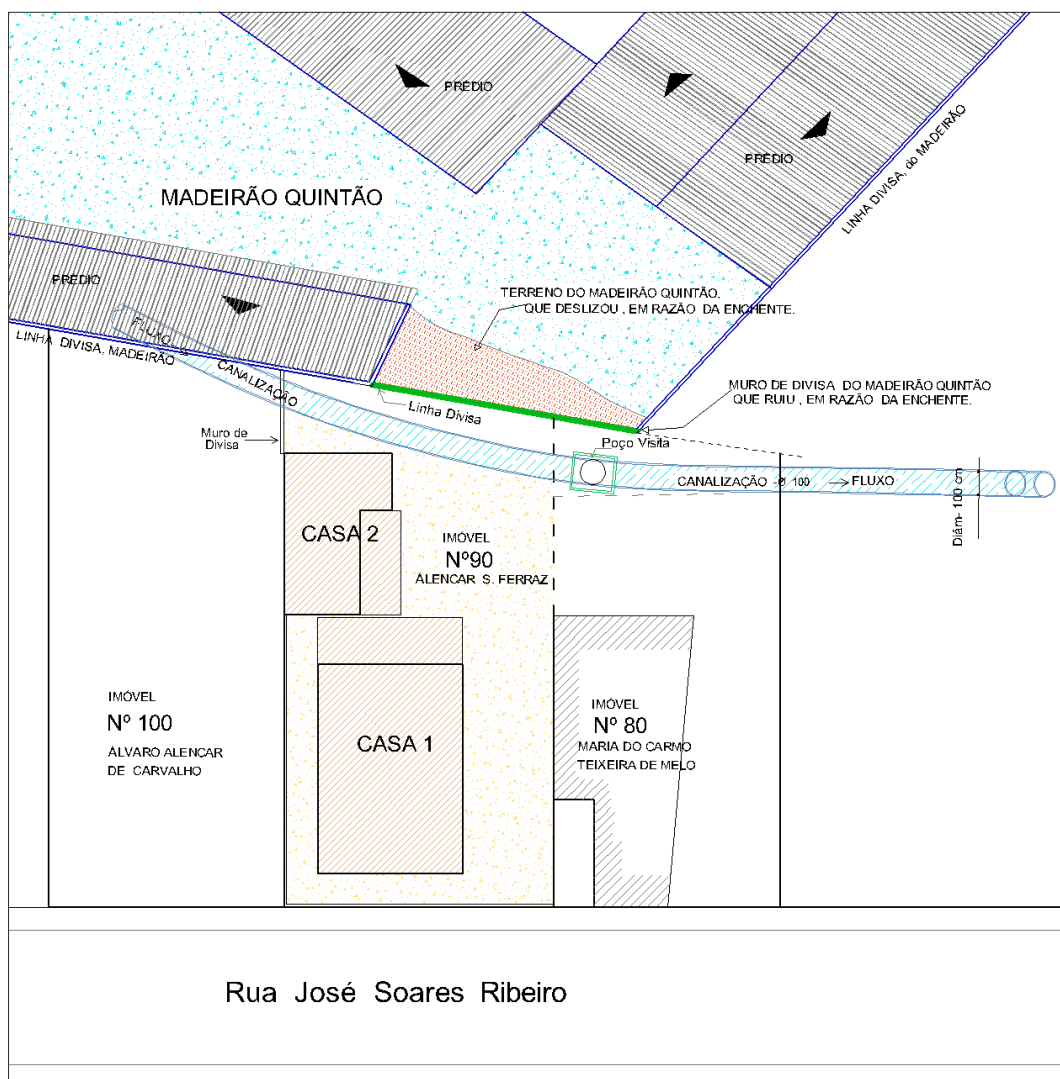
NÃO OCORRE MAIS O MURO DE DIVISA ENTRE AUTOR E MADEIRÃO QUINTÃO
SITUAÇÃO APARENTEMENTE NORMAL NO IMÓVEL AUTOR, SEM OCORRÊNCIA DE ALTOS ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS



Fonte: A Autora.

LEGENDA	
	MURO DE DIVISA ENTRE O MADEIRÃO QUINTÃO E O TERRENO DO AUTOR
	VOLUME DE ÁGUA REPRESADA, PELO MURO DO MADEIRÃO QUINTÃO
	ÁREA DO PÁTIO DO MADEIRÃO QUINTÃO QUE DESLIZOU EM RAZÃO DA ENCHENTE.
	VOLUME DE ENCHURRADA QUE TOMOU O TERRENO DO AUTOR - ALENCAR
	TERRENO NATURAL

FIGURA 9 – Planta de situação local



Fonte: A Autora.

Pela FIG. 9, pode-se certificar sobre a situação entre o imóvel do Madeirão Quintão, e os vários outros imóveis atingidos pela inundação, incluindo, entre estes, o imóvel do reclamante. Destaca-se a situação de confrontação no local do sinistro. Também em destaque está a situação ocorrida anteriormente, quando as áreas do imóvel do Madeirão são tomadas pelo alagamento das águas de enchente, que se postam por trás do muro de divisa.

Através da FIG. 10, vê-se a porção de terras no interior dos terrenos do Madeirão Quintão, que se encontrava encostado no muro de divisa que deslizou também em virtude do alagamento no local. Nota-se também a formação deste volume de terras que deslizou, com muito componente de entulho e lixo, demonstrando a fragilidade do maciço e as razões pelo seu deslizamento.

FIGURA 10 – Linha de divisa do muro em questão



Fonte: A Autora.

2.5.4 Apuração sobre as causas pela ocorrência do sinistro no imóvel reclamante

Serão apresentados a seguir (QUADRO 1), vários fatos históricos e episódios ocorridos no local, os quais demonstram a natureza do problema ocorrido, bem como explica a ocorrência desse fenômeno.

QUADRO 1 – Histórico do ocorrido no local

Item	Data	Histórico
1	Jan/1986.	Aquisição do imóvel residencial pelo reclamante, a segundo escritura.
2	Nov/1988.	Comprovação da conclusão da construção do reclamante, sobre o imóvel adquirido com habite-se obtido em 02 de janeiro de 1989.

3	Jan/1989.	Comprovação do registro ou averbação da edificação do reclamante, no CRI de ubá em data de 02 de janeiro de 1989.
4	1992-1995.	Gestão da administração municipal do prefeito Conrado Roberti, quando foi construída a obra de canalização do ribeirão ou córrego objeto do estudo. Nota: segundo informações do ex-funcionário da prefeitura, Jacinto Aquiles Vieira, chefe de setor de obras e saneamento da prefeitura de Tocantins, e que participou da construção desta canalização, esta obra se refere a uma canalização na totalidade da extensão do ribeirão que vem do sítio Luiz Gomes e deságua no rio Paraopeba, sendo o manilhamento utilizado de concreto com diâmetro total de 1,0 m, assentado diretamente sobre o terreno local, sem execução de berço de apoio, e que as manilhas utilizadas não eram de boa qualidade.
5	Ano de 2006 1º episódio de enchente	Certificação de grandes cheias nesta mesma área em estudo, que levou a 1ª ocorrência de episódio de inundação, vitimando o imóvel do reclamante, com registro de perdas materiais. Situação confirmada pelo próprio reclamante e demais vizinhos locais; Nota-se que o 1º episódio de inundação ocorre após a canalização do córrego;
6	Ano de 2008	Certifica-se, por depoimento de ex-funcionário da prefeitura, o qual trabalha na construção da canalização objeto, que a reparação feita nesta se deu no pátio do posto 03 Irmãos, e confirma que a profundidade da canalização neste ponto é superior a 6,0 m. Nota: as informações foram obtidas através do testemunho de Jacinto Aquiles Vieira, morados à Rua Vereador Alcides Alves, nº 433- Bairro Bela Vista, Tocantins/MG.

7	Ano de 2012 2º episódio de enchente	Certificação de novo episódio de alagamento na Rua Manoel Dias de Carvalho, ou área lateral e de acesso ao Madeirão Quintão (local objeto do estudo deste relatório) onde é registrado episódio de rompimento do tubo de ligação do boeiro (identificado por boeiro b-2 nas plantas), com o canal principal de drenagem. O que se deu no interior do pátio do terreno do imóvel Sabiá, ao lado do boeiro b-2, já citado. Nota: informações obtidas do proprietário do Madeirão Quintão.
8	Ano de 2016 3º episódio de enchente	Certificação de novo episódio de alagamento, o qual se deu no mesmo local ou área em estudo deste relatório ou do último episódio no local, na rua Manoel Dias de Carvalho, frente ao portão lateral ou pátio do Madeirão Quintão, onde a testemunha descreve ter havido novamente alagamento da área. Foram atingidos vários carros que se posicionavam na rua, e ainda comenta, que mesmo após o término das chuvas as águas do alagamento custaram a baixar, demorando para isso cerca de 30 a 40 minutos . Nota: informações obtidas do proprietário do Madeirão Quintão.
9	07/03/2018 4º episódio de enchente	Último episódio de inundação registrado no local, objeto do estudo deste trabalho, no qual foi vitimado mais uma vez o reclamante. Todo o registro do ocorrido pode ser certificado a partir dos boletins de ocorrência da polícia militar de Ubá e de Tocantins, como também pode ser certificado a partir do laudo de vistoria da defesa civil do município de Tocantins.

Fonte: A Autora.

2.5.5 Explicando as causas pela ocorrência do problema local, o que seria derivado das gestões públicas municipais equivocadas

Neste tópico será mencionado sobre como se dava o espaço público, objeto do estudo, ou ainda a área onde hoje se encontra a canalização de drenagem pública, denominada de canal principal, objeto dos problemas apurados, em tempos remotos, e como a intervenção do homem, juntamente com a permissividade e omissão do poder público alteraram as condições do meio ambiente e da salubridade pública, tendo como consequência final, as inundações hoje observadas no local, bem como suas consequências.

Há 84 anos, pode-se afirmar com segurança, que existia um pequeno curso de água, onde hoje ocorre a canalização de drenagem pública, constituído por águas límpidas ou com mínima carga poluente, uma vez que os domicílios nesta ocasião tinham a solução de eliminação ou destinação dos esgotos, feita através de usos de fossas. Portanto, o riachocurso de água local poderia ter usos variados, sem qualquer preocupação com contaminações e nesta ocasião, tais águas seriam consideradas recursos hídricos disponíveis para uso humano.

Com o passar do tempo, a cidade cresce no entorno desta artéria fluvial, e prática mais barata para solução de destinação dos esgotos públicos, era a utilização dos rios como área de descarte, na forma de transporte ou afastamento destes resíduos, mesmo já existindo nesta época leis de proteção aos mananciais hídricos, como o Código de Águas (1934), que restringia o uso do solo próximo aos leitos dos córregos. Portanto, neste instante, inicia-se a negligência do Poder Público no trato do meio ambiente, bem como da não execução de políticas públicas, com base nas leis vigentes.

Também não se vê preocupação dos Poderes Públicos sobre as questões de enchentes e cheias dos rios. Todos sabem que os ciclos hidrológicos determinam épocas de ocorrência de pluviometria alta, e que as cheias são ocorrências naturais ou normais, e mesmo assim não havia preocupação dos gestores públicos em se definir áreas ribeirinha onde ocorria cheias, limitando seu uso urbano e assim evitando as inundações em domicílios. Diante disso, mais uma vez o poder público negligencia as Políticas Públicas de Meio Ambiente e Ordenamento Territorial.

Mais tarde, com o contínuo crescimento da cidade já com nível de adensamento alto, verifica-se uma infraestrutura de coleta de esgotos, sendo que

estas redes coletoras são todas lançadas diretamente sobre o riacho que, neste instante, passa a se constituir em um canal de esgoto a céu aberto. E mais uma vez há total violação do Poder Público às Leis Vigentes (Decreto nº 24.643/1934; Lei Nº 2126/ 1960; Constituição Federal/1988; Lei 4771/1965), as quais determinam a ilicitude pelo uso impróprio de áreas de proteção ambiental e obrigam as Administrações Públicas às medidas de controle e proteção do meio ambiente.

Diante do nível de poluição e contaminação das águas que correm neste leito, bem como diante do uso dos solos pelos moradores próximos às áreas ribeirinhas, não há dúvida que essas comunidades ribeirinhas passam a exercer uma pressão sobre o Poder Público, situação que até hoje ocorre. Reclamando-se sobre os inconvenientes de manter o curso de água nestas condições precárias, que trazem como consequências problemas de ordem sanitária e de saúde, e que diante desse quadro o poder Público, atendendo aos anseios da comunidade ou por decisão própria, resolve dar solução a essa questão, com a medida mais simplista e barata, a canalização do Córrego na extensão aproximada de 825 m, com uso de manilhas de concreto e diâmetro contínuo de 1 m. Obra esta que se deu entre 1992 a 1995 na Gestão do Prefeito Conrado Roberti, segundo informação de ex-funcionário da Prefeitura, que trabalhava neste setor de Obras e Saneamento da Prefeitura de Tocantins, Sr. Jacinto Aquiles Vieira.

Há que se comentar que a proposição de uma rede de drenagem unitária no local, seja ela uma canalização que capta ao mesmo tempo esgoto e águas pluviais, é totalmente equivocada sobre o ponto de vista de obra de saneamento. Assim como o dimensionamento feito para a canalização é totalmente equivocado por sub dimensionamento de vazão, medidas da área da manilha insuficientes para conter as vazões de enchentes.

Foi certificado outro equívoco do município na proposição desta canalização unitária para drenagem das águas pluviais local, que se refere a infra estrutura insuficiente ou equivocada desta rede de drenagem, seja pela falta de alguns equipamentos, como sarjetas e bueiros, ou pelo mal dimensionamento ou insuficiência de outros equipamentos do sistema. A insuficiência de esgotamento de águas pluviais pelos bueiros provocou o alagamento, bem como a queda do muro e a invasão das águas sobre o imóvel do reclamante, causando a este todos os problemas já citados.

Após a construção desta canalização no local, mais uma vez o Poder Público mostra-se permissivo e omissivo, quando permite aos moradores ribeirinhos o uso e a ocupação do solo sobre a própria rede de drenagem ou canalização, o que pode ser observado pela FIG. 8, mostrado abaixo.

Tal permissividade é de tamanha gravidade, tendo em vista que obras construídas sobre canalizações de drenagem podem provocar a estas:

- 1º) Seu desnivelamento ou Recalque;
- 2º) Seu Desalinhamento;
- 3º) Dano estrutural ou ruína da estrutura do manilhamento com interrupção parcial ou total do escoamento;

Todos estes fatores ou erros cometidos na construção desta obra de saneamento levam à diminuição da seção ou área útil da canalização principal, acarretando na diminuição das vazões de drenagem desta canalização, e, como consequência, o agravamento da ocorrência de enchentes e inundações nas áreas observadas.

NBR 12266 (Projeto de Execução de Valas para Assentam. De Tubos de Concreto)	• Existência Projeto; • Levantamentos / Nivelamento das áreas; • Dimensionamento de Vala e Escoramentos; • Dimensionamento BEÇO e Preparo do Fundo de Vala; • Projeto de Desaterros e Aterro Controlado • Cálculo das Cargas Verticais;
NBR 15645 (Execução de Obras de Esgotos Sanitário E Drenagem de Águas Pluviais)	• Existência Projeto; • Definição das Partes da Rede; • Dimensionamento Hidráulico; • Levantamento Topográfico - Nivelamento
NBR 8890 (Tubos de Concreto de Seção Circular para Águas Pluviais e Esgotos)	• Existência Projeto; • Dimensionam. Resistência à compressão e à flexão; • Dimensionamento de estanqueidade e permeabilidade; • Cobrimento da Rede;

Fonte: A Autora.

Fato que não ocorreu em qualquer momento, visto que:

- 1) Sequer há projeto do sistema de drenagem (uma vez que foi solicitado à Prefeitura local, através do Eng. Luiz Carlos Maximiano Tavares e este afirmou não existir tal documento);
- 2) Também não há dimensionamento da boca de lobo;
- 3) O funcionário da Prefeitura do Setor de Saneamento e Obras, Senhor Jacinto Aquiles Vieira, afirma que:
 - a) Foi proposta uma rede principal, com manilhas em concreto, com diâmetro constante de 100 cm, iniciando do lado de cima da estrada, indo desaguar no Rio Paraopeba;
 - b) A rede principal foi assentada sobre o leito do córrego existente, apoio feito diretamente sobre o solo, sem construção de berço;
 - c) Manilhas sem especificação de produção ou Certificação de Qualidade;

- d) Reaterro, feito somente para cobrir o manilhamento à altura da margem;
- e) Redes de Ligação de bueiros, feitas por tubos inferiores (normalmente diâmetro de 30 cm), com ligação direta, somente com abertura na própria geratriz do tubo de concreto;
- f) Poços de visita, não se lembra, os existentes foram feitos posteriormente.

QUADRO 3 - Quadro comparativo entre as vazões que comportam os bueiros e as vazões necessárias

Dispositivo	Vazão que comporta	Vazão que deveria comportar	Diferença a menos (em porcentagem)
Canal principal	2,66 m³/s	11,88 m³/s	9,22 m³/s
Porcentagem sobre o total necessário	22,39%	100,00%	77,61%

Fonte: A Autora

De acordo com o QUADRO 3 comprova-se portanto que a obra de saneamento municipal (a qual se refere a canalização do córrego local), não consegue comportar o volume de águas superficiais que são produzidos na sub bacia ou área urbana em estudo.

2.5.6 Conclusão do estudo de caso

O assunto em foco neste trabalho diz respeito aos desastres naturais na área urbana de Tocantins, derivados de enchentes com inundações. O problema ou litígio em discussão é identificado como sinistro ocorrido no imóvel do reclamante, com significativas perdas materiais. O início dos problemas se dá com a ocorrência de chuvas intensas sobre a área urbana em estudo, fato este que ocorreu na data de 07/03/2018.

Também pode se certificar que a ocorrência repetida de enchentes e inundações no local, total registrado de quatro episódios, denota negligência do Poder Público local, na proposição de Políticas Públicas Eficientes, uma vez que esta obrigação do Estado é prevista nos Dispositivos Legais. Inclusive no aspecto de

omissão e permissividade, tendo em vista a certificação dos usos e ocupação do solo serem permitidas nas proximidades ou em áreas ribeirinhas do córrego, contrariando a todos os dispositivos de leis. Demonstra-se também que os dispositivos de drenagem da obra de saneamento básico, denominados bocas de lobo, estão sub dimensionados, ou ainda não comportam os volumes de águas que ocorrem no local, portanto, as dimensões de abertura de engolimento destes dispositivos são insuficientes para esgotar as águas locais.

Ficam evidenciados os vários erros cometidos pela Administração Pública Municipal nas Políticas Públicas locais, com enfoque principalmente em:

- Ordenamento territorial;
- Meio ambiente;
- Saneamento básico;
- Saúde.

Diante das conclusões feitas, fica estabelecido o nexo de causalidade entre o sinistro ocorrido no imóvel reclamante e o alagamento ocorrido nas áreas do Madeirão Quintão. É certo que novos episódios de enchentes com inundação são previsíveis no local, podendo haver o agravamento da situação, em virtude da alteração das condições de permeabilidade das áreas circunvizinhas. Ou seja, a cada instante em que se verifica o crescimento ou adensamento na região, ocorre, como consequência, a diminuição dos parâmetros de infiltração e aumentam os escoamentos de deflúvio. Como o dispositivo de drenagem local já se verifica serem insuficientes para o esgotamento das águas atuais.

Certificamos que já ocorreram quatro episódios de desastre natural no local, e o que se observa é que o Poder Público Municipal se mantém inerte.

Diante da situação que se apresenta atualmente no local, conclui-se que:

- 1) Os bueiros continuarão sub dimensionados e não comportando as águas locais;
- 2) O canal principal continuará captando volume superior a sua capacidade e ainda causando refluxo de águas sujas no local;

- 3) Se considerarmos a inexistência do muro de divisa entre o terreno do reclamante e o Madeirão Quintão, as águas se acumularão em menor volume nas Vias Públicas locais, pois todo o excesso de águas que ocorre no local, será encaminhado diretamente para o imóvel reclamante, que passa a ser o ponto inferior da bacia. Portanto esse imóvel passa a funcionar como curso natural das águas pluviais;
- 4) No Entanto, para que estas águas sigam o seu curso até atingir a macrodrenagem, passando pelo imóvel do reclamante, certifica-se que este imóvel será totalmente tomado ou alagado pelas águas da enchente, retornando o problema;
- 5) Caso o Madeirão Quintão reconstrua o muro no local, esse servirá como barragem para as águas, que a princípio não alcançarão o imóvel do reclamante. Mas se houver novo episódio de desabamento desse, novamente as águas tomarão o imóvel do reclamante de forma súbita, trazendo maior risco a seus moradores.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto mais se prediz a ocupação urbana sem diretrizes, maiores serão os episódios de enchentes e, conseqüentemente, de prejuízos causados por inundações. Assim, pode-se verificar a fragilidade hidrológica das bacias hidrográficas em relação à impermeabilização do solo e torna-se fácil perceber a razão do crescimento de enchentes nas regiões urbanas, não só no município estudado, mas em todo país.

Visto isso, foram quatro episódios de enchentes registrados no estudo feito na cidade de Tocantins – MG, com perdas de materiais significativas, evidenciando a negligência do Poder Público local, com políticas públicas ineficientes e o desleixo com a saúde, segurança, meio ambiente, saneamento básico e ordenamento territorial.

Conclui-se que a organização do espaço urbano só é possível através da aplicação de legislações federais, estaduais e municipais e é de extrema importância que as prefeituras executem de forma planejada e organizada, fazendo com que a população tome consciência da importância dessas leis como prevenção e fator de minimização dos impactos. Trabalhar com prevenção é mais eficiente e mais barato,

pois quanto mais omissiva e permissiva forem as autoridades, mais desastres serão previstos no município.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, Rosângela *et al.* **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 42 p.
- ANDRADE, Nara *et al.* **Caracterização morfométrica e pluviométrica da bacia do rio manso – MT**. Geociências, Vol. 27, n. 2. São Paulo, 2008. p. 237-248.
- _____. **NBR 9649**. Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986.
- _____. **NBR 9648**. Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986.
- _____. **NBR 12266**. Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana. Rio de Janeiro, 1992.
- _____. **NBR 15645**. Execução de obras de esgotos sanitários e drenagem de águas pluviais. Rio de Janeiro, 2009.
- _____. **NBR 8890**. Tubo de concreto armado de seção circular para esgoto sanitário. Rio de Janeiro 2007.
- BENINI, R; MEDIONDO, E. **Urbanização e Impactos no Ciclo Hidrológico na Bacia do Mineirinho**. Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2015. 212 p.
- BERTONI, J; TUCCI, C. **Inundações urbanas na América do Sul**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre, 2003. Disponível em: <<https://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdetrabajo/5/23335/inbr02803.pdf>>. Acesso em: out. 2018.
- BOESE, J.; TOMALACK, J. **Análise dos fatores contribuintes para enchente urbana no município de Coronel Vivida – PR**. 2013. 64 f. (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.
- BRASIL. Constituição de 1988. Constituição da República Federativa do Brasil. Diário Oficial da União - Seção, set 1988, p 1.
- BRASIL. Decreto nº 24.643/1934, de 10 de julho de 1934. Decreta sobre o código de águas. Diário Oficial da União - Seção 1, jul. 1934, p 14738.
- BRASIL. Lei nº 2.126, de 20 de janeiro de 1960. Estabelece normas para o lançamento de esgotos e resíduos industriais nos cursos de águas. Publicação - Diário do Executivo, Minas Gerais, jan. 1960.
- BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Diário Oficial da União - Seção 1, set. 1965, p 9529.

FINKLER, Raquel. **Planejamento, manejo e gestão de de bacias**. Santa Catarina, 2010. 43-49 p.

FINOTTI, Alexandra *et al.* **Monitoramento de recursos hídricos em áreas urbanas**. Caxias do Sul: EDUCS, 2009. 270 p.

GOERL, R.F.; KOBIYAMA, M. **Considerações sobre as Inundações no Brasil**. XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2005, João Pessoa. Porto Alegre, 2005. 4p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em set. 2018.

JABUR, Andrea. **Alterações Hidrológicas decorrentes de mudança do uso e ocupação do solo na Bacia hidrográfica do Alto Rio Ligeiro, Pato Branco – PR**. 2010. 176 f. Tese (Pós- Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

RIGHETTO, Armando. **Manejo de águas pluviais urbanas**. PROSAB 5 – Programa de pesquisa em saneamento básico. 1ª Ed. Rio de Janeiro, 2009. 124 p.

SPERLING, Marcos. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios: princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. 1.ed. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 196 p.

TOMAZ, Plínio. **Poluição difusa**. Navegar Editora. São Paulo, 2006. 143 p.

TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A. L. L. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, ABRH, 2009. 96-105 p.