

UTILIZAÇÃO DE PAVIMENTOS PERMEÁVEIS PARA REDUÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL PROVINIENTES DAS ÁGUAS PLUVIAIS

Rogério Barbosa de Souza Junior¹ Thalita de Abreu Baesse¹ Joãozito Cabral Amorim Junior²

RESUMO

Os pavimentos permeáveis são tipos de pavimentos que permitem a passagem de água através do seu material, reduzem o escoamento superficial e ao mesmo tempo retardam a chegada da água no subleito reduzindo a erosão no solo. Em conjunto com a drenagem, o sistema se torna ainda mais eficaz, permitindo assim o transporte dos caudais pluviais afluentes desde o dispositivo da entrada até um ponto de lançamento ou destino final. A aplicação desse sistema, reduz problemas de enchentes em cidades densamente urbanizadas. Este artigo teve como objetivo identificar os tipos de pavimentos permeáveis. Foi comprovado a sua eficácia através de ensaios e cálculos, mostrados no decorrer do artigo. Foi feito um levantamento da viabilidade financeira e foi comprovado que seu custo é maior do que o custo de um pavimento comum, porém o seu benefício é muito vantajoso.

Palavras Chaves: Pavimentos.; Permeáveis; Drenagem; Escoamento.

¹*Acadêmico de Engenharia Civil da Faculdade Capixaba da Serra - MULTIVIX*

²*Orientador do projeto de pesquisa. Docente da Faculdade Capixaba da Serra – MULTIVIX*

ABSTRACT

Permeable pavements are types of pavements that allow the passage of water through their material, reduce surface runoff and at the same time delay the arrival of water in the subgrade by reducing erosion in the soil. In conjunction with drainage, the system becomes even more effective, allowing the transport of the tributary rainwater flows from the input device to a point of launch or final destination. Applying this system reduces flooding problems in densely populated cities. This article aimed to identify the types of permeable pavements. Its efficacy has been proven through trials and calculations, shown throughout the article. A financial feasibility survey has been made and it has been proven that its cost is higher than the cost of a common floor, but its benefit is very advantageous.

KEY WORDS : Investments; Permeable; Drainage; Flow.

1. INTRODUÇÃO

As superfícies em áreas urbanas destinadas ao sistema viário ocupam cerca de 30% da área da bacia de drenagem. Devido a grande parte ser impermeável, faz com que haja alterações nas características do volume e qualidade do ciclo hidrológico, acarretando no aumento das enchentes, e a degradação das águas pluviais. (ABCP, 2013).

Dentre os meios que buscam solucionar e manter o solo em suas condições perfeitas, o pavimento permeável é um sistema sustentável e eficaz.

O pavimento permeável surgiu nos anos de 1945-1950 na França, é definido como aquele que permite a passagem da água da chuva e derretimento da neve (SUZUKI, 2014).

Os pavimentos permeáveis possuem espaços livres em sua estrutura por onde a água pode escoar, podendo infiltrar no solo ou ser transportada através de sistema auxiliar de drenagem (FERGUSON, 2005).

Em outras palavras, o mesmo denomina – se como uma estrutura porosa que é capaz de absorver grande parte da água que passa pelo mesmo, resultando na redução do escoamento superficial.

De acordo com Tucci (2013), o escoamento superficial é a parcela do ciclo hidrológico em que a água se desloca na superfície da bacia até encontrar uma calha definida.

O pavimento permeável em conjunto com sistema de drenagem, diminui o nível da circulação de água. Eles são constituídos por redes coletoras e órgãos acessórios que asseguram o transporte dos caudais pluviais afluentes desde os dispositivos de entrada até um ponto de lançamento ou destino final o que minimiza os problemas como enchentes devido à diminuição do acúmulo da água da chuva.

O escoamento é infiltrado para o subsolo, coletado por tubos de drenagem e conduzido até uma saída (ARAÚJO et. al., 2000).

Por sua vez, o sistema de drenagem em áreas urbanas torna – se peça fundamental para o real funcionamento e auxílio nesse tipo de obra, podendo ser reutilizada para fins ambientais.

Apesar do custo desse tipo de obra ser relativamente mais caro que as tradicionais, os retornos e resultados gerados são totalmente positivos quando se trata de sustentabilidade em obras.

Para implantação desse tipo de obra, deve - se levar em consideração a consciência social, tendo em vista que a quantidade de impurezas seja relativamente elevada nas vias do nosso país, os poros da pavimentação precisam estar desobstruídos para que a água não seja infiltrada com impurezas, para que o solo não seja contaminado.

Este artigo tem como objetivo identificar os tipos de pavimentos permeáveis, e demonstrar como ele pode ser um fator determinante para reduzir grandes problemas que afetam as regiões urbanas das cidades. Através de cálculos e experiências que serão realizados ao longo do trabalho, iremos comprovar a sua eficiência e comparar com os pavimentos comuns, levaremos em conta a viabilidade financeira e a viabilidade da obra em determinadas regiões.

2. METODOLOGIA

O artigo foi desenvolvido segundo metodologia assentada em estudos, que serviu como base para o desenvolvimento do trabalho.



Figura 1: Bairro PRL Serra, ES.
Fonte: Google Maps.

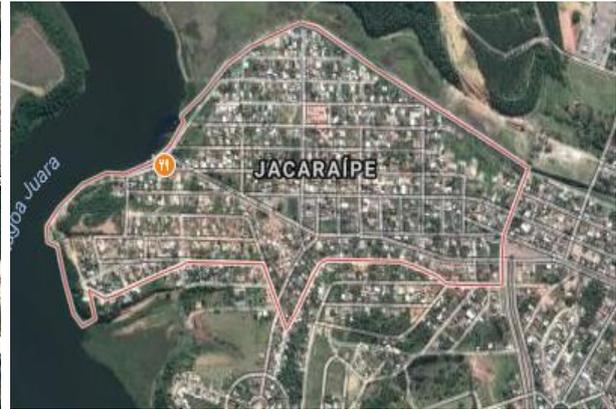


Figura 2: Jacaraípe, Serra, ES.
Fonte: Google Maps

A área de estudo foi na cidade de Serra – ES, nos bairros Parque Residencial Laranjeiras e Jacaraípe, onde foram feitos os ensaios.

2.1 Cálculo para obtenção da Equação de Chuvas Intensas

Foram calculadas através da Equação 1 a chuva intensa para a região que foram ensaiados os dispositivos no município da Serra. Para a determinação dos coeficientes, foi utilizado o software Plúvio 2.1.

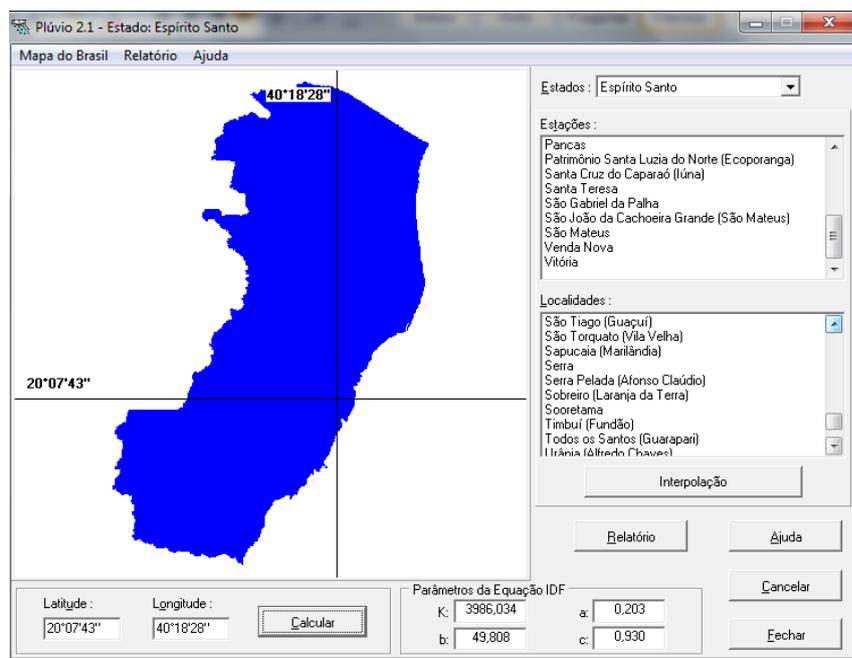


Figura 2: Software Plúvio 2.1 – Resultados dos parâmetros da Equação da Serra – ES.
Fonte: Software Plúvio 2.1

$$I_m = \frac{KT^a}{(t+b)^c} \quad (1)$$

em que: I_m - intensidade máxima média de precipitação, mm/h; T - período de retorno, anos; t - duração da precipitação, minutos; K , a , b , c – parâmetros para cada localidade de interesse.

2.2 Cálculo do Escoamento Superficial

Para o cálculo do escoamento superficial, foi utilizado o método racional, de acordo com equação 2.

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3,60} \quad (2)$$

em que: Q = vazão máxima de escoamento; C = coeficiente de runoff; I = intensidade média máxima de precipitação; A = área de contribuição da bacia, em ha.

2.3 Coeficiente de Escoamento

Foi aplicado a Lei de Darcy para a realização do cálculo da permeabilidade do pavimento permeável, segundo a Equação 3:

$$I = \frac{K \times M}{D^2 \times t} \quad (3)$$

Onde: I =Coeficiente de Infiltração (mm/h); M =Massa de água infiltrada (kg); D = Diâmetro interno do cilindro (mm); t = Intervalo de tempo entre adição da água e seu desaparecimento na superfície; K =Constante.

2.4 Análises de Custo

Foi feita análises dos custos dos pavimento permeáveis que será visto na Tabela 4, essa tabela que foi retirado de Custos Unitários para Obras e

Serviços de Engenharia pela empresa de Saneamento Compensa (2016) também da Revista Pini (2016). Foram incluídos os gastos de mão de obra e encargos sociais e também está embutido o custo do sistema de drenagem em cada pavimento. Foi levado em consideração a unidade em metro quadrado.

3. PAVIMENTO PERMEÁVEL

3.1 Definição

Pavimento permeável é um dispositivo de infiltração onde o escoamento superficial é desviado através de uma superfície permeável para dentro de um reservatório localizado sob a superfície do terreno (Urbonas e Stahre, 1993).

Os mesmos possuem espaços livres em sua estrutura onde a água escoar para dentro do solo ou é transportada através do sistema de drenagem, que é o que será tratado nesse artigo, esse sistema reduz o escoamento superficial na superfície e reduz a probabilidade de enchentes. Como efeitos complementares, tem-se a melhora da qualidade de água infiltrada por carrear menor quantidade de poluição difusa e a contribuição para a recarga (Ferguson, 2005).

3.2 Tipos de pavimentos permeáveis

3.2.1 Pavimento de Concreto Poroso

O concreto é o material de construção mais importante e mais utilizado na construção civil. É resultante da mistura de aglomerante, agregados miúdos e agregados graúdos com água (SILVA, 1991).

O concreto poroso, conhecido como concreto permeável ou porous concrete (POC), é um tipo especial de concreto destinado, principalmente para pavimentação bastante utilizado nos Estados Unidos e Europa, é composto por cimento Portland, materiais de graduação aberta, agregado graúdo, pouco ou nenhum fino, aditivos e água (FERGUSON, 2005).

O concreto poroso é tipo específico de concreto que é caracterizado pela ausência dos agregados finos e por produzir uma estrutura permeável. É considerado um tipo

de material de construção sustentável e é indicado para locais com tráfego medio moderado como calçadas e estacionamentos.

O concreto poroso também é utilizado em barreiras de som, para reduzir o barulho das rodovias por reflexão acústica (KIM e LEE, 2010) e como dispositivo de drenagem em muros de arrimo (OSPINA e ERAZO, 2007).

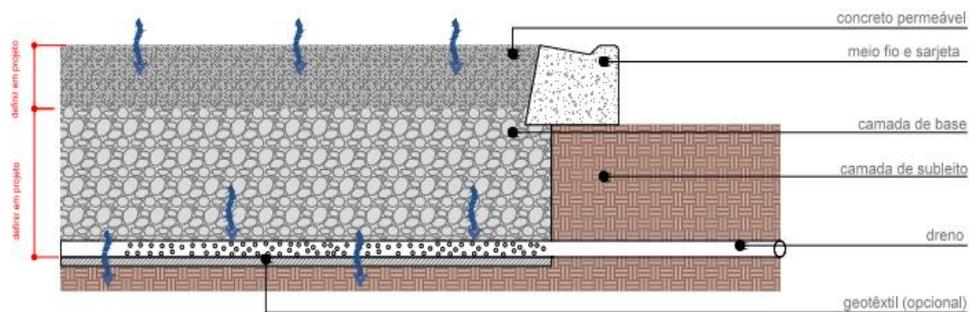


Figura 3: Projeto sistema de pavimento de concreto poroso.
Fonte: Infraestrutura Urbana, 2016.

3.2.2 Pavimento Intertravado permeável

O Pavimento intertravado permeável, são peças de concreto tradicionais que atende os requisitos da NBR 9781. A infiltração da água ocorre nas juntas, através dos espaços vazios entre as peças de concreto. A velocidade de infiltração depende da área total das juntas e do coeficiente de permeabilidade dos agregados utilizados no preenchimento das juntas, da camada de assentamento, da sub-base, da base e do próprio subleito.

Além do concreto é utilizado pode se utilizar como pavimento intertravado os paralelepípedos, a principal diferença entre eles é que o paralelepípedo não possui permeabilidade do material entre si pois é uma rocha, enquanto para os concretos é possível utilizar um material mais permeável na sua composição.

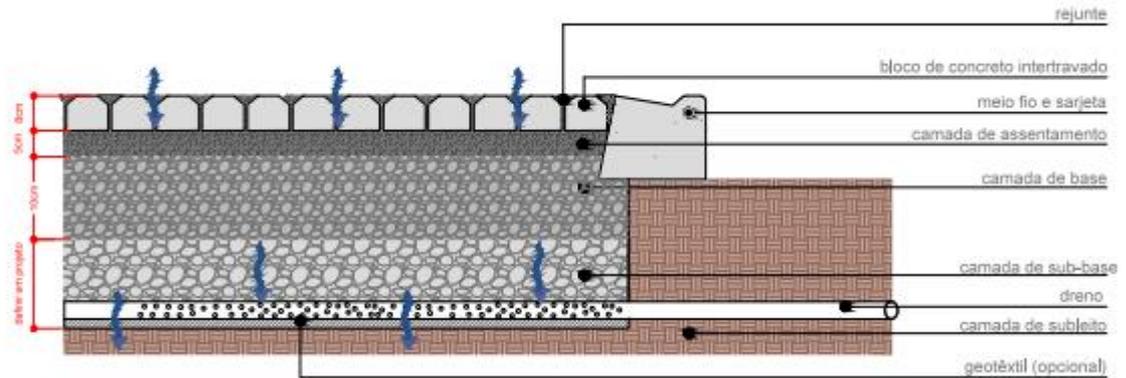


Figura 4: Projeto sistema de pavimento intertravado.
Fonte: Infraestrutura Urbana, 2016.,

3.2.3 Blocos de Concreto Vazados

Os blocos de concreto vazados são assentados sobre materiais granulosos e preenchidos com vegetação baixa como grama, sob a camada granulosa que pode ser utilizada a areia é colocado filtros geotêxteis para prevenir o carreamento da areia fina para as camadas inferiores. A característica do bloco vazado possui dimensões externas e cavidades responsáveis pela percolação das águas da chuva.

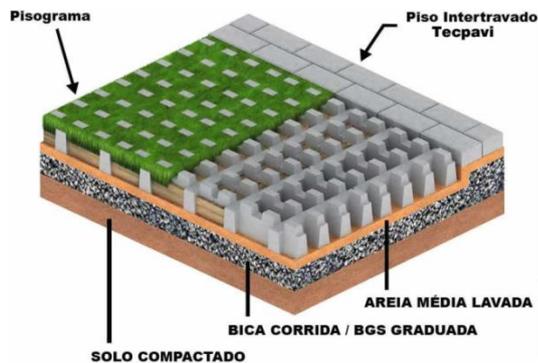


Figura 5 : Sistema de projeto do Bloco de Concreto Vazado.
Fonte: Infraestrutura Urbana, 2016.

3.2.4 Grama

Por ser quase totalmente permeável, as vegetações podem ser utilizadas como auxílio ao pavimento permeável independente do seu tipo. A mais comum e mais utilizada é a Grama, ela funciona como uma espécie de frenagem do escoamento superficial, reduzindo a velocidade do escoamento da água pelo pavimento.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Obtenção dos cálculo das chuvas intensas

Chuvas intensas, também denominadas chuvas extremas ou máximas, são aquelas que apresentam grande lâmina precipitada, durante pequeno intervalo de tempo (SILVA, 2003). A estimativa mais precisa possível de uma chuva intensa é extremamente importante para que um projeto seja viável tanto do ponto de vista técnico quanto econômico (MELLO, 2003). Para a utilização prática dos dados de chuvas intensas, foi necessário conhecer a relação entre a intensidade, a duração, a frequência e a distribuição das precipitações (PRUSKI , 2006). Segundo Pruski (2006) e Villela & Mattos, (1975), as precipitações intensas são caracterizadas através da equação de chuvas, que consiste em calcular o valor da intensidade máxima média de uma precipitação, sendo expressa em milímetros por hora (mm/h).

4.1 Software Plúvio

Plúvio é um software que foi criado para a criação do cálculo das chuvas intensas de uma localidade de interesse. A equação de chuvas intensas citada anteriormente, requer um trabalho exaustivo de análise, interpretação e codificação, criou-se então esse aplicativo que tem como objetivo simplificar esse cálculo. O mesmo é capaz de obter parâmetros para a equações de chuvas intensas para qualquer localidade dos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia e Tocantis, para os demais estados permite a obtenção dos dados apenas as localidades onde já existem as equações.

Foi utilizado esse software para o alcance do cálculo de chuvas intensas, a figura abaixo mostra a interface do aplicativo, onde se podem obter os resultados através da latitude e longitude da localidade.

Através do aplicativo, foram obtidos os seguintes resultados da cidade Serra - ES onde foi feito os estudos dos pavimentos permeáveis:

Tabela 1: Parâmetros da Equação IDF, obtido através do software Plúvio

Coordenadas	
Localidade	Serra
Latitude	20*07'43"
Longitude	40*18'28"
Coefficientes para o cálculo da Obtenção de chuvas intensas	
K	3986,034
b	49,908
a	0,203
c	0,93

Fonte: Plúvio

O período de retorno, foi posto como 10 anos e a duração de precipitação como 30 minutos, utilizando os coeficientes da tabela acima, calcula-se a obtenção de chuvas intensas que na Cidade de Serra – ES foi de 108,1762 mm/h.

4.2 Obtenção dos cálculos do escoamento superficial

O escoamento superficial é representado pelo transporte da água na superfície da Terra. Quando a água da chuva atinge o solo, parte infiltra e quando a taxa de infiltração é excedida, tem início o escoamento superficial. (UFBA, 2009).

O Coeficiente de Escoamento Superficial “C” varia à medida que a bacia se torna urbanizada, sendo de grande importância na avaliação da capacidade de sistemas de drenagens (MORAES et. al., 2007).

A consecução do Coeficiente do cálculo da equação superficial foi através do quadro de Coeficiente de runoff, segue abaixo:

Quadro 1: Coeficientes de Runoff.

Revestimento	Coeficiente de Runoff (C)
Pavimento Asfáltico	0,95
Pavimento Concreto	0,95
Bloco de Concreto	0,78
Pavimento de Pedras	0,75
Solo Compactado	0,66
Pavimentos Intertravados	0,6
Concreto Permeável	0,005
Blocos de Concreto Vazados	0,03
Grama	0,01

Fonte: Tucci,RBRH janeiro/março do ano 2000.

Através dos coeficientes de Runoff e também com a intensidade da chuva foi possível calcular o escoamento superficial de cada pavimento permeável, abaixo segue os dados obtidos:

Tabela 2: Resultado do cálculo do escoamento superficial.

Tipos de pavimentos	Q (m ³ /s)
Grama	0,30
Blocos de Concretos Vazados	0,90
Concreto Poroso	0,90
Pavimentos Intertravados	18,02

Fonte: Própria.

Com os resultados obtidos os cálculos do escoamento superficial, foi construído um gráfico dos pavimentos permeáveis em relação ao escoamento superficial, é possível perceber que o pavimento permeável possui um escoamento muito menor em relação ao pavimento impermeável.

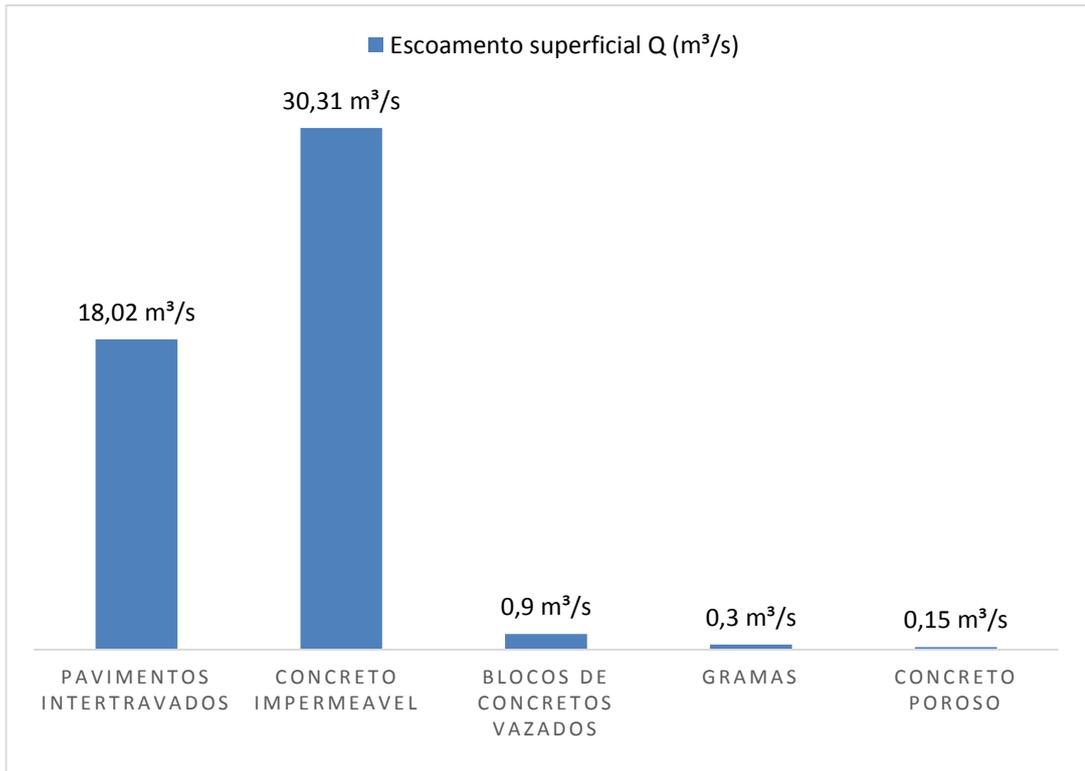


Gráfico 1: Escoamento Superficial dos pavimentos permeáveis.
Fonte: Autores (2017).

4.3 Obtenção dos cálculos da Permeabilidade

Para obtenção do coeficiente de permeabilidade foram feitos experimentos na cidade de Serra, nos bairros Parque Residencial Laranjeiras e Jacaraípe. Foi utilizado o método de ensaio descrito pela Norma Internacional ASTM C1701 – Standard Test Method for Infiltration Rate of in Place Pervious Concrete, recentemente incorporado à NBR 16416 – Pavimentos Permeáveis de Concreto (ABNT, 2015).

Para o ensaio, foi utilizado um cilindro com diâmetro de 30 cm, 2 litros de água e silicone para vedar o cilindro no pavimento. Cronometrou-se o tempo de infiltração de cada pavimento, através da fórmula da equação 3 foram calculados os coeficientes de permeabilidade.

Não foi possível fazer o ensaio do concreto permeável, pois o mesmo não encontra na cidade de Serra do Espírito Santo.



Figura 6: Ensaio do coeficiente de permeabilidade na Rua João Pessoa, Jacaraípe, Serra, ES.
Fonte: Autores (2017)



Figura 7: Ensaio do Coeficiente de Permeabilidade, praça encontro das águas, Jacaraípe, Serra, Es.
Fonte: Autores (2017).



Figura 8: Ensaio do coeficiente de permeabilidade na Rua João Pessoa, Jacaraípe, Serra, ES.
Fonte: Autores (2017).

Tabela 3: Resultado Coeficiente de Permeabilidade

Pavimento	Tempo de Ensaio (s)	Massa de água infiltrada (kg)	Coefficiente de Permeabilidade (mm/h)
Intertravado	4380	2	261,84
Vegetação	389	2	23,25
Bocos Vazados	133	2	765,85

Fonte: Autores (2017).

4 ANÁLISE DE CUSTO

Conforme a tabela, foi feito um levantamento de preço dos materiais e serviços para a implantação de um pavimento permeável. Foi considerado todos os encargos, mão de obras em cada preço referente aos materiais, pavimentos e serviços. O custo benefício destes pavimentos é mais elevado do que o pavimento comum, cerca de 20% a mais devido a preparação que os mesmos devem ter com relação ao filtro e reservatórios de pedras.

Tabela 4: Analise De Custo para Implantação dos pavimentos Permeáveis

Materiais	Unidade	Preço Uni.
Brita graduada (diâm. 1,5cm)	m ³	R\$ 0,01
Areia lavada grossa	m ³	R\$ 0,03
Filtro Geotêxtil	m ²	R\$ 25,98
Pavimentos	Unidade	Preço Uni.
Concreto Impermeável	m ²	R\$ 31,60
Blocos de Concreto Vazado	m ²	R\$ 21,00
Piso intertravado	m ²	R\$ 25,00
Concreto poroso	m ²	R\$ 18,00
Piso natural	m ²	R\$ 28,00
Serviços	Unidade	Preço Uni.
Escavação	m ³	R\$ 30,00
Assentamento geotextil	m ²	R\$ 8,02
Assentamento de base	m ³	R\$ 10,50
Transporte Bota-Fora	m ³	R\$ 32,00
Sistema de Drenagem - Fornecimento e colocação	m ³	R\$ 87,10

Fonte: Compensa (2016) ; Revista Pini (2016)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal benefício dos pavimentos permeáveis é evitar o rápido e indesejado acúmulo de volumes de água acima da superfície do piso. Por permitirem passagem de água, eles também proporcionam impacto ambiental positivo com prevenção de enchentes, redução de ilhas de calor e manutenção de aquíferos subterrâneos.

Com o sistema de drenagem, o sistema fica ainda mais eficaz, pois não permite que as águas pluviais contamine o solo, fazendo com que as águas tenham o destino correto.

O presente artigo teve como objetivo comprovar a sua eficiência, através de cálculos e ensaio. Verificou-se que os pavimentos permeáveis tem uma ótima infiltração, em média 95% da água é infiltrada no pavimento. O pavimento intertravado possui uma velocidade menor em relação aos outros pavimentos relatados nesse artigo. O bloco vazado e o concreto poroso são os pavimentos que são mais permeáveis e possui um escoamento superficial inferior em relação aos outros.

Estes tipos de pavimentos tem um custo maior do que o pavimento comum para implantação, porém devidos aos seus números benefícios é vantajoso a sua implantação.

6 REFERÊNCIAS

ABRH – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, “**Drenagem Urbana**”, Vol. 5 , Coleção ABRH, São Paulo – Autorização de reprodução desta fonte bibliográfica aposta em ofício da Secretária de Vias Públicas nº.0029/98/PROJ. De 23/09/1998 (1995).

ACIOLI, Laura Albuquerque. **Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte**. UFRJS, Rio Grande do Sul, 2005.

ALESSI, FERNANDO; KOKOT, PEDRO JÚNIOR; GOMES, JÚLIO. Comparação do escoamento superficial gerado por pavimentos permeáveis em blocos de concreto e asfalto poroso. Da Vinci. Curitiba, v. 3, n. 1, p. 139-156, 2006.

ARAÚJO, Paulo Roberto; TUCCI, Carlos M. E; GOLDENFUN, Joel A. **Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 5, 21 – 29, julho/Setembro, 2000.

AVELINO CECÍLIO, Roberto et al. Avaliação de interpoladores para os parâmetros das equações de chuvas intensas no Espírito Santo. Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 4, n. 3, 2009.

BAPTISTA, M.B; COELHO, M.M.L.P. **Fundamentos de Engenharia Hidráulica**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002. 435 p.

BAPTISTA, M.: NASCIMENTO, N.: BARRAUD, SYLVIE, **Técnicas Compensatória em Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, (2005), 266 p.

BISCO, Hugo. **UFPE**: Pavimento permeável ajuda na drenagem e evita alagamentos nas vias. Pernambuco, 2011. Disponível em: < https://www.ufpe.br/agencia/index.php?option=com_content&view=article&id=41778:pavimento-permeavel-ajuda-na-drenagem-e-evita-alagamentos-nas-vias&catid=267&Itemid=77>. Acesso em 08 de Abril de 2017.

CANHOLI, A.P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.302 p.

CARVALHO, Daniel Fonseca, SILVA Leonardo Duarte Batista, Hidrologia: Escoamento Superficial. UFRRJ. Rio de Janeiro, Agosto de 2016.

COLOMBELLI, Karina; MENDES, Rodrigo. DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DA EQUAÇÃO DE CHUVAS INTENSAS PARA O MUNICÍPIO DE VIDEIRA, SC. Unoesc & Ciência-ACET, v. 4, n. 2, p. 169-180, 2013.

COUTINHO, Artur Paiva. **Pavimento permeável como técnica compensatória na drenagem urbana da cidade do Recife**. Recife, 2011.

DE ARAÚJO, Paulo Roberto; TUCCI, Carlos EM; GOLDENFUM, Joel A. Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial. 2000.

FCTH – FUNDAÇÃO CENTRO TÉCNOLÓGICO DE HIDRÁULICA. Programa **Capacitação em Drenagem urbana e manejo Sustentável de Águas Pluviais** – Gestão de Drenagem Urbana e Inovações Tecnológicas em Micro Drenagem – Apostila de Curso, Volume II, 2006.

FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro, MARUYAMA, Cintia Miuma. **Pavimentos Permeáveis e Infraestruturas verdes**. ANAP, Cidades Verdes, v.04, n.09, 2016, pp. 73-86.

GENZ, F.; TUCCI, C.E.M., **Infiltração em Superfícies Urbanas**, RBE Caderno de Recursos hídricos, V. 13, n. 1. Junho, 1995. p77 – 128.

JABUR, Andrea Sartori et al. Determinação da capacidade de infiltração de pavimentos permeáveis.

MALYCZ, R., NUÑEZ, W. P., GEHLING, W. Y. Y., **Pavimentos Permeáveis: Uma Alternativa para o Controle do Escoamento Superficial de Águas pluviais em Vias Urbanas**. In: reunião de pavimentação Urbana, 12^a. Aracaju, 2003.

MARTINS, José Rodolfo Scarati. Artigo Acadêmico. **Gestão da drenagem urbana: só tecnologia será suficiente?**. São Paulo, 2012.

MARTINS, Ronaldo Miotto. Artigo Acadêmico. **Análise da Capacidade de Infiltração do pavimento intertravado de concreto**. Pato Branco, 2014.

MELLO, Eloy Lemos de et al. Modelo de suporte à avaliação do impacto do uso e manejo do solo no balanço hídrico e nas perdas de solo. 2009.

Prosab. RIGHETTO. Antonio Marozzi (Coordenador). **Manejo de águas pluviais urbanas**. ABES, Rio de Janeiro, 2009.

PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. **Escoamento superficial**. Viçosa: UFV, 2003. 88 p.

PRUSKI, Fernando Falco et al. Escoamento superficial. UFV, 2003.

SCARATI MARTINS, J. R. **Programa de Capacitação em Drenagem Urbana e manejo Sustentável de Águas Pluviais** – Gestão de Drenagem Urbana e Inovações Tecnológicas em Micro Drenagem – Apostila de Curso, Volume II. FCTH – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA, 2006.

SENNA, Rafael Salgado. **Estimação dos parâmetros da equação de chuvas intensas para o estado do Espírito Santo**. UFES, Alegre, 2009.

SERRA. Prefeitura Municipal da Serra. Plano diretor Urbano da Serra. Serra, 2017.

SILVA, Thales do Nascimento da et al. Uma arquitetura para descoberta de conhecimento a partir de bases textuais. 2012.

SILVEIRA, A.L.L. Hidrologia urbana no Brasil. In: BRAGA, B.; TUCCI, C.E.M.; TOZZI, C.(org.). **Drenagem urbana: Gerenciamento, simulação e Controle**. Coleção ABRH de Recursos Hídricos. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 1998. nº3, cap.1, p. 7-25.

SOUZA, V. C. **Estudo Experimental de Trincheiras de Infiltração no Controle da Geração do Escoamento Superficial**. Tese de Doutorado. 127 pp. Instituto de pesquisas Hidraulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SUZUKI, Carlos Yukio; AZEVEDO, Angela Martins; KABBACH, Felipe Issa Kabbach Júnior. **Drenagem subsuperficial de pavimentos. Conceitos e dimensionamento**. Oficina de Textos. São Paulo, 2014. 1º edição.

TOMAZ, Plínio; TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis. Oceania, v. 65, n. 4, p. 5, 2009.

TUCCI, C.E.M.: **Coeficiente de Escoamento e Vazão Máxima de Bacias Urbanas**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, RBRH, Vol. 5, Nº. 1, Pág. 61-68, Janeiro/Março, 2000.

TUCCI, C.E.M.; GENZ, F. **Controle do impacto da urbanização**. In: TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L.; BARROS, M.T. **Drenagem Urbana**. Coleção ABRH de Recursos Hídricos. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 1995. nº5, cap.7, p. 277-347.

TUCCI, Carlos E. M., **Hidrologia: Ciência e aplicação**. 4 ed. Rio Grande do Sul, 2013.

TUCCI, C.E.M. BERTONI, J. C. **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: ABRH, 2003. 150 p.

VILLANUEVA, A., TUCCI, C. E. M., Hidrologia Urbana no IPH: Pesquisa e aplicação. Seminário Internacional sobre Manejo del Agua pluvial Urbana, p 154 – 162, 1997.