

¹ **Comparação de custos de tubos de PVC em rede coletora de águas pluviais considerando diferentes pavimentos.**

Camilla Fernandes Ferro¹; Edinan do Nascimento dos Passos²; Elisnan Alves dos Santos³; Suéllen Karolyne Fernandes Ferro⁴ & Zacarias Caetano Vieira⁵.

RESUMO: O desenvolvimento da infraestrutura de forma inadequada, associados às técnicas convencionais de drenagem, em que o escoamento é transferido para os pontos de jusante da bacia, tem agravado a ocorrência de enchentes e inundações em zonas urbanas. Os pavimentos permeáveis estão sendo bastante utilizado para auxiliar para redução de problemas de enchentes que ocorrem bastante nas cidades. Diante do exposto esse artigo tem como objetivos dimensionar uma rede coletora horizontal de águas pluviais considerando diferentes tipos de pavimento, levantar o quantitativo de materiais e comparar os custos. Adotou-se uma rede coletora de água pluvial composta por condutores horizontais que recolherão através de caixas de inspeção com grelha as águas pluviais da superfície de um terreno fictício, localizado em Aracaju - SE com 798,0 m² de área, com declividade uniforme de 1%, e uso de PVC. Serão seis tipos de pavimentos: solo compactado; paralelepípedos; bloco de concreto; concreto, bloco vazado e pavimento permeável. Os resultados mostram que os custos com tubulações variaram de R\$ 1136,25 (concreto permeável) até R\$ 2804,12 (concreto). Conclui-se que a utilização de pavimentos permeáveis geram benefícios tanto ambientais como financeiro, pois a quantidade de água infiltrada no solo é maior, resultando a necessidade de diâmetros menores, e consequentemente, menor custo com tubulações.

Palavras-chave: drenagem pluvial, dimensionamento, tubulações.

INTRODUÇÃO

De acordo com Villanueva e Tucci (2001) o desenvolvimento da infraestrutura tem sido realizado de forma inadequada, o que tem provocado impactos significativos na qualidade de vida da população. A drenagem urbana tem sido um dos principais veículos de deterioração desse ambiente, devido às ações externas como a própria concepção de drenagem, a produção de resíduos sólidos e a disposição urbana (VILLANUEVA; TUCCI, 2001). À medida que a cidade se urbaniza e se impermeabiliza vários são os impactos que vão atuar no sentido de provocar ou agravar as enchentes urbanas (AGRA; GOLDENFUM, 2001). Esses mesmos autores citam que no caso da drenagem urbana é preciso repensar o que vem sendo feito, buscando soluções alternativas às atualmente apresentadas, uma vez que estas não têm se mostrado eficientes. Calil, Bernardi e Righes (2016) relatam que no Brasil ainda predominam as técnicas convencionais de drenagem, em que o escoamento é transferido para os pontos de jusante da bacia. Atualmente, tem-se tornado mais frequente a adoção de medidas que visam atenuar a geração das enchentes urbanas, dentre as quais merece destaque a utilização de pavimentos permeáveis. Diante do exposto esse artigo tem como objetivos dimensionar uma rede coletora horizontal de águas pluviais considerando diferentes tipos de pavimento, realizar o levantamento quantitativo de materiais e comparar os custos.

¹Graduanda do Curso de Graduação em Engenharia Civil, UNIT, Avenida Murilo Dantas 300, Farolândia, Aracaju, SE, CEP 49032-490, camillafferro@gmail.com; (Apresentador do trabalho);

²Graduando do Curso de Graduação em Engenharia Civil, Pio Décimo, Avenida Presidente Tancredo Neves 5655, Jabutiana, Aracaju, SE, CEP 49075-010, ednannascimento1@gmail.com

³Graduanda do Curso de Graduação em Engenharia Civil, Pio Décimo, Avenida Presidente Tancredo Neves 5655, Jabutiana, Aracaju, SE, CEP 49075-010, elisnan@hotmail.com

⁴Graduando do Curso de Graduação em Engenharia Civil, UNIT, Avenida Murilo Dantas 300, Farolândia, Aracaju, SE, CEP 49032-490, karolfsuellen13@gmail.com

⁵Professor, Coordenadoria de Edificações, Instituto Federal Sergipe, Av. Engenheiro Gentil Tavares da Mota, 1166, Bairro Getúlio Vargas, Aracaju - SE, CEP: 49.055-260, zacarias.vieira@ifs.edu.br;

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo Para realização deste trabalho será considerada uma rede coletora de água pluvial composta por condutores horizontais que recolherão através de caixas de inspeção com grelha as águas pluviais da superfície de um terreno fictício, localizado em Aracaju - SE com 798,0 m² de área, conforme Figura 1. Foi adotado uma declividade uniforme de 1%, bem como o uso de PVC.

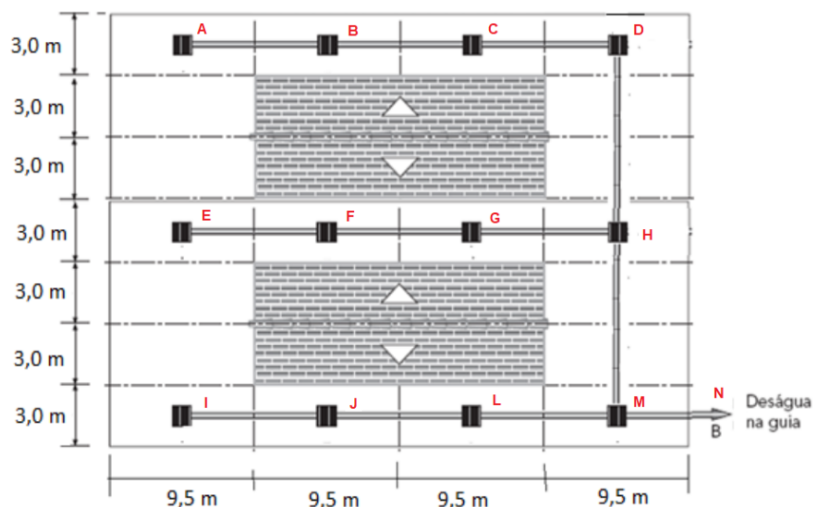


Figura 1. Rede coletora de águas pluviais.

Fonte: Adaptado de Carvalho Júnior (2014)

Tipos de pavimentos adotados.

Os seis tipos de pavimentos utilizados, os quais são descritos abaixo, e cujos coeficientes de escoamento são apresentados na Tabela 1:

a) *Bloco Intertravado*: composto por peças de concreto, assentadas sobre camada de areia e travadas entre si por contenção lateral. É de simples execução, tem uma alta resistência e durabilidade, não impermeabiliza o solo (PORTLAND, 2010).

b) *Piso de Concreto*: bastante utilizado devido a sua alta resistência e durabilidade, em áreas internas e externas, não tem um alto custo e pode se adequar a muitos espaços, e de fácil aplicação e manutenção, mas impermeabiliza o solo (FREITAS, 2012).

c) *Paralelepípedo*: Peça de concreto de fácil aplicação e alta resistência, utilizado para suportar cargas de grande porte, como em estacionamentos e ruas. Através das juntas, permitem a infiltração da água para o lençol freático (OLIVEIRA, MILIOLI, 2015).

d) *Bloco Vazado*: são blocos intertravados de concreto com aberturas que possibilitam seu preenchimento com solo, agregados ou vegetação (PINTO, 2011).

e) *Concreto Permeável ou Poroso*: permite que a água das chuvas passe através dele e seja armazenada nas camadas inferiores, até ser conduzida ao lençol freático por meio do subleito ou então levada ao sistema de drenagem da cidade. Sem perder espaço de pavimentação, tem-se uma área pronta para absorver precipitações, evitando enchentes e realimentando o aquífero subterrâneo (MAZZONETTO, 2011).

f) *Solo Compactado*: compactado através de processo manual ou mecânico, que diminui os vazios dos solos deixando mais resistente e tornando menos permeável.

Tabela 1. Coeficiente de escoamento superficial

Tipo de pavimento	Coeficiente de Escoamento	Tipo de pavimento	Coeficiente de Escoamento
Solo compactado	0,66	Concreto	0,95
Paralelepípedo	0,60	Bloco Vazado	0,03
Bloco de concreto	0,78	Concreto permeável	0,005

Fonte: ARAÚJO, TUCCI e GOLDENFUM (1999)

Metodologia.

Inicialmente será dimensionada a rede de água pluvial, calculando para cada trecho a vazão de projeto através da Equação 1.

$$Q = (i.A.C)/60$$

Equação 1

Onde Q = vazão (l/s), i = intensidade pluviométrica local(segundo tabela 5 da NBR 10844 para Aracaju é igual a 122 mm/h), A = área de contribuição, e C = coeficiente de escoamento superficial.

Para realização deste trabalho serão adotados os coeficientes de escoamentos indicados na Tabela 1. Em seguida, será utilizada a Tabela 2 para indicar o diâmetro de cada trecho da rede.

Tabela 2. Capacidade de condutores horizontais de seção circular de PVC com declividade 1%

Vazão (l/s)	45	133	287	521	847	1820	3310	5380
Diâmetro (mm)	50	75	100	125	150	200	250	300

Fonte: Adaptada da NBR 10844

Finalmente, para cada tipo de pavimento simulado será realizado o levantamento de materiais, bem como seu orçamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com o dimensionamento, levantamento quantitativo e orçamento obtido através do ORSE das tubulações, são apresentadas na Tabelas 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

Tabela 3. Material para rede de água pluvial considerando terreno com solo compactado.

	Comprimento (m)	Custo Unitário	Custo
PVC 75 mm	28,5	10,1	287,85
PVC 100mm	47	16,64	782,08
PVC 125 mm	18,5	25,62	473,97
PVC 150 mm	9	36,61	329,49
PVC 200 mm	9,5	51,17	486,115
Custo Total			2359,505

Fonte: Os autores

Tabela 4. Material para rede de água pluvial considerando terreno com paralelepípedo.

	Comprimento (m)	Custo Unitário	Custo
PVC 75 mm	28,5	10,1	287,85
PVC 100mm	56	16,64	931,84
PVC 125 mm	9,5	25,62	243,39
PVC 150 mm	9	36,61	329,49
PVC 200 mm	9,5	51,17	486,115
Custo Total			2278,685

Fonte: Os autores

Tabela 5. Material para rede de água pluvial considerando terreno com bloco de concreto.

	Comprimento (m)	Custo Unitário	Custo Total
PVC 75 mm	19	10,1	191,9
PVC 100mm	56,5	16,64	940,16
PVC 125 mm	9,5	25,62	243,39

PVC 150 mm	0	36,61	0
PVC 200 mm	18,5	51,17	946,645
			2322,095

Fonte: Os autores

Tabela 6. Material para rede de água pluvial considerando terreno com concreto

	Comprimento (m)	Custo Unitário	Custo Total
PVC 75 mm	19	10,1	191,9
PVC 100mm	28,5	16,64	474,24
PVC 125 mm	46,5	25,62	1191,33
PVC 150 mm	0	36,61	0
PVC 200 mm	18,5	51,17	946,645
			2804,115

Fonte: Os autores

Tabela 7. Material para rede de água pluvial considerando terreno com bloco vazado

	Comprimento (m)	Custo Unitário	Custo
PVC 50 mm	103	10,1	1040,3
PVC 75mm	9,5	16,64	158,08
			Custo Total
			1198,38

Fonte: Os autores

Tabela 8. Material para rede de água pluvial considerando terreno com concreto permeável

	Comprimento (m)	Custo Unitário	Custo
PVC 50 mm	112,5	10,1	1136,25
			Custo Total
			1136,25

Fonte: Os autores

Através dos resultados apresentado, mostra que quanto mais tubulação for utilizado no sistema de drenagem maior o custo financeiro, no primeiro pavimento que utilizou-se o solo compactado que quase não há infiltração da água, devido a redução dos números de vazios sendo assim a necessidade de mais tubulações gerando o custo elevado com material, já o concreto permeável consegue a passagem de até 95 % da água necessitando de menos material e assim menor custo, nota-se que o tipo de pavimento que é utilizado no terreno influencia para que seja reduzido o número de enchentes.

CONCLUSÕES

1. Quando utilizamos pavimentos permeáveis, a quantidade de água infiltrada no solo é maior, logo a quantidade direcionada para as tubulações pelas caixas coletoras é menor, resultado na necessidade de diâmetros menores, e consequentemente, menor custo com tubulações.
2. A utilização desses tipos de pavimentos em larga escala, pode reduzir os riscos de enchentes e inundações nas cidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRA, S. G; GOLDENFUM, J. A. Análise da eficiência de um microrreservatório no controle do escoamento. In: VILLANUEVA, Adolfo O. N. et al (Org.). Livro de Resumo do I Seminário de Drenagem Urbana do MERCOSUL: Soluções para a Drenagem Urbana em Países da América Latina. Porto Alegre: ABRH, 2001. Cap. 1. p. 7-18.

ARAUJO, P. R., TUCCI, C. E. M., GOLDEFUM J. A. Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução do escoamento superficial. Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRG. Porto Alegre, 1999.

CALIL, V. da S.; BERNARDI, E. C. S.; RIGHES, A. A. Impacto da utilização de telhados verdes no escoamento superficial do Arroio Esperança em Santa Maria – RS. *Disciplinarum Scientia*.: Série: Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 15, n. 1, p.1-16, 2016.

PINTO, L. L. C. A. O desempenho de pavimentos permeáveis como medida mitigadora da impermeabilização do solo urbano. 2011. 283 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Hidráulica, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT: 1989. 12 p.

MAZZONETO, C. Concreto Permeável. *Infraestrutura Urbana*. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/>>. Acesso em: 01 de Dez, 2017.

PORTLAND, Associação Brasileira de Cimento. Manual de Pavimento Intertravado: Passeio Público. Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, São Paulo, 2010. 36p.

OLIVEIRA, I. R., MILIOLI, G. Sustentabilidade urbana e ecossistema, 2015. Disponível em: <<http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes> > Acesso em: 25 de novembro de 2017.

VILLANUEVA, A. O. N.; TUCCI, C. E. M.. Metodologias de simulação para planos diretores de drenagem urbana. In: VILLANUEVA, A. O. N. et al (Org.). Livro de Resumo do I Seminário de Drenagem Urbana do Mercosul. Porto Alegre: ABRH, 2001.

FREITAS, R. P. Controle de qualidade em concreto endurecido: ensaios. Faculdade de Engenharia da UFJF, Juiz de Fora, 2012.

CARVALHO JÚNIOR, R. Instalações Prediais Hidráulicos- Sanitárias: Princípios básicos para elaboração de projetos. São Paulo: Edgard Blucher, 2014. 261 p.