

**Determinação da dureza superficial do concreto armado pelo método do ensaio de esclerometria nos pilares de um edifício localizado na cidade de Teresina – PI**

**Determination of the surface hardness of reinforced concrete by the sclerometry test method in columns of a building located in Teresina – PI**

DOI:10.34117/bjdv7n3-763

Recebimento dos originais: 29/02/2021

Aceitação para publicação: 29/03/2021

**Laecio Guedes do Nascimento**

Graduando de engenharia civil – Centro universitário Santo Agostinho – UNIFSA  
Bacharel em Teologia / especialista em ciências da religião com ênfase em docência do ensino superior – Faculdade Evangélica do Piauí – FAEPI  
E-mail: laecioguedes25@hotmail.com

**Idlla Holanda Pessoa Pio**

Engenheira civil - Centro universitário Santo Agostinho – UNIFS  
Mestranda em Engenharia dos Materiais – IFPI<sup>2</sup>  
E-mail: Idllapio@gmail.com

**Annamaria Faria de Carvalho Loureiro**

Engenharia Civil - Universidade Federal do Piauí – UFPI  
Especialista em Gerenciamento de obras e tecnologia na construção civil – INBEC  
E-mail: annamariabio@hotmail.com

**Jose Edmundo Coelho Pereira Júnior**

Graduando de engenharia civil – Centro universitário Santo Agostinho – UNIFSA  
E-mail: edmundocoelho1@gmail.com

**Edison Pereira Rodrigues Junior**

Graduando de engenharia civil – Centro universitário Santo Agostinho – UNIFSA  
E-mail: edisonprjr@gmail.com

**Jadaías Sousa Duailibe Filho**

Graduando de engenharia civil – Centro universitário Santo Agostinho – UNIFSA  
E-mail: jadaiasduailibe@gmail.com

**Pedro Henrique de Souza Cutrim Cunha**

Graduando de engenharia civil – Centro universitário Santo Agostinho – UNIFSA  
E-mail: Pedrocutrim17@gmail.com

**Thalison Ramillys da Silva Ramos**

Graduando de engenharia civil – Centro universitário Santo Agostinho – UNIFSA  
E-mail: tr.thalisonramos@gmail.com

## RESUMO

Esse artigo tem como objetivo apresentar as técnicas do ensaio de esclerometria que foi realizado em quatro pilares de um edifício localizado na cidade de Teresina – PI. O ensaio esclerométrico é uma técnica de caráter não destrutivo, que nos permite obter in loco uma estimativa da dureza superficial do concreto ou em argamassas. As estruturas de concreto armado e sua durabilidade tem sido alvo de muitas pesquisas nos últimos anos em que estamos passando, e é sem dúvida um dos temas mais discutidos na atualidade por profissionais da área da Engenharia, como em congressos, palestras, cursos e etc. As edificações que não são vistoriadas por processos de manutenção ou conservação durante sua vida útil, podem apresentar patologias prematuras em um curto período de tempo, elas podem apresentar manifestações patológicas, com grandes desgastes nas estruturas. Assim nesse contexto, os ensaios esclerométricos realizados nas estruturas dos pilares, são análises não destrutivos, determinantes para a caracterização da dureza superficial e da homogeneidade do concreto. O presente artigo consiste em apresentar os resultados dos levantamentos realizados no edifício, com intuito de averiguar se a estrutura do concreto dos pilares se encontra em boas condições, os resultados foram analisados por um perito que ao final apresentou um laudo com diversas patologias encontradas no edifício como afundamento no pé de alguns pilares, corrosão na estrutura de aço entre outros.

**Palavras chaves:** esclerometria, patologias, ensaios não destrutivos

## ABSTRACT

This paper aims to present the techniques of the sclerometry test that was performed in four columns of a building located in the city of Teresina - PI. The sclerometric test is a non-destructive technique that allows us to obtain in loco an estimate of the surface hardness of concrete or mortar. The reinforced concrete structures and their durability have been the target of much research in recent years, and is undoubtedly one of the most discussed topics today by professionals in the field of engineering, such as in congresses, lectures, courses, etc. The buildings that are not inspected for maintenance or conservation processes during their useful life, may present premature pathologies in a short period of time, they may present pathological manifestations, with great wear and tear on the structures. Thus in this context, the sclerometric tests performed in the structures of the columns, are non-destructive analysis, determinant for the characterization of the surface hardness and homogeneity of the concrete. The present article consists in presenting the results of the surveys performed in the building, in order to determine whether the concrete structure of the columns is in good condition. The results were analyzed by an expert who finally presented a report with several pathologies found in the building such as sinking at the foot of some columns, corrosion in the steel structure, among others.

**Keywords:** sclerometry, pathologies, non-destructive testing

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a durabilidade e o comportamento das estruturas de concreto armado são umas das pautas mais abordadas pelos profissionais da área de Engenharia Civil, principalmente ao que diz respeito aquelas que já estão em uso e serviço, pois é difícil

analisar sua resistência à compressão quando há falta de projetos estruturais, manifestações patológicas ou desapropriações dos imóveis, não havendo margens para execução de ensaios destrutivos, já que não se faz possível retirar porção da estrutura. Assim, ensaios não destrutivos ganham destaque, e dentre eles podem ser citados: ensaio de propagação de ondas ultrassônicas, ensaio de penetração do pino e o de esclerometria (VICENTINI; FERRARI, 2020).

Nesse sentido, os peritos em estruturas priorizam a inspeção visual baseada na experiência profissional e no estudo adicional do ensaio de esclerometria, que segundo Naierhofer (2006), trata-se de um modelo de ensaio com técnica não destrutiva (Non-Destructive Evaluation – NDE) consistindo em um método utilizado para determinar o valor aproximado da resistência do concreto endurecido em relação à compressão superficial que ele apresenta, e também se analisa a sua uniformidade. O esclerômetro, também chamado de martelo de Schmidt atua batendo na superfície a ser verificada, medindo inclusive a recuperação de energia do impacto (PEREIRA, MEDEIROS, 2012).

Por conseguinte, com o tipo de análise supracitado, é possível encontrar a resistência à compressão através do índice esclerômetro (IE), utilizando tabelas aderidas ao próprio aparelho, agregando valor ao controle de qualidade da peça durante o processo construtivo e também durante a avaliação da vida útil e desempenho de obras já existentes como já citado, auxiliando tanto na descoberta de manifestações patológicas e possíveis soluções. Contudo, o ensaio que compõe a esclerometria é regido pela NBR 7584/2012, sendo muito utilizado em obras que estão sendo executadas a fim de se avaliar a resistência do concreto em peças cujo ensaio de corpos de prova dispõem de valores abaixo do esperado, pois quanto maior for a dureza do concreto, menos energia é absorvida pelo material (ABNT, 2012).

Desse modo, os NDEs permitem ainda analisar a homogeneidade, falhas internas, dureza superficial e outros para então verificação da resistência a compressão do concreto, podendo esta ser associado a outros métodos de ensaios para assim correlaciona-los ou por determinações empíricas. Os NDEs possuem algumas vantagens, bem como: danos mínimos a estruturas no período do ensaio, apresentam facilidade de execução e rapidez nos resultados, além de coletar dados como: profundidade, tamanho, estado e localização da armadura, como também algumas condições físicas e parâmetros que podem estar associados com processos de desgaste ou risco de danos à estrutura em estudo, não causando nenhum tipo de prejuízo ou quebra da peça (EVANGELISTA, 2002).

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

O Ensaio esclerométrico é uma técnica de caráter não destrutivo, que nos permite obter no próprio local, uma ideia de como se encontra a dureza superficial do concreto, independentemente de sua idade de vida útil. Todos os procedimentos de ensaios são realizados conforme a NBR 7584. A coleta dos dados deu-se início com a identificação dos pilares. Conforme a figura 01.

Figura 01 – identificação dos pilares



Fonte: Autor (2021).

Na figura 01 as setas tem o objetivo de identifica cada pilar, e mostra a altura do local onde sera realizado os impactos com esclerometro.

### 2.2 PREPARAÇÃO DOS PILARES PARA OS IMPACTOS COM ESCLEROMETRO

A análise do ensaio de esclerometria é um dos mais usados dentre outros métodos para uma primeira análise da qualidade do concreto, por ser um método não destrutivo que mede a dureza superficial do concreto. Assim após a escolha da identificação dos pilares do edifício, foi retirado o revestimento dos mesmos com aproximadamente 2cm de espessura com uma marreta e uma talhadeira até chegar no concreto, em seguida foi esfregado uma lixa na superfície para melhor realização dos testes. Após a limpeza foram feitas nos pilares as marcações com um giz de cera, 16 quadrados conforme a NBR 7584; em cada pilar para assim dar início aos impactos com esclerometro. Conforme as fotos 02.

Figura 02 – retirada do revestimento.

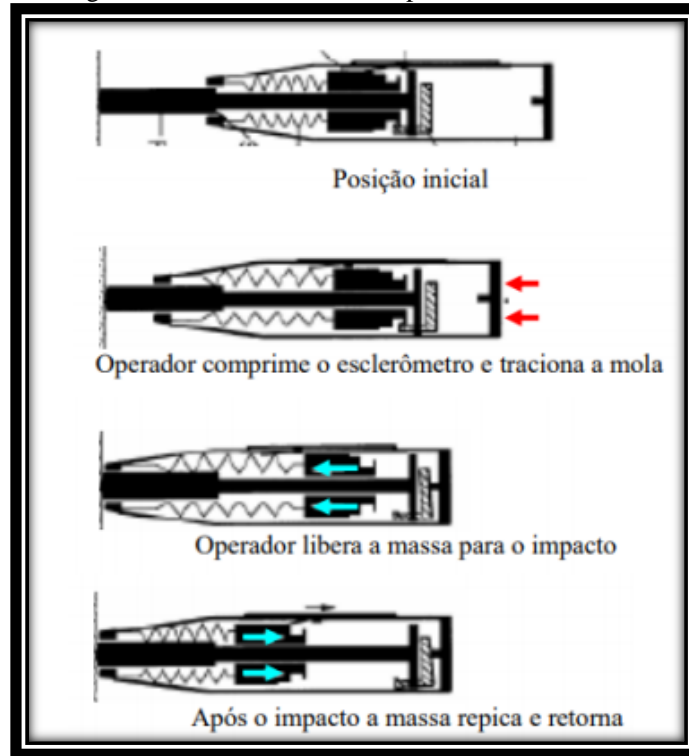


Fonte: Autor (2021).

A figura 02 tem como principal intuito mostrar como se procedeu a retirada do revestimento dos pilras, vulgo reboco na linguagem popular do dia, dia.

Logo que foram retirados os revestimentos deu-se início aos impactos com aparelho esclerométrico. A Figura 03 nos mostra o tipo de esquema de funcionamento do equipamento. O aparelho apresenta um princípio de funcionamento mecânico através de um sistema de molas e extensômetros. Observa-se na posição inicial, que o esclerômetro não está ativado, assim o sistema interno massa - mola do aparelho não sofre tensionamento. Na segunda fase o operador comprime o esclerômetro contra a superfície que terá sua dureza medida, provocando um efeito de tração na mola. Após a liberação do sistema pelo operador, o sistema massa - mola do equipamento aplica um impacto sobre a superfície do concreto avaliado, sendo que parte da energia de impacto é transmitida ao concreto e parte dessa energia retorna ao sistema massa - mola, provocando um repique no instrumento. Quanto maior for a dureza do concreto, menos energia é absorvida pelo material e mais energia é retornada ao sistema massa - mola, provocando maiores repiques, ao passo que quanto menos duro for o concreto, o efeito inverso ocorre, isto é, mais energia é transmitida a superfície do concreto e menor será o repique medido pelo esclerômetro. Nesse cenário, o objetivo desse trabalho foi realizar a avaliação de quatro pilares localizada num difícil residencial na cidade de Teresina – Pi.

Figura 03 – funcionamento do aparelho esclerométrico



Fonte: Escobar et al. (2008)

Conforme a técnica de ensaio citado a cima, a figura 04 demonstra a realização dos impactos nos pilares do edifício na cidade já mencionada.

Figura 03 – realização dos impactos nos pilares



Fonte: Autor (2021).

### 3 RESULTADOS E DISCUSÃO

A Tabela 01 apresentam os valores obtidos pelo ensaio de esclerometria nos pilares no respectivo edifício. Conforme recomendações da NBR 7584, após realizar o impacto nos 16 pontos avaliados, calcula-se a média e elimina-se os dados que apresentam dispersão maior do que 10% em torno da média. Com esses dados desprezados, a média é novamente calculada. Essa nova média é então tomada como índice esclerômetro e esse valor é utilizado para obter a resistência à compressão através do valor dos impactos, considerando que a inclinação do aparelho está a 0°. Assim, os pilares obtiveram uma média de resistência de 39,8 Mpa.

Tabela 01. Valores obtidos nos pilares.

PONTO Nº	1	2	3	4		
IDADE (DIAS)	-	-	-	-		
ÂNGULO DE ENSAIO	0°	0°	0°	0°		
PEÇA ENSAIADA	PILAR - 01	PILAR - 02	PILAR - 03	PILAR - 04		
ÍNDICES OBTIDOS NO APARELHO	1	30	48	42	48	
	2	32	38	44	46	
	3	28	40	42	44	
	4	34	46	42	48	
	5	32	38	46	48	
	6	36	42	40	52	
	7	28	40	48	42	
	8	28	38	44	48	
	9	28	32	42	42	
	10	34	40	44	44	
	11	28	38	34	44	
	12	46	36	44	42	
	13	38	30	42	40	EXCLUÍDO
	14	28	40	38	52	
	15	38	34	44	52	
	16	44	38	40	46	
PRIMEIRA SOMA	532	618	676	738		
PRIMEIRA MÉDIA	33,3	38,6	42,3	46,1		
-10%	29,9	34,8	38,0	41,5		
+10%	36,6	42,5	46,5	50,7		
SEGUNDA SOMA	198,0	428,0	594,0	542,0		
SEGUNDA MÉDIA	33,0	38,9	42,4	45,2		
FATOR DE CORREÇÃO	1,06	1,06	1,06	1,06		
ÍNDICE CORRIGIDO	35,0	41,2	45,0	47,9		
RESPOSTA OBTIDA	34,0	44,0	52,0	56,0		
MARGEM DE SEGURANÇA	6,5	6,5	7,0	7,0		
RESISTENCIA EM MPA	27,5	37,5	45,0	49,0		
MÉDIA EM MPA	39,8					

#### 4 CONCLUSÃO

Os cálculos foram realizados da seguinte maneira; foram somados todos os valores dos impactos nos pilares 01,02,03 e 04 isso por pilar, tirado a primeira média, em seguida foram excluídos todos os pontos que se diferenciavam de + ou – 10% da média que estão destacados de cor cinza, em seguida foi feita uma nova soma dos números no espaço em branco e tirado uma nova média. A segunda média encontrada foi multiplicado pelo fator de correção através da calibração do esclerometro em laboratório, e assim foi encontrando o índice corrigido. Achando o valor do índice corrigido, o mesmo é levado ao gráfico que se encontra no aparelho esclerométrico junto a margem de segurança do resultado final, para assim se estimar a resistência do concreto. Nos resultados o pilar 01 apresentou uma resistência de (27,5Mpa), 02 (37,5Mpa), 03 (45Mpa) e 04 (49Mpa), apresentando uma média dos resultados de 39,8 Mpa. Conforme a tabela 01 acima mostrada.

Através da coleta de dados os resultados obtidos nessa pesquisa, verificou-se que a técnica dos ensaios de esclerometria é um bom meio de avaliação da dureza superficial de estruturas de concreto armado, evitando a necessidade de retirada de testemunhos ou até destruição do material na região onde foram realizados os ensaios.



## REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7584: Concreto endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão – Método de ensaio**, Rio de Janeiro, 2012.

C.J., Escobar, D.A. Cruz, G. Fabro. **Avaliation of Concrete Rebound Hammer Performance of the tests with Hardened Concrete**. ANAIS DO 50º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - CBC2008.

EVANGELISTA. A. C. J. **Avaliação da resistência do concreto usando diferentes ensaios não destrutivos**. Tese de Doutorado — Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2002. 219p.

NAIERHOFER, M. Non-destructive testing of concrete material properties and concrete structures. **Cement & Concret Composites**, v. 28, p. 297-298, 2006.

PEREIRA, E.; MEDEIROS, M. H. F. de; Ensaio de "Pull Off" para avaliar a resistência à compressão do concreto: uma alternativa aos ensaios normalizados no Brasil. **Rev. IBRACON de Estruturas e Materiais**. v.5, n.6, 2012.

VICENTINI, J. M.i; FERRARI, V. J. Esclerometria e velocidade de propagação do pulso ultrassônico para estimativa da resistência à compressão do concreto por meio de curvas de correlação. **Revista Tecnológica - Universidade Estadual de Maringá**. n.1, v29, p.49-61, 2020.