

## ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS OBTIDOS NOS ENSAIOS DE ESCLEROMETRIA E DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL DO CONCRETO<sup>1</sup>

Vinícius de Lima Rodrigues<sup>1</sup>; Klinger Senra Rezende<sup>2</sup>;  
Fábio José Generoso<sup>3</sup>

**Resumo:** *Desde a década de 60 aumentou consideravelmente o interesse na avaliação in loco do concreto endurecido, pois um grande número de estruturas, começaram a apresentar sinais de deterioração, e as condições laboratoriais dos corpos-de-prova não representavam precisamente as condições de obra (MALHOTRA, (1984)). Para tal, realiza-se o ensaio de esclerometria, que já vem sendo executado há alguns anos, porém, a sua confiabilidade sempre é questionada, por se tratar de um método indireto na determinação da resistência à compressão do concreto endurecido. Assim, o presente trabalho visou verificar a confiabilidade do ensaio de esclerometria e sua empregabilidade como ensaio independente, correlacionando a resistência do concreto através da moldagem e ensaio de compressão axial e a resistência do concreto endurecido nas estruturas, através do ensaio de esclerometria. Os resultados foram considerados satisfatórios, uma vez que o desvio padrão tomou-se um valor quase que insignificante.*

**Palavras-chave:** *Concreto endurecido; esclerometria; ensaios não destrutivos*

**Abstract:** *Since the 1960s has considerably increased the interest on-the-spot assessment of the hardened concrete, because a large number of structures have begun to show signs of deterioration, and laboratory conditions of test-specimens were not precisely the conditions of work (MALHOTRA, (1984)). To this end,*

---

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Engenharia Civil – FAVIÇOSA, Viçosa – MG; email: [vinciuslima.civil@gmail.com](mailto:vinciuslima.civil@gmail.com)

<sup>2</sup> Professor Mestre, Departamento de Engenharia Civil da Univiçosa – FAVIÇOSA, Viçosa – MG; email: [klingers15@hotmail.com](mailto:klingers15@hotmail.com)

<sup>3</sup> Professor Mestre, Departamento de Engenharia Civil do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais -IFNMG - Campus Pirapora

*it carries out the test of sclerometry, which is already running a few years ago, however, its reliability is always questioned, because it is an indirect method for the determination of resistance to compression of the hardened concrete. Thus, the present study aimed to verify the reliability of the test of sclerometry and their employability as an independent test, correlating the strength of the concrete across the molding and testing of axial compression and the strength of the hardened concrete in structures, through the testing of sclerometry. The results were considered satisfactory, since the standard deviation took it a value almost insignificant.*

**Keywords:** *Hardened concrete; sclerometry; not destructive testing*

## Introdução

Segundo MALHOTRA (1984), desde a década de 60, aumentou consideravelmente o interesse na avaliação in loco do concreto endurecido, pois um grande número de estruturas começou a apresentar sinais de deterioração, e as condições laboratoriais dos corpos-de-prova não representavam precisamente as condições de obra.

Para tal, realiza-se o ensaio de esclerometria, que consiste em um método não destrutivo que mede a dureza superficial do concreto, também conhecida como “Dureza de Schmidt”, fornecendo elementos para a avaliação da qualidade do concreto. Este é considerado pela NBR 7584:2012 como um ensaio complementar, não substituindo outros ensaios.

De acordo com o comitê ACI 228.1R (2003), o método do esclerômetro consiste em submeter a superfície da estrutura de concreto um impacto de maneira padronizada utilizando uma determinada massa com certa energia, medindo-se o valor do ricochete (índice esclerométrico). Parte desta energia é absorvida no impacto e está relacionada à dureza superficial da peça. A resistência é estimada por meio de curvas de calibração relacionando o índice esclerométrico com a resistência à compressão do concreto.

O ensaio de esclerometria já vem sendo executado há alguns anos,

porém, a sua confiabilidade sempre é questionada, ou seja, sempre vem à discussão, por se tratar de um método indireto na determinação da resistência à compressão do concreto endurecido.

Assim, o presente trabalho visará verificar a confiabilidade do ensaio de esclerometria e sua empregabilidade como ensaio independente, correlacionando a resistência do concreto através da moldagem e ensaio de compressão axial e a resistência do concreto endurecido nas estruturas, através do ensaio de esclerometria. A posteriori será verificada a variação das resistências, bem como a identificação de possíveis fatores que contribuíram para a variação entre estas resistências.

### **Material e Métodos**

O presente trabalho foi elaborado na seguinte sequência metodológica: moldagem dos corpos de prova; ensaio de compressão axial nos corpos de prova moldados aos 7 e 28 dias de idade; realização do ensaio de esclerometria nas obras selecionadas aos 28 dias de idade; processamento dos dados e análise do resultados obtidos.

Seguindo as prescrições da NBR 5738/2003 - Moldagem de Corpos de Prova de Concreto, quanto a amostragem do lote a ser moldado, verificou-se a necessidade de formação do lote composto por 3 exemplares, porém, realizou-se a moldagem de 6 exemplares possibilitando assim um banco de dados maior para fins de comparação de resistências, sendo que 2 exemplares foram submetidos ao ensaio de compressão axial aos 7 dias de idade e 4 exemplares aos 28 dias de idade.

O ensaio de esclerometria seguiu as recomendações da NBR 7584/2012 - Ensaio Esclerométrico em Estrutura de Concreto Armado. Selecionaram-se os pilares e realizou-se a preparação das áreas com auxílio de uma lixadeira para concreto e posteriormente com a pedra de carborundum para acabamento final da superfície. Quanto ao tamanho das áreas marcadas para realização do ensaio, utilizou-se as seguintes dimensões: 15 x 15cm. Logo realizou-se o

ensaio. Com os índices esclerométricos individuais (IE) obtidos realizaram-se os cálculos necessários de acordo com a NBR 7584 para obtenção do índice esclerométrico efetivo de cada área. Para conversão dos índices esclerométricos efetivos determinados, em resistências, utilizou-se a curva de conversão do fabricante.

## Resultados e Discussão

Com o ensaio de compressão axial finalizado, obteve-se as resistências dos corpos de prova, cujas essas e demais informação referentes a moldagem, estão expressas na Tabela 1.

Tabela 1 – Resistência a compressão do concreto

Características do lote											
Origem do concreto: Dosado em obra.						Condição de preparo do concreto: B.					
Resistência característica à compressão aos 28 dias de idade: $f_{ck} = 25$ MPa.											
Tipo do lançamento do concreto: Convencional.						Slump requerido: $(90 \pm 20)$ mm.					
Traço em massa do concreto: 1.000: 2.000: 2.000											
Moldagem de corpos de prova - NBR 5738						Ensaio de Compressão - NBR 5739					
Nº Lab.	Id. Obra	Moldagem		Slump (mm)	Vol. (m³)	Procedência	Data	Idade (dias)	Diâmetro (mm)	Força (kN)	Tensão (MPa)
		Data	Hora								
310	1	18/02/16	09:00	105,0	-	Pilares do 2º pavimento.	25/02/16	7	99,98	148,592	18,9
311	2						17/03/16	28	100,20	206,954	26,2
312	3						17/03/16	28	100,45	233,888	29,2
313	4	18/02/16	10:00	205,0	-	Pilares do 2º pavimento.	25/02/16	7	100,05	125,620	16,0
314	5						17/03/16	28	99,05	183,140	23,3
315	6						17/03/16	28	100,95	166,021	20,7

Vale ressaltar que a variação das resistências dos exemplares está diretamente ligada ao slump do concreto dos lotes moldados.

A Tabela 2 apresenta as informações do ensaio de esclerometria bem como os índices esclerométricos efetivos (IE, efetivos), determinados para cada área analisada.

Tabela 2 - Determinação dos índices esclerométricos efetivos

Informações sobre o ensaio esclerométrico							
Marca e modelo do esclerômetro: Original Schmidt tipo N-34; n° 169825; 2,25 N.m; Proceq S/A							
Posição do esclerômetro no ensaio: 0°.							
Data da concretagem: 18/02/2016		Data do ensaio: 17/03/2016			Idade: 28 dias.		
Determinações	Índices esclerométricos individuais, IE (%)						
Localização	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
1	38	35	35	41	28	32	34
2	35	35	30	35	31	33	38
3	37	35	34	41	32	30	33
4	33	36	32	40	29	31	33
5	37	33	33	42	32	33	35
6	33	34	33	39	29	32	34
7	35	37	31	43	31	34	35
8	37	38	31	42	30	33	34
9	35	39	30	40	28	37	34
IE, médio	35,6	35,8	32,1	40,3	30,0	32,8	34,4
Interv. variação	39,1-32,0	39,4-32,2	35,3-28,9	44,4-36,3	33,0-27,0	36,1-29,5	37,9-31,0
Novo IE, médio	35,6	35,8	32,1	41,0	30	32,3	34
Interv. variação	39,1-32,0	39,4-32,2	35,3-28,9	45,1-36,9	33,0-27,0	35,5-29,0	37,4-30,0
Num. determ. úteis	9	9	9	8	9	8	8
IE, efetivo - $\alpha = 0^\circ$	36	36	32	41	30	32	34

Para obtenção da resistência estimada do concreto para cada área, utilizou-se a curva de conversão do fabricante, entrando com os índices esclerométricos efetivos na curva de posição horizontal de aplicação do esclerômetro, obtiveram-se as resistências apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Determinação da resistência estimada do concreto

Pilares	Índices esclerométricos efetivos (IE)	Res. estimada (MPa)
P1	36	28,5
P2	36	28,5
P3	32	23,0
P4	41	36,0
P5	30	20,0
P6	32	23,0
P7	34	26,0

A resistência estimada para o P4 apresentou uma discrepância em relação as outras obtidas. Isso pode ter sido ocasionado, por exemplo, pela demora da concretagem, devido ao concreto preparado não ser suficiente para concretar o elemento por inteiro assim necessitando preparar um novo concreto. Enquanto acontecia o preparo, o concreto já lançado tenderia a “perder água para o ambiente”, assim, alterando o fator água cimento e consequentemente elevando a resistência deste.

Realizando uma comparação das resistências do concreto obtidas no ensaio de compressão axial com as obtidas no ensaio de esclerometria, para os pilares P1 e P3, conforme a Tabela 4, nota-se uma aproximação dos valores, ou seja, um pequeno desvio padrão, que pode ter sido gerado, por exemplo, pelo processo de cura dessemelhante, uma vez que a cura dos corpos de prova moldados foi extremamente eficaz, mantendo estes em imersão até a realização do ensaio de compressão, diferentemente dos pilares que ficaram sujeitos às ações da natureza. Vale-se ressaltar que o comparativo foi realizado somente para os pilares P1 e P3 devido ao fato de suas resistências a compressão uniaxial serem conhecidas.

Tabela 4 - Cálculo do desvio padrão de resistência do ensaio de compressão e as estimadas do concreto

Pilares	Resistência a compressão	Res. estimada	Desvio padrão
P1	29,2	28,5	0,5
P3	23,3	23,0	0,2

### Conclusões

Consideram-se os resultados obtidos como satisfatórios para prosseguimento do estudo da confiabilidade do ensaio de esclerometria para utilização com ensaio independente, uma vez que nesse comparativo as resistências se equipararam, apresentando desvio padrão inferior a 2%.

### **Referências Bibliográficas**

ACI COMMITTEE 228, In-Place Methods to Estimate Concrete Strength, American Concrete Institute, ACI 228.1R, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7584, Concreto Endurecido: Avaliação da Dureza Superficial pelo Esclerômetro de Reflexão. Rio de Janeiro, 2012.

MALHOTRA, V. M.. In Situ / Nondestructive Testing of Concrete - A Global Review. In Situ / Nondestructive Testing of Concrete, Special Publication SP-82, American Concrete Institute, Detroit, 1984.