

IV-200 - ANÁLISE DO USO DE PAVIMENTO INTERTRAVADO PERMEÁVEL COMO DISPOSITIVO DE RETENÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL: ESTUDO DE CASO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO-SP

Cleber E. Fernandes Leal⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-CM). Mestrando no Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Douglas Barreto⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Mestre em Building Services Engineering pela Heriot-Watt University - Escócia. Doutorado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (FAU/USP). Pós-doutor pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Lisboa – Portugal. Professor adjunto do Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos (PPGECiv/UFSCar).

José da C. Marques Neto⁽³⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Especialista em Educação Ambiental pela Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Professor adjunto do Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos (PPGECiv/UFSCar).

Endereço⁽¹⁾: Rua das Camélias, 91, apto. 43 – Cidade Jardim – São Carlos - SP - CEP: 13566-538 - Brasil – Tel.: (16) 98133-0614 - e-mail: cleber.efl@hotmail.com

Endereço⁽²⁾: Rua Passeio das Palmeiras, 821, apto. 14 – Parque Faber Castel – São Carlos - SP - CEP: 13561-353 - Brasil – Tel.: (16) 98816-9257 - e-mail: dbarreto@ufscar.br

Endereço⁽³⁾: Rua Episcopal, 2300 – Centro – São Carlos - SP - CEP: 13560-049 - Brasil – Tel.: (16) 3412-6751 - e-mail: joseneto@ufscar.br

RESUMO

Diante do aumento significativo de ocorrências de enchentes e inundações, bem como alterações no ciclo hidrológico causadas pela alta taxa de impermeabilização urbana muitas cidades têm encontrado no uso de pavimentos drenantes uma oportunidade para a diminuição dessa impermeabilização e consistindo o seu uso em uma alternativa para estes problemas.

O pavimento intertravado permeável apresenta-se como uma alternativa que permite atender às solicitações mecânicas quanto ao controle das águas superficiais, no que diz respeito à capacidade de absorção e infiltração de água no solo.

Este trabalho teve por objetivo apresentar um estudo da viabilidade técnica da implantação de pavimentos intertravados permeáveis no Município de São José do Rio Preto-SP, o qual tem uma legislação específica, e levando-se em consideração a hidrologia da região. Os resultados foram obtidos sob a forma de um estudo de caso, em dois terrenos, em regiões críticas da cidade. Além da legislação, foram levantados os conceitos aplicáveis por meio de uma pesquisa bibliográfica, sobre o dimensionamento hidráulico/hidrológico do pavimento intertravado permeável não-infiltrante.

Ao final, concluiu-se que a adoção dos pavimentos permeáveis no controle do escoamento superficial se constitui como uma opção válida para a cidade do estudo de caso e capaz de atender às exigências propostas pela legislação local.

PALAVRAS-CHAVE: Águas Pluviais, Escoamento superficial, Pavimentos permeáveis, Retenção de água no lote.

INTRODUÇÃO

Diante da facilidade em sua instalação e manutenção, bem como das inúmeras aplicações possíveis, o uso de pavimentos intertravados tem sido amplamente verificado nos últimos anos. Desde a década de 1980, marcada pela disponibilidade de equipamentos de grande produtividade e elevado grau de precisão dimensional, a indústria de pavimentos intertravados vem crescendo em grandes proporções em todo o mundo, inclusive no

Brasil. Dessa maneira, um material que antes era utilizado apenas em áreas que demandavam efeitos arquitetônicos ou paisagísticos, tornou-se algo único e extremamente versátil na harmonização de qualquer tipo de pavimento [1].

Ainda sobre pavimentos, outra estratégia tem sido largamente utilizada na prevenção de efeitos deletérios relacionados ao excesso de impermeabilização em áreas urbanas: os pavimentos permeáveis. Diante do aumento significativo na ocorrência de enchentes e inundações, bem como alterações no ciclo hidrológico causadas pela alta taxa de impermeabilização, muitas cidades têm encontrado no uso de pavimentos drenantes uma alternativa de grande eficácia.

Nesse sentido, o pavimento intertravado permeável surge como uma associação entre os dois sistemas, a qual permite atender com eficiência tanto às solicitações mecânicas quanto à tomada de ações voltadas ao manejo e controle das águas superficiais.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho consiste em avaliar a viabilidade técnica da implantação de pavimentos intertravados permeáveis no Município de São José do Rio Preto-SP, levando-se em consideração a hidrologia da região e as diretrizes voltadas à instalação de dispositivos de retenção/detecção de águas pluviais contidas na Lei Municipal nº 10.290/2008 [2].

O PROCESSO DE URBANIZAÇÃO E A IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO

A expansão desenfreada dos centros urbanos, impulsionada por aspectos econômicos e pelo crescimento da população consiste em um fator determinante para o esgotamento das áreas permeáveis. Em uma área com cobertura florestal por exemplo, 95% da água da chuva se infiltra no solo, enquanto que nas áreas urbanas este percentual chega a cair para apenas 5% [3]. A Figura 1 ilustra melhor tal situação.

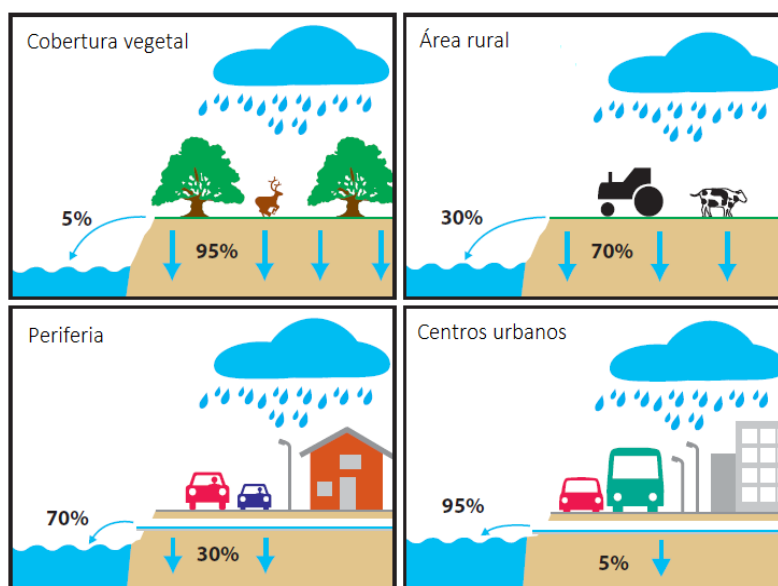


Figura 1: A influência da urbanização na drenagem natural.

Fonte: Interpave (2010).

Como consequência o ciclo-hidrológico sofre interferências. Impedidas de retornarem aos lençóis freáticos as águas escoam pelas ruas e passeios públicos, sendo direcionadas em grande volume e com grande rapidez aos sistemas de drenagem. Estes por sua vez, se veem sobrecarregados e acabam não comportando o volume que recebem, extravasando e refletindo na ocorrência de inundações, enchentes e disseminação de poluentes nos centros urbanos, bem como para os rios e lagos adjacentes.

Virgiliis (2009) [5] afirma que a associação entre a crescente produção de lixo nas cidades e a ocorrência de enchentes refletem em uma degradação acentuada da qualidade das águas, além da transmissão de vetores patogênicos. Dessa forma, o manejo consciente e responsável das águas pluviais possui suma importância na preservação das fontes de águas profundas bem como na saúde e no bem-estar da população.

De acordo com Araújo et al. [6], a maioria das ações públicas ainda estão restritas somente à instalação de redes de drenagem. Medidas estruturais, que simplesmente transferem as inundações de um ponto ao outro situado à jusante da bacia, e em muitas situações não levam em consideração os reais benefícios da obra. Ações como estas atuam na minimização dos efeitos do aumento da vazão e não sobre suas causas que em sua maioria consistem no aumento das superfícies impermeáveis, redução da rugosidade, aumento da densidade de drenagem e mudanças na geometria dos cursos d'água naturais.

Nesse sentido, uma alternativa que tem se mostrado eficiente para o combate de tais impactos é o emprego de pavimentos permeáveis. Sobretudo em situações onde as taxas de impermeabilização do solo são estabelecidas por lei ou quando se deseja aumentar áreas cobertas ou áreas de estacionamento sem que áreas passíveis de infiltração sejam esgotadas.

Segundo Marchioni & Silva [3], estes sistemas são capazes de reduzirem o escoamento superficial em até 100%, dependendo da intensidade da chuva. Também possibilitam o retardo da chegada da água ao subleito reduzindo a erosão. Sua camada de base granular funciona como um filtro para a água da chuva, reduzindo a sua contaminação. Possuem entre suas inúmeras possibilidades de aplicações a pavimentação de pátios residenciais, comerciais, industriais, estacionamentos, calçadas e vias de tráfego leve.

NOVAS MEDIDAS

Em função das interferências causadas pelo aumento das áreas impermeabilizadas nos centros urbanos e das consequências muitas vezes catastróficas verificadas, as administrações públicas de inúmeras cidades têm adotado novas posturas. Programas municipais de combate às enchentes estão sendo criados, assim como leis que instituem a tomada ações voltadas à eliminação dos impactos presenciados sobretudo durante a ocorrência de chuvas intensas. Entre os municípios que já possuem diretrizes para o manejo de águas superficiais regulamentadas, podem ser citados:

- São Paulo – SP, com a Lei n. 13 276, de 5 de janeiro de 2002, que “Torna obrigatória a execução de reservatório para águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m²” [7];
- Rio de Janeiro – RJ, com o Decreto n. 23. 940, de 30 de janeiro de 2004, que “Torna obrigatório, nos casos previstos, a adoção de reservatórios que permitam o retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem” [8];;
- São José do Rio Preto-SP, com a Lei n. 10.290 de 24 de dezembro de 2008, que “Cria no município o Programa Permanente de Gestão das Águas Superficiais (PGAS) da Bacia Hidrográfica do Rio Preto, e dá outras providências” [2];
- Osasco-SP, com a Lei n. 4.382 de 10 de dezembro de 2009, a qual “Dispõe sobre a obrigatoriedade de execução de reservatório para água coletada por coberturas e áreas pavimentadas nos lotes, edificados ou não, com área superior a 500 m²” [9];
- Santos – SP, com o Decreto n. 6.044, de 10 de janeiro de 2012, que “Disciplina os requisitos para implantação dos sistemas de retenção de águas pluviais, e dá outras providências” [10].

O PAVIMENTO INTERTRAVADO

Trata-se de um pavimento flexível cuja estrutura é composta por uma camada de base (ou base e sub-base), seguida por camada de revestimento constituída por peças de concreto justapostas em uma camada de assentamento e cujas juntas entre as peças são preenchidas por material de rejuntamento e o intertravamento do sistema é proporcionado pela contenção [11].

Além da versatilidade do material, facilidade de estocagem e homogeneidade, Godinho [1] ressalta, entre os principais benefícios dos pavimentos intertravados: a possibilidade de utilização imediata após a execução, reparação e acesso às instalações de serviços subterrâneas facilitados, fácil execução (não requer mão-de-obra altamente especializada e nem equipamentos complexos, além de permitirem a incorporação de sinalização horizontal, apresentando simultaneamente capacidade estrutural e valor paisagístico.

PAVIMENTOS PERMEÁVEIS

Segundo a ABNT/NBR 16416:2015 [12], pavimento permeável pode ser definido como aquele que atende simultaneamente às solicitações de esforços mecânicos e condições de rolamento e cuja estrutura permite a percolação e/ou acúmulo temporário de água, diminuindo o escoamento superficial, sem causar dano à sua estrutura.

De acordo com Eisenberg et al. [13], os pavimentos permeáveis apresentam as seguintes características:

- Diminuem o escoamento superficial amortecendo também os picos de cheia;
- Reduzem a contribuição de cargas poluentes decorrentes de enxurradas;
- Promovem a infiltração de parte do volume precipitado;
- Aumentam a recarga das águas subterrâneas;
- Aumentam a quantidade de água disponível favorecendo a manutenção das vegetações próximas;
- Promovem a filtragem da água infiltrada;
- Reduzem o transporte de sedimentos aos corpos hídricos;
- Permitem uma redução nas dimensões das galerias diminuindo também os custos com infraestrutura urbana;
- Evitam o acúmulo de água na superfície das vias públicas minimizando o risco de acidentes de trânsito.

Conforme Interpave [4], os pavimentos permeáveis podem ser classificados segundo 3 grupos distintos, a saber:

- Sistema de infiltração total:** Nesse sistema, o pavimento é construído de maneira a permitir que a água penetre por suas juntas, percolando seus vazios, até se infiltrar no subleito do pavimento (solo compactado). Durante o percurso da água no interior do pavimento, esta é inicialmente retida, preenchendo temporariamente os espaços entre os agregados da camada de sub-base permeável para posteriormente adentrar ao solo. Vale ressaltar que esse sistema só é permitido em lugares onde a resistência mecânica dos solos adjacentes não seja minorada pela presença de água, quando o lençol freático se encontra suficientemente distante do subleito do pavimento (pelo menos 1 m para permitir a filtragem de poluentes) e quando não existe risco de contaminação das águas.
- Sistema de infiltração parcial:** Semelhante ao sistema de infiltração total, nesta configuração apenas parte da água que permeia o pavimento se infiltra no solo. Enquanto isso o excesso de água é drenado por meio de tubos perfurados para fora do pavimento, podendo ser direcionado ao sistema público de drenagem ou para outros dispositivos de coleta e até reaproveitamento/reuso de água. Este sistema é conveniente em situações onde a taxa de infiltração do solo natural é baixa e não permite absorver todo o volume de água coletado, evitando assim que o solo perca sua estabilidade.
- Sistema acumulador ou sem infiltração no solo:** Esse sistema se difere dos demais pelo fato de funcionar tal como um tanque de armazenamento, uma vez que toda água coletada é armazenada no interior do pavimento e logo em seguida drenada para fora do sistema. O que permite a retenção de toda a água é a inserção de uma manta flexível e impermeável imediatamente acima do subleito. A ausência de infiltração se faz necessária em situações onde o solo natural possui baixíssima taxa de permeabilidade ($< 0,36\text{mm/h}$), baixa resistência ou ainda quando é executado muito próximo às zonas de extração de água potável, a fim de evitar a contaminação por poluentes.

A Figura 2 elucida melhor os tipos de pavimentos permeáveis existentes.

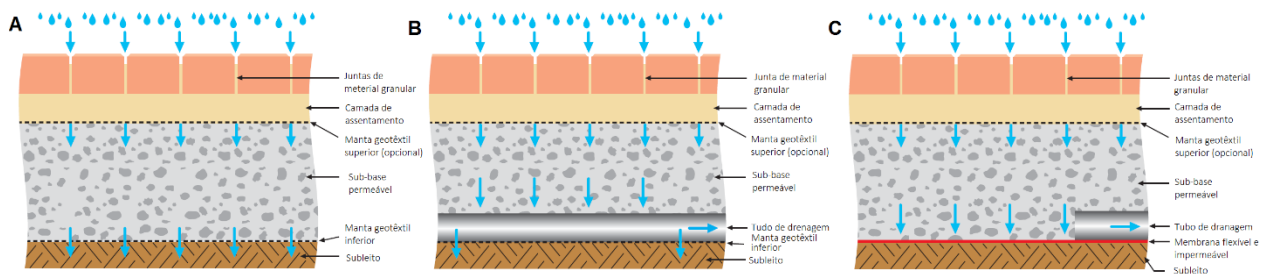


Figura 2: Tipos de pavimentos permeáveis: A Infiltração total, B parcial e C sem infiltração.

Fonte: Adaptado de Interpave (2010).

MÉTODO

Foi realizado um estudo sobre o dimensionamento, buscando quais os dados de entrada e saída e o procedimento de cálculo para o uso do pavimento intertravado permeável como dispositivo acumulador de água pluvial no lote.

Na sequência foi realizado um estudo de caso abordando a cidade de São José do Rio Preto-SP. O dimensionamento hidráulico foi realizado para dois lotes, e a viabilidade técnica da implantação do pavimento intertravado permeável será realizada por meio da comparação com a utilização de reservatórios convencionais em concreto armado com base em diretrizes fornecidas pela legislação municipal voltada ao manejo de águas superficiais.

ESTUDO DE CASO

A viabilidade de aplicação do pavimento intertravado permeável será realizada na cidade de São José do Rio Preto-SP.

Em 24 de Dezembro foi instituída no município a Lei Nº 10.290 criando o Programa Permanente de Gestão das Águas Superficiais (PGAS) da Bacia Hidrográfica do Rio Preto. O artigo 5º desta mesma Lei, estabelece que toda edificação a ser aprovada pelo Poder Público Municipal, cuja superfície impermeável resulte em área superior a 100 (cem) metros quadrados, deverá contemplar em seu projeto a construção de dispositivos de retenção/detenção das águas pluviais que retardem o escoamento destas para a rede pública de drenagem, com previsão de vazão máxima específica igual a 13 (treze) litros por hora por metro quadrado (l/h.m²).

A lei estabelece também a obrigatoriedade de dispositivos de retenção/detenção para reformas onde a soma entre às áreas impermeáveis preexistentes e as novas áreas acrescidas forem igual ou superior à 150 metros quadrados, sendo o dispositivo calculado em relação à área total impermeabilizada.

No que se refere ao cálculo da capacidade dos reservatórios, o mesmo Artigo 5º, fornece as seguintes diretrizes:

- A vazão máxima de saída corresponde ao resultado da multiplicação entre a vazão máxima específica pela área total do terreno no qual se insere a edificação;
- Os dispositivos de retenção/detenção podem ser abertos ou fechados, com ou sem revestimento, dependendo da altura do lençol freático no local, e sua capacidade deve ser obtida segundo às seguintes equações:

Para porcentagem de impermeabilização da área total do terreno menor ou igual à 40% ($A_i \leq 40\%$).

$$V = (102,55 + 6,335 \times (A_i - 10)) \times A_t \quad (1)$$

Para porcentagem de impermeabilização da área acima de 40% ($A_i > 40\%$).

$$V = (292,60 + 6,938 \times (A_i - 40)) \times A_t \quad (2)$$

Onde: V = volume do(s) dispositivo(s) de retenção/detecção das águas pluviais (em m^3); A_i = área impermeabilizada (em porcentagem sobre a área total do terreno); A_t = área total do terreno em hectares (ha).

- Toda água captada por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos deve ser conduzida aos dispositivos;
- Para reformas exige-se dispositivo de retenção/detecção das águas pluviais quando a área impermeabilizada acrescida e adicionada a existente, for maior ou igual a 150 (cento e cinquenta) metros quadrados, sendo o dispositivo calculado em relação a área impermeabilizada total.

A seguir o gráfico contido na Figura 3 simula para um terreno de 400 m^2 , qual a relação entre a taxa de impermeabilização e o volume mínimo exigido pela Lei N° 10.290.

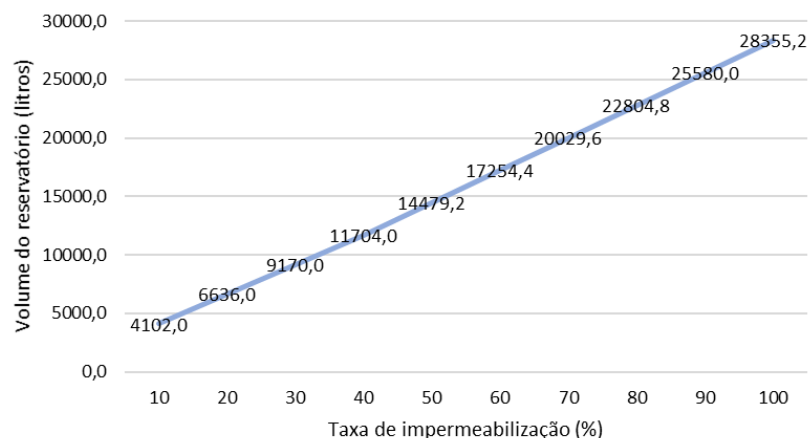


Figura 3: Simulação para terreno com 400 m^2 .

Fonte: Próprio autor.

Foram escolhidos dois terrenos, sendo o primeiro situado na Vila Bom Jesus, próximo à Avenida Alberto Andaló e o segundo no Bairro Jardim Alvorada, próximo à Avenida Bady Bassit que por sinal, são as principais vias afetadas por enchentes quando da ocorrência de chuvas intensas.

O primeiro terreno, que doravante será tratado por Terreno 1 contém uma edificação residencial e o segundo (Terreno 2), uma edificação comercial. A proximidades com as avenidas se justifica pela importância de ambas ao município. As duas acomodam grandes estabelecimentos comerciais e recebem diariamente um enorme volume de tráfego. A Figura 4 ilustra os dois terrenos escolhidos.



Figura 4: Terrenos escolhidos.

Fonte: Google Earth (2016).

Com o auxílio do *software* Google Earth e da ferramenta e Earth Point, para cada um destes terrenos foram calculados os parâmetros exigidos segundo as fórmulas fornecidas pela Lei municipal Nº 10.290. A Tabela 1 apresenta os dados obtidos e os volumes necessários para instalação de dispositivos de retenção/detenção nos dois terrenos.

Tabela 1 - Volume de dispositivos de retenção segundo Lei Nº 10.290.

EXIGÊNCIAS PARA OS DISPOSITIVOS DE RETENÇÃO/DETENÇÃO		
Terreno escolhido	1	2
Área total - At (m ²)	362	2611
Área total em hectares (ha)	0,0362	0,2611
Área impermeável (m ²)	251	1814
Taxa de impermeabilização (%)	69,34	69,48
Vazão máxima de saída (l/h)	4706	33943
Volume exigido (m ³)	17,960	129,793

Para efeito do presente estudo, adotou-se o Sistema C, no qual o dispositivo atua somente como acumulador, impedindo a infiltração de água no solo. No que se refere ao dimensionamento hidráulico/hidrológico do pavimento, este se deu da seguinte maneira:

Variáveis de entrada: Tempo de Retorno (TR), duração da chuva e volume de precipitação: Ambos os valores foram extraídos do Plano Municipal de Drenagem Urbana de Águas Pluviais, elaborado pela própria Prefeitura da cidade de São José do Rio Preto-SP. Este estabelece um TR de 10 anos, duração de chuva de 10 minutos e prevê uma intensidade de 128,46 mm/h como valores usuais para o dimensionamento de microdrenagem urbana.

Dimensionamento dos dispositivos de reservação:

- a) **Reservatório convencional:** são caixas de reservação executadas geralmente em concreto armado e cujas dimensões atendem à capacidade de armazenamento de água necessária.
- b) **Pavimento Intertravado Permeável acumulador:** Esta opção promove o armazenamento da água pluvial e consiste na instalação de pavimentos permeáveis acumuladores, mais especificamente, o pavimento intertravado, onde o armazenamento da água se dá pelo preenchimento dos vazios da camada de sub-base granular que compõe o pavimento.
 - **Obtenção da porosidade do material granular que preencherá a camada de reservatório:** Quanto às propriedades físicas do material granular, as quais correspondem aos dados de entrada das Equações 4 e 5, recomenda-se que estas sejam obtidos segundo a realização de ensaios. Como este trabalho não contará com a realização de ensaios, com base em outros trabalhos contidos na bibliografia, adotar-se-á o valor de porosidade de 0,35 ou 35%.

- **Obtenção da espessura da camada de reservatório:** De acordo com Virgilis [7], esta pode ser obtida segundo a Equação 3:

$$H = \frac{V_r}{n} \quad (3)$$

Onde: H = Profundidade do reservatório de material granular (mm); n = Porosidade do material; V_r = Altura precipitada, de acordo com a duração e o TR (Intensidade de Projeto em mm);

- **Volume da camada de reservatório necessário para atender à Lei Nº 10.290:** da Mecânica dos solos, sabe-se que a porosidade de um material granular é dada pela Equação 4:

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100 \quad (4)$$

Onde: n = Porosidade do material; V_v = Volume de vazios da camada reservatório (preenchido por água); V = Volume total da camada reservatório (V_v + volume do material granular);

- **Área de pavimento permeável necessária para obtenção do volume desejado:** Esta corresponderá ao resultado do quociente entre o volume total da camada de armazenamento e a espessura da mesma, tal como apresentado pela Equação 5:

$$A = \frac{V}{H} \quad (5)$$

Onde: A = Área total ocupada pelo pavimento intertravado permeável; V = Volume total (V_v + volume do material granular); H = Profundidade do reservatório de material granular (mm);

RESULTADOS

Os resultados obtidos no dimensionamento dos dispositivos de retenção pelo método convencional e por meio do uso de pavimento intertravado permeável são sintetizados pela Tabela 1.

Tabela 1– Dimensionamento dos dispositivos de retenção

TERRENO	DIMENSIONAMENTO DOS DISPOSITIVOS DE RETENÇÃO			
	Reservatório em concreto armado		Pavimento intertravado permeável acumulador	
	1	2	1	2
Capacidade do reservatório (m ³)	18,00	130,00	52,00	371,00
Área necessária de pavimento (m ²)	18,00	130,00	104,00	742,00
Área disponível (m ²)	111,00	797,00	111,00	797,00
Porcentagem da área disponível utilizada	16,22	16,31	93,69	93,10
Altura do reservatório (m)	1,00	1,00	0,50	0,50
Largura do reservatório (m)	3,00	6,50	8,00	20
Comprimento do reservatório (m)	6,00	20,00	13,00	37,1

*porosidade adotada para o material granular = 0,35

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, foi possível concluir que a adoção de pavimentos permeáveis como dispositivos de retenção de água pluvial na cidade de São José do Rio Preto se constitui como uma opção válida e capaz de atender às exigências propostas pela Lei Municipal nº10.290.

Do ponto de vista técnico, no que se refere à escolha do método adotado para promover a retenção de água pluvial, alguns fatores devem ser levados em consideração. O primeiro se refere ao fato de que embora a construção de reservatório em concreto armado ocupe uma área menor que a exigida pelo pavimento

permeável este requer um consumo considerável de concreto, além na necessidade de disposição de armaduras para resistir ao empuxo da água e possíveis esforços de tráfego.

Como uma segunda opção, o pavimento intertravado, que para os estudos de caso aqui abordados exauriu quase que toda a área não edificada remanescente, também permitiu a retenção de volume necessária e sem a necessidade de medidas estruturais complexas, uma vez que a própria sobreposição de camadas, por si só é capaz de resistir aos esforços solicitantes.

Nesse sentido, os resultados obtidos neste trabalho permitem inferir que o pavimento intertravado permeável pode se constituir como uma medida satisfatória, sobretudo no que é referente à facilidade de execução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. GODINHO, D. P. Pavimento intertravado: uma reflexão na ótica da durabilidade e sustentabilidade. 2009. 157 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Acessado em: 13/09/2016. Disponível em <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/MMMD-8PDDFFY/disserta__o_dalter.pdf?sequence=1>.
2. SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. Lei n. 10.290, de 24 de dezembro de 2008. Cria no município o Programa Permanente de Gestão das Águas Superficiais (PGAS) da Bacia Hidrográfica do Rio Preto, e dá outras providências. São José do Rio Preto, SP. Sistema de Leis Municipais, 06 mar. 2013. Disponível em: <<https://www.leismunicipais.com.br>>. Acesso em 20 novembro 2016.
3. MARCHIONI, Mariana & SILVA, Cláudio Oliveira. Pavimento Intertravado Permeável - Melhores Práticas. São Paulo, Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), 2010. 24p. Acessado em: 01/10/2016. Disponível em <<http://www.menegotti.net/novo/public/arquivos/esp/midia/midia-19.pdf>>.
4. INTERPAVE. Permeable pavements: Guide to design, construction and maintenance of concrete block permeable pavements. Publicação L534:L217. Ed. 5. Leicester, 2010.
5. VIRGILIIIS, A. L. Corrêa de. Procedimentos de projeto e execução de pavimentos permeáveis visando retenção e amortecimento de picos de cheias. 2009. 191 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Transportes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Acessado em: 14/11/2016. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-08092010-122549/pt-br.php>>.
6. ARAÚJO, P. R.; TUCCI, C. E. M.; GOLDENFUM, J. A. Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 5, n.3, p. 21-29, jul./set. 2000.
7. SÃO PAULO. Lei n. 13.276, de 5 de janeiro de 2002. Torna obrigatória a execução de reservatório para águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m². São Paulo, SP. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sp/s/sao-paulo/lei-ordinaria/2002/1327/13276/lei-ordinaria-n-13276-2002-torna-obrigatoria-a-execucao-de-reservatorio-para-as-aguas-coletadas-porcoberturas-e-pavimentos-nos-lotes-edificados-ou-nao-que-tenham-area-impermeabilizada-superior-a-500m>>. Acesso em 20 nov. 2016.
8. RIO DE JANEIRO. Decreto n. 23.940, de 30 de janeiro de 2004. Torna obrigatório, nos casos previstos, a adoção de reservatórios que permitam o retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem. Rio de Janeiro, RJ. Sistema de Leis Municipais, 30 jan. 2009. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/rj/r/rio-de-janeiro/decreto/2004/2394/23940/decreto-n-23940-2004-torna-obrigatorio-nos-casos-previstos-a-adocao-de-reservatorios-que-permitam-o-retardo-do-escoamento-das-aguas-pluviais-para-a-rede-de-drenagem?q=23940>>. Acesso em 19 nov. 2016.
9. OSASCO. Lei n. 4.382, de 10 de dezembro de 2009. Dispõe sobre a obrigatoriedade de execução de reservatório para água coletada por coberturas e áreas pavimentadas nos lotes, edificados ou não, com área superior a 500 m². Osasco, SP. Sistema de Leis Municipais, 14 dez. 2009. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sp/o/osasco/lei-ordinaria/2009/439/4382/lei-ordinaria-n-4382-2009-dispoe-sobre-a-obrigatoriedade-de-execucao-de-reservatorio-para-agua-coletada-por-coberturas-e-areas-pavimentadas-nos-lotes-edificados-ou-nao-com-area-superior-a-500-m2?q=4382>>. Acesso em 20 nov. 2016.
10. SANTOS. Decreto n. 6.044, de 10 de janeiro de 2012. Disciplina os requisitos para implantação dos sistemas de retenção de águas pluviais, e dá outras providências. Santos, SP. Disponível em:

<<http://www.santos.sp.gov.br/sites/default/files/conteudo/Decreto%20Reservat%C3%B3rios%20de%20Reten%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em 19 nov. 2016.

11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15953: Pavimento intertravado com peças de concreto — Execução. Rio de Janeiro, 2011. 13p.
12. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 16416: Pavimentos permeáveis de concreto - Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2015. 25p.
13. EISENBERG, B.; LINDOW, K. C.; SMITH, D. R., Permeable Pavements. ASCE, 2015.