

## INFLUÊNCIA DOS ENDURECEDORES DE SUPERFÍCIE SOBRE A RESISTÊNCIA AO DESGASTE POR ABRASÃO

AUTORES : Eng. Roberto J. Falcão Bauer      (1) (Diretor Técnico)  
                  Eng. Vladimir Antonio Paulon      (2) (Prof. Titular)  
                  Engº Shingiro Tokudome              (1) (Engenheiro Civil)  
                  Engº Fabrício Bassani dos Santos      (3) (Engenheiro Civil)

( 1 )

**L. A. Falcão Bauer Centro Tecnológico de Controle de Qualidade Ltda.**

Rua Aquinos, 111 Água Branca São Paulo – SP CEP : 05036-070.

Fone : (0xx11)3611-0833, Fax: (0xx11 )3611-0170, e-mail<[bauer@falcaobauer.com.br](mailto:bauer@falcaobauer.com.br)>

( 2 ):

**Faculdade de Engenharia Civil-Universidade Estadual de Campinas**

Cidade Universitária "Zeferino Vaz" Barão Geraldo - Campinas – SP

e-mail<[paulon@fec.unicamp.br](mailto:paulon@fec.unicamp.br)>

( 3 )

**Rheotec - Aditivos de Concreto**

Rua “G”, 41 Jardim Primavera – Duque de Caxias - RJ.

Fone : (0xx21)2776-1608

e-mail<[fabriciobas@ieg.com.br](mailto:fabriciobas@ieg.com.br)>

### **RESUMO**

O objetivo do trabalho é a verificação do nível de penetração e eficiência do endurecedor de superfície em argamassas sujeitas ao desgaste por abrasão.

Os ensaios foram executados em corpos de prova de argamassa, com relação a/c 0,40, 0,50 e 0,60, onde foram aplicados endurecedores de superfície à base de silicato.

O ensaio foi baseado na NBR-12042-Materiais Inorgânicos - Determinação do Desgaste por Abrasão, com ciclos modificados verificando-se o desgaste a cada 100m.

## 1. Introdução

O tratamento de superfície a base de silicato segundo M. VENUAT<sup>1</sup> "é um procedimento conhecido desde muito tempo e consiste em tratar a superfície seca do concreto ou argamassa com o auxílio de uma solução diluída de silicato de sódio  $3\text{SiO}_2\text{Na}_2\text{O}$ , ou de potássio  $3\text{SiO}_2\text{K}_2\text{O}$ . A cal,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , procedente da hidratação do cimento é transformada em silicato de cálcio, que é mais duro e insolúvel. Parte dos poros do concreto tendem a ficar obstruídos, aumentando a impermeabilidade aos líquidos. A capa protetora formada não é visível, e sua espessura é de alguns milímetros".

Neste estudo será verificada a profundidade de penetração, em corpos de prova confeccionados em argamassa, com relação água/cimento 0,40; 0,50 e 0,65. Tem-se como objetivo relacionar a absorção característica de cada argamassa com o nível de penetração, através do ensaio de desgaste por abrasão em pista de areia, conforme NBR 12.042, porém modificando a periodicidade das leituras de desgaste executando-os a cada ciclo de 100 metros de percurso.

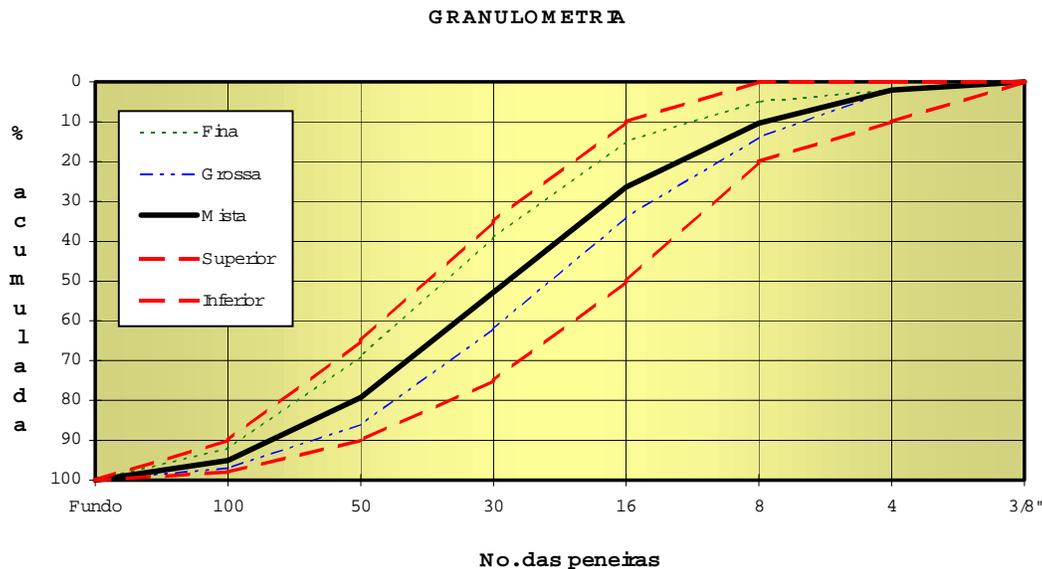
## 2. Materiais utilizados

Cimento: CP II E 40

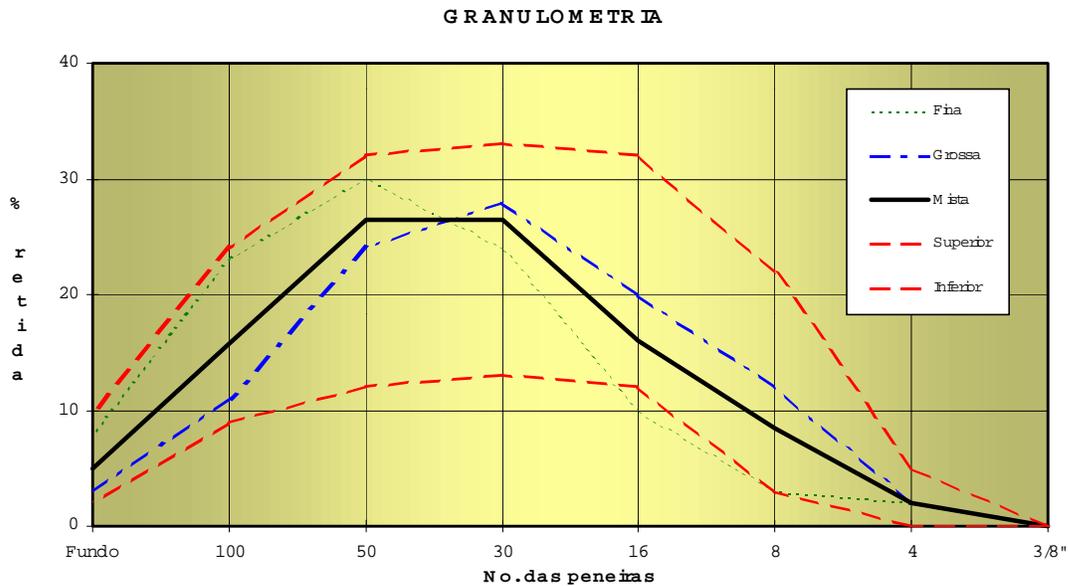
Areia : Leito de rio

Endurecedor de superfície : **silicato de sódio, fluorsilicato**

Com o intuito de obter uma granulometria contínua, foi realizada uma combinação granulométrica com duas areias conforme gráficos abaixo :



**Gráfico 01-Granulometria acumulada**



**Gráfico 2 – Granulometria Retida**

### 3. Dosagens estudadas de argamassa

Traço	Dosagem unitária
01	1,00: 1,07: 1,61: 0,40
02	1,00: 1,22: 1,84: 0,50
03	1,00: 1,70: 2,55: 0,65

### 4. Procedimento de ensaio:

- Moldagem de 03 placas 250x250x30 mm (relação água/cimento 0,40; 0,50 e 0,65).
- Cura imersa em tanque com água durante 14 dias.
- Aplicação do endurecedor de superfície, **produtos A, B e C**, conforme especificação do fabricante.
- Lavagem da superfície após secagem da última demão.
- Cura ao ar por 14 dias.
- Ensaio de desgaste por abrasão em pista de areia com leitura a cada ciclo de 100 metros.

## 5. Resultados obtidos na argamassa:

Traço	Relação a/c	Estado fresco		Estado endurecido					
		Consistência (mm)	Ar incorporado (%)	Resistência a compressão (MPa)			Absorção (%)	Capilaridade	
				3 dias	7 dias	28 dias		28 dias	g/cm <sup>3</sup>
1	0,40	218	4,0	26,6	41,0	48,3	6,30	0,6	3,6
2	0,50	248	4,4	23,3	33,7	44,3	7,90	0,9	5,1
3	0,65	262	6,5	14,2	22,0	28,6	9,40	1,2	6,0

## 6. Resultados de desgaste NBR 12.042:

### 6.1 Endurecedor de superfície Produto A

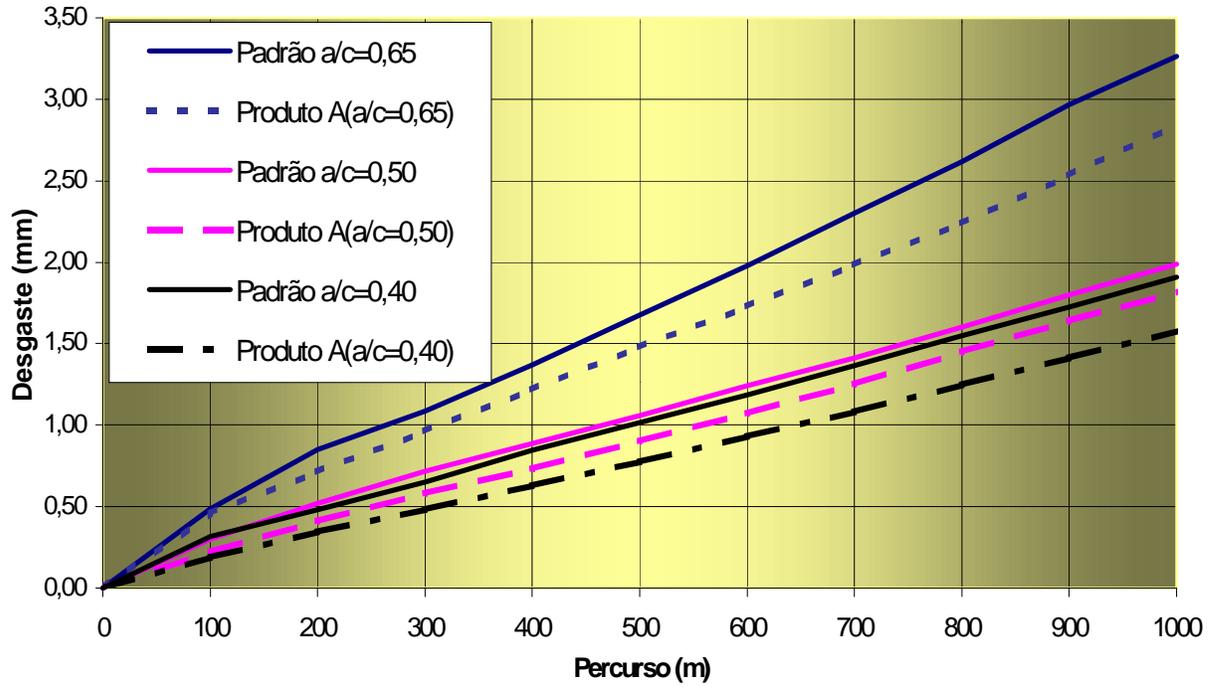
#### Desgaste acumulativo obtido no percurso de 1000 metros

Traço	Relação a/c	Desgaste (mm)										
		100m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m	900m	1000m	
Padrão	1	0,40	0,32	0,48	0,65	0,84	1,01	1,18	1,37	1,55	1,72	1,91
	2	0,50	0,30	0,52	0,72	0,89	1,06	1,24	1,41	1,60	1,80	1,99
	3	0,65	0,49	0,85	1,09	1,37	1,68	1,98	2,30	2,62	2,97	3,26
Produto "A"	1	0,40	0,19	0,34	0,48	0,63	0,77	0,93	1,08	1,25	1,41	1,58
	2	0,50	0,22	0,41	0,58	0,73	0,90	1,07	1,25	1,45	1,64	1,82
	3	0,65	0,46	0,71	0,97	1,22	1,48	1,73	1,99	2,24	2,53	2,84

#### Desgaste obtido a cada ciclo de 100 metros

Traço	Relação a/c	Desgaste (mm)										
		100m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m	900m	1000m	
Padrão	1	0,40	0,0	0,16	0,17	0,19	0,17	0,17	0,19	0,18	0,17	0,19
	2	0,50	0,0	0,22	0,20	0,17	0,17	0,18	0,17	0,19	0,20	0,19
	3	0,65	0,0	0,36	0,24	0,28	0,31	0,30	0,32	0,32	0,35	0,29
Produto "A"	1	0,40	0,0	0,15	0,14	0,15	0,14	0,16	0,15	0,17	0,16	0,17
	2	0,50	0,0	0,19	0,17	0,15	0,17	0,17	0,18	0,20	0,19	0,18
	3	0,65	0,0	0,25	0,26	0,25	0,26	0,25	0,26	0,25	0,29	0,31

### Ensaio de Desgaste do Produto "A"



**Gráfico 03 – Ensaio de Desgaste por Abrasão**

### 6.2 Endurador de superfície Tipo B

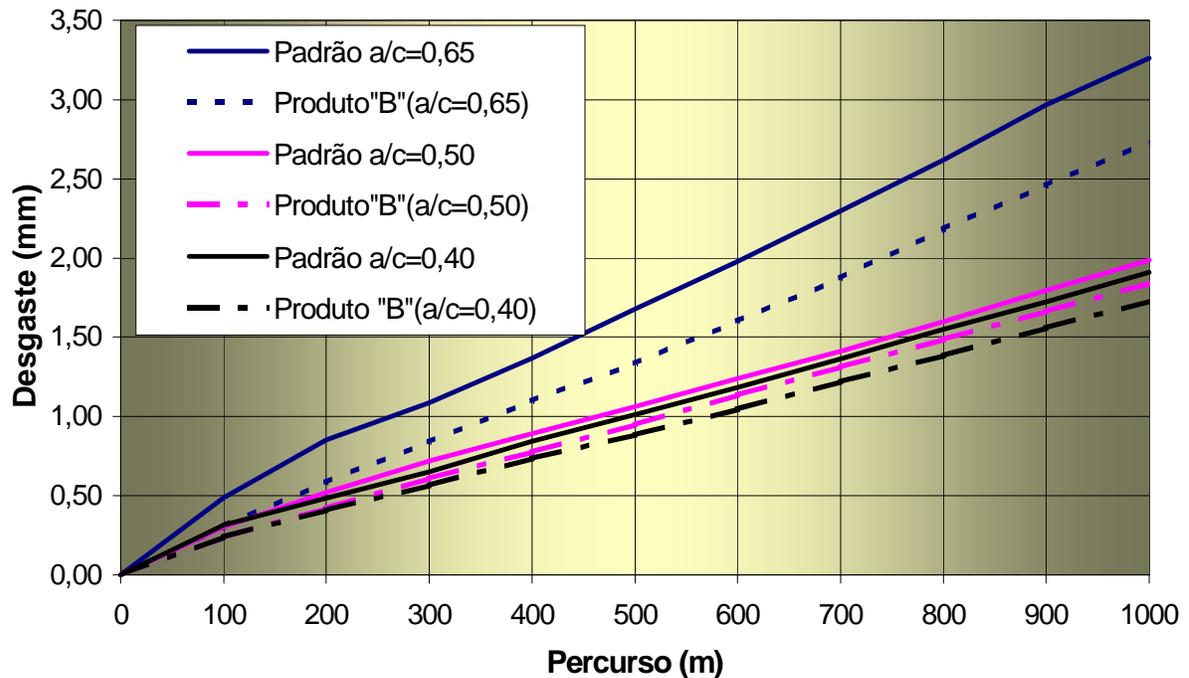
Desgaste acumulativo obtido no percurso de 1000 metros

Traço	Relação a/c	Desgaste (mm)										
		100m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m	900m	1000m	
Padrão	1	0,40	0,32	0,48	0,65	0,84	1,01	1,18	1,37	1,55	1,72	1,91
	2	0,50	0,3	0,52	0,72	0,89	1,06	1,24	1,41	1,60	1,80	1,99
	3	0,65	0,49	0,85	1,09	1,37	1,68	1,98	2,30	2,62	2,97	3,26
Produto "B"	1	0,40	0,24	0,41	0,56	0,74	0,88	1,05	1,22	1,39	1,56	1,73
	2	0,50	0,24	0,42	0,61	0,77	0,95	1,14	1,31	1,49	1,66	1,84
	3	0,65	0,31	0,59	0,84	1,10	1,34	1,60	1,87	2,18	2,46	2,73

### Desgaste obtido a cada ciclo de 100 metros

Traço	Relação a/c	Desgaste (mm)										
		100m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m	900m	1000m	
Padrão	1	0,40	0,32	0,17	0,17	0,20	0,17	0,17	0,18	0,17	0,17	0,19
	2	0,50	0,30	0,22	0,20	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,20	0,19
	3	0,65	0,49	0,36	0,24	0,28	0,31	0,30	0,32	0,32	0,35	0,30
Produto "B"	1	0,40	0,24	0,17	0,16	0,17	0,15	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17
	2	0,50	0,24	0,18	0,19	0,16	0,18	0,19	0,18	0,17	0,18	0,18
	3	0,65	0,31	0,28	0,25	0,26	0,24	0,27	0,27	0,31	0,27	0,27

### Ensaio de Desgaste Produto "B"



**Gráfico 04 – Ensaio de Desgaste por Abrasão**

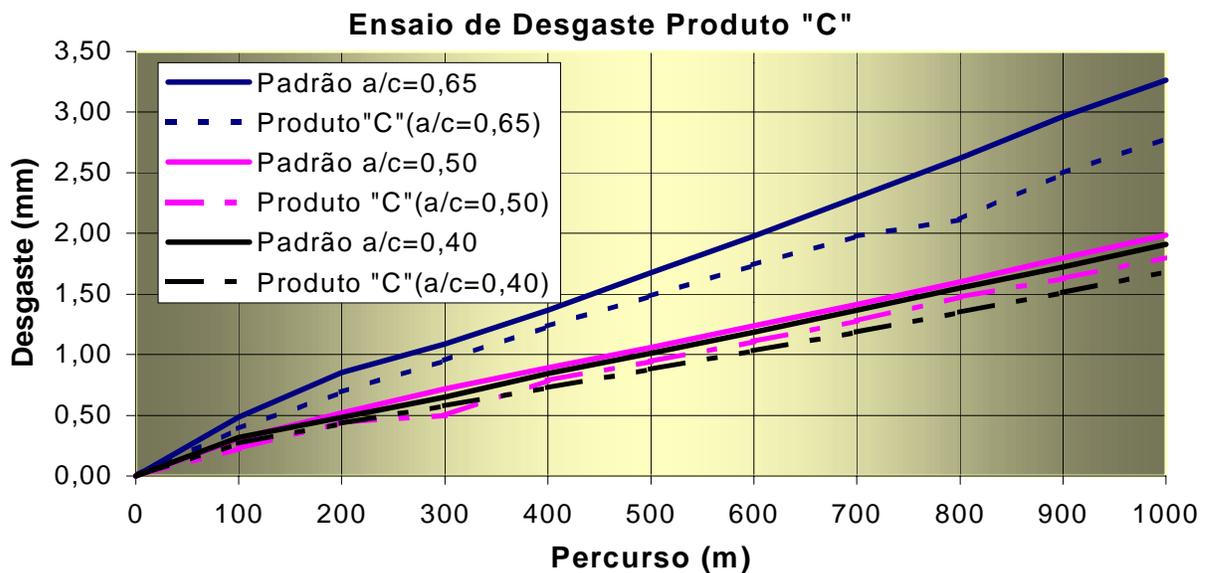
### 6.3 Endurador de superfície Tipo C

#### Desgaste acumulativo obtido no percurso de 1000 metros

Traço		Relação a/c	Desgaste (mm)									
			100m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m	900m	1000m
Padrão	1	0,40	0,32	0,48	0,65	0,84	1,01	1,18	1,37	1,55	1,72	1,91
	2	0,50	0,30	0,52	0,72	0,89	1,06	1,24	1,41	1,60	1,80	1,99
	3	0,65	0,49	0,85	1,09	1,37	1,68	1,98	2,30	2,62	2,97	3,26
Produto "C"	1	0,40	0,27	0,43	0,58	0,73	0,88	1,03	1,19	1,35	1,51	1,68
	2	0,50	0,23	0,44	0,62	0,79	0,95	1,11	1,28	1,47	1,63	1,80
	3	0,65	0,39	0,69	0,95	1,24	1,48	1,74	1,98	2,12	2,50	2,79

#### Desgaste obtido a cada ciclo de 100 metros

Traço		Relação a/c	Desgaste (mm)									
			100m	200m	300m	400m	500m	600m	700m	800m	900m	1000m
Padrão	1	0,40	0,32	0,17	0,17	0,20	0,17	0,17	0,18	0,18	0,17	0,19
	2	0,50	0,30	0,22	0,20	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19	0,20	0,19
	3	0,65	0,49	0,36	0,24	0,28	0,31	0,30	0,32	0,32	0,35	0,30
Produto "C"	1	0,40	0,27	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17
	2	0,50	0,23	0,22	0,18	0,17	0,16	0,16	0,17	0,19	0,15	0,17
	3	0,65	0,39	0,30	0,26	0,28	0,25	0,26	0,24	0,14	0,38	0,29



**Gráfico 05 – Ensaio de Desgaste por Abrasão**

## 7. Conclusões

- Os produtos A, B e C apresentaram praticamente a mesma eficiência sob o ponto de vista de desgaste por abrasão. O que demonstra que os produtos são similares (silicato de sódio e fluor silicato).
- Quando as relações a/c são baixas, até a ordem de 0,50, os desgastes em argamassa sem utilização dos produtos endurecedores são iguais. A partir da relação a/c 0,50 os desgastes são maiores.
- Das avaliações de desgaste os resultados de ensaio demonstraram que, no caso de utilização do produto, que o menor desgaste, em valor absoluto, foi obtido com a relação a/c 0,40.
- A eficiência na aplicação do produto em argamassas com relação a/c 0,40 e 0,50 são equivalentes ( redução de desgaste aproximadamente 10%). Em argamassas de relação a/c superior a 0,50 a eficiência do produto aumenta ( para relação a/c 0,65 a redução de desgaste variou entre 15% e 18%). O que permite concluir que houve uma maior penetração do produto face à maior porosidade do material.