

## VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES DE BLOCOS INTERTRAVADOS DRENANTES

**Alison Piovesan**

Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus Frederico Westphalen  
alison.piovesan@hotmail.com

**Rodrigo A. Klamt**

Professor do Curso de Engenharia Civil da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus Frederico Westphalen  
rodrigoklamt@outlook.com

**Luciéle da S. Knierim**

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria  
luh\_knierim@hotmail.com

**Elisângela A. Mazzutti**

Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Campus Frederico Westphalen  
elisamazzutti@hotmail.com

**Resumo.** *A sociedade como um todo está preocupada com os problemas relacionados ao clima, principalmente com os problemas de inundações em centros urbanos. Logo, por meio desta pesquisa buscou-se encontrar uma relação entre resistência à compressão simples (RCS) e permeabilidade em diferentes traços de pavers (tradicional e drenantes – um traço já conhecido e um traço desenvolvido nesta pesquisa). Com relação à RCS, o novo traço de paver drenante obteve ganhos significativos em relação ao paver drenante desenvolvido por Taschetto (2017), porém, ainda não atingindo a resistência à compressão mínima de 35 MPa para uso em pavimentos. Quanto à infiltração, o novo paver drenante desenvolvido nesta pesquisa apresentou desempenho 45 vezes melhor com relação ao paver tradicional. Mesmo não atingindo os requisitos de norma, o novo paver drenante poderia ser utilizado em passeios públicos auxiliando na infiltração das águas.*

**Palavras-chave:** *Blocos intertravados. Drenagem Urbana. Pavimentação.*

### 1. INTRODUÇÃO

Os pavimentos intertravados, ou *pavers*, tiveram o surgimento na Mesopotâmia próximo dos anos 5000 a.C. como pavimentos revestidos de pedra e, posteriormente, também passaram a ser utilizados pelos romanos a partir dos anos 2000 a.C.

Este tipo de pavimento teve sua evolução para utilização de pedras talhadas, conhecidas atualmente como paralelepípedos, porém devido à dificuldade de beneficiamento destas pedras e a falta de conforto de rolamento que este pavimento apresenta ao usuário, fizeram com que ocorresse a evolução deste tipo de pavimento, resultando no desenvolvimento da técnica com utilização de peças de concreto pré-fabricadas (ABCP, 2010).

Os *pavers* intertravados de concreto começaram a ser utilizados em larga escala pela Alemanha após a segunda guerra mundial e, ao longo dos anos, por outros vários países. No Brasil, os *pavers* começaram a ser utilizados a partir da década de 70.

De acordo com Hallack (1998) um dos principais motivos do aumento do uso dos *pavers* se deve principalmente pela sua versatilidade, pois podem ser utilizados em estacionamentos, ruas, passeios e diversos outros fins. Aliado a isso, está a facilidade de instalação e reparo, a possibilidade de liberação imediata após o assentamento das peças, e principalmente o fato de permitir o escoamento da água das chuvas e manter o conforto térmico do local. Portanto, a sua utilização tem-se tornado corriqueira nos centros urbanos.

Os centros urbanos apresentam grandes problemas para o escoamento das águas, devido a precariedade dos sistemas de drenagem. Os sistemas de drenagem utilizados nos meios urbanos se dividem em microdrenagem e macrodrenagem, sendo que a microdrenagem é constituída em um sistema mais simples, projetado para menores vazões, diâmetros e tempos de retorno menores. Já, a macrodrenagem constitui-se em sistemas de maior escala, projetados para grandes vazões, maiores diâmetros e tempos de retorno maiores (KOBAYASHI, 2008).

Dentro deste contexto de drenagem urbana, de acordo com Virgilis (2009), mesmo que alguns pavimentos asfálticos apresentem um sistema de drenagem no revestimento, este não apresenta um ganho para o sistema de drenagem. Já o *paver* se destaca neste contexto, funcionando com um auxílio para o sistema de drenagem, compensando os efeitos da urbanização no local.

A partir dos *pavers* já desenvolvidos por Taschetto (2017), procura-se nesta pesquisa

avaliar a resistência à compressão simples de blocos intertravados drenantes, com a finalidade de comprovar sua utilização como pavimento de tráfego leve.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Produção e cura dos *pavers*

A produção e cura dos *pavers* foi feita na empresa CRELUZ, na cidade de Rodeio Bonito – RS. Foram fabricados *pavers* tradicionais e drenantes com traço desenvolvido por Taschetto (2017), além de um traço de *paver* drenante novo obtido através de um traço de referência realizado por Eich et al. (2016).

O traço de *paver* drenante desenvolvido por Taschetto (2017) foi nomeado aqui como *paver* drenante 1. Já, o traço desenvolvido nesta pesquisa foi nomeado como *paver* drenante 2.

Na dosagem dos *pavers* foi utilizado aditivo CQ Press Mix, destinado para concretos com baixa relação água/cimento e vibroprensados, melhorando o acabamento e resistência da peça, além de uma melhor compactação.

O cimento utilizado foi o CP – V ARI, para que assim fosse possível a retirada da cura mais cedo, agilizado o processo de produção.

Os traços de concreto em que os *pavers* foram moldados são apresentados na Tab. 1, sendo os *pavers* tradicional e drenante 1 desenvolvidos por Taschetto (2017) e o *paver* drenante 2 desenvolvido nesta pesquisa, a partir do traço de Eich et al. (2016).

Tabela 1. Traços dos *pavers* moldados

Traço (kg)	Cimento	Agregados				Relação Cim./Agreg.	Relação A/C	Aditivo CQ Press Mix
		Areia Artificial	Areia Natural	Granilha	Pedrisco			
<b>Tradicional</b>	1	2,30	2,26	0,00	0,35	1:5,09	0,35	0,0034
<b>Drenante 1</b>	1	0,47	0,48	0,00	3,27	1:4,22	0,36	0,0025
<b>Drenante 2</b>	1	0,45	0,68	2,68	0,68	1: 4,50	0,24	0,0040

Analisando os traços mostrados na Tab. 1 é possível destacar a diferença entre os traços, sendo que o tradicional apresenta porcentagem de agregados miúdos muito maior comparando com os drenantes.

A mistura do concreto foi realizada em uma minicentral dosadora, modelo MCD 500, produzida pela CSM Fôrmas e equipamentos. A moldagem dos *pavers* foi executada na máquina de blocos e pavimentos, modelo BPL 700, também fabricada pela CSM Fôrmas e equipamentos.

A moldagem consiste na alimentação das fôrmas com concreto e, após arrasamento para retirar o excesso, é realizada a compactação e vibração por 5 segundos. Após este processo, os *pavers* saem sobre uma tábua, conforme mostra as Fig. 1, 2 e 3, em cima de uma esteira, de onde são transportados até as prateleiras para realizar o processo de cura, conforme mostra a Fig. 4.

Figura 1. *Paver* drenante 2 após a moldagem



Figura 2. *Paver* drenante 1 após a moldagem



Figura 3. *Paver* tradicional após a moldagem



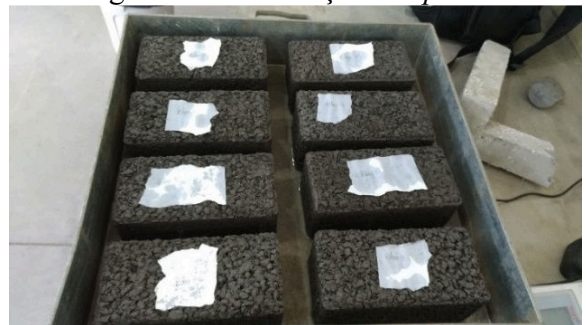
Figura 4. Cura dos *pavers*



## 2.2 Determinação da resistência à compressão simples

A determinação da resistência à compressão simples de *pavers* é definida de acordo com o recomendado pela NBR 9781 (ABNT, 2013). O ensaio consiste na separação de uma quantidade de blocos por lote (no mínimo 6 blocos), sendo que para este ensaio foi definida a quantidade de 8 blocos, conforme mostra a Fig. 5.

Figura 5. Identificação dos *pavers*



Para a realização do rompimento na prensa foi necessária a utilização de duas placas de aço auxiliares para a realização do ensaio. Estas

peças devem ter diâmetro de 85 mm com tolerância de 5 mm e espessura mínima de 20 mm. Para o presente ensaio, foram utilizadas duas placas com diâmetro de 84 mm e altura de 80 mm cada uma.

A carga de ruptura é de 550kPa/s, podendo variar em até 200kPa/s, sendo a carga aplicada até o rompimento da peça. Antes do ensaio foram informadas as medidas de largura, comprimento e espessura das peças ensaiadas, as quais foram obtidas com paquímetro com resolução de 0,1 mm. Também foi realizada a pesagem dos *pavers*, com a utilização de uma balança com precisão de 0,1 g. Os valores de pesos e medidas dos *pavers* são encontrados na Tab. 2.

Antes do ensaio, a NBR 9781 (ABNT, 2013) recomenda que sejam cumpridos os seguintes requisitos: os *pavers* devem estar saturados em água há pelo menos 24 horas antes do ensaio; as superfícies onde os carregamentos forem aplicados devem estar retificadas; e que as peças estejam dispostas em placas auxiliares de modo que os eixos das placas e dos *pavers* estejam alinhados, em uma região com largura maior que 97 mm.

O ensaio de resistência à compressão simples foi realizado no laboratório de materiais de construção da URI – FW, conforme mostra a Fig. 6. A retificação dos *pavers* não pode ser feita, pois a retificação do laboratório é somente para corpos de prova cilíndricos. As peças ficaram saturadas em água por 72 horas antes do ensaio.

Após o ensaio das peças a norma impõe que sejam coletados os valores da carga de ruptura das peças, para que as resistências à compressão simples sejam obtidas através da Eq. (1).

$$f_{pk} = \frac{f}{a} * P \quad (1)$$

Onde:

- $f_{pk}$ : Resistência à compressão da peça, expressa em mega pascal (MPa);
- $f$ : Carga de ruptura, expressa em Newton (N);

- $a$ : Área de carregamento, expressa em milímetros quadrados (mm<sup>2</sup>);
- $p$ : Fator multiplicativo, em função da altura da peça.

Figura 6. Paver posicionado na prensa hidráulica



Após determinação da resistência à compressão simples das peças foram então obtidas as resistências à compressão simples para cada lote de *paver*, através da Eq. (2).

$$f_{pk,est} = f_p - t * s \quad (2)$$

Sendo:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(f_p - f_{pi})^2}{n-1}} \quad (3)$$

Onde:

- $f_p$ : Resistência média das peças, expressa em megapascal (MPa);
- $f_{pi}$ : Resistência individual das peças, expressa em megapascal (MPa);
- $f_{pk,est}$ : Resistência característica estimada a compressão, expressa em megapascal (MPa);



- $n$ : Número de peças na amostra;
- $s$ : Desvio padrão da amostra, determinado através da Eq. (3);
- $t$ : Coeficiente de *student*, em função da amostra.

Após isto, as resistências à compressão simples encontradas são comparadas com o valor mínimo de resistência estipulado pela

norma para pavimentos para tráfego leve (35 MPa). Cabe ressaltar que os valores dos traços tradicional e drenante não obtiveram o valor mínimo de resistência, sendo necessário utilizar um novo traço, desenvolvido a partir do traço de Eich et al. (2016), a fim de tentar obter a resistência à compressão simples mínima.

Tabela 2. Pesos e medidas dos *pavers*

Número dos Blocos	Tradicional – Medidas (mm)	Tradicional – Peso (kg)	Drenante 1 – Medidas (mm)	Drenante 1 – Peso (kg)	Drenante 2 – Medidas (mm)	Drenante 2 – Peso (kg)
1	98x81x198	3,420	98x79x197	3,332	98x198x82	3,6456
2	98x80x198	3,387	98x80x198	3,356	98x198x82	3,5910
3	98x80x197	3,373	97x81x198	3,319	98x198x83	3,6800
4	98x80x198	3,369	98x79x198	3,327	98x199x81	3,5065
5	98x80x198	3,354	98x80x197	3,336	98x199x82	3,4873
6	98x79x197	3,316	98x80x198	3,341	98x199x84	3,7240
7	98x80x197	3,352	98x79x197	3,329	97x198x82	3,4836
8	98x79x197	3,358	98x80x197	3,342	98x198x83	3,6131

### 2.3 Determinação do coeficiente de permeabilidade

Como foi necessária a realização de um novo traço (drenante 2), foi necessário também fazer o teste de infiltração para que fosse definido o quão permeável é o novo *paver*.

Para a determinação do coeficiente de permeabilidade do paver foi necessária a confecção de uma calçada obedecendo os parâmetros definidos pela NBR 15953 (ABNT, 2011), utilizando como subleito solo compactado, camada base em brita com 10 cm de espessura, camada de assentamento de 4 cm de areia natural e rejuntamento com areia natural, conforme mostra a Fig. 7.

A configuração adotada foi definida com base nos resultados do teste de infiltração de Taschetto (2017), na qual a configuração com melhor capacidade de infiltração foi a estrutura aqui adotada.

A NBR 16416 (ABNT, 2015) define em seu Anexo A como deve ser determinado o coeficiente de permeabilidade de pavimentos drenantes.

Figura 7. Estrutura do pavimento testado



O teste consiste na pré-molhagem do pavimento com 3,6 kg de água, sendo o tempo desde o início até a infiltração de toda a água cronometrados. Se este tempo for superior a 30 segundos, o ensaio é realizado com os mesmos 3,6 kg de água. Caso o tempo seja inferior a 30 segundos, deve ser feito o ensaio com 1,8 kg de água.

Para a realização do ensaio é necessária a utilização de um cilindro com diâmetro de 300 mm (Fig. 8), e nele marcadas duas linhas de referência, uma a 10 mm e outra a 15 mm em relação a base, sendo que esta distância entre as duas linhas é onde a lâmina de água deve estar durante o ensaio. A vedação deste cilindro foi feita utilizando massa de calafetar.

Figura 8. Cilindro sobre o pavimento



Após o ensaio, é definido assim o coeficiente de permeabilidade, pela Eq. (4).

$$K = \frac{c*m}{d^2*t} \quad (4)$$

Em que:

- $K$ : Coeficiente de Permeabilidade (mm/h);
- $m$ : Massa de água infiltrada (kg);
- $d$ : Diâmetro interno do cilindro de infiltração (mm);
- $t$ : Tempo necessário para a percolação de toda a água (s);
- $C$ : Fator de Conversão de unidades do sistema SI, com valor de 4.583.666.000.

Antes da realização do ensaio, foi necessário verificar a superfície para que não houvesse sujeira ou excesso de material de rejuntamento.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Resistência à compressão simples

Através dos métodos citados anteriormente foram definidas as resistências à compressão simples dos *pavers* e, posteriormente, dos lotes de *pavers*, utilizando as Eq. (1) e (2) já definidas na metodologia. Os resultados de resistência à compressão simples individual e dos lotes são mostrados na Tab. 3.

Com os resultados encontrados na Tab. 3 é possível observar uma discrepância entre os resultados dos *pavers* drenantes e tradicionais. Os *pavers* tradicionais mantiveram menor variação entre os blocos de maior e menor resistência à compressão simples, enquanto os drenantes tiveram uma diferença bem maior entre os mais e menos resistentes. Este fato se deve principalmente pela porosidade do concreto empregado nos *pavers* drenantes, onde há uma área de maior fragilidade devido ao índice de vazios ser maior. Além disso, no momento da aplicação da carga, a mesma poderia estar situada em uma região de canais de vazios, podendo assim mascarar a resistência à compressão simples.

Se comparar os *pavers* drenantes observa-se, pela Tab. 3, um aumento da resistência à compressão simples do *paver* drenante 2 se comparado ao *paver* drenante 1, desenvolvido por Taschetto (2017). Isso mostra que a utilização da granilha como agregado de maior proporção no concreto trouxe uma significativa melhora na resistência à compressão simples.

Porém, o *paver* drenante 2, mesmo apresentando uma resistência à compressão simples superior ao *paver* drenante 1, ainda não foi o suficiente para que ele seja aplicado em pavimentos para tráfego leve, no qual é exigido que a resistência à compressão simples para o lote tenha 35 MPa, aos 28 dias de cura.

Tabela 3. Resistências à compressão simples individual e dos lotes de *pavers*

Número dos <i>Pavers</i>	Tradicional - Resistência à compressão (MPa)	Drenante 1 - Resistência à compressão (MPa)	Drenante 2 - Resistência à compressão (MPa)
1	17,03	20,25	28,78
2	17,09	12,00	21,93
3	15,19	19,07	27,83
4	14,35	10,26	19,30
5	19,54	9,12	20,28
6	14,35	10,31	30,28
7	16,15	14,86	20,91
8	13,96	13,72	23,47
<b>Resistência à Compressão Simples do Lote (MPa)</b>	14,27	9,99	20,28

Fazendo um comparativo com a resistência à compressão simples obtida por Eich et al. (2016), no traço utilizado como referência, a diferença é considerável. Eich et al. (2016) obteve resistência à compressão simples de 42,17 Mpa para *pavers drenantes*. Cabe ressaltar, que nos traços dos autores, um fato que pode ter provocado uma maior resistência à compressão simples é que a relação água/cimento utilizada por Eich et al. (2016) foi de 0,41, enquanto no *paver drenante 2*, executado nesta pesquisa, foi de 0,24.

Levando em consideração o tipo de cura, sendo que nesta pesquisa os *pavers* foram deixados em cura imersa somente nos dias que antecederam o rompimento, é possível que o mesmo tenha perdido água e não hidratado corretamente o cimento, fazendo com que a resistência à compressão simples ficasse inferior aos 35 MPa.

Outro fator que pode ter influenciado é que a relação à água/cimento neste estudo pode ter sido insuficiente para o tipo de concreto, sendo que o concreto poroso naturalmente por ter vazios a água da mistura tende a evaporar mais facilmente que um concreto convencional.

### 3.2 Permeabilidade

O primeiro passo do teste de infiltração consiste na realização de uma pré-molhagem do pavimento. A quantidade de água usada inicialmente (3,6 kg) foi pesada em uma balança. O tempo de pré-molhagem foi cronometrado, sendo que foram necessários 31,09 segundos para que toda a água fosse percolada.

Com este tempo, de acordo com a NBR 16416 (ABNT, 2015), foi definida a quantidade de massa de água necessária para a realização do ensaio, que foi de 3,6 kg. O ensaio foi realizado, sendo que o tempo total para que toda a lâmina de água fosse percolada foi de 30,80 segundos.

Com estes dados, foi possível definir o coeficiente de permeabilidade para o pavimento drenante 2, através da Lei de Darcy, de acordo com a Eq. (4), já definida na metodologia. O coeficiente de permeabilidade encontrado para *paver drenante 2* é mostrado na Tab. 4. Também, na Tab. 4, são apresentados os valores encontrados por Taschetto (2017) para os pavimentos com *paver tradicional* e *paver drenante 1*.

Observando a Tab. 4, o pavimento drenante 1, com a mesma configuração de base e camada de assentamento executada nesta

pesquisa, foi obtido valor de  $K = 0,00168$  m/s. Para o pavimento tradicional, com a mesma configuração de base e camada de assentamento utilizada nesta pesquisa, foi obtido um valor de  $K = 0,000036$  m/s. Já para o pavimento drenante 2 o valor de  $K = 0,00165$  m/s.

Tabela 4. Coeficiente de permeabilidade dos *pavers* em estudo

Estrutura	Tempo do ensaio (s)	K (mm/h)	K (m/s)
Pavimento Tradicional	1356,89	132,20	$3,67 \times 10^{-5}$
Pavimento Permeável 1	30,43	6025,39	$1,67 \times 10^{-3}$
Pavimento Permeável 2	30,80	5952,81	$1,65 \times 10^{-3}$

Todos estes valores informados na Tab. 4 são para uma área de infiltração de  $0,07$  m<sup>2</sup>, que é a área do cilindro utilizado no ensaio. Fazendo uma correlação destes valores para uma área pavimentada com  $600$  m<sup>2</sup> e comparando os dados entre o pavimento tradicional e o drenante 2, o pavimento tradicional infiltraria  $1.130.400$  mm/h, enquanto o drenante 2 infiltraria  $50.904.000$  mm/h. Neste caso, o pavimento drenante 2 infiltraria 45 vezes mais água comparado com o pavimento tradicional.

Se for feita a comparação com o pavimento drenante 1, executado por Taschetto (2017), esta diferença aumenta, onde para um pavimento com área de  $600$  m<sup>2</sup>, haveria uma infiltração de  $51.646.200$  mm/h, ou seja, o pavimento drenante 1 infiltra, aproximadamente, 46 vezes mais água que o pavimento tradicional.

Já, comparando com os resultados obtidos por Eich et al. (2016) para o traço referência utilizado para o novo *paver* drenante 2, os valores de permeabilidade são muito superiores, chegando a valores de  $K = 0,0071$  m/s. Porém, cabe ressaltar que Eich et al. (2016) utilizou para o teste somente a base em pedra britada, sem camada de assentamento, e com

rejunta em areia industrializada, o que maximiza muito a infiltração do teste. A utilização dessa estrutura executada pelos autores pode também estar mascarando os resultados de infiltração, visto que os autores não utilizaram os requisitos impostos pela normativa para execução do pavimento intertravado.

#### 4. CONCLUSÕES

A utilização de *pavers* vem crescendo muito ao longo dos anos, principalmente considerando a estética e também seu poder de infiltração, que não ocorre no caso de pavimentos de concreto asfáltico. Neste contexto, o *paver* drenante surgiu como uma grande alternativa, sendo interessante para grandes áreas pavimentadas, como estacionamentos ao ar livre, por exemplo.

Neste contexto, buscou-se verificar a capacidade portante de *pavers* drenantes, para que fosse possível utilizá-los em pavimentos para tráfego leve. Os *pavers* drenantes 1, desenvolvidos por Taschetto (2017), não obtiveram resistência à compressão simples suficiente para que fosse possível sua utilização em pavimentos de tráfego leve, em função de serem dimensionados para utilização em calçadas.

Com isso, buscou-se encontrar um traço que pudesse obter a resistência à compressão simples necessária de  $35$  MPa, aos 28 dias de cura. A partir disso, foi adotado um traço de referência para a formulação de novo traço, sendo o traço referência desenvolvido por Eich et al. (2016). Este traço tem como principal característica o uso de granilha como material de maior parcela em relação ao total de agregados usados na mistura.

Com relação à resistência à compressão simples, o traço de *paver* drenante 2 obteve ganhos significativos de RCS em relação ao *paver* drenante 1, porém ainda assim não foi o suficiente para que atingisse a resistência mínima indicada pela NBR 9781 (ABNT,



2013), que é de 35 MPa para uso em pavimentos com tráfego leve.

Ainda sobre as resistências à compressão simples, os *pavers* desenvolvidos por Taschetto (2017), sendo eles o drenante 1 e o tradicional, não conseguiram obter as resistências mínimas para seu uso em pavimentos. Porém, os *pavers* tradicionais obtiveram a resistência do lote um pouco superior, e também obtiveram a resistência individual com menor variação entre *pavers* de maior e de menor resistência.

Os *pavers* drenantes 1, mesmo com alguns blocos com resistência superior aos tradicionais, não conseguiram obter uma resistência do lote elevada, devido à grande variação de resistência à compressão simples entre as peças. Algumas amostras apresentaram boa resistência à compressão simples, chegando a 20,25 MPa e outras amostras apresentaram baixa resistência à compressão simples (como por exemplo, 9,12 MPa), os 28 dias de cura.

Por fim, restou saber se o paver drenante 2 teria a mesma capacidade de infiltração dos *pavers* drenantes 1, desenvolvidos por Taschetto (2017). O resultado foi bem próximo, sendo ele tão eficiente na infiltração quanto o *paver* drenante 1, mantendo a mesma eficiência de aproximadamente 45 vezes em relação ao *paver* tradicional, no entanto com maior resistência à compressão simples. Mesmo não atingindo a resistência à compressão simples mínima de norma, de 35 MPa, este *paver* poderia ser usado em passeios públicos auxiliando na infiltração das águas.

#### **Agradecimentos**

Os autores agradecem à CRELUZ por ceder o espaço para realização da pesquisa. Também agradecem a PAVITER por ceder materiais para desenvolvimento do trabalho.

#### **5. REFERÊNCIAS**

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP. **Manual de Pavimento Intertravado: Passeio Público**. São Paulo, SP, 2010, 36p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9781: Peças de Concreto para Pavimentação – Especificação e Métodos de Ensaio**. Rio de Janeiro, 2013
- \_\_\_\_\_. **NBR 15953: Pavimento intertravado com peças de concreto - Execução**. Rio de Janeiro, RJ, 2011.
- \_\_\_\_\_. **NBR 16416. Pavimentos permeáveis de concreto – Requisitos e procedimentos**. Rio de Janeiro, RJ, 2015.
- EICH, J. K.; CAMPELO e SILVA, J.; LEITE, L.G. **Estudo de traço de pavimento intertravado de concreto permeável**. 2016. Trabalho Final de Curso (Graduação). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR, 2016.
- HALLACK, A. **Dimensionamento de pavimentos com revestimentos de peças pré-moldadas de concreto para áreas portuárias e industriais**. 1998. Dissertação (Mestrado) – Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1998.
- KOBAYASHI, F. Y. **Drenagem Urbana Sustentável**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2008.
- TASCETTO, M. A. **Análise de sistemas de blocos intertravados no auxílio à drenagem urbana**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI). Frederico Westphalen, RS, 2017.
- VIRGILLIS, A. L. C. **Procedimentos de Projeto e Execução de Pavimentos Permeáveis Visando Retenção e Amortecimento de Picos de Cheias**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2009.