

**7º SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ACADÊMICA DA FACULDADE DE  
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DOSAGEM EXPERIMENTAL DE CONCRETO PARA PEÇAS DE  
PAVIMENTAÇÃO POR MEIO DA CURVA DE FULLER 1**

Wellington Emílio Hilarino Fernandes<sup>2</sup>, Maila Aparecida Pereira da  
Silva<sup>3</sup>

**Resumo:** *Peças de Concreto para Pavimentação são artefatos pré-moldados de concreto, com baixo teor de água, para revestimento de vias urbanas, praças e calçadas. Devem atender a requisitos estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Sua qualidade está relacionada com o maquinário que irá moldar as peças e com a formulação do concreto. Para a fabricação de concreto são utilizadas técnicas de dosagens para obtenção de um produto adequado. A metodologia proposta por Fuller/Thompson (1907) se mostra uma boa alternativa, uma vez que pode ser aplicada tanto em concreto seco como em concretos plásticos e trabalha com as características dos materiais a ser empregado na produção do concreto. Este trabalho apresenta uma metodologia para se trabalhar com a curva de Fuller/Thompson aplicada a concreto para peças de pavimentação, trabalhando o modelo de empacotamento de acordo com a granulometria do material. O resultado obtido pelo procedimento experimental reafirma a proposta de Fuller/Thompson como solução em dosagem de concreto, originando produtos que atendam aos requisitos estabelecidos por normas.*

**Palavras-chave:** *Concreto seco, empacotamento, paver*

**Abstract:** *Concrete Paving parts are precast concrete artifacts with low water content, for coating urban roads, squares and sidewalks. They must meet requirements established by the Brazilian Association of Technical Standards. Its quality is related to the machinery that will shape the pieces and the formulation*

---

1Parte do Trabalho de Conclusão de Curso do primeiro autor;

2Graduando em Engenharia Civil –FACISA/UNIVIÇOSA.E-mail: wellingtonefernandes@hotmail.com;

3Professora Orientadora do Trabalho de Conclusão de Curso do graduando –ESUV.E-mail: mailaaps@yahoo.com.br

*of concrete. For the manufacture of concrete dosages techniques are used to obtain a suitable product. The methodology proposed by Fuller/Thompson (1907) shows a good alternative, since it can be applied both in dry concrete as concrete and plastic working with the characteristics of the materials to be employed in the production of concrete. This paper presents a methodology for working with the curve of Fuller/Thompson applied to concrete paving parts, packaging model working according to the particle size of the material. The result obtained by experimental procedure reaffirms the proposed Fuller/Thompson as a solution in concrete dosage, resulting in products that meet the requirements established by regulations.*

**Keywords:** *Dry concrete, packaging, paver*

## **Introdução**

As Peças de Concreto para Pavimentação formam a camada de revestimento de um pavimento intertravado. Este tipo de pavimentação, conhecido como pavimentos semirrígidos, tem sua composição típica formada pelas camadas de revestimento e base sobre o subleito. As primeiras Peças de Concreto para Pavimentação foram fabricadas na Europa, mais precisamente na Alemanha, no final do século XIX com algumas patentes registradas antes da I Guerra Mundial (MEYER, 1981). Foram fortemente utilizadas para a reconstrução de vilarejos devastados pela primeira e segunda guerra mundial por apresentar melhor uniformidade e rendimento de aplicação que as antigas pedras. A partir daí se espalhou para outras regiões da Europa e outros continentes. Inicialmente possuíam formato simples, geralmente paralelepípedicos, imitando os tijolos de construções. Com o desenvolvimento da fabricação esses produtos passaram a tomar formas diferentes, proporcionando o encaixe entres as peças.

No Brasil sua disseminação se deu a partir da década de 1970 com o crescimento das cidades e desenvolvimento do processo de urbanização. Possuem diversas vantagens para sua utilização, como facilidade no assentamento, não requerem mão de obra muito especializada, nem grandes maquinários como outros tipos de pavimentação e permitem fácil manutenção.

O processo de fabricação é de suma importância para que se atinja níveis de resistência e qualidade desejados. O maquinário deve dar suporte a um

processo de vibro-compressão adequado a fim de se obter um produto com a maior densidade possível. Na maioria das vezes o maquinário permite uma produção adequada e mesmo assim não se atinge a resistência necessária, nesse caso a falha pode estar na dosagem que é feita de forma aleatória e por meio de tentativas sem nenhuma relação com as características do material empregado na fabricação do concreto. Existem diversos métodos de dosagem, alguns específicos para concretos secos, geralmente utilizados em artefatos de concreto. A adoção de um desses métodos é importante para a padronização de produção. Intimamente ligado à dosagem está a caracterização do material. Conhecer o material é importante para saber trabalhar com ele e fazer correções quando necessário.

### **Materiais e Métodos**

Os materiais utilizados para a fabricação das peças de concreto analisadas nesse trabalho foram adquiridos na própria região. A brita 0 e a areia artificial foram produzidos na Pedreira São Geraldo, na cidade de São Geraldo-MG. A areia natural é oriunda do Rio Piranga, extraída na cidade de Porto Firme-MG. A água fornecida pela empresa de abastecimento da cidade de Viçosa-MG. E o cimento é um CP V ARI, da marca Holcim, da cidade de Barroso - MG.

Foi adotado para a dosagem das peças de concreto para pavimentação o método proposto por FULLER/THOMPSON, baseado no processo de empacotamento (partículas maiores envolvendo partículas menores, de forma sucessiva). O processo se deu em três etapas: caracterização do material, fracionamento dos agregados e consumo de cimento e água.

Os agregados foram caracterizados conforme procedimentos da ABNT. Fez-se necessário a realização dos ensaios de massa específica e absorção do agregado miúdo e graúdo (NBR NM 52:2009 e NBR NM 53:2009), determinação da curva granulométrica (NBR NM 26:2009) e teor de material pulverulento (NBR NM 46:2003). A realização desses ensaios é importante para que se conheça o material com qual se está trabalhando e para aplicação na montagem da Curva de Fuller.

O fracionamento consiste em obter uma mistura com os agregados que siga a curva de Fuller. A curva de Fuller é obtida pela expressão abaixo, conforme

caracterização do material. O fracionamento foi realizado com a intenção de obter a proporção ideal de cada agregado, de modo que tende-se a obter uma curva granulométrica semelhante a curva de Fuller. O fracionamento foi realizado nesse trabalho por meio de planilha eletrônica, onde um sistema de equações foi resolvido com o comando solver.

$$= \quad \times 100$$

Onde:

P é o material que passa pela peneira em questão, expresso em porcentagem (%);

d é a abertura da peneira, expressa em milímetros (mm);

D é máxima dimensão do agregado, expressa em milímetros (mm);

n é expoente ligado à porcentagem de finos, onde:

$n < 0,4$  quando se tem excesso de finos;

$0,4 < n < 0,6$ : quando os agregados são de graduação contínua, e;

$n > 0,6$  quando se tem falta de finos.

O consumo de cimento e água foi estabelecido mantendo uma relação água/cimento (a/c) em 45% e uma relação água/material seco (a%) em 8%, conforme orientação de alguns autores. Ao término desses três passos foi possível então obter o traço para a dosagem das peças de concreto para pavimentação.

A mistura do traço foi realizada em um fábrica de pré-moldados da região onde permaneceu em cura úmida por 24 horas. Findado esse período elas foram levadas para o laboratório onde permaneceram mais seis dias em cura submersa em água, quando foram então retiradas para serem preparadas para os ensaios de absorção (03 peças) e resistência a compressão (06 peças), segundo critérios da ABNT NBR 9781:2013.

## Resultados e Discussão

A tabela 1 apresenta os resultados dos ensaios de caracterização dos agregados. Observa-se que, de acordo com a NBR 7211:2009, teor de materiais pulverulentos da areia natural e a brita 0 encontra-se dentro dos limites estabelecidos e da areia artificial encontra-se bem acima (5% para agregado

miúdo e 2% para agregado graúdo). Ainda segundo a NBR 7211:2009 os ensaios de massa específica, absorção e massa unitária são ensaios especiais e a mesma não estabelece limites para esses ensaios e diz ainda que fica a critério do consumidor estabelecer limites de aceitação que pode variar de acordo com a aplicação do material.

Tabela 1 - Resumo dos Resultados de Caracterização. Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2015).

Resultados de Ensaio de Caracterização			
Ensaio	Areia Natural (Areia Grossa)	Areia Artificial (Pó de Pedra)	Brita 0
Teor de Material Pulverulento (%)	0,44	26,03	1,66
Massa Específica (g/cm <sup>3</sup> )	2,61	2,73	2,80
Absorção (%)	0,96	0,88	0,88
Massa Unitária (Seco e Solto)	1432	1599	1474
Massa Unitária (Seco e Compactado)	1537	1791	1573

Em relação a granulometria a NBR 7211:2009 estabelece a zona ótima e utilizável para agregados miúdos e zona utilizável para agregados graúdos. No entanto como se produzirá uma mistura entre os agregados essas faixas não são consideradas como fator determinante para a aceitação dos agregados. A figura 1 apresenta as curvas granulométricas obtidas, em escala logarítmica, dos agregados, da mistura e da curva de Fuller. Nota-se que a curva da mistura foi obtida de acordo com o fracionamento do agregado conforme tabela 2.

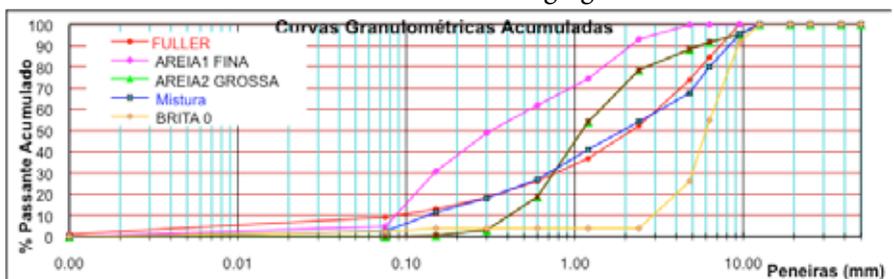


Figura 1 - Curvas granulométricas. Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2015).

Fracionamento dos Agregados (%)			
	AREIA 1 FINA	AREIA 2 GROSSA	BRITA 0
%	33	29	39

Tabela 2 - Fracionamento dos agregados. Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2015).

A partir do ensaio de resistência à compressão obteve-se uma resistência de 38,33MPa e a partir do ensaio de absorção um valor de 3,79%. Valores considerados ótimos levando em consideração que a NBR 9781:2013 estabelece uma resistência mínima de 35 MPa para situações de tráfego leve e uma absorção máxima de 6%.

### **Conclusões**

Este trabalho afirmou a necessidade de se trabalhar um método de dosagem de concreto, para um traço racional, e a importância de se conhecer as características dos materiais utilizados para a produção do concreto. A metodologia aplicada nesse trabalho demonstrou que a dosagem de concreto por meio da curva de Fuller/Thompson se mostra adequada para se trabalhar com concretos secos juntamente com o processo de empacotamento que atua na composição do concreto acentuando o ganho de resistência por meio da eliminação de vazios.

Sua eficácia ficou comprovada após o ensaio de resistência das peças de concreto para pavimentação, de acordo com a normatização vigente, atingindo índices satisfatórios tanto no ensaio de resistência à compressão como no ensaio de absorção, satisfazendo assim os objetivos desse trabalho que visa aprimorar a tecnologia de fabricação de peças de concreto para pavimentação.

### **Referências Bibliográficas**

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9781:2013 – **Peças de Concreto para Pavimentação: Especificação e Método de Ensaio** – Rio de Janeiro, 1987.

MEYER, A. **Materials and specification for block paving in West Germany. Precast concrete.** London, p. 175 – 177, Apr. 1981.

OLIVEIRA, A. L. Contribuição Para a Dosagem e Produção de Peças de Concreto para Pavimentação. 2004. 296f. **Tese (Doutorado) Universidade Federal de Santa Catarina.** Florianópolis-SC.

HELENE, P. L. Dosagem dos Concretos de Cimento Portland. In: **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. Ed: G. C. ISAIA, volume 1, capítulo 15, p. 439-471. São Paulo: IBRACON, 2005