

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTO PERMEÁVEL COMO INSTRUMENTO DE DRENAGEM URBANA NAS VIAS MAIS ALAGADAS DO MUNICÍPIO DE NOVA XAVANTINA-MT

Emanuela Mendes Aguiar Santos¹

Milena de Macedo Ferreira Morais²

Cynthia Rodrigues Silveira³

Jean Cláudio Lopes Bueno⁴

Alessandra Conceição de Oliveira⁵

Resumo: Técnicas atuais de gerenciamento da drenagem urbana preconizam que a drenagem da água de precipitação seja realizada com o uso de dispositivos de controle que agem na fonte do escoamento superficial. Tais dispositivos têm o objetivo de recuperar a capacidade natural de armazenamento do solo, reduzida devido aos impactos da urbanização. Com o desvio do escoamento das áreas impermeáveis para esses dispositivos, o solo recupera as condições de escoamento anteriores à urbanização. O presente estudo apresenta um substituto potencial para a tecnologia tradicionalmente adotada no Município de Nova Xavantina, MT, afim de solucionar os problemas com o escoamento superficial de algumas vias sem qualquer tipo de drenagem urbana. O pavimento com revestimento de asfalto poroso é uma das soluções mais eficazes contra alagamentos quando bem dimensionados e executados a devida manutenção, sendo uma alternativa sustentável, apesar de pouco utilizado.

Palavras-chave: Pavimento. Drenagem. Sustentabilidade.

Introdução

Drenagem se caracteriza pelo escoamento superficial das águas, realizado a partir da utilização de equipamentos hidráulicos instalados em rodovias, zona rural ou zona urbana. Quando a drenagem é instalada em zona urbana, passa a ser chamada de drenagem urbana pública, integrando então o conjunto de melhoramento público de uma área urbana, que será o enfoque da abordagem neste trabalho (DIAS e ANTUNES, 2010).

Em épocas de cheia, as cidades enfrentam dificuldade em escoar toda a água da chuva

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso; Graduada em Engenharia Civil; emanuela-aguiar@outlook.com

² Universidade do Estado de Mato Grosso; Graduada em Engenharia Civil; milenaferreira2013.mf@gmail.com

³ Universidade do Estado de Mato Grosso; Graduada em Engenharia Civil; cynthiarodrigues@hotmail

⁴ Universidade do Estado de Mato Grosso; Engenheiro Civil; jc.bueno97@gmail.com

⁵ Doutora em Agronomia, Irrigação e Drenagem; Professora do curso do Agronomia da Universidade do Estado de Mato Grosso; alessandraoliveira@unemat.br

de forma natural, recorrendo aos sistemas públicos de drenagem para promover agilidade ao processo de escoamento, e quando seu sistema de drenagem é falho, tanto em projeto, quanto a manutenção, as vias ficam suscetíveis à ocorrência de alagamentos, que muitas vezes podem acarretar além de prejuízos financeiros e à saúde, perdas de vidas animais, vegetais e humanas (BRAGA, 2016).

O sistema de drenagem público previne a ocorrência de alagamentos, atuando no escoamento rápido e eficaz das águas durante chuvas intensas. Sendo assim, enchentes e inundações demonstram a ineficácia da drenagem pluvial ou ainda sua inexistência (ANDRADE E SANTOS, 2010).

Um sistema de drenagem (microdrenagem) convencional é composto por sarjetas, bocas de lobo, galerias e canais, enquanto para o sistema sustentável, os mais utilizados são os reservatórios, áreas de infiltração, jardins de chuva, telhados verdes, pavimentos permeáveis, tanques de detenção e retenção. Ambos os sistemas podem ser utilizados em conjuntos, tanto com a conciliação do método convencional com o sustentável, como a utilização de mais de um método de cada sistema. Quando bem projetados e com manutenção adequada podem eliminar os problemas com inundações e alagamentos (CECCATTO e FERRAZ, 2019).

Os pavimentos permeáveis, ao contrário dos sistemas de microdrenagem, evitam o escoamento superficial, infiltrando em sua estrutura quase 100% da água da chuva, podendo então ser absorvida pelo solo ou transportada através de auxiliares de drenagem. A percolação da água é feita de forma rápida, sendo suficiente para a percolação de quase toda água da chuva, evitando a formação de poças e resultando em um baixo coeficiente de escoamento superficial. Estes pavimentos são dimensionados levando em consideração a média pluviométrica do local de implantação, a permeabilidade e suporte do solo e ainda o nível do lençol freático (MARCHIONI e SILVA, 2019).

Pavimento permeável é definido por Ferguson (2005), como a estrutura que possui espaços entre seu corpo por onde a água pode percolar. Segundo a associação brasileira de cimento portland, existem cinco tipos básicos de pavimentos, que são o concreto moldado in loco, peças pré-moldadas de concreto, pavimento intertravado com aberturas para passagem de água, pavimento intertravado com juntas alargadas e pavimento intertravado com peças de concreto poroso.

O pavimento permeável é uma das soluções mais eficazes contra alagamentos quando bem dimensionados e executados a devida manutenção, sendo uma alternativa sustentável de baixo custo, apesar de pouco utilizado. Este sistema substitui os sistemas de microdrenagem tradicionais, compensando os custos e resultados.

Justificativa

O crescimento desenfreado das cidades provoca a excessiva impermeabilização do solo em áreas urbanas, o que tem contribuído cada vez mais para ocorrência de inundações urbanas, que hoje corresponde a 50% das catástrofes no mundo. O impacto da urbanização pode ser evitado pelo poder público através do Plano Diretor de Drenagem Urbana, que atua na regulamentação e planejamento dos sistemas públicos de drenagem. No entanto, quando este plano não é aplicado, ou quando a drenagem falha, o poder público tem a responsabilidade de buscar soluções, tanto a implantação de um projeto de drenagem como a restauração e melhoramento do sistema existente, garantindo a segurança da população (ACIOLI, 2005).

Em Nova Xavantina, os problemas das enchentes tem sido recorrente com apenas alguns minutos de chuva, sendo encontrados relatos jornalísticos desde o ano de 2003 conforme mostra figura 1, até março deste ano demonstrado na figura 2, afetando diversas ruas da cidade e em alguns pontos críticos entrando até mesmo nas casas da população, como se pode observar na figura 3.

Figura 1: Alagamento no centro de Nova Xavantina em 2003



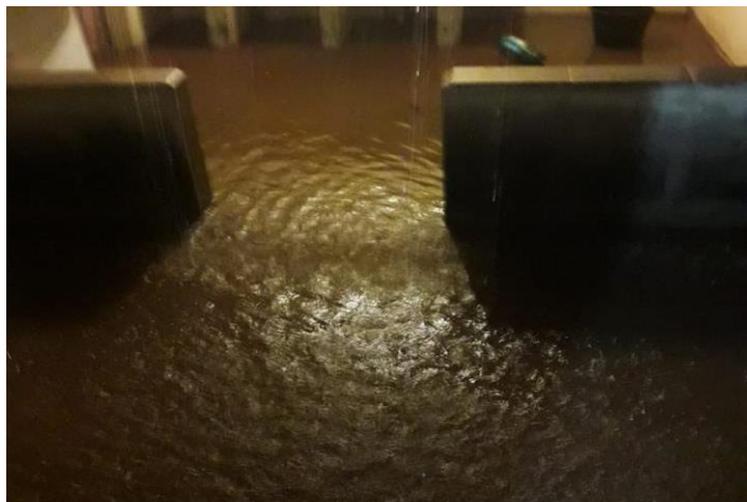
Fonte: Diniz (2015)

Figura 2: Alagação Av. Belém no início de 2019



Fonte: Rodrigues (2019)

Figura 3: Casa de morador da Rua Bahia em alagamento de 2018



Fonte: Rodrigues (2018)

Existem soluções que trabalham de forma a devolver ao solo obstruído pela impermeabilização a capacidade original de reter o escoamento das chuvas, dentre eles, o que mais se destaca no mercado atual é o Pavimento Permeável.

O pavimento permeável é um dispositivo de infiltração que desvia o escoamento superficial, através dos espaços vazios de uma superfície permeável para dentro de um reservatório de pedra, por onde infiltra através do solo, podendo evaporar ou encontrar o lençol freático (URBONAS e STAHRÉ, 1993).

Desta forma, busca-se analisar no sentido econômico e qualitativo a implantação do pavimento permeável para as ruas que mais sofrem com alagamentos em Nova Xavantina.

Objetivos

Gerais

Analisar as vias mais prejudicadas com alagamentos em Nova Xavantina, buscando identificar a causa do problema, e indicar o pavimento permeável como potencial solução, descrevendo-o e explicitando suas vantagens sobre o método tradicional.

Específicos

- Realizar uma revisão bibliográfica a respeito de drenagem pluvial, e pavimento permeável;
- Realizar uma pesquisa de campo sobre as principais vias que sofrem alagações em Nova Xavantina;
- Propor o pavimento permeável como solução para tais vias;
- Fazer comparativo de custos com o sistema de drenagem convencional;
- Analisar a viabilidade de implantação através dos custos de implantação.

Metodologia

Para a elaboração do presente trabalho foram utilizadas de pesquisas científicas no âmbito acadêmico, do tipo aplicado, por ter objetivo específico e coleta de dados in loco, com uma abordagem exploratória buscando evidenciar a deficiência na drenagem pública na cidade de Nova Xavantina – MT por meio de procedimentos do tipo estudo de caso, apresentando por meio de revisão bibliográfica características qualitativas do pavimento permeável, destacando os benefícios de sua aplicação e características quantitativas por meio de orçamento.

Referencial teórico

O município de Nova Xavantina

Nova Xavantina é um município do estado de Mato Grosso localizado a cerca de 665 km da capital Cuiabá. De acordo com o IBGE (2010) possui aproximadamente 19.700 habitantes.

Segundo Ferreira (2017) a Cidade foi idealizada como “a nova capital” com início na

Expedição Roncador Xingu, comandada pelo Coronel Flaviano de Mattos Vanique, a cidadela começou a se expandir as margens do Rio das Mortes, mas apenas em 1975, por ordem do Governo Federal, com o intuito de povoar a região e ampliar a agricultura no Estado e País, UNEMAT Nova Xavantina, 28 de Maio de 2019 visto que o solo da região é propício para o cultivo de soja, milho e afins, ocorreu um crescimento populacional significativo para o distrito. A cidade foi dividida em dois setores: Nova Brasília e Xavantina. Os municípios matogrossenses historicamente possuem saneamento precário, tornando-se a situação rotineira e alarmante. Em Nova Xavantina, parte da população já sente os impactos do crescimento sem planejamento, trazendo malefícios a saúde e degradação das condições de vida na cidade (NX1, 2017).

A Lei municipal n.º 1.677, DE 10 DE SETEMBRO DE 2012, no Art. 98 do capítulo III infere ao poder públicas as medidas cabíveis, no disposto:

As medidas referentes ao saneamento básico, essenciais à proteção do meio ambiente e à saúde pública, constituem obrigação do Poder Público, cabendo-lhe a elaboração da sua política municipal de saneamento e dos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos, esgotamento sanitário e drenagem no exercício da sua atividade cumprindo as determinações legais (Nova Xavantina, 2012).

Desde 2017 caminha a execução de sistema de drenagens por meio de manilhas, muitas vezes quebrando ruas já asfaltadas para sua implantação.

Drenagem urbana

A drenagem urbana se caracteriza por abranger um conjunto de medidas adotadas no intuito de minimizar inundações, assegurar um crescimento mais harmônico da população, além de diminuir os riscos de saúde aos qual a comunidade pode estar sujeita (VAZ, 2004).

“Um sistema de drenagem de águas pluviais é formado por estruturas e instalações de engenharia destinadas ao transporte, retenção, tratamento e disposição final das águas das chuvas” (GEOFOCO, 2014).

As inundações causadas por falta de manutenção adequada ou mesmo pelos grandes

volumes de chuvas acarretam prejuízos de perda materiais e principalmente humanas, interrompem a atividade econômica, facilitam a contaminação por doenças de veiculação hídrica como leptospirose e cólera, e a contaminação da água pela inundação de depósito de materiais tóxicos e estações de tratamento (VAZ, 2004).

Sistema de drenagem convencional

Os sistemas de drenagem urbana são classificados em duas categorias, são eles macrodrenagem, que é a coleta da água através de galerias e canais instalados nos pavimentos que captam um grande volume de água, e a microdrenagem que são as estruturas que coletam águas das chuvas em tubulações secundárias e bueiros de menor diâmetro (KNAPIK, 2015).

Segundo a empresa Geofoco (2014) o conceito dos elementos de micro e macro drenagem está descritos abaixo:

- Guia ou meio-fio: é a faixa longitudinal de separação do passeio com a rua;
- Sarjeta: é o canal situado entre a guia e a pista, destinada a coletar e conduzir as águas de escoamento superficial até os pontos de coleta;
- Bocas-de-lobo ou bueiros: são estruturas destinadas à captação das águas superficiais transportadas pelas sarjetas; em geral situam-se sob o passeio ou sob a sarjeta; Galerias: são condutos destinados ao transporte das águas captadas nas bocas coletoras até os pontos de lançamento. Possuem diâmetro mínimo de 400 milímetros;
- Poços de visita: são câmaras situadas em pontos previamente determinados, destinados a permitir a inspeção e limpeza dos condutos subterrâneos;
- Trecho de galeria: é a parte da galeria situada entre dois poços de visita consecutivos;
- Bacias de amortecimento: são grandes reservatórios construídos para o armazenamento temporário das chuvas, que liberam esta água acumulada de forma gradual.

Pavimento permeável

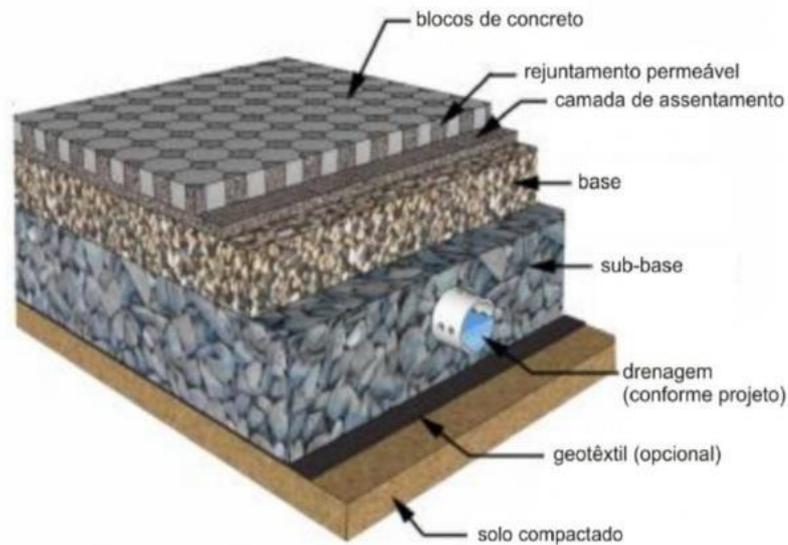
O sistema de drenagem convencional trabalha afastando o escoamento pluvial de maneira rápida, o que provoca além do aumento do volume escoado e vazões de pico, reduções no tempo de escoamento, fazendo que os hidrogramas de cheias sejam mais críticas, aumentando a frequência e gravidade das inundações.

Ciria (1996) cita como principais impactos decorrentes da urbanização o aumento do volume de escoamento superficial e da intensidade e frequência de inundações e conseqüentemente da poluição, a diminuição da umidade do solo, reduzindo o nível do lençol freático, além da redução do escoamento de base dos rios, do armazenamento potencial e da capacidade de transporte dos vales dos rios. UNEMAT Nova Xavantina, 28 de Maio de 2019.

O sistema de drenagem urbana pode ser modernizando através de técnicas alternativas de drenagem, aplicando controle na fonte da geração de escoamento superficial, que segundo Suderhsa (2002) pode ser dividido em dois grupos seguindo princípios básicos, onde o primeiro se refere à infiltração da água no solo para reduzir o escoamento superficial e o segundo diz respeito ao armazenamento provisório da água da chuva, normalmente executado quando o primeiro não for possível.

Virgilis (2009) conceitua o pavimento permeável como a cobertura da superfície destinada a suportar tráfego leve, que possui porosidade e permeabilidade elevada, destinado a influenciar positivamente o ciclo hidrológico, principalmente na fase de escoamento superficial, fazendo com que este infiltre sobre a superfície para o interior do seu reservatório de pedras, onde ficara armazenado para posterior infiltração no solo, conforme a figura 4 ou deposição no sistema de drenagem convencional, conforme a figura 5.

Figura 4: Pavimentação com blocos de concreto permeável com drenagem da água infiltrada por tubulação



Fonte: Rhinopisos (2015) *apud* Bianchet (2015)

Figura 5: Pavimentação de concreto permeável com cimento Portland com drenagem da água infiltrada por tubulação



Fonte: Mazzonetto (2011) *apud* Bianch et al (2015)

Azzout et al. (1994) descreve as vantagens na aplicação do sistema, das quais as principais são:

- A manutenção das condições de pré-urbanização do local quanto ao escoamento superficial;
- Custos em toda vida úteis mais baixos ou equivalentes as soluções tradicionais, oferecendo maior proteção contra enchentes que as mesmas;

- Possibilidade de adequação estética ao ambiente;
- Redução do volume de água que entraria na rede de drenagem, evitando enchentes;
- Redução dos impactos hidrológicos da urbanização;
- Construção simples e rápida;
- Trata água da chuva reduzindo os poluentes;
- Diminui a necessidade de meios-fios e canais de drenagem;
- Integra-se completamente a obra, dispensando espaço exclusivo para o dispositivo. No entanto, segundo EPA (1999), apesar de muito vantajoso, o pavimento permeável também apresenta desvantagens, como:
- Pouca perícia dos engenheiros;
- O pavimento pode se obstruir caso instalado ou mantido de forma imprópria;
- Risco alto de falha construtiva ou devido a colmatagem;
- Risco de contaminação do aquífero dependendo das condições do solo e da suscetibilidade do aquífero.

Asfaltos porosos

O asfalto poroso foi desenvolvido pela escola politécnica da USP em São Paulo, e absorve rapidamente o fluxo de água demandado, funciona como uma areia de praia permitindo que a água absorvida chegue com maior velocidade ao lençol freático, seu diferencial em relação aos demais pavimentos permeáveis existentes no mercado é sua base de pedra também conhecido como reservatório de brita de 35 cm que proporciona essa rapidez de escoamento (ATHANASIO, 2010).

Ainda segundo Athanasio (2010), a diferença entre o asfalto poroso e o concreto poroso está na superfície, pois um é feito com concreto e outro com asfalto comum, porém o asfalto poroso possui um índice de vazios maior por ser executado com agregados com tamanho maior facilitando a absorção. Em relação aos custos, quando produzido em grande quantidade UNEMAT Nova Xavantina, 28 de Maio de 2019 se torna totalmente acessível, mesmo possuindo um aumento de 20% se produzido em pouca quantidade em relação ao asfalto convencional.

Análise de custo

Um levantamento de custo completo acerca de um empreendimento deve contemplar os custos de material, mão-de-obra, operação e manutenção.

Como o método sugerido não foi executado, os dados apresentados são estimativos de custo com base nos valores apresentados pelo sistema SINAPI, podendo tais dimensionamentos ter seus custos unitários corrigidos conforme o momento de execução e utilizados em qualquer data. Se tratando de uma estimativa, não serão levados em conta custos com manutenção, visto que os mesmos estão ligados ao tempo de vida útil do revestimento utilizado.

Para a determinação dos custos dos diferentes métodos de drenagem superficial da zona urbana, foram utilizados os dados fornecidos pelos manuais de custo rodoviário do DNIT e dois estudos de caso, sendo estes dos autores Kostulski, Klamt e Budny (2017) e Cooper (2013). A seguir verificam-se quadros simplificados (Tabela 1 e 2) com os valores de custo unitários e totais, para a implantação dos dois tipos de pavimentos, sendo asfalto poroso e asfalto com sistema de drenagem convencional, respectivamente. Buscando um resultado simplificado, adotou-se um trecho de 20 metros de comprimento por 7 metros de largura para estudo, possibilitando a quantificação do custo por metro quadrado (R\$/m²).

Tabela 1: Resumo dos custos de implantação do pavimento permeável com revestimento em asfalto poroso.

Materiais:	Unid.	Quant.	Preço Unit. (R\$)	Preço Total (R\$)
Brita graduada, diâm. 1,5cm	m ³	42,1	25,00	1.052,50
Filtro geotêxtil	m ²	147	5,00	735,00
Asfalto PMF, granulometria aberta	m ³	10,5	205,00	2.152,50
Sub-total:				3.940,00
Mão-de-obra:				
Escavação	m ³	52,6	6,00	315,60

Assentamento geotêxtil	m ²	147	4,00	588,00
Assentamento de base em brita graduada	m ³	42,1	65,57	2.760,45
Assentamento de asfalto	m ³	10,5	410,00	4.305,00
Transporte de material bota-fora	m ³	52,6	7,00	368,20
Sub-total:				8.337,30
Total geral:				12.277,3
Custo/m²				87,69

Tabela 2: Autor, 2019

Tabela 2: resumo dos custos de implantação de um pavimento com asfalto comum

Materiais:	Unid.	Quant.	Preço Unit. (R\$)	Preço Total (R\$)
Asfalto usinado a quente	m ³	8,7	250,00	2.175,00
Tubos e conexões para drenagem				1.500,00
Sub-total:				3.675,00
Mão-de-obra:				
Escavação	m ³	13,2	6,00	79,20
Preparação do solo	m ²	15,8	35,00	553,00
Assentamento de asfalto usinado a quente	m ³	7,3	410,00	2.993,00
Transporte de material bota-fora	m ³	13,2	7,00	92,40
Instalação de rede de drenagem				2.000,00
Sub-total:				5.717,60
Total geral:				9.392,60
Custo/m²				67,09

Fonte: Autor, 2019

Alguns valores expressos na Tabela 2 foram obtidos com base unicamente nos estudos de caso utilizados como material de apoio devido essas informações não terem sido encontradas na tabela SINAPI, como o custo dos Tubos e conexões para drenagem e a Instalação de rede de drenagem. Dessa forma o resultado final pode haver considerável alteração mediante a diferença geográfica e a data dos estudos utilizados.

Comparando-se as Tabelas 1 e 2, observa-se que um pavimento permeável com asfalto poroso possui um custo aproximado de 23,5% superior aquele do pavimento convencional. Essa

diferença se dá devido ao maior peso no custo unitário total do reservatório de britas, no caso do pavimento com asfalto poroso.

Entretanto, é importante ressaltar que no presente estudo não foram levados em consideração nos cálculos os custos ambientais do aumento do escoamento superficial, assim como do aumento do risco de inundação que a obra acarreta, sendo estes os pontos altos do pavimento com revestimento de asfalto poroso.

Resultados

Como citado anteriormente, muitas cidades brasileiras sofrem com problemas de inundação, assim como Nova Xavantina – MT. Portanto, através deste estudo pode se concluir que uma UNEMAT Nova Xavantina, 28 de Maio de 2019 alternativa viável para amenizar esse transtorno é a aplicação de pavimento permeável nas ruas que mais demandam de escoamento superficial.

Dentre as ruas escolhidas para a aplicação do sistema está a Avenida Rio Grande do Sul em sua extensão comercial, Avenida Olinda e Avenida Belém, vale ressaltar que essas ruas foram escolhidas pelo fato de possuírem histórico de alagamento e reincidência ao decorrer dos anos, e ao mesmo tempo estão localizadas em uma mesma região, facilitando a implantação uma vez que o sistema demanda de um maior valor para implantação comparado ao sistema convencional.

O sistema escolhido para implantação é o asfalto poroso, uma vez que suporta o tráfego exigido nos locais de demanda e apresenta eficiência de escoamento superficial desejado.

Para a aplicação deste asfalto poroso nas ruas previamente definidas foi realizado um orçamento comparativo com o sistema convencional de drenagem urbana, a microdrenagem, com o intuito de avaliar os custos de implantação e reafirmar as vantagens do sistema.

Embora o pavimento asfáltico comum integrado ao sistema convencional apresente um custo por metro quadrado significativamente mais baixo que o pavimento asfáltico poroso, o revestimento permeável apresenta diversas vantagens que se quantificadas financeiramente o classifica mais viável para este caso em estudo. Ciria (1996), ressalta que a infiltração reduz o

volume total de água que entraria na rede de drenagem, diminuindo o risco de inundação nos sistemas a jusante; pode ser usada também para aumentar a recarga do aquífero quando a qualidade do escoamento superficial não comprometer a qualidade da água subterrânea; assim como a simplicidade e rapidez de execução, o pavimento poroso em toda sua vida útil pode compor custos menores que em outros sistemas de drenagem.

Conclusão

Como foi visto no presente trabalho, as ruas com pavimento asfáltico comum, geram grandes transtornos para os moradores das ruas que são alagadas sempre que há presença chuvas na cidade de Nova Xavantina.

Diante do exposto pode se concluir que é a opção mais viável é a implantação do pavimento permeável para combater futuros alagamentos nas ruas, e evitado assim o descontentamento dos moradores, além de economizar no sistema de bocas de lobo, pois o pavimento permeável conseguirá sozinho desempenhar as funções de maneira satisfatória, além de possuir o custo de implantação mais acessível para o município.

Abstract: Current techniques of urban drainage management recommend that the drainage of the capture water be carried out with the use of control devices that act in the source of runoff. These devices aim to recover the soil's natural storage capacity, reduced due to the impacts of urbanization. With the deviation of space from impermeable areas for these devices, or individual recovery as previous drainage conditions of urbanization. The present study presents a oitential substitute for the technology traditionally adopted in the municipality of Nova Xavantina, MT, to solve problems with the runoff of some roads without any type of urban drainage. The floor with porous asphalt lining is one of the most difficult solutions against flooding when properly dimensioned and executed with proper maintenance, being a sustainable alternative, although little used.

Keywords: Pavement. Drainage. Sustainability.

Referências

ACIOLI, Laura Albuquerque. **Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte**. Dissertação (Mestrado em engenharia) - Universidade federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5843/000521171.pdf>. Acesso em: 28 maio 2019.

ATHANASIO, Ana. **Asfalto poroso absorve água e reduz riscos de enchentes**. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.usp.br/agen/?p=19876>. Acesso em: 2 jun. 2019.

AZZOUT, Y.; BARRAUD, S.; CRES, F.N.;ALFAKIH, E.;Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial, Paris: Technique et Documentation 1994 – Lavoisier , 372

NOVA XAVANTINA - MT (Município). Lei nº 1.677, de 10 de setembro de 2012. Dispõe sobre Política Municipal de Meio Ambiente, o Sistema Municipal do Meio Ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial do Município de Nova Xavantina – MT**, 11 de set. 2012.

CIRIA, 1996. **Infiltration drainage – Manual of good practice**. CIRIA – Construction Industry Research and Information Association – Report 156.

COOPER, Alisson Meira. **Estudo de viabilidade técnica da implantação de pavimentos permeáveis do tipo infiltração total para redução do escoamento superficial, na cidade de Alegrete/RS**. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2013.

FERREIRA, José Carlos Vicente. **História de Nova Xavantina**. Publicado em 15 de janeiro de 2017. Disponível em:< <http://portalmatogrosso.com.br/municipios/nova-xavantina/historia-de-nova-xavantina/505>>. Acesso em: 28 de maio de 2019.

GEOFOCO. **SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL**. [S. l.], 2014. Disponível em: <http://geofoco.com.br/sistema-de-drenagem-pluvial/>. Acesso em: 2 jun. 2019.

KNAPICK, Heloise. **Drenagem Urbana**. [S. l.], 2015. Disponível em: https://docs.ufpr.br/~heloise.dhs/TH419/Aula_Drenagem%20Urbana.pdf. Acesso em: 2 jun. 2019.

KOSTULSKI, Annie Marques; KLAMT, Rodrigo A.; BUDNY, Jaelson. **Análise comparativa de custo entre pavimentos de concreto de cimento Portland, blocos intertravados e concreto asfáltico**. Ijuí, RS, 2017.

SUDERHSA. 2002. **Manual de drenagem urbana – Região metropolitana de Curitiba/PR**. SUDERHSA – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. 40p. **UNEMAT Nova Xavantina, 04 de Junho de 2019**.

URBONAS, B.; STAHERE, P. 1993. **Stormwater Best Management Practices and Detention**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 450p. VAZ, Valéria Borges. **Drenagem Urbana**, [S. l.], p. 1-1, maio 2004. Disponível em: https://social.stoa.usp.br/articles/0048/3006/Drenagem_Urbana.pdf. Acesso em: 2 jun. 2019.

VIRGILIIS, A.L.C. **Procedimentos de projeto e execução de pavimentos permeáveis visando retenção e amortecimento de picos de cheias**. Dissertação de Mestrado (2009). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.