

ANÁLISE COMPARATIVA DE UMA MÁQUINA UNIVERSAL COM UMA PRENSA ELÉTRICA PARA DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DO CONCRETO.

**GABRIEL R. S. LIMA¹, UESLEI M. DE BARROS², LUCAS H. P. ABREU³,
RODRIGO A. PEREIRA⁴**

¹ Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal de Lavras, (35) 99718-4362, gabrielrslima@engenharia.ufla.br

² Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal de Lavras, (35) 9 99139619, ubarros@engenharia.ufla.br

³ Eng. Agrícola, Prof. Dr., Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1143, lucas.abreu@deg.ufla.br

⁴ Eng. Agrícola, Prof. Dr., Depto. de Engenharia, UFLA/Lavras-MG, (35) 3829.1143, rodrigo.apereira@deg.ufla.br

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: Nas construções rurais é indispensável conhecer a resistência de seus elementos estruturais e, por consequência, dos materiais que o compõe. Os testes para obtenção das propriedades mecânicas dos materiais geralmente envolvem desde máquinas robustas com sensores eletrônicos e alta tecnologia embarcada até máquinas mais simples com operação manual e sensores analógicos. Dessa forma, objetivou-se com a presente pesquisa comparar e calibrar uma prensa elétrica digital de ensaios (Solotest[®]) com uma máquina universal de ensaios (Arotec[®]). Para a realização da calibração foram confeccionados 18 corpos de prova de concreto cilíndricos, três tempos de cura distintos (3,7 e 28 dias) com 3 repetições cada. Os corpos de prova foram ensaiados em um teste de compressão uniaxial e foram obtidos os resultados das máximas forças de compressão. Em posse dos dados foi traçada uma curva de ajuste para relacionar os valores obtidos pelos dois aparelhos. O valor do coeficiente de determinação foi de 0,93. Portanto pode-se concluir que o ajuste linear realizado é representativo e os coeficientes angular e linear encontrados poderão ser utilizados para corrigir os valores obtidos pela prensa elétrica digital de ensaios.

PALAVRAS-CHAVE: calibração, cimento portland, resistência à compressão.

COMPARATIVE ANALYSIS OF A UNIVERSAL MACHINE WITH AN ELECTRIC PRESS TO DETERMINE THE COMPRESSIVE STRENGTH OF THE CONCRETE.

ABSTRACT: In rural constructions it is indispensable to know the resistance of its structural elements and, consequently, of the materials that compose it. Tests to obtain the mechanical properties of materials generally range from robust machines with electronic sensors and embedded high technology to simpler machines with manual operation and analog sensors. In this way, the objective of this research was to compare and calibrate a digital test press (Solotest[®]) with a universal test machine (Arotec[®]). To perform the calibration, 18 cylindrical concrete test specimens were made, three distinct cure times (3, 7 and 28 days) with 3 repetitions each. The specimens were tested in a uniaxial static compression test and the results of the maximum compression forces were obtained. In the possession of the data an adjustment curve was drawn to relate the values obtained by the two devices. The coefficient

of determination value was 0.93. Therefore it can be concluded that the linear adjustment performed is representative and the angular and linear coefficients found can be used to correct the values obtained by the digital test press.

KEYWORDS: calibration, portland cement, compression strength.

INTRODUÇÃO: É indispensável na edificação de uma construção rural tomar conhecimento das condições as quais a construção será submetida, os esforços que a estrutura terá que suportar, as tensões atuantes na estrutura dentre outros. Para tomar conhecimento desses aspectos é necessário conhecer a resistência dos materiais e elementos estruturais que compõem a estrutura da edificação. Nas construções rurais o concreto é extensamente utilizado devido ao baixo custo, alta durabilidade, versatilidade e resistência. Existem concretos com várias características, como, por exemplo, mais resistentes a ataques químicos, maior impermeabilidade, resistência inicial elevada, menor calor de hidratação, resistência a sulfatos entre outros. Nesse contexto, torna-se importante o estudo do desempenho e das respostas físicas do concreto. Os testes para obtenção do desempenho e das propriedades mecânicas dos materiais geralmente envolvem desde máquinas robustas com sensores eletrônicos e alta tecnologia embarcada até máquinas mais simples com operação manual e sensores analógicos. Para tomar conhecimento dessas propriedades devem ser realizados testes em equipamentos apropriados, precisos e devidamente calibrados. A partir dos resultados é possível realizar a escolha do material mais adequado e do tipo de estrutura bem como as cargas e esforços máximos suportados.

MATERIAL E MÉTODOS: Esse projeto de pesquisa foi desenvolvido no Laboratório de Mecânica e Resistência dos Materiais alocado no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras e no Laboratório de Resistência dos materiais alocado no Centro Universitário de Lavras (UNILAVRAS). Inicialmente foram confeccionados, conforme norma NBR 5738 (ABNT,2008) e NBR 7680 (ABNT,2007), 18 corpos de prova de concreto utilizando cimento *Portland* CP II. Foi utilizado um traço em massa de 1:3:5, correspondente a cimento, areia e brita respectivamente (Morales et al.,2011). A relação água/cimento foi 0,44 e a areia utilizada foi a média silicosa de rio com granulometria de até 0,6mm (Morales et al.,2011). O agregado graúdo utilizado foi pedra brita tipo 1 de granulometria até 24 mm. Esses valores de granulometria foram escolhidos segundo a norma NBR 7211 (ABNT,2009). Os corpos de prova eram cilíndricos e possuíam 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura atendendo a norma NBR 5738 (ABNT, 2008). O molde foi lubrificado com óleo mineral para facilitar a retirada dos corpos. Após a mistura de todos os materiais na betoneira, foram depositados nos moldes 03 camadas de concreto, as quais foram adensadas com 26 golpes cada, conforme norma NBR 5738 (ABNT, 2008). Após 24 horas de moldagem, os corpos foram desmoldados, identificados e separados em 03 lotes com 06 amostras cada, sendo mantidos em tanques de cura conforme NBR 9479 (ABNT, 2006) durante 03, 07 e 28 dias, um tempo de cura para cada lote. Após a permanência no tanque de cura, os testemunhos foram ensaiados à compressão uniaxial nas máquinas universal de ensaios Arotec® e na prensa elétrica de ensaios modelo Solotest®, 03 corpos de prova em cada equipamento, os três tempos de cura totalizando os 18 corpos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os valores de carga máxima de compressão axial obtidos pela prensa elétrica e com a máquina universal de ensaios podem ser verificadas na

Tabela 1. A máquina universal e prensa elétrica fornecem a carga em unidades de QuiloNewton (KN)

TABELA 1. Valores de carga máxima obtidos pelos equipamentos.

	PRENSA ELÉTRICA DIGITAL	MÁQUINA UNIVERSAL
	(kN)	(kN)
3 DIAS	73,46	76,11
	77,06	53,24
	51,49	59,28
Média	67,34	62,88
7 DIAS	102,35	81,81
	79,75	75,84
	87,96	90,66
Média	90,02	82,77
28 DIAS	104,72	110,37
	109,40	154,20
	108,20	108,12
Média	107,44	124,23

Como esperado houve um aumento das resistências à compressão em resposta ao maior tempo de cura dos testemunhos. A máxima resistência foi obtida com tempo de cura de 28 dias, uma média de 107,44KN na prensa elétrica e 124,23KN na máquina universal. Comparando-se as médias das resistências a compressão temos que ao tempo de 3 dias de cura o desvio padrão foi de 3,15 e erro percentual foi de 6,62%. Ao sétimodia de cura o desvio padrão e o erro percentual entre as duas médias aumentou para 5,13 e 8,05%, respectivamente. Por fim aos 28 dias de tempo de cura o desvio padrão foi de 11,87 e o erro percentual foi de 15,63%. Analisando os desvios padrão e os erros percentuais observa-se que a medida que a resistência a compressão aumentava os desvios padrão e erros percentuais também aumentavam. No Gráfico 1 é possível verificar a correlação entre os valores obtidos pelo ensaio entre as máquinas.

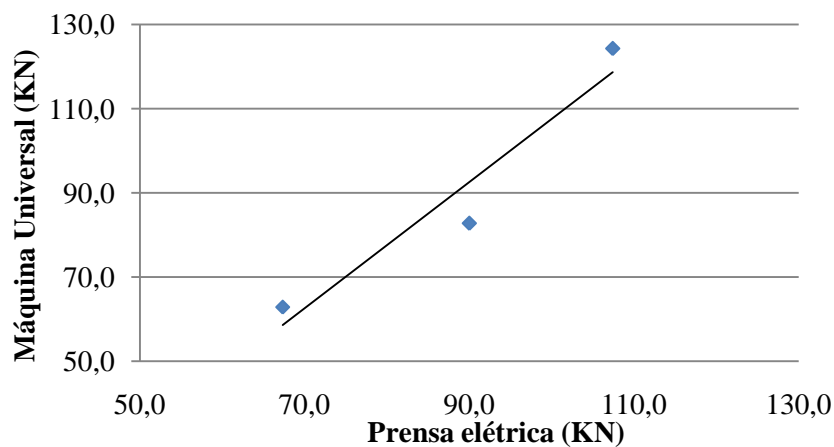


GRÁFICO 1. Regressão linear das médias da resistência à compressão do concreto obtidas com a máquina universal e a prensa elétrica digital.

Verifica-se que o valor do coeficiente de determinação é de 0,93, como o valor é próximo a 1 há uma correlação forte positiva, ou seja, a medida que a prensa elétrica digital obtém as resistências dos corpos de prova a máquina universal obtém os valores de maneira diretamente proporcional, de modo que pode-se relacionar esse dois valores por meio de um ajuste linear. Por meio desse ajuste obtém-se a seguinte equação da reta (1):

$$y=1,487x-42,23 \quad (1)$$

em que,

y-valor da resistência obtida pela prensa elétrica digital de ensaios (Solotest®) em KN, e
x-valor da resistência obtida máquina de ensaios mecânicos universal (Arotec®) em KN

Os valores 1,487 e 42,23 são, respectivamente, os coeficiente angular e linear da reta.

CONCLUSÕES: Devido ao valor do coeficiente de determinação ser de 0,93 e estar suficientemente próximo a 1 conclui-se que o ajuste linear realizado é representativo e os coeficientes angular e linear encontrados poderão ser utilizados para corrigir os valores obtidos pela máquina de ensaios mecânicos universal (Arotec®) tomando como referência a prensa elétrica digital (Solotest®).

AGRADECIMENTOS: Os autores expressam os seus agradecimentos a FAPEMIG pelo suporte financeiro a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738. **Concreto: Preparação para moldagem e cura de corpos de prova.** Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7680. **Concreto: Extração, preparo e ensaios de testemunho de concreto.** Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9479. **Câmara úmida para corpos de prova.** Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-ISO 7211. **Agregados para concreto.** Rio de Janeiro, 2009.

Morales, G. ; Campos, A. ; Faganello, A. M. P. **A ação do fogo sobre os componentes do concreto** .Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 47-55, jan./mar. 2011.