

UNICESUMAR - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS TECNOLÓGICAS E AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE AOS ALAGAMENTOS
RECORRENTES NA CIDADE DE MARINGÁ/PR.

ELISÂNGELA DE MORAES DOS SANTOS

MARINGÁ– PR

2017

ELISÂNGELA DE MORAES DOS SANTOS

**PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE AOS ALAGAMENTOS
RECORRENTES NA CIDADE DE MARINGÁ/PR.**

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNICESUMAR – Centro Universitário de Maringá como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel (a) em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof. Me. Thiago Dias Azenha.

MARINGÁ– PR

2018

FOLHA DE APROVAÇÃO
ELISÂNGELA DE MORAES DOS SANTOS

PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE AOS ALAGAMENTOS
RECORRENTES NA CIDADE DE MARINGÁ/PR.

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da UNICESUMAR – Centro Universitário de Maringá como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel (a) em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof. Me. Thiago Dias Azenha

Aprovado em: ____ de _____ de ____.

BANCA EXAMINADORA

ORIENTADOR– Prof. Me. Thiago Dias Azenha

EXAMINADOR – Prof. Esp. Anderson Rodrigues

EXAMINADOR – Prof. Esp. Paulo Roberto Nino Junior

PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE AOS ALAGAMENTOS RECORRENTES NA CIDADE DE MARINGÁ/PR

Elisângela de Moraes dos Santos

RESUMO

É notório o aumento da ocorrência dos casos de alagamento nos centros urbanos, causados principalmente pelo intenso processo de urbanização, também responsável pelo aumento do escoamento superficial das águas pluviais e da impermeabilização do solo. Os repetidos eventos de alagamentos que acontecem na cidade de Maringá/PR mostram que o município apresenta complicações no sistema de drenagem urbana. Desta forma, este trabalho objetivou estudar medidas através de implementação de obras públicas estruturais e não estruturais capazes de minimizar esses problemas, além de reduzir os prejuízos à população. O estudo foi realizado através de dados fornecidos pela Prefeitura Municipal de Maringá, Secretaria Municipal de Obras Públicas de Maringá e Defesa Civil do Município. Com o auxílio do software Google Earth Pro, foi possível elaborar um mapa com os principais pontos de alagamento. Através de revisão bibliográfica, identificou-se as melhores técnicas mitigadoras para os problemas encontrados por meio de trabalhos que apresentaram bons resultados através técnicas de controle na fonte capaz de reduzir o escoamento superficial, aumentando sua infiltração no solo, colaborando de maneiras eficientes para os problemas de drenagem.

Palavras-chave: Drenagem Urbana. Impermeabilização do Solo. Técnicas Compensatórias

PROPOSAL FOR CONTROL MEASURES TO RECURRING FLOODING IN THE CITY OF MARINGÁ/PR

Elisângela de Moraes dos Santos

ABSTRACT

It's notorious the increase in the occurrence of flooding in urban centers, caused mainly by the intense urbanization process, and responsible for the increase in the surface runoff of rainwater and the waterproofing of the soil. Repeated flooding events that take place in the city of Maringá/PR show that the city presents complications in the urban drainage system. In this way, this work aimed to study measures through the implementation of structural and non-structural public works capable of minimizing these problems, besides reducing the losses to

the population. The study was carried out using data provided by the City Hall of Maringá, Municipal Secretary of Public Works and Civil Defense of the Municipality. With the help of Google Earth Pro software, it was possible to draw up a map with the main flood points. Through a bibliographical review, the best mitigation techniques were identified for the problems found by works that presented good results through control techniques on the source able to reduce the surface runoff, increasing its infiltration in the soil, collaborating in efficient ways for drainage problems.

Keywords: Urban Drainage. Soil Waterproofing. Compensatory Techniques

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização deu início a partir da Revolução Industrial, acarretando um aumento no fluxo migratório do campo para a cidade. Segundo Tucci (2008) o desenvolvimento urbano se acelerou na segunda metade do século XX, com a concentração da população em espaço reduzido, produzindo grande competição pelos mesmos recursos naturais (solo e água), e destruindo parte da biodiversidade natural.

Esse desenvolvimento urbano acentuado ocorreu em escala global. No Brasil se intensificou a partir da década de 1950, por vários fatores, principalmente pela política focada na industrialização, responsável por deslocar a população rural para as cidades. Todo esse desenvolvimento pode ser visualizado na tabela 1.

Tabela 1 – População total e percentual da população brasileira por situação de domicílio:1950-2010

Ano	Pop. Total	Pop. Urbana	%	Pop. Rural	%
1950	51.944.397	18.782.891	36,2	33.161.506	63,8
1960	70.992.343	32.004.817	45,1	38.987.526	54,9
1970	94.508.583	52.904.744	56,0	41.603.839	44,0
1980	121.150.573	82.013.375	67,7	39.137.198	32,3
1991	146.917.459	110.875.826	75,5	36.041.633	24,5
2000	169.799.170	137.755.550	81,2	31.835.143	18,8
2010	190.755.799	160.925.792	84,4	29.830.007	15,6

Fonte: Elaborado pelo autor com dados extraídos dos Censos demográficos 2000 e 2010, do (IBGE, 2018)

Fica evidente que a concentração da população que reside em áreas urbanas é um fenômeno crescente no país. A quantidade de pessoas nestas áreas passou de 36,2% em 1950, para 84,4% em 2010.

O processo de urbanização traz profundas modificações no uso do solo, que por sua vez causa marcas permanentes nas respostas hidrológicas das áreas urbanizadas, apresentando os efeitos mais notáveis no aumento do escoamento superficial e na diminuição da infiltração. (FONTES, 2003).

Esses impactos são consequências da falta de planejamento urbano, ocupação das áreas de risco e da falta de gerenciamento inadequado da implantação das obras públicas e privadas. Torna-se evidente que a velocidades à qual ocorreu a evolução das cidades brasileiras é responsável pelo aumento na frequência de problemas como cheias urbanas, alagamentos, aumento na produção de sedimentos.

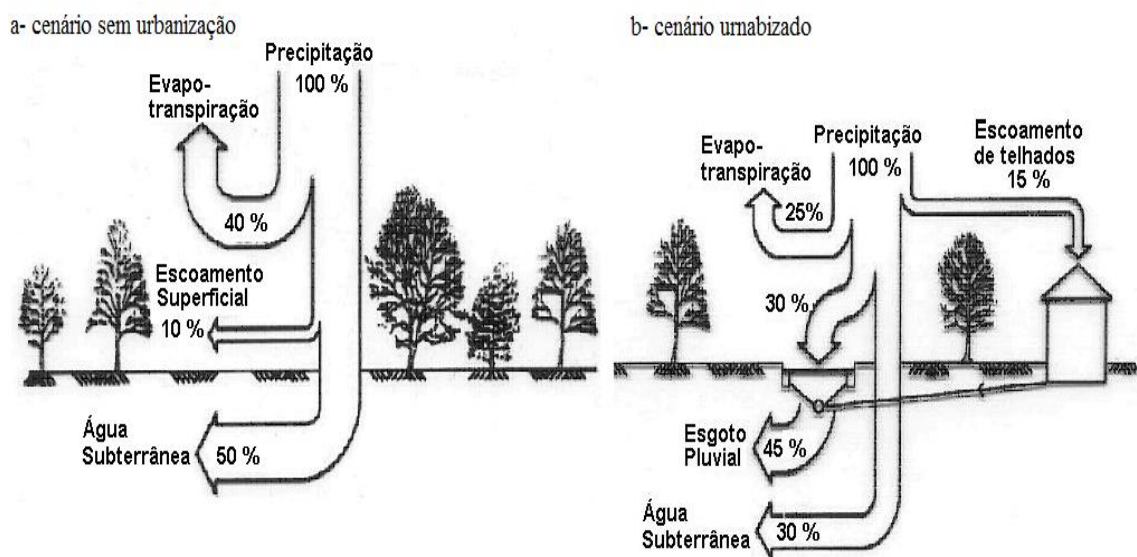
O meio ambiente é compreendido como um conjunto físico e biológico global, onde vive o ser humano e outros organismos, desta forma, podemos dizer que é um conjunto de

partes que interagem entre si. O desenvolvimento urbano modifica a cobertura vegetal trazendo alterações no ciclo hidrológico, devido a impermeabilização de uma grande parcela do solo.

Com a impermeabilização do solo por meio de telhados, ruas, calçada e pátios, a água que antes infiltrava, passa a escoar pelos condutos, aumentando o escoamento superficial. O volume que escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido pelas plantas, pelo efeito da urbanização, passa a escoar através de superfícies impermeáveis, conduto e canais, exigindo maior capacidade de escoamento e aumento das seções e declividade do conduto ou canal. (TUCCI, 2005, p. 72)

A Figura 1 mostra o efeito da urbanização sobre o ciclo hidrológico, o cenário a demonstra uma situação sem urbanização. Assim dos 100% precipitado: 40% evaporam; 10% viram escoamento superficial; 50% infiltram no solo. Já o cenário b representa uma situação urbanizada, verifica-se que dos 100% precipitado: 25% se perdem por evapotranspiração, devido à redução da cobertura vegetal, observa-se também que dos 75% restantes que chegam até o meio urbano, 45% é coletado pelas redes pluviais; 30% infiltram. Deste modo, percebe-se uma redução de 20% no percentual de infiltração com relação à situação urbanizada.

Figura 1—Efeitos da urbanização no ciclo hidrológico



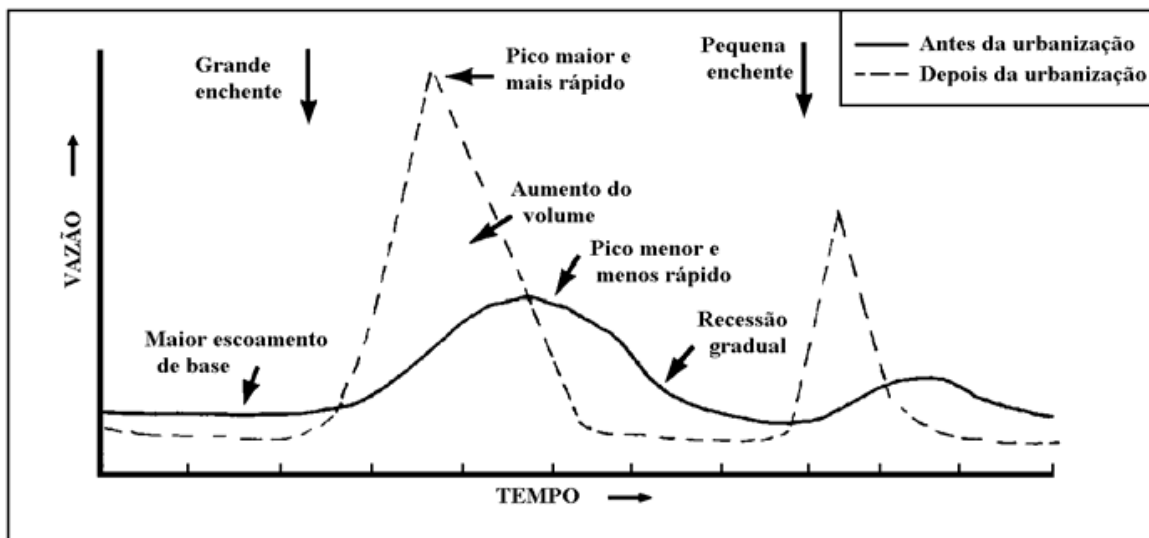
Fonte: (TUCCI, 2006)

Ainda para Tucci(2005), conforme a cidade se urbaniza, traz como consequência os seguintes impactos: (i) aumento das vazões máximas, devido ao aumento da capacidade de escoamento por condutos e canais e impermeabilização do solo; (ii) crescimento da produção de sedimentos, devido à falta de proteção das superfícies e produção de resíduos sólidos; (iii) deterioração da qualidade da água, em razão da lavagem das ruas, transporte de materiais sólidos e ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial.

A diminuição da capacidade de infiltração do solo faz com que a água que antes ficava infiltrada, escoe livremente na superfície e nos condutos pluviais, aumentando a velocidade do escoamento e conseqüentemente reduz seu tempo de deslocamento. Do mesmo modo, há um aumento da vazão máxima de cheias, fazendo com que o pico de cheias em uma bacia urbanizada aumente em até seis vezes na vazão média de cheia em relação às bacias em condições normais (figura 2).

Figura 2 – Efeito da urbanização na hidrograma da bacia

a- escoamento



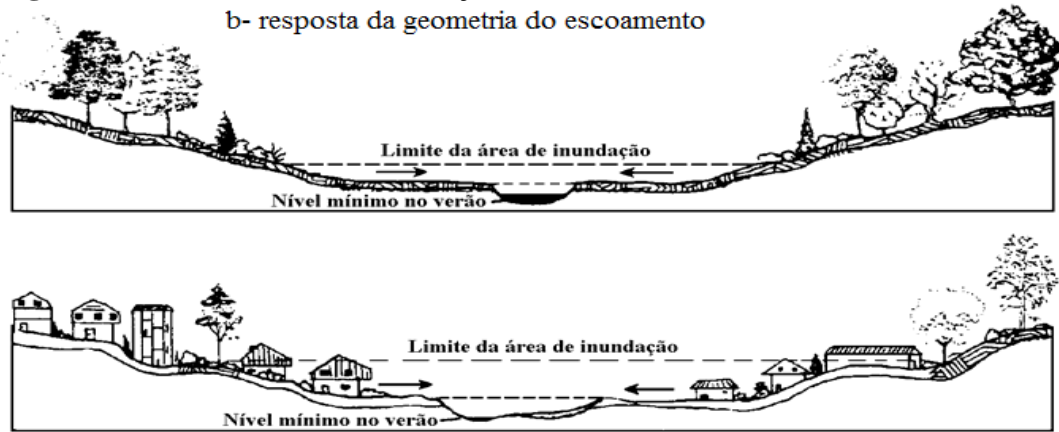
Fonte: adaptado de Schueler(1987)

A redução na quantidade de água infiltrada faz com que ela chegue mais rápido nos rios, aumentando a incidência de alagamento e cheias urbanas. Esses problemas podem ser agravados, devido à perda da capacidade das redes de esgoto de suportar o aumento do escoamento superficial, dado pela impermeabilização do solo.

De acordo com Tucci (2012) as enchentes urbanas são resultados de dois processos: ocupação de áreas ribeirinhas e a urbanização. As enchentes de áreas ribeirinhas são cheias naturais que ocorrem no leito maior dos rios, devido ao ciclo hidrológico das águas. Afetam a população a partir de uma intensa precipitação, assim o solo não consegue infiltrar todo o volume precipitado, fazendo com que chegue aos rios uma quantidade de água maior do que ele é capaz de drenar. Fica evidente na figura 3, que população ao ocupar as áreas de risco passa a sofrer com os impactos resultantes das cheias.

Figura 3 –Limite da área de inundação

b- resposta da geometria do escoamento



Fonte: adaptado de Schueler(1987)

As enchentes (cheias) ocorrem quando uma precipitação intensa causa um aumento de vazão, fazendo com que ocorra um aumento gradativo do nível de água no canal até atingir a cota máxima, mas sem que ocorra o transbordamento. Inundações ocorrem quando as vazões superam a capacidade de descarga do curso d'água, causando o extravasamento da água do canal para áreas marginais. Os alagamentos são ocasionados devido à deficiência no sistema de drenagem urbana das cidades, causando acúmulo de água no perímetro urbano.(BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT, 2007)

Figura 4- Perfil esquemático de enchente, inundação e alagamento.

Fonte: Defesa Civil de São Bernardo dos Campos – SP(2018)

Como evidencia Tucci (2012), o processo de urbanização da bacia geralmente ocorre no sentido de jusante para montante por causa do relevo. Esse avanço faz com que as áreas que antes serviam de armazenamento natural no período de cheias, canalizem e transfira a

inundação mais rapidamente à jusante. Desse modo, áreas mais afetadas são as localizadas à jusante, devido à sobrecarga dos condutos sobre a macrodrenagem.

Com intuito de controlar o escoamento, deu-se início a construção de infraestrutura de drenagem urbana direcionando mais rapidamente a água que escoar para seu curso final. Isso se deu através da implementação de sistema de micro e macrodrenagem. No entanto os problemas ficaram ainda mais evidente, pois, essas técnicas tradicionais de drenagem urbana está voltada para ajustar o escoamento, transferindo os problemas para os trechos mais a baixo do rio(MIGUEZ, VERÓL e REZENDE, 2016).

A lei federal nº 11.445 de janeiro de 2007(BRASIL, 2007), define drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas como: o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

Conforme exposto acima é importante, no entanto, ressaltar a necessidade da implantação de um sistema compensatório, através do desenvolvimento de planos conjuntos de saneamento básico e desenvolvimento urbano. Vale salientar que a carência na drenagem urbana está ligada a realidades das cidades, mas, no entanto, é inegável a necessidade da implementação do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU). Segundo Tucci, da Silveira, *et al.*(2007a), o Plano diretor cria recursos de gestão para a infraestrutura urbana, tendo em vista a criação de drenagem urbana eficiente, evitando danos econômicos, garantindo a sustentabilidade e o bem-estar comum.

Perante o exposto, o objetivo desse artigo é compreender como o intenso processo de urbanização do município de Maringá resultou na impermeabilização do solo e no aumento do nível do escoamento superficial, ampliando a incidência dos pontos de alagamentos na cidade. Nesse sentido faz-se necessário, estudos de medidas por meio de implementação de obras públicas estruturais e não estruturais que minimizem esses problemas pertinentes a drenagem urbana, reduzindo os impactos à população.

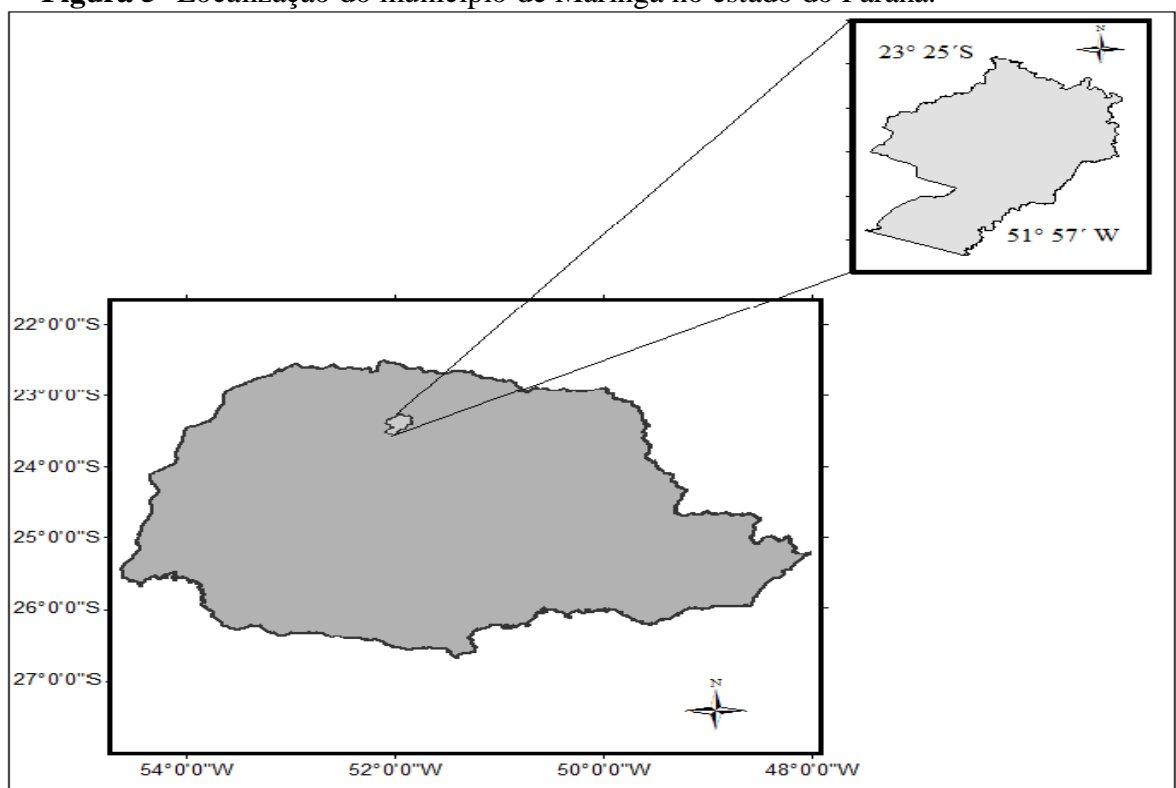
O projeto inicial do município previa uma população de 200.000 habitantes, esses índices foram superados, surgindo transtornos à população devido ao sistema ineficiente de drenagem e falta de planejamento. Esses problemas ficam mais evidentes, quando analisamos a situação atual dos sistemas de drenagem pluvial implementado, que não estão cumprindo sua finalidade com eficiência, pois, em ocorrências de chuvas mais intensas, pode-se verificar ao longo do município vários pontos de alagamento.

2 MATERIAIS E MÉTODOS.

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Maringá está situado geograficamente no noroeste do estado do Paraná, entre o Paralelo 23° 25' e o Meridiano 51°57', com altitude média de 555m acima do nível do mar e tem área total de 487,052 km². Atualmente é a principal cidade polo da Região Metropolitana de Maringá. Figura 5.

Figura 5- Localização do município de Maringá no estado do Paraná.



Fonte: Adaptado Garcia, Marques, *et al.*, (2015)

Seu relevo é relativamente plano, com declividade mais acentuadas nos fundos de vale e com solo do tipo Latossolo Roxo Distrófico A Moderado, que apresenta uma boa permeabilidade e grande capacidade de retenção de água.

A cidade foi planejada desde 1938, a partir da venda dos primeiros lotes organizada pela Companhia de Terras do Norte do Paraná, de forma minuciosa para garantir que todas as propriedades conseguissem usufruir dos recursos naturais e da logística da região. Em 1942 surgiu o que conhecemos hoje como “Maringá Velho”, onde instalaram os primeiros pioneiros desbravadores da cidade (Maringá Turística, 2018).

O primeiro projeto urbanístico foi assinado por Jorge de Macedo Vieira 1943, com o ideal de “cidade jardim”, dotada de avenidas largas, canteiros que destacasse o paisagismo, ruas que deveriam seguir a inclinação do relevo. No entanto foi oficialmente fundada em 10 de maio de 1947, a partir da instalação do escritório da Companhia de Terras do Norte do Paraná(Maringá Turística, 2018).

A cidade de Maringá é a terceira maior do estado do Paraná, no último censo realizado em 2010 o município apresentava 357.077 habitantes, com uma população estimada para 2018 de aproximadamente 410.17 habitantes. No último ano a cidade foi a maior do estado em crescimento populacional, foram cerca de 10.317 novos habitantes. (IBGE, 2018).

2.2MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento da pesquisa é um conjunto de fatores que se comunicam, estas devem ser sistematizadas, com o intuito de atingir os objetivos propostos. Para a elaboração dessa pesquisa foram propostas algumas linhas de atuação com intuito de adquirir coleta, organização e interpretação dos dados obtidos, a saber:

a) Levantamento bibliográfico: foram realizadas pesquisas em vários meios como livros, sites, artigos acadêmicos, entre outros, podendo assim elaborar um embasamento teórico para o suporte das discussões do tema desenvolvido.

b) Levantamentos de Dados: consistiram em visitas junto a Prefeitura Municipal de Maringá, Secretaria Municipal de Obras Públicas de Maringá e Defesa Civil do Município, estes ficaram incumbidos de identificar os pontos de alagamento por toda a cidade. Foram feitos levantamentos também através do Sistema de Defesa Civil (SISDC), responsável por fornecer um relatório de ocorrência de desastres.

As informações obtidas beneficiaram a elaboração de um mapa com a localização dos pontos de alagamento fornecidos pelos órgãos competentes. Esse foi criado com o auxílio das ferramentas *Google Maps* e *Google Earth*.

O estudo proporcionou a identificação de pontos recorrentes de alagamentos presente na cidade, possibilitando definir as causas dos alagamentos nas regiões e com isso traçar opções com intuito de sanar os problemas, por meio de ações mitigadoras e adequação do sistema de drenagem.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como abordado anteriormente, o processo de urbanização e as alterações provocadas pelo uso do solo, proporcionam consequências direta na drenagem urbana, aumento na produção de sedimentos, além de degradar os corpos d'água por inúmeras razões.

Pode-se verificar nas figuras a seguir, que o parcelamento do solo da cidade de Maringá vai se tornando cada vez mais intenso, resultado do incremento na população urbana. Atualmente devido a crescente valorização os terrenos ficaram menores com as subdivisões dos lotes, com construções que ocupam cerca de 70% da sua área total, impermeabilizando-o quase que por completo, exigindo mais dos sistemas de drenagem do município.

Figura 6- Densidade área urbana município de Maringá 1988



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Imagens do Google Earth (2018)

Figura 7- Densidade área urbana município de Maringá 1998



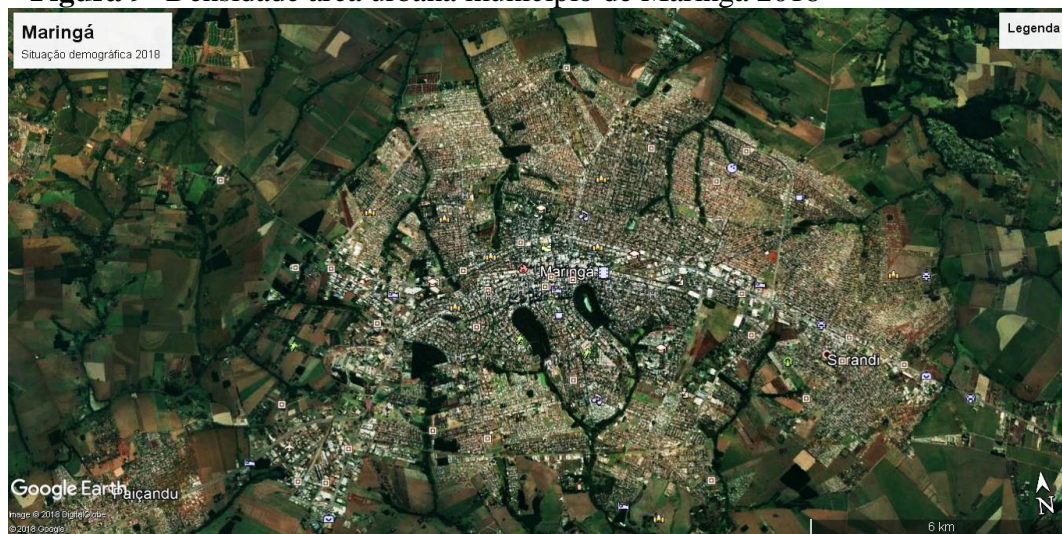
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Imagens do Google Earth (2018)

Figura 8- Densidade área urbana município de Maringá 2008



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Imagens do Google Earth (2018)

Figura 9- Densidade área urbana município de Maringá 2018



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Imagens do Google (2018)

De acordo com o anuário da Defesa Civil do Paraná(2018),em 2011 o Paraná apresentou 103 casos de enxurradas, 33 alagamentos e 15 casos de inundações, já em 2018 esse número cresceu para 117 casos de enxurradas, 67 casos de alagamento e apenas os casos inundações diminuíram para 2. Ainda segundo o relatório, a região de Maringá representa a maior porcentagem de desastres do estado, dos 587 casos de desastres registrados, 94 ocorrem nesta região, evidenciando a pouca atenção dedicada à área de drenagem.

A partir dos dados fornecidos pela Prefeitura municipal de Maringá, pela Secretaria Municipal de Serviços Públicos (SEMUSP) e pela Defesa Civil de Maringá, foi possível elaborar um mapa com os pontos mais recorrentes de alagamento no município.

Figura 10- Pontos de alagamento no município de Maringá



Fonte: Elaborada pela autora a partir de Imagens do Google Earth (2018)

Quadro 1-Endereços e localização dos pontos de alagamento

PONTO	PONTOS DE ALAGAMENTO	COORDENADAS	
A	Av. Morangueira (em frente a Associação dos Funcionários Municipais de Maringá)	23°23'9.77"S	51°55'2.99"O
B	Av. Morangueira (Posto Tóquio)	23°23'26.17"S	51°55'17.41"O
C	Rua José Iba	23°23'24.47"S	51°55'27.46"O
D	Av. São Judas Tadeu x Rua Palmital	23°23'23.33"S	51°56'18.89"O
E	Rua Pion. Guarino Augusto Basseto x R. Rio São Francisco	23°23'27.26"S	51°53'59.40"O
F	Rua Pion. Guarino Augusto Basseto x Rua Rio Madeira e Rua Rio Japuratuba	23°23'32.97"S	51°53'49.93"O
G	Rua Rio Jaguaribe	23°24'6.19"S	51°53'18.78"O
H	Rua Rio Jaguaribe	23°24'25.38"S	51°53'31.94"O
I	Rua 28 de Junho	23°24'50.81"S	51°54'9.76"O
J	Av. Pedro Taques x Av. Colombo	23°24'52.82"S	51°55'33.53"O
K	Av. Colombo (entre a Av. Quintino Bucaiva e a Rua Belo Horizonte)	23°24'50.48"S	51°56'55.51"O
L	Av. Colombo x Rua Ver. Arlindo Planas	23°25'3.52"S	51°57'36.57"O
M	Av. Colombo (em frente ao Moinho Vermelho)	23°25'9.05"S	51°57'54.41"O
N	Av. Guaiapó entre a Av. Dos Palmares e a R. Haiti (CSU)	23°25'5.35"S	51°53'52.13"O
O	Marginal do contorno Norte X Entrada Bairro Bom Jardim	23°24'49.38"S	51°52'53.28"O
P	Av. Cerro Azul (proximidade da Vila Emília)	23°26'45.91"S	51°55'57.84"O
Q	Av. Arquiteto Nildo Ribeiro X Av Itororó	23°26'52.79"S	51°56'14.78"O
R	Av. José Alves Nendo (proximidades da Policia Federal)	23°26'59.21"S	51°54'38.88"O
S	R. Pioneiro Domingos Danhoni X Pref. Sincler Sambatti	23°27'14.87"S	51°54'27.67"O
T	Av. Guedner x Av. Pref. Sincler Sambatti	23°27'36.44"S	51°55'32.16"O
U	Av. Joaquim Duarte Moleirinho x Av. Prefeito Sincler Sambatti	23°27'30.37"S	51°56'31.78"O

Fonte: Elaborada pelo autor a partir de Imagens do Google Earth (2018).

Na Figura 10 e no Quadro 1, é notório que 57% dos pontos de alagamento do município estão localizados, próximo a fundo de vale, Áreas de Proteção Permanente (APP). A Lei Complementar Municipal Nº 888 de 2011, define fundo de vale como “área não

edificável compreendida entre um curso d'água e uma via paisagística” (MARINGÁ, 2011). Isso ocorre principalmente pela forma inadequada com que as áreas de fundo de vale foram urbanizadas ao decorrer dos anos, fazendo com que houvesse um incremento na impermeabilização das áreas urbanas e a diminuição de áreas verdes.

Em função disso ocorre a concentração, aumento e o rápido escoamento superficial impedindo a infiltração apropriada das águas decorrentes da chuva, transportando pela enxurrada vários tipos de sedimentos e resíduos sólidos. Estes acabam por acumular nos fundos de vales, principalmente nos bueiros, provocando o seu entupimento, intensificando as enchentes e contribuindo para o aumento dos casos de alagamentos.

Foto 1 – Ponto de alagamento Av. Arquiteto Nildo Ribeiro



Fonte: Corpo de Bombeiros(2018)

Foto 2 – Ponto de alagamento Av. Pref. Sincler Sambatti



Fonte: Edu Corrêa (2018)

Foto 3 – Ponto de alagamento Av. Morangueira



Fonte: João Claudio Francoso e Divulgações(2016)

Foto 4– Ponto de alagamento Av. Colombo



Fonte: Foto do Auto(2018)

Observa-se também que muitos pontos estão localizados na parte central da cidade, isso se dá principalmente pelas grandes áreas densificadas e edificadas, resultando na impermeabilização das calçadas, pátios, ruas e telhados, devido à ineficiência do sistema de drenagem e pela falta de manutenção e limpeza das galerias. Nesses pontos em questão ocorrem principalmente quando acontecem precipitações mais intensas.

Foto 5– Boca de lobo sem manutenção

Fonte: Foto do Autor (2018)

Foto 6- Boca de lobo obstruído por grama

Fonte: Foto do Autor (2018)

Foto 7– Boca de lobo obstruída por lixo

Fonte: Foto do Autor (2018)

Foto 8- Boca de lobo obstruído por lixo

Fonte: Foto do Autor (2018)

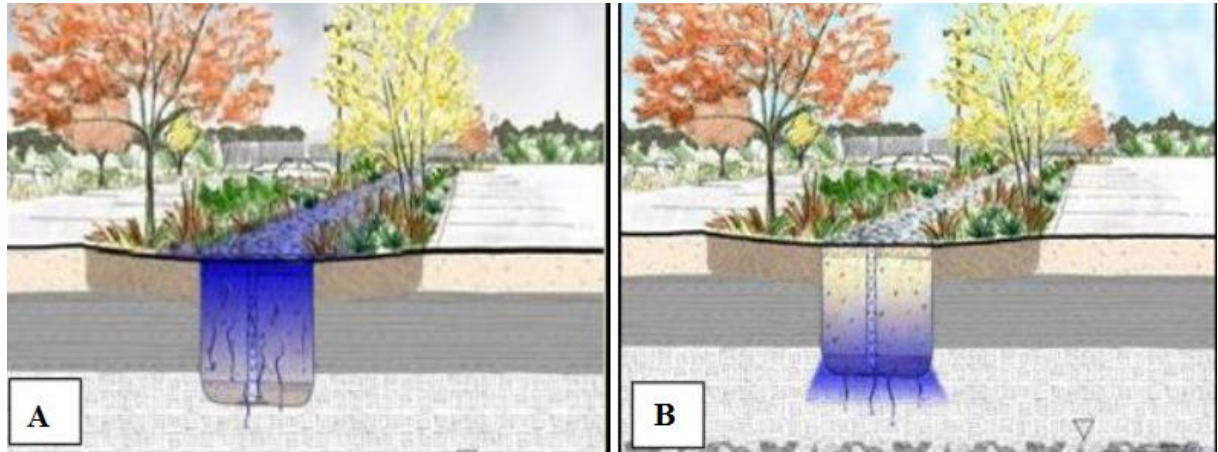
Ao conter os problemas de alagamentos devem ser considerados as particularidades gerais do sistema de drenagem existente, assim como, a região em que ele se encontra: sub bacias, bairros e lotes. Faz-se necessário avaliar a intensidade das chuvas, tempo de recorrência e o escoamento superficial. Como citado anteriormente, o controle pode ser realizado através de medidas estruturais e não estruturais.

Tendo em vista a necessidade de implementação de medidas mitigadoras, propõem-se, com base em ações tomadas por outros municípios, mostrar experiências da utilização de medidas estruturais e não estruturais, com intuito de reduzir a incidência dos alagamentos e inundações urbanas.

Após estudo de caso em loteamento na cidade em Jacarepaguá, Rio de Janeiro, Nunes,*et al.*,(2017), avaliou a aplicação de técnicas compensatórias no controle dos escoamentos superficiais, com intuito de compensar os impactos causados pela urbanização. No loteamento foram adotados como medidas compensatórias trincheiras de infiltração e pavimentos porosos, o estudo foi feito através de três cenários. Cenário I: sem intervenção, os

resultados mostraram vazões de 440 L/s, cenário II: utilizou as trincheiras de infiltração, houve uma redução de 55% no valor da vazão escoada chegando 200 L/s, no entanto no cenário III: trincheiras de infiltração com o pavimento poroso, a vazão foi de apenas 30,2 L/s, uma redução de 93%, em relação ao cenário I.

Figura 11- Trincheira de Infiltração



Fonte: <https://www.ricecreek.org> (2018)

Os resultados obtidos mostram que as técnicas compensatórias são uma excelente opção para redução do escoamento superficial, causados pela impermeabilização do solo, apresentando resultados mais positivos e principalmente quando usadas em conjuntos.

Ainda pouco difundida no Brasil, no entanto, muito utilizada em outros países o Jardim de chuva é uma abordagem sustentável de drenagem, melhorando a infiltração, podendo ser usado nos respectivos lotes, como em áreas urbanas, canteiros e praças, como compensação das áreas impermeáveis.

Foto 9- Jardim de Chuva implementados no Texas Estados unidos



Fonte: [christianbarnardblog.blogspot.com. br](http://christianbarnardblog.blogspot.com.br) (2008)

Com o intuito de analisar o sistema de biorretenção para o manejo das águas pluviais urbanas, Melo, *et al.*, (2014), projetaram um jardim de chuva piloto, dentro da Universidade Federal de Pernambuco na cidade de Recife. Planejado para receber parte do escoamento superficial de um telhado com área total de 74,80 m², o jardim piloto apresentava uma área de 4,00 m², 1m de profundidade formado por cinco camadas sendo elas, areia, brita, manta geotêxtil substrato e cobertura vegetal.

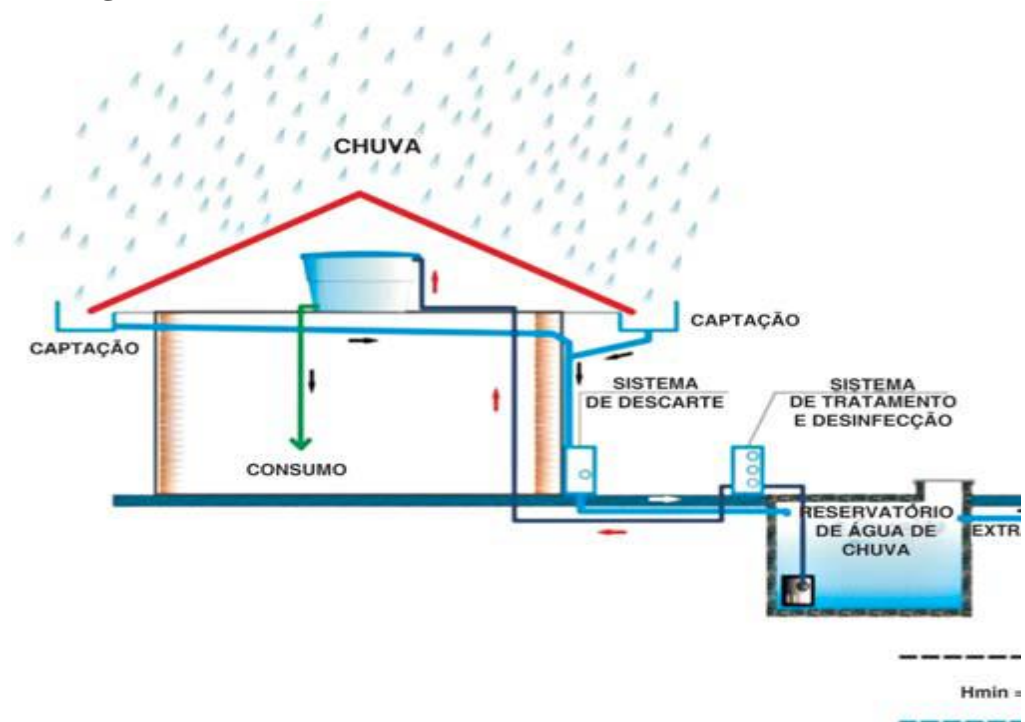
Os resultados dos estudos foram satisfatórios. Com um aumento do tempo de retorno de 10 para 25 anos, com baixo custo, variando de acordo com o tempo de retorno projetado. Se mostrou eficaz na infiltração com valores médios de 312 mm/h e na detenção de água temporária dos volumes infiltrados, atingindo as perspectivas em relação ao amortecimento das porções geradas pela área de drenagem.

Devido aos problemas de alagamento encontrados no município de Maringá, fica evidente que as técnicas de controle na fonte, conhecidas também como medidas compensatórias, BMP (*Best Management Practices*) ou LID (*Low Impact Development*), são as que melhores se encaixam, pois, a partir do gerenciamento do uso do solo e do manejo sustentável de águas pluviais, é possível de reduzir e reter o escoamento superficial, minimizando a sobrecarga do sistema de drenagem existente.

Como solução para a problemática estudada, sugere-se a implantação de trincheiras de infiltração e detenção, visto que, são estruturas lineares que podem ser implantadas em jardins, canteiros centrais e passeios, por toda extensão dos sistemas viários, estacionamentos e áreas verdes em geral (BAPTISTA, NASCIMENTO e BARRAUD, 2017). O sistema apresenta vantagens significativas na diminuição de rede de microdrenagem, não transfere o escoamento a jusante, apresenta baixo custo de implementação, e além de funcionar como um reservatório, o sistema é capaz de promover o tratamento do escoamento superficial através da infiltração no solo.

Outra solução viável para o município é a implementação de microreservatórios instalados nos lotes. São estruturas de detenção simples capaz de agir na área onde o escoamento é produzido, sendo capaz de captar a água de todo o lote ou apenas dos telhados.

Figura 12- Microreservatórios



Fonte: Casa Azul Caixa Conctrução Sustentável (2010)

A Lei Complementar N° 1.045, capítulo II seção IV, parágrafo 2° já determina, “ A permeabilidade exigida para o lote poderá ser suprida por dispositivo de infiltração e captação das águas pluviais no terreno, sujeito à aprovação prévia, por meio de Alvará de Instalação” (MARINGÁ, 2016). No entanto, propõe-se que os microreservatórios, sejam usados em conjunto com área permeável exigida nos lotes, e não como substituição da mesma.

4 CONCLUSÃO

O acelerado processo de urbanização pela qual a cidade de Maringá vem passando nas últimas décadas, aliado à falta de planejamento urbano eficiente é responsável pelo aumento na incidência de alagamentos ao longo do município. O presente trabalho buscou conhecer quais os principais pontos de alagamento no município de Maringá, contudo, é importante ressaltar que existem muitos outros pontos na cidade que não constam nos registros oficiais da prefeitura.

A partir dos pontos coletados, foi possível fazer um mapeamento que determinou os locais que mais sofreram com o problema nos últimos anos, ficando evidente que a população que reside no fundo de vale e na área central do município são as mais afetadas. Medidas

compensatórias para melhorar a infiltração e compensar a impermeabilização do solo, podem colaborar de maneiras eficientes para os problemas de drenagem.

Além das medidas citadas, as quais favorecem a infiltração do escoamento superficial no solo, é viável recomendar o uso de outras medidas de baixo impacto, como as cisternas, telhados verdes e pisos permeáveis, pois apresentam facilidade de instalação e não dependem de limitações locais. Faz-se necessário incentivar de forma ativa, por meio de medidas afirmativas, políticas públicas e educação ambiental.

Espera-se com este estudo contribuir para a diminuição dos problemas de alagamentos, indicando técnicas alternativas para seu controle. Nesse sentido serão de grande valia pesquisas complementares que garantam a infiltração do escoamento e o controle da impermeabilização.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. 2°. ed. Porto Alegre: ABHS, v. 1, 2017. 318 p.

BRASIL. LEI Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007.. **diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico.**, Brasília, 5 Jan 2007. 22.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasília: [s.n.], 2007. 176 p.

CASA AZUL CAIXA. **Selo Casa Azul: Boas Práticas para Habitação mais Sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras, 2010. 204 p.

COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL. **Anuário da Defesa Civil do Paraná: Ações desenvolvidas em 2017**. Curitiba PR: FUNESPAR, 2018.

CORRÊA, E. odiario.com. **digital.odiario.com**, 2018. Disponível em: <<https://maringa.odiario.com/maringa/2016/01/chuva-interdita-contorno-norte-e-deixa-ruas-alagadas-em-maringa/2060931/>>. Acesso em: 31 outubro 2018.

DEFESA Civil do Paraná. **www.defesacivil.pr.gov.br/**, 2018. Disponível em: <http://www4.pr.gov.br/sdc/publico/relatorios/ocorrencias_geral.jsp>. Acesso em: 13 out. 2018.

EQUIPE DA DEFESA CIVIL DE SÃO BERNARDO DO CAMPO. Defesa Civil de São Bernardo do Campo - SP, 2018. Disponível em: <<http://dcsbcsp.blogspot.com/2011/06/enchente-inundacao-ou-alagamento.html>>. Acesso em: 31 Agosto 2018.

FONTES, A. R. M. Diagnóstico e Prognóstico da Ocupação e da Impermeabilização Urbanas. **RBRH- revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 8, Jun 2003.

FRANGOSO, C. odiario.com. **digital.odiario.com**, 2016. Disponível em: <<https://maringa.odiario.com/maringa/2016/08/chuva-derruba-arvores-e-deixa-ruas-alagadas-em-maringa/2221889/>>. Acesso em: 30 outubro 2018.

GARCIA, C. et al. Influência da configuração topográfica na ocorrência de alagamentos no município de Maringá, Paraná. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria RS, v. 19, p. 10-18, 2015.

GOOGLE Earth. **www.google.com/earth/**, 2018. Disponível em: <<https://earth.google.com/web/@-23.4166051,-51.92779941,567.70464758a,11994.32534185d,35y,359.97197162h,0t,0r>>. Acesso em: 12 outubro 2018.

[HTTP://CHRISTIANBARNARDBLOG.BLOGSPOT.COM](http://christianbarnardblog.blogspot.com). **christian barnar**, 2008. Disponível em: <<http://christianbarnardblog.blogspot.com/2010/07/green-streets-victoria-bc.html>>. Acesso em: 20 novembro 2018.

[HTTPS://WWW.RICECREEK.ORG/](https://www.ricecreek.org/). **Rice Creek Watershed District**, 2018. Disponível em: <<https://www.ricecreek.org/index.asp?SEC=A630EEFF-5862-4993-8D7B-4B95870921B4&DE=4FCEE6DE-FE3C-4213-9BA6-B46CBCFF2971>>. Acesso em: 22 Novembro 2018.

IBGE. **IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 15 Setembro 2018.

MARINGÁ. Lei Complementar N° 888/2011. **Substitui a Lei Complementar nº 331/99, que dispõe sobre o Uso e Ocupação do Solo no Município de Maringá e dá outras providências.**, Maringá, 26 Jul 2011. 40.

MARINGÁ. Lei Complementar N° 1.045. **Código de Edificações e Posturas Básicas para projeto, implantação e licenciamento de edificações no Município de Maringá e dá outras providências**, Maringá PR, 23 Mar 2016. 80.

MARINGÁ Post. www.maringa.post.com.br, 2018. Disponível em: <<https://maringapost.com.br/cidade/2018/10/13/temporal-que-atingiu-maringa-provoca-alagamentos-pontuais-e-derruba-dezenas-de-arvores-defesa-civil-mobiliza-equipe-e-comeca-atender-prioridades/>>. Acesso em: 31 outubro 2018.

MARINGÁ Turística. **Prefeitura do Município de Maringá**, 2018. Disponível em: <<http://www2.maringa.pr.gov.br/turismo/?cod=nossa-cidade/2>>. Acesso em: 20 setembro 2018.

MASSA News. www.massanews.com, 2018. Disponível em: <<https://massanews.com/noticias/plantao/chuvas-causam-alagamentos-em-diversos-pontos-de-maringa-8D8WJ.html>>. Acesso em: 30 outubro 2018.

MELO, T. D. A. D. et al. Ambiente Construído. **Jardim de chuva:sistema de biorretenção para o manejo das águas pluviais urbanas.**, Porto Alegre, 14, out/dez 2014. 147-164.

MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P.; REZENDE, O. M. **Drenagem Urbana: Do Projeto Tradicional a Sustentabilidade**. 1°. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2016.

NUNES, D. M. et al. Revista Internacional de Ciências. **Aplicação de técnicas compensatórias no controle dos escoamentos superficiais: estudo de caso em loteamento residencial em Jacarepaguá, Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 07, janeiro-junho 2017. 3-21. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/ojs/index.php/ric>>.

SCHUELER, T. R. **Controlling Urban Runoff: A Practical Manual for Planning and Designing Urban BMPs**. Washington: Washington Council of Governments, 1987.

TUCCI, C. E. M. Aguas Urbanas. Estudos Avançados. **USP**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-1, 1 Jan 2008. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10295/11943>>. Acesso em: 25 Julho 2018.

TUCCI, C. E. M. Gestão da Drenagem Urbana. **Texto para discussões CEPAL - IPEA**, Brasília, 2012. 50. Disponível em: <<http://www.cepal.org/brasil>>. Acesso em: 29 Julho 2018.

TUCCI, C. E. M. E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Brasília: Ministério das Cidades, 2005. 270 p.

TUCCI, C. E. M. et al. **Hidrologia - Ciência e Aplicação**. 4°. ed. Rio Grande do Sul: Editora da UFRGS/ABRH, 2007a. 943 p.

TUCCI, E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbana: Saneamento para Todos**. Brasília: Ministério das Cidades, v. 4°, 2006. 194 p.