



## INFLUÊNCIA DO TEOR DE ARGAMASSA E DA GRANULOMETRIA DA BRITA NA PERMEABILIDADE DE CONCRETOS PERMEÁVEIS

MARIANO, Humberto Rodrigues (1); FIGUEIREDO, Enio José Pazini (2);

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, hrm025@gmail.com; Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, epazini@terra.com.br.*

### RESUMO

A urbanização acelerada no Brasil produz impactos significativos quanto à qualidade de vida. As chuvas têm sido um dos principais problemas enfrentados pelos gestores do meio ambiente devido à impermeabilização de grandes áreas nas cidades. Este trabalho tem como finalidade o desenvolvimento de um piso intertravado permeável que possa ser utilizado em diversos tipos de pavimentações, tais como em áreas externas de residências, praças, estacionamentos, vias de tráfego de pedestres e vias de tráfego de veículos leves. O estudo analisou a permeabilidade em concretos produzidos com rocha gnaisse com granulometria continua nos diâmetros de (4,75; 6,3 e 9,5) mm e (4,75 e 6,3) mm e com granulometria uniforme de 6,3 mm e 9,5 mm com teor de argamassa variando em 30%, 33%, 35%, 40%, 42% e 44%.

**Palavras-chave:** Concreto permeável.

### ABSTRACT

*Rapid urbanization in Brazil produces significant impacts on the quality of life. Rains have been one of the main problems faced by managers of the environment due to the sealing of large areas in cities. This work aims to develop of permeable interlocking flooring that can be used in many types of flooring, such as in outdoor areas of homes, plazas, parking lots, roads and pedestrian routes traffic light vehicle traffic. The study examined the permeability of concrete made from gneiss rock with grain size remains in diameters (4.75, 6.3 and 9.5) mm and (4.75 and 6.3) mm and uniform particle size of 6.3 mm and 9.5 mm mortar with varying content of 30%, 33%, 35%, 40%, 42% and 44%.*

*Keywords:* Permeable concrete.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Ensaios

Os ensaios de permeabilidade foram realizados conforme a norma da ACI, para peças de pavimento intertravado. O agregado graúdo entrou nos traços com granulometria continua e uniforme, conforme mostra a Tabela 1. O agregado miúdo utilizado foi uma areia natural. O cimento Portland empregado foi o CII Z 32 RS.

A pesquisa foi realizado com base em 7 (sete) diferentes teores de argamassa, 1 (um) tipo de rocha, 4 (quatro) granulometrias, aditivo superplastificante e adição de sílica ativa. O método de dosagem utilizado foi o IPT/EPUSP (HELENE & TERZIAN, 1992).

Tabela 1 – Tipos de granulometria do agregado graúdo utilizado nos traços estudados.

Traço (1:5)			
	Teor da Argamassa (%)	Tamanhos da Granulometria (mm)	Percentagens dos Tamanhos na composição do agregado graúdo usado no traço (%)
<b>Granulometria Contínua</b>	30	4,75; 6,3 e 9,5	20; 40 e 40
		4,75 e 6,3	50 e 50
	33	4,75; 6,3 e 9,5	20; 40 e 40
		4,75 e 6,3	50 e 50
	35	4,75; 6,3 e 9,5	20; 40 e 40
		4,75 e 6,3	50 e 50
	40	4,75; 6,3 e 9,5	20; 40 e 40
		4,75 e 6,3	50 e 50
	42	4,75; 6,3 e 9,5	20; 40 e 40
		4,75 e 6,3	50 e 50
	44	4,75; 6,3 e 9,5	20; 40 e 40
		4,75 e 6,3	50 e 50
55	4,75; 6,3 e 9,5	20; 40 e 40	
<b>Granulometria Uniforme</b>	30	6,3	100
		9,5	100
	33	6,3	100
		9,5	100
	35	6,3	100
		9,5	100
	40	6,3	100
		9,5	100
	42	6,3	100
		9,5	100
	44	6,3	100
		9,5	100

## 1.2 Planejamento dos Ensaios

As variáveis independentes e dependentes do concreto referente às metodologias do programa experimental seguem descritos nos itens 1.2.1 e 1.2.2, respectivamente.

### 1.2.1 Variáveis independentes (fixas)

Foram consideradas como variáveis independentes (fixas) desta pesquisa a idade dos ensaios, o método de dosagem, o tipo de corpo de prova, o abatimento do tronco de cone (*slump*), o tipo de cura, o tipo de rocha, o tipo de cimento, granulometria do agregado graúdo, o tipo de agregado miúdo, e a relação água/cimento (0,35 e 0,5 para concreto de referência), o teor de argamassa e o traço

### 1.2.2 Variáveis dependentes

A permeabilidade foi medida em corpos de prova cilíndricos com diâmetro de 10 cm e altura 15 cm. A permeabilidade do concreto foi medida nos corpos de prova provenientes dos 24 (vinte e quatro) traços de dosagem de concreto. O procedimento de medida da permeabilidade foi o preconizado pela norma ACI 522 R (2006).

### 1.2.3 Resumo dos ensaios realizados

O planejamento geral dos ensaios do Coeficiente de permeabilidade:

- Teor da argamassa 30%, 33%, 35%, 40%, 42% e 44% com granulometria contínua;

- Teor da argamassa 30%, 33%, 35%, 40%, 42% e 44% com granulometria uniforme;

Para o melhor entendimento dos tipos de concretos estudados, é apresentada na Tabela 2 a nomenclatura e os componentes dos traços criados

Tabela 2 – Componentes e abreviações.

Característica da Amostra	Identificação da Amostra
Concreto permeável com gnaisse granulometria contínua: 4,75 mm, (20%), 6,3 mm (40%) e 9,5 mm (40%)	CPGC1
Concreto permeável com gnaisse granulometria contínua: 4,75 mm (50%) e 6,3 mm (50%)	CPGC2
Concreto permeável com gnaisse granulometria uniforme: 6,3 mm	CPGU1
Concreto permeável com gnaisse granulometria uniforme: 9,5 mm	CPGU2
Concreto referência com gnaisse granulometria contínua: 4,75 mm, (20%), 6,3 mm (40%) e 9,5 mm (40%)	CRG

## 1.3 Dosagem dos Concretos Estudados

### 1.3.1 Método de dosagem

Os concretos foram dosados conforme o *Método IPT/EPUSP*.

### 1.3.2 Premissas empregadas para as dosagens

Para cada uma das amostras de concretos, a relação entre a água e o cimento ( $a/c$ ) foi mantida em 0,35, tendo como base os parâmetros apresentados na ACI, 522R 06. Para o concreto de referência, adotou-se a relação  $a/c$  igual a 0,50, uma vez que os ensaios pilotos mostraram que para atingir 35 MPa, com os materiais empregados, esta era a relação  $a/c$  necessária.

O teor de argamassa, tendo-se o traço de 1:5 (cimento: agregados secos totais), foi variado. Os teores de argamassa foram de 30%, 33%, 35%, 40%, 42% e 44%, os quais foram adotados em função de ensaios prévios realizados em laboratórios (traço piloto) para obtenção de concreto permeável. O teor de argamassa de 55%, para o concreto de referência, foi adotado na produção do concreto com resistência à compressão de 35 MPa e com superfície bem acabada.). O valor do *Slump*, para todos os traços de concreto permeável, foi 0,0 mm, exceto o concreto de referência que deveria apresentar um *Slump* de

100 ± 20 mm (valores estabelecidos para concreto convencional). Sob estas condições foram produzidos vários tipos de concretos. Em relação aos tamanhos dos agregados, o ACI 211 3R-02 recomenda diâmetros entre 9,5 mm a 2,4 mm. As porcentagens da granulometria da brita de (20%, 40% e 40%), (50% e 50%) e (100%) foram baseadas em traços pilotos ensaiados previamente no laboratório. A quantidade e o tipo de adição e aditivos também foram determinados através de ensaios pilotos no laboratório, com o intuito de obter as características desejadas. A sílica ativa entrou como adição ao Cimento Portland. Nas dosagens realizadas a sílica ativa não fez parte do teor de argamassa.

### 1.3.3 Dosagem dos concretos

Na dosagem experimental dos concretos aplicaram-se diferentes porcentagens de agregado miúdo e grão de maneira que o concreto se tornasse permeável. Neste estudo optou-se por um concreto, como citado anteriormente, com um tipo de rocha, com diferentes teores de argamassas e com diferentes granulometria. As Tabelas de 3 até 9 apresentam um resumo dos traços unitários em massa utilizados para produção do concreto.

Tabela 3 – Traço unitário em massa do concreto com  $\alpha = 30\%$ .

Granulometria (mm)	m	Cimento	Areia	Brita	a/c	Aditivo Superplastificante*	Adição Sílica Ativa*
9,5; 6,3 e 4,75	5	1	0,8	4,2	0,35	0,4	6,0
6,3 e 4,75	5	1	0,8	4,2	0,35	0,4	6,0
9,5	5	1	0,8	4,2	0,35	0,4	6,0
6,3	5	1	0,8	4,2	0,35	0,4	6,0

\* % em relação à massa do cimento.

Tabela 4 – Traço unitário em massa do concreto com  $\alpha = 33\%$ .

Granulometria (mm)	m	Cimento	Areia	Brita	a/c	Aditivo Superplastificante*	Adição Sílica Ativa*
9,5; 6,3 e 4,75	5	1	0,98	4,02	0,35	0,4	6,0
6,3 e 4,75	5	1	0,98	4,02	0,35	0,4	6,0
9,5	5	1	0,98	4,02	0,35	0,4	6,0
6,3	5	1	0,98	4,02	0,35	0,4	6,0

\* % em relação à massa do cimento.

Tabela 5 – Traço unitário em massa do concreto com  $\alpha = 35\%$ .

Granulometria (mm)	m	Cimento	Areia	Brita	a/c	Aditivo Superplastificante*	Adição Sílica Ativa*
9,5; 6,3 e 4,75	5	1	1,1	3,9	0,35	0,4	6,0
6,3 e 4,75	5	1	1,1	3,9	0,35	0,4	6,0
9,5	5	1	1,1	3,9	0,35	0,4	6,0
6,3	5	1	1,1	3,9	0,35	0,4	6,0

\* % em relação à massa do cimento.

Tabela 6 – Traço unitário em massa do concreto com  $\alpha = 40\%$ .

Granulometria (mm)	m	Cimento	Areia	Brita	a/c	Aditivo Superplastificante*	Adição Sílica Ativa*
9,5; 6,3 e 4,75	5	1	1,4	3,6	0,35	0,4	6,0
6,3 e 4,75	5	1	1,4	3,6	0,35	0,4	6,0
9,5	5	1	1,4	3,6	0,35	0,4	6,0
6,3	5	1	1,4	3,6	0,35	0,4	6,0

\* % em relação à massa do cimento.

Tabela 7 – Traço unitário em massa do concreto com  $\alpha = 42\%$ .

Granulometria (mm)	m	Cimento	Areia	Brita	a/c	Aditivo Superplastificante*	Adição Sílica Ativa*
9,5; 6,3 e 4,75	5	1	1,52	3,48	0,35	0,4	6,0
6,3 e 4,75	5	1	1,52	3,48	0,35	0,4	6,0
9,5	5	1	1,52	3,48	0,35	0,4	6,0
6,3	5	1	1,52	3,48	0,35	0,4	6,0

\* % em relação à massa do cimento.

Tabela 8 – Traço unitário em massa do concreto com  $\alpha = 44\%$ .

Granulometria (mm)	m	Cimento	Areia	Brita	a/c	Aditivo Superplastificante*	Adição Sílica Ativa*
9,5; 6,3 e 4,75	5	1	1,64	3,36	0,35	0,4	6,0
6,3 e 4,75	5	1	1,64	3,36	0,35	0,4	6,0
9,5	5	1	1,64	3,36	0,35	0,4	6,0
6,3	5	1	1,64	3,36	0,35	0,4	6,0

\* % em relação à massa do cimento.

Tabela 9 – Traço unitário em massa do concreto com  $\alpha = 55\%$ .

Granulometria (mm)	m	Cimento	Areia	Brita	a/c	Aditivo Superplastificante*	Adição Sílica Ativa*
9,5; 6,3 e 4,75	5	1	2,30	2,70	0,50	0,4	0,0

\* % em relação à massa do cimento.

#### 1.4 Coeficiente de permeabilidade:

O ensaio para obtenção do coeficiente de permeabilidade foi realizado conforme o procedimento proposto pela norma ACI 522 R – 06 (ACI, 06) do *American Concrete Institute* e como foi mencionado anteriormente, o coeficiente de permeabilidade indica a velocidade em que a água infiltra no concreto permeável e é calculado através da Equação 6.2 da *Lei de Darcy*.

$$K = \frac{A_1 L}{A_2 t} \log \left( \frac{h_i}{h_f} \right) \quad (1)$$

Onde:

K = coeficiente de permeabilidade em m/s;

$A_1$  = área de sessão da amostra em  $m^2$ ;  
 $A_2$  = área do tubo em  $m^2$ ;  
 $L$  = comprimento da amostra em m;  
 $t$  = tempo em s;  
 $h_i$  = altura inicial (indicado 0,29 m);  
 $h_f$  = altura final (indicado 0,07 m);

Este procedimento faz uso de um equipamento chamado permeâmetro de carga variável que permite a inserção de uma amostra no interior do equipamento. A Figura 1 mostra o referido equipamento.

Figura 1 – Permeâmetro de carga variável.



Para iniciar o ensaio o CP é colocado na entrada do equipamento. Em seguida a válvula é fechada e o equipamento é preenchido com água para saturar o CP. Para retirar o ar do equipamento, a válvula é aberta e é adicionado água até que a mesma fique nivelada com o CP do lado oposto do equipamento (saída). O CP de concreto é cilíndrico com diâmetro de 10 cm e altura de 15 cm. Na Figura 2 observa-se a colocação do CP de concreto no equipamento.

Figura 2 – Acoplagem da amostra no equipamento.



Acima do CP é acoplado um tubo com altura de 30 cm com aferimento em 0,29 e 0,07 m. Confirmado que o CP está saturado e o equipamento sem ar a válvula

central é fechada e o tubo acima do CP é completado com água até o aferimento de 0,29 m.

Em seguida a válvula central é aberta e marca-se o tempo que a água leva do marco 0,29m até o marco 0,07m. A norma determina que o procedimento de tomada de tempo deva ser repetido três vezes para cada amostra, considerando-se um tempo médio entre os três valores. Na Figura 3 observa-se a colocação das marcas (0,29 m e 0,07 m) no tubo acima da amostra e na Figura 4 mostra o tubo acima da amostra sendo preenchido com água.

Figura 3 – Aferimento do tubo acima do CP.



Figura 4 – Tubo acima do CP sendo preenchido com água.



O tempo medido é utilizado na Equação da *Lei de Darcy* para o cálculo do coeficiente de permeabilidade  $K$  da amostra. Conforme a norma ACI 522R (2006) pavimentos com nível satisfatório de permeabilidade devem apresentar um coeficiente de permeabilidade  $K \geq 1,40 \times 10^{-3}$  m/s.

## 2 Apresentação e Análise dos Resultados

A apresenta a análise dos resultados obtidos na metodologia experimental. Trata-se da avaliação no estado endurecido foram avaliadas a permeabilidade à água com teores de argamassa de 30%, 33%, 35%, 40%, 42% e 44%.

### 2.1 Coeficiente de permeabilidade

Nesta análise foi considerada a variação dos teores de argamassa para todos os traços. A Tabela 10 apresenta os valores medidos para o tempo de percolação da água através do corpo-de-prova (CP) de concreto permeável.

Tabela 10 – Tempos de percolação da água através do corpo-de-prova.

Teor de Argamassa (%)	Granulometria	Dimensão do CP (cm)	Tempo 1 (s)	Tempo 2 (s)	Tempo 3 (s)	Média do Tempo (s)	Coefficiente de Permeabilidade K (m/s)
30	CPGC1	10x15	21	23	23	22,34	0,00414
	CPGC2	10x15	20	20	19	19,67	0,00470
	CPGU1	10x15	17	16	17	16,67	0,00555
	CPGU2	10x15	14	13	14	13,67	0,00677
33	CPGC1	10x15	26	25	26	25,67	0,00360
	CPGC2	10x15	23	23	21	22,34	0,00414
	CPGU1	10x15	19	20	20	19,67	0,00470
	CPGU2	10x15	16	17	17	16,67	0,00550
35	CPGC1	10x15	34	34	35	34,33	0,00269
	CPGC2	10x15	32	31	31	31,33	0,00295
	CPGU1	10x15	29	28	29	28,67	0,00323
	CPGU2	10x15	26	26	25	25,67	0,00360
40	CPGC1	10x15	46	44	45	45,00	0,00205
	CPGC2	10x15	41	43	42	42,00	0,00220
	CPGU1	10x15	39	38	40	39,00	0,00237
	CPGU2	10x15	37	36	35	36,00	0,00257
42	CPGC1	10x15	64	64	65	64,33	0,00143
	CPGC2	10x15	61	62	62	61,67	0,00150
	CPGU1	10x15	58	59	58	58,34	0,00158
	CPGU2	10x15	55	56	55	55,34	0,00167
44	CPGC1	10x15	76	75	74	75,50	0,00123
	CPGC2	10x15	74	73	74	73,67	0,00125
	CPGU1	10x15	72	73	74	72,50	0,00128
	CPGU2	10x15	68	67	68	67,67	0,00137

Os resultados apresentados na Tabela 10 mostram uma relação inversa entre o tempo de percolação e o coeficiente de permeabilidade, pois quanto menor é a permeabilidade do corpo-de-prova maior é o tempo que a água vai levar para atravessá-lo.

Outro fato observado é que com o aumento do teor de argamassa o índice de vazios do concreto diminui o que proporciona um tempo de percolação maior. Existe uma ordem de um menor para um maior K, onde se observa a influência dos diferentes tipos de gralunometrias.

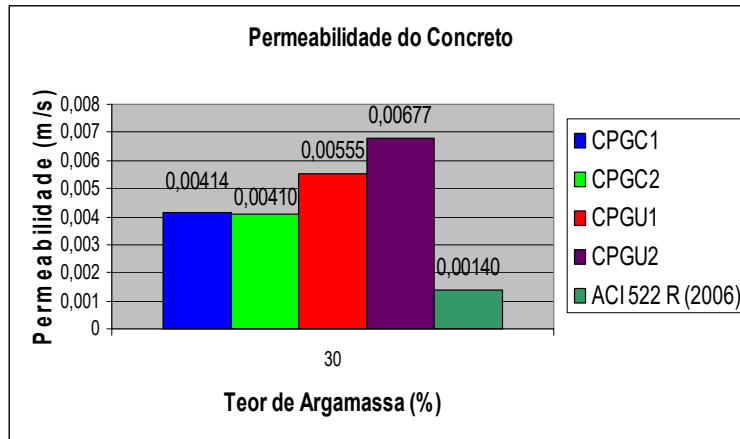
$$K \text{ de CPGC1} < K \text{ de CPGC2} < K \text{ de CPGU1} < K \text{ de CPGU2} \quad (2)$$

As Figuras 5 a 7 apresentam os valores encontrados de permeabilidade. Conforme a Figura 5 apresenta coeficiente de permeabilidade com valor acima do valor determinado pela norma ACI 522 R-06.



O valor do coeficiente de permeabilidade do concreto com granulometria continua com três tamanhos diferentes ficaram 192,85% acima do valor estipulado pela norma. A granulometria continua com dois tamanhos diferentes ficou 239,28% acima. A granulometria uniforme com diâmetro de 6,3mm ficou 300,71% acima e a granulometria uniforme com diâmetro de 9,5mm ficou 382,14% acima do valor determinado pela norma.

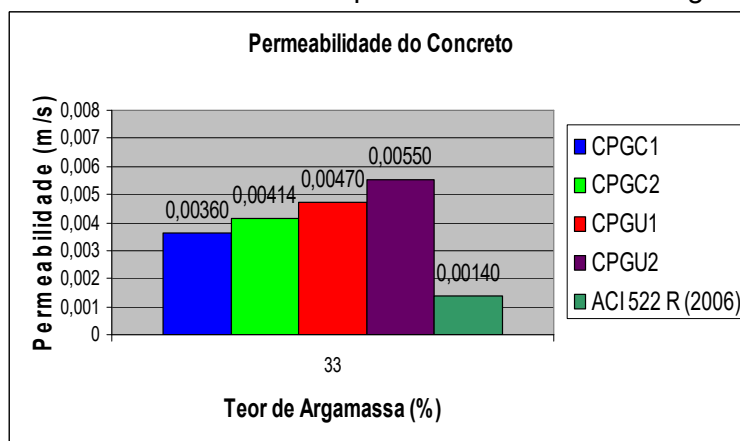
Figura 5 – Permeabilidade do concreto permeável com teor de argamassa de 30%.



O aumento do teor de argamassa influencia inversamente no valor do coeficiente de permeabilidade do concreto. Na Figura 6 é possível observar que com o aumento do teor de argamassa o concreto diminuiu a permeabilidade.

O valor do coeficiente de permeabilidade do concreto com teor de argamassa de 33% com granulometria continua com três tamanhos diferentes ficaram 159,28% acima do valor estipulado pela norma. A granulometria continua com dois tamanhos diferentes ficaram 192,85% acima. A granulometria uniforme com diâmetro de 6,3mm ficou 239,28% acima e a granulometria uniforme com diâmetro de 9,5mm ficou 300,71% acima do valor determinado pela norma.

Figura 6 – Permeabilidade do concreto permeável com teor de argamassa de 33%.

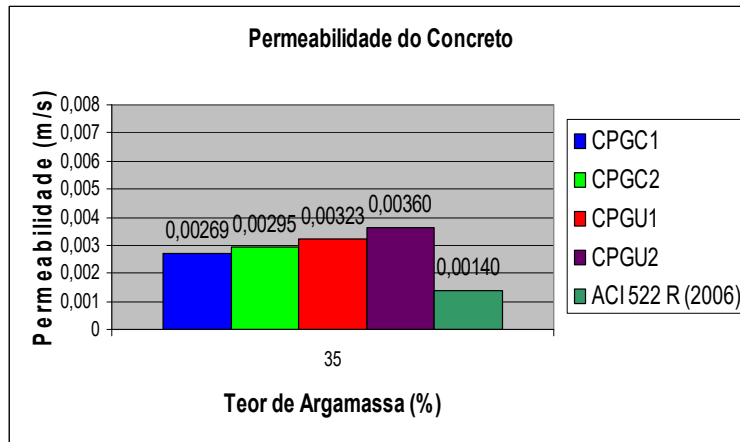


A Figura 7 mostra que com o aumento do teor de argamassa o concreto perde em permeabilidade, independentemente do tipo de granulometria utilizado.

O valor do coeficiente de permeabilidade do concreto com teor de argamassa de 35% com granulometria continua com três tamanhos diferentes ficaram 91,43% acima do valor estipulado pela norma. A granulometria continua com dois

tamanhos diferentes ficaram 109,28% acima. A granulometria uniforme com diâmetro de 6,3mm ficou 132,14% acima e a granulometria uniforme com diâmetro de 9,5mm ficou 159,28% acima do valor determinado pela norma.

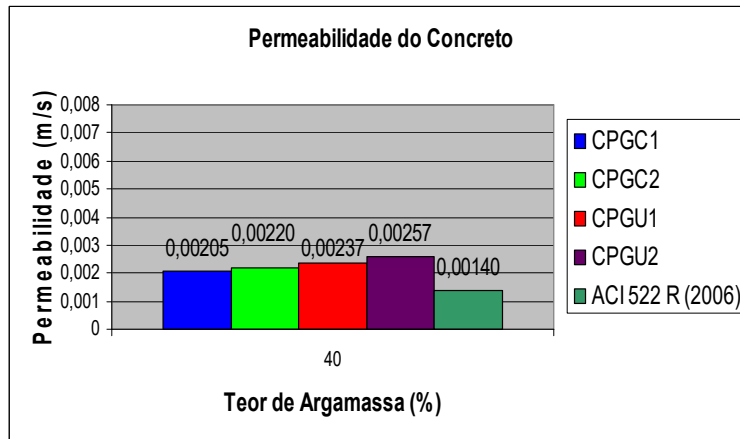
Figura 7 – Permeabilidade do concreto permeável com teor de argamassa de 35%.



Conforme mostra a Figura 8 o aumento do teor de argamassa torna o concreto com mais sólido deixando o mesmo com menor permeabilidade, independentemente do tipo de granulometria utilizado.

O valor do coeficiente de permeabilidade do concreto com teor de argamassa de 40% com granulometria continua com três tamanhos diferentes ficaram 46,43% acima do valor estipulado pela norma. A granulometria continua com dois tamanhos diferentes ficaram 57,14% acima. A granulometria uniforme com diâmetro de 6,3mm ficou 69,28% acima e a granulometria uniforme com diâmetro de 9,5mm ficou 83,57% acima do valor determinado pela norma.

Figura 8 – Permeabilidade do concreto permeável com teor de argamassa de 40%.



Conforme mostra a Figura 9 os concretos com teor de argamassa de 42% apresentam um coeficiente de permeabilidade com valor próximo ao valor mínimo determinado pela norma ACI 522 R-06.

O valor do coeficiente de permeabilidade do concreto com teor de argamassa de 42% com granulometria continua com três tamanhos diferentes ficaram 2,14% acima do valor estipulado pela norma. A granulometria continua com dois tamanhos diferentes ficaram 7,14% acima. A granulometria uniforme com diâmetro de 6,3mm ficou 12,85% acima e a granulometria uniforme com diâmetro

de 9,5mm ficou 18,57% acima do valor determinado pela norma. Comparando os valores do coeficiente de permeabilidade do concreto com teor de argamassa de 40% e 42% nota-se que a queda do valor do coeficiente de permeabilidade é significativa.

Figura 9 – Permeabilidade do concreto permeável com teor de argamassa de 42%.

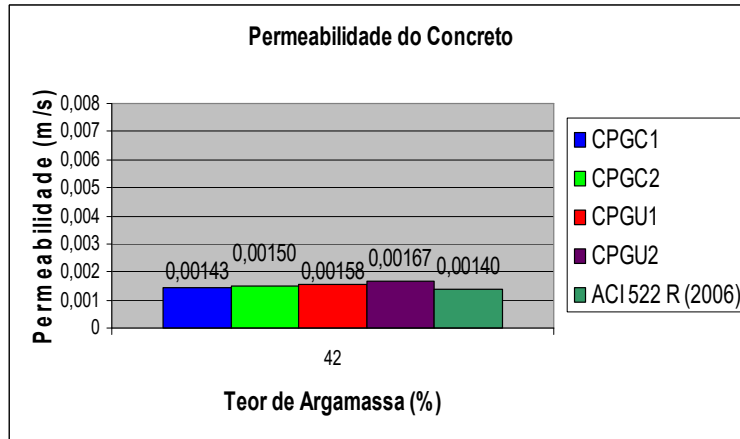
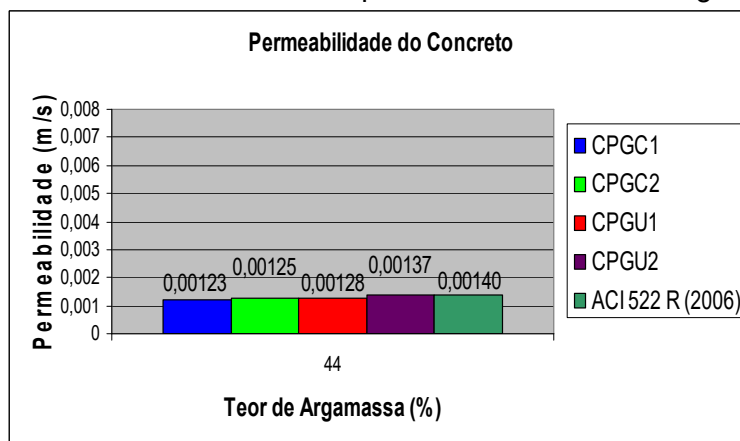


Figura 10 – Permeabilidade do concreto permeável com teor de argamassa de 44%.



Conforme mostra a Figura 10 os concretos com teor de argamassa de 44% apresentam um coeficiente de permeabilidade abaixo do valor mínimo determinado pela norma ACI 522 R-06.

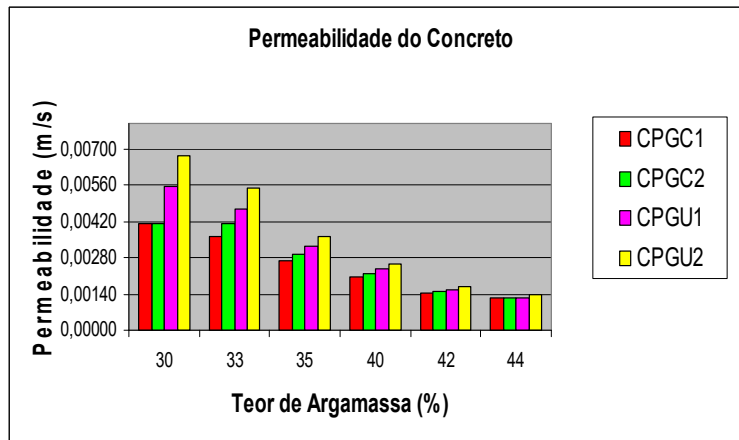
O valor do coeficiente de permeabilidade do concreto com teor de argamassa de 44% com granulometria continua com três tamanhos diferentes ficaram 12,14% abaixo do valor estipulado pela norma. A granulometria continua com dois tamanhos diferentes ficaram 10,71% abaixo. A granulometria uniforme com diâmetro de 6,3mm ficou 8,57% abaixo e a granulometria uniforme com diâmetro de 9,5mm ficou 5,71% abaixo do valor determinado pela norma.

Estes resultados mostram que teores de argamassa superiores a 44% levam a produção de concretos com tendência a não atender ao requisito permeabilidade estipulado pela norma ACI 522 R-06.

A Figura 11 mostra um resumo dos valores encontrados para o coeficiente de permeabilidade nos concretos estudados. Observa-se também que a variação da permeabilidade foi maior para as granulometrias uniformes quando comparado com as granulometrias continuas, para qualquer tamanho de agregado e qualquer teor de argamassa estudado.

Os resultados mostram que quanto mais diversificada (contínua) for à granulometria do agregado graúdo, menor será o índice de vazio e menor será permeabilidade do concreto.

Figura 11 – Valores encontrados para o coeficiente de permeabilidade do concreto.



Em todas as famílias de concretos estudadas ocorreu decréscimo do coeficiente de permeabilidade quando o teor de argamassa aumenta.

De acordo com a Figura 11 pôde ser verificado que o teor de argamassa é um fator preponderante no coeficiente de permeabilidade. Conforme a literatura, quanto maior o teor de argamassa menor é a permeabilidade dos concretos permeáveis, porque a argamassa preenche os espaços vazios dos agregados, controlando o fluxo de água através do concreto. Os resultados mostram que isto corre independente da granulometria dos agregados. Observando a Figura 11 nota se que a maioria dos teores de argamassa ensaiados, exceto o teor de argamassa de 42% e de 44%, apresentou coeficientes de permeabilidade bastante acima do estabelecido pela norma ( $K \geq 0,0014$  m/s).

Os concretos estudados com teor de argamassa de 44% apresentaram valores inferiores ao que estabelece a norma e foram qualificados como concreto não permeável.

### 3. Conclusão

Após análise dos resultados de coeficiente de permeabilidade conclui-se que é possível produzir piso intertravado de concreto permeáveis que atenda aos requisitos normativos da ACI.

Os ensaios demonstraram que o teor de argamassa e a granulometria do agregado graúdo influenciam substancialmente nos resultados obtidos no coeficiente de permeabilidade. Os concretos produzidos com teores de argamassa de 30%, 33%, 35%, 40%, 42%, atendem o coeficiente de permeabilidade ( $k$ ), pois estes concretos apresentaram valores acima do valor mínimo estabelecido de 0,0014m/s. Os concretos produzidos com teor de argamassa de 44% não atendem o coeficiente de permeabilidade pois ficam acima do estabelecido pela norma da ACI.

## REFERÊNCIAS

ALVES F. **Precast concrete paving & kerb association**. Leicester, 2006.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **ACI- 211-3R-02**. Guide for Selecting Proportions for No- Slump concrete 2002.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **ACI – 522R-06**. Pervious concrete. Michigan, 2006.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM 1701/C**. Standard test method for infiltration rate of in place pervious concrete. Pennsylvania 2009.

ARAÚJO, 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.

BRITISH STANDARDS (BSI). **Pavements constructed with clay, natural stone or concrete pavers**. Part 13: Guide for the design of permeable pavements constructed with concrete paving blocks and flags, natural stone slabs and setts and clay pavers. BS 7533-13:2009. Londres, 2009.

HELENE, P. R. L.; TERZIAN, P. **Manual de dosagem e controle do concreto**. São Paulo: Pini; Brasília: SENAI, 1992.

INTERPAVE. **Responsible rainwater management around the home**. Interpave – The Precast Concrete Paving & Kerb Association. Leicester, 2006.

JAMES, W.; VON LANGSDORFF, H. **“The use of permeable concrete block pavements in controlling environmental stressors in urban areas”**. 7th International Conference on Concrete Block Paving, Sun City – Africa do Sul, 2003.

KARASAWA, A.; SUDA, S. **Characteristics of new type permeable concrete block paving system**. 5th International Concrete Block Paving Conference, Tel-Aviv – Israel, 1996.

KNAPTON, J.; COOK, IAN D. **Permeable paving for a new container handling area at Santos container port, Brazil**. In: 6th International Conference on Concrete Block Paving. Tokyo – Japan, 2000.

MARCHIONI, M.; SILVA, Cl. O. **Pavimento intertravado permeável – melhores práticas** - ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland. São Paulo, 2011.