ESTUDO DO CONCRETO PERMEÁVEL EM CONJUNTO COM A FIBRA DE VIDRO APLICADO EM SARJETAS

STUDY OF PERVIOUS CONCRETE COMBINED WITH FIBERGLASS APPLIED TO GUTTERS

Adriano Tenório, Lucca Taira, Victor Caxiado, Paulo Eduardo de Oliveira Andrade

Universidade Santa Cecília, Faculdade de Engenharia, Curso de Engenharia Civil
E-mail para contato: luccacostataira@hotmail.com

RESUMO – O aumento das inundações resultado da urbanização acelerada, impermeabiliza o solo, dificultando o escoamento das águas pluviais. Este estudo busca mitigar esses danos, propondo a reformulação das sarjetas com materiais inovadores. Embora o concreto permeável seja amplamente estudado na drenagem sustentável, sua baixa resistência limita seu uso em áreas urbanas. Para resolvê-la, propõe-se combiná-lo a fibra de vidro, resistente à corrosão. A pesquisa analisa ensaios de concreto poroso que equilibram resistência e permeabilidade, comparando-os ao sistema atual drenante. O objetivo é otimizar a drenagem urbana, reduzindo impactos nos sistemas atuais, promovendo sustentabilidade reabastecendo o lençol freático. Os resultados demonstram a viabilidade do projeto, sendo um prospecto tangível.

Palavras-chave: Drenagem sustentável; Sarjeta permeável; Concreto poroso; Fibra de vidro; Escoamento superficial.

ABSTRACT – The increase in flooding is attributed to accelerated urbanization, which seals the soil and makes it difficult for rainwater to drain. This study seeks to mitigate this damage, proposing the redesign of gutters with innovative materials. Although permeable concrete is widely studied in sustainable drainage, its low resistance limits its use in urban areas. To solve this, it is proposed to combine it with fiberglass, which is resistant to traction and corrosion. The research analyzes porous concrete tests that balance resistance and permeability, comparing them to the current drainage system. The aim is to improve efficiency and replenish the water table. The results demonstrate the viability of the project, being a tangible prospect.

Keywords: Sustainable drainage; Permeable gutter; Porous concrete; Fiberglass; Surface runoff.

Tipo do trabalho: (X) Iniciação científica ( ) Iniciação tecnológica ( ) Extensão

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da população e os avanços tecnológicos têm sido os principais motores da expansão das grandes cidades em todo o mundo.

No Brasil, esse crescimento acelerado impediu um planejamento adequado para o desenvolvimento das cidades, o que gera impactos significativos no comportamento hidrológico. Isso se deve à urbanização, que acarreta efeitos como a impermeabilização dos solos, tendo como consequência, o colapso dos sistemas de drenagem urbana. Somado a isso, a ocupação desordenada, principalmente próxima a margens de rios e córregos e a falta de sistemas de drenagem eficientes agravam a situação. Além disso, os sistemas de captação de águas pluviais enfrentam desafios de capacidade, obstruções, manutenção inadequada e poluição. A ineficiência na condução pluvial, resulta em inundações, problemas socioeconômicos, lesões, doenças e em casos extremos podem causar mortes por afogamentos.

Por meio desta investigação, ao implementar sarjetas utilizando concreto permeável reforçado com vergalhões de fibra de vidro, busca-se contribuir para o avanço do conhecimento no campo da drenagem urbana. A intenção é promover uma solução inovadora e sustentável para os desafios enfrentados pelas áreas urbanas contemporâneas. A implementação bem-sucedida dessa abordagem pode representar um passo significativo na direção de cidades mais resilientes, eficientes e ambientalmente sustentáveis.

O presente estudo tem como objetivo substituir as sarjetas convencionais do sistema de microdrenagem atual, utilizando sarjetas de concreto permeável armado com vergalhões de fibra de vidro, visando aumentar a eficácia do sistema.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa envolveu uma extensa revisão bibliográfica para identificar normas e ensaios essenciais à avaliação do concreto permeável. Foram sintetizadas informações sobre resistências do concreto poroso, traços mais eficientes para resistência e drenagem. O objetivo é garantir que o concreto permeável seja resistente e eficaz na captação de água pluvial.

No Laboratório de Materiais de Construção da Universidade Santa Cecília, foram realizados ensaios em corpos de prova cilíndricos e prismáticos, conforme o procedimento da norma [1] para a resistência à compressão. No quesito resistência à tração na flexão, os ensaios foram conduzidos de acordo com os procedimentos estabelecidos na norma [2]. Para determinar

a taxa de infiltração de água ou permeabilidade do concreto, foi utilizado o método [3]. A fórmula (1) a seguir tem o intuito de estipular a taxa de infiltração do concreto. Recomendada pela [4]:

Sendo:

$$I = \frac{K*M}{D^2*t} \quad (1)$$

I = Taxa de infiltração (mm/h);

M = Massa de água infiltrada (kg);

D = Diâmetro interior do anel de infiltração (mm);

t = tempo necessário para toda água percolar na placa (s);

K = 4.583.666.000 (mm^3*s) / (kg*h), é utilizado para converter a equação para a unidade de I (mm/h).

O concreto de sarjeta convencional, com traço 1:3:5, que consiste, respectivamente, em aglomerante (cimento), agregado miúdo (areia) e agregado graúdo (brita 1), e fator água-cimento de 0,6, serviu como referência. O concreto permeável, por sua vez, utilizou materiais similares, mas sem agregado miúdo, apresentando traço 1:3, que contempla, respectivamente, aglomerante e agregado graúdo, e fator água-cimento de 0,3, para equilibrar resistência e permeabilidade, conforme o estudo [5].

A confecção de 24 corpos de prova e 10 placas de concreto foi realizada, sendo eles divididos entre concreto convencional e permeável, com e sem armadura de aço (ou armadura de fibra de vidro), ambas utilizando bitola de 8mm. Em ordem, temos: concreto convencional sem armadura (CCSA), concreto convencional armado com aço (CCAA), concreto convencional armado com fibra de vidro (CCAF), concreto permeável armado com aço (CPAA), concreto permeável armado com fibra de vidro (CPAF).

Um protótipo, elaborado e testado em um ambiente controlado, simulando uma aplicação real, para melhor visualização do conjunto em geral, com uma base de brita 2 e um sistema de drenagem com tubo de polietileno de alta densidade (PEAD) para direcionar a água excedente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

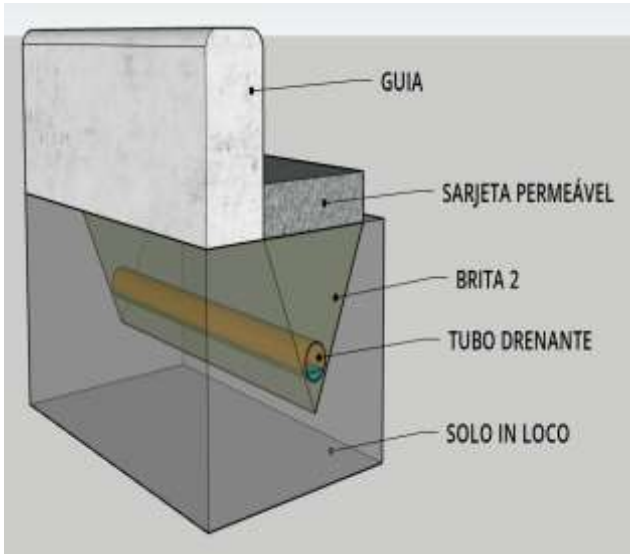
O protótipo final, demonstrado na figura 1, foi executado com base no projeto, visto na figura 2, sendo prontamente testado nos padrões citados anteriormente em materiais e métodos,

o sistema demonstrou boa eficiência no seu propósito, sendo capaz de percolar a água até o solo e em casos de água excedente direcionada ao tubo drenante de PEAD.

Figura 1: Protótipo de sarjeta permeável.



Figura 2: Detalhamento do projeto.



Os resultados dos ensaios de resistência à compressão e flexão estão expressos na tabela 1, demonstram que se alcançou valores muito similares entre os dois tipos de concreto na resistência aos 7 dias, embora com maiores desvios relativos para o concreto permeável, o que era esperado devido à falta de finos e aos vazios irregulares deste tipo de concreto. Quanto aos ensaios de flexão, as resistências para o concreto armado com fibra de vidro superaram em muito aos valores do concreto armado com barras de aço convencional.

Tabela 1. Resultados de resistência à compressão e flexão de corpos de prova cilíndricos e placas

Cilíndricos - Compressão					Placas - Flexão			
	Nº do cp	7 dias (MPa)	Média (MPa)	DRM (%)		Nº da Placa	7 dias (kgf)	Média (kgf)
Concreto Convencional (Referência)	cp 1	7,24	7,11	2,46	CCSA	pl 1	1520	1481,5
	cp 3	6,96			CCSA	pl 3	1443	
	cp 5	7,13			CCAA	pl 5	2570	2668,0
	cp 7	7,11			CCAA	pl 7	2766	
	cp 9	7,29			CCAF	pl 9	3650	3673,5
	cp 11	7,00			CCAF	pl 11	3697	
Concreto Permeável	cp 13	7,50	7,09	5,85	CPAA	pl 13	2310	2233,0
	cp 15*	5,87			CPAA	pl 15	2156	
	cp 17	7,25			CPAF	pl 17	3320	3280,0
	cp 19	7,44			CPAF	pl 19	3240	
	cp 21	7,38						
	cp 23	6,31						

*Os cps 8 foi eliminado conforme norma ABNT NBR 7215:2019 devido ao Desvio Relativo Máximo ser superior a 6%.

Pelos resultados obtidos fica evidente o acréscimo de resistência que o vergalhão de fibra de vidro proporcionou ao concreto permeável, tornando-o duas vezes mais resistente em média se comparado ao traço de concreto convencional sem armadura, confirmando a eficácia da combinação entre os dois materiais no quesito resistência a flexão.

No campo da permeabilidade, foram alcançados resultados esperados e satisfatórios para o traço utilizado, estabelecendo uma média entre as placas testadas de 9.982,21mm/h ou 2,77mm/s, o parâmetro utilizado de acordo com o estudo [6] foi a taxa de infiltração da cidade/estado de São Paulo, que fica em torno de 92mm/h para um período de retorno de 10 anos e chuva de duração igual a 30min, sendo assim, o sistema estaria apto a ser executado em regiões com taxas similares ou inferiores. A permeabilidade da placa é demonstrada na figura 3.

Figura 3: Permeabilidade da placa de concreto poroso.



4 CONCLUSÃO

Por meio de todas as etapas e confirmações obtidas ao longo do estudo, pode-se afirmar que a combinação do concreto permeável e fibra de vidro teve êxito, atingindo resistência superior ao concreto convencional empregados em sarjetas e tendo a taxa de infiltração necessária para operar em grandes metrópoles, ademais foi confirmado a tese proposta por Höltz, na qual ele implica que para maiores resistências do concreto permeável seria conveniente fazer uso do traço 1:3, como sugestão para trabalhos futuros, uma alteração pode ser feita na disposição de agregados miúdos, acrescentando-o na composição com o intuito de majorar ainda mais a resistência.

5 REFERÊNCIAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5738: Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto. Rio de Janeiro, 1994.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12142: Concreto - Determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos. Rio de Janeiro, 2010.
3. LAMB, G.S et al. Estudo do comportamento de elementos de drenagem confeccionados em concretos permeáveis. 55º Congresso Brasileiro do Concreto – Ibracon. Gramado, 2013.
4. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM C1701/C1701M-09: Standard Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete. Pennsylvania, 2013.
5. HÖLTZ, Fabiano da Costa. Uso de Concreto Permeável na Drenagem Urbana: Análise da Viabilidade Técnica e do Impacto Ambiental. 2011.
6. MARTINEZ, F.; NELSON, J.; MAGNI, L. Governo do estado de são paulo secretaria de recursos hídricos, saneamento E obras departamento de águas E energia elétrica centro tecnológico de hidráulica E recursos hídricos. Equações De Chuvas Intensas Do Estado De São Paulo. Edição Revisada outubro de 1999. 1999. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.