

CONCRETO COMPACTADO COM ROLO (CCR) - DENSIDADE EM LABORATÓRIO E IN SITU – MÉTODO DE CONTROLE.

Marcelo Adriano Duart

Prof. Me Instituto Federal Sul Rio Grandense – IFSUL-marceloduart@yahoo.com.br

Fernanda Dresch

Estudante eng. Civil-UNIJUI-fernandadresh.eng@gmail.com

Saete Zaltron

Eng. Civil – Grupo Triunfo-saete.zaltron@grupotriunfo.com.br

Resumo. *Os concretos compactados com rolo CCR tem sido usados em larga escala na construção de barragens de hidrelétricas, porém a produção deste tipo de concreto tem suas especificidades, entre elas a quantidade de água e densidade, para que se possa garantir além da resistência do concreto, sua durabilidade e também trabalhabilidade durante a execução. Este estudo apresenta o caso da aplicação dos métodos DMA e densímetro nuclear na execução dos concretos CCR utilizados na barragem de usinas hidrelétricas. As densidades observadas no laboratório e no local de aplicação foram perfeitamente compatíveis, os valores de densidade obtidos pelo método DMA foram verificados na obra e a compactação ficou com valores médios de 99% quando comparados com a compactação obtida no laboratório. Outra vantagem do uso do método DMA é que a densidade obtida é mais realística e portanto mais provável de convergência dos resultados em obra do que densidades teóricas obtidas por dosagem. Os resultados demonstraram que é possível controlar a produção e aplicação do CCR de forma eficaz e com métodos simples porém que garantam as características especificadas do concreto.*

Palavras-chave: *Densidade, concreto, CCR.*

1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem investido fortemente em obras infraestrutura, entre as principais estão

as barragens de hidrelétricas. Devido à grande demanda de energia elétrica o governo federal tem desenvolvido nos programas como PAC2 obras de construção de barragens de hidrelétricas chegando a um número de quase 40, com previsão de conclusão até 2014.

O concreto compactado com rolo CCR tem sido uma opção muito usada na concretos na construção de barragens, por ser uma tecnologia simples e que resulta em desempenho satisfatório.

A motivação deste estudo se deu na necessidade de desenvolver e aplicar tecnologias de controle do CCR de forma simples porém eficazes de garantir a qualidade do concreto e portanto sua durabilidade e conseqüentemente a durabilidade das obras que utilizam este material.

O estudo do caso da construção da usina hidrelétrica GARIBALDI, no estado de Santa Catarina focou na aplicação do método Dispositivo Medidor de Água (DMA) para controle do CCR produzido na central de concreto e apresentou resultados compatíveis com o ensaio do densímetro nuclear. Este estudo estimula o desenvolvimento do método DMA para que este possa ter maior precisão e confiabilidade e possa ser mais difundido e utilizado em obras de concreto compactado com rolo.

2. O MÉTODO DMA

É um método de controle, realizado no estado fresco, da massa unitária do CCR e também do controle da água de amassamento. O procedimento de controle utiliza um DISPOSITIVO MEDIDOR DE ÁGUA (DMA), figura 01.



Figura 01 – Dispositivo medido de água
Fonte: Autor

Neste dispositivo cilíndrico provido de sifão o volume de água de equilíbrio é determinado previamente em laboratório. Uma amostra de CCR previamente pesada é introduzida no aparelho de DMA e adiciona-se metade do volume de água de equilíbrio, realiza-se uma agitação para retirar bolhas de ar do CCR, em seguida introduz-se o restante do volume de água de equilíbrio.

Deve-se aguardar um período suficiente para decantação dos finos.

A massa unitária é a relação entre a massa de amostra introduzida pelo volume de água deslocada (coletada no extravasor).

O uso do DMA permite a verificação da densidade úmida após a compactação sem usar como parâmetro a densidade úmida teórica, mas sim a densidade do concreto medido no laboratório.

No local de aplicação, a densidade do concreto (após a compactação em camadas e número de passagens do rolo controladas), figura 02, pode ser determinada através do densímetro nuclear (equipamento de fonte radioativa, que mede o número de raios

gammas dispersos e relaciona com a massa específica úmida do material), figura 03.

Este equipamento permite medir a densidade, grau de compactação e a umidade do concreto na praça de aplicação.



Figura 02 – compactação de concreto com rolo.

Fonte: Autor



Figura 03 -Densímetro nuclear, concreto recém compactado. Fonte: Autor.

As especificações de controle tecnológico exigem graus de compactação (relação da densidade na praça de lançamento com a densidade teórica) superiores à 95%.

Então o teor de água do concreto pode ser corrigido para atender a densidade necessária em campo.

Observa-se que existe discrepância de valores entre a curva teórica e a curva de DMA para as massas específicas, em função do consumo de água. A curva de calibração do DMA é mais realística e permite

convergência mais rápida e precisa para os valores de densidade especificados. O uso da curva teórica acaba levando apenas a valores referenciais e dificultam a convergência de valores quando verificados na praça de aplicação.

Pode-se construir curvas de calibração para diferentes consumos de cimento e também linearizar uma curva, o coeficiente de correlação entre massa específica e consumo de água foi superior a 0,99, o que contribui para obtenção de resultados rápidos e precisos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizados pistas experimentais para definição de altura de camada e número de passagem do rolo. As camadas foram compactadas em alturas de 300 mm sendo estratificadas em 3 segmentos de 100mm para finalidade de controle, pelo método do densímetro nuclear.

Conforme quadro 01, observa-se que na camada mais profunda (entre 300-200 mm) a compactação foi superior a 95% e na maioria das determinações, se aproximou do valor de 100%, sendo totalmente aceitas pelas especificações de controle (grau de compactação superior a 95% para determinação individual e média superior a 98%).

Quadro 01. CCR - camadas entre 300 e 200mm

ESTRATIFICAÇÃO h= 300 - 200 mm				
DENS. DENSÍMETRO	DENS. ESTRATIFICADO	UMIDADE	ÁGUA (Densímetro)	G.C.
(kg/m ³)	(kg/m ³)	%	l	%
2512	2516	5,8	139,7	100,1
2511	2473	7,2	165,5	98,4
2504	2512	7,2	168,9	99,9
2506	2490	6,8	160,9	99,0
2518	2404	9,0	208,5	95,6
2520	2496	7,9	184,3	99,3

4. CONCLUSÃO.

Verificou-se pelos resultados obtidos de compactação em trecho experimental, que o controle de densidade pode ser feito usando-se o dispositivo medidor de água (DMA) para servir como referência do controle da densidade do CCR. O método DMA é prático e simples e permite rápida convergência de valores, pois é possível realizar ajustes rápidos, quando se usam curvas de calibração.

O método DMA é um método preciso e confiável para controle de compactação e pode ser usado em obras que utilizam CCR.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLO, F. R. The use of roller compacted concrete. São Paulo: Oficina de Textos, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Ensaio de compressão de corpos cilíndricos de concreto: NBR 5739. Rio de Janeiro, 2007.

ASTM C1170-91. "Standard Test Methods for Determining Consistency and Density of Roller- Compacted Concrete Using a Vibrating Table," ASTM International.

EN12350-3:2000 "Testing fresh concrete-Part3: Vebe test," European Committee for Standardization.

GRAÇA, N. G.; BATISTA E. L.; BITTENCOURT, R. M.; Brazilian experience of roller compacted concrete (RCC). 4th International Symposium on Roller Compacted Concrete Dams, Madrid, 2003.

NAGATAKI, S.; FUJISAWA, T; KAWASAKI, H.. State of art of RCD dams in Japan. ANAIS-50º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO-50CBC, Salvador. 2008.

PACELLI DE ANDRADE, W. Concretos: massa, estrutural, projetado e compacto com rolo-ensaios e propriedades, Pini, São Paulo. 1997.