

Dosagem de concreto autoadensável a partir de concreto convencional

Self-compacting concrete dosing from conventional concrete

RESUMO

Rafaela Caroline Daga
rafaeladaga@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Carlos Eduardo Tino Balestra
carlosbalestra@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Amanda Pereira Correia
amanda_pereira@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

Eduarda da Rocha Danner
eduardadanner@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil

O concreto autoadensável surge como uma solução tecnológica para obter estruturas com maior durabilidade, para suprir os requisitos das estruturas com elevada taxa de armadura, diminuir a quantidade necessária de mão de obra e aumentar a eficiência e a agilidade do processo construtivo, e ainda assim, alcançar resistências usuais. O presente trabalho tem como objetivo apresentar a dosagem de concreto autoadensável a partir de concreto convencional, comparar e analisar teoricamente os métodos propostos por Tutikian (2004), Tutikian e Dal Molin (2007) e Arantes (2017) e definir, através dos estudos bibliográficos, qual o método mais eficaz. Com isso, concluiu-se que somente após ensaios laboratoriais é possível determinar o melhor método de dosagem, visto que é necessário manusear o concreto, conhecer as propriedades dos materiais utilizados e também realizar os ensaios em estado fresco e endurecido. Contudo, teoricamente, o método de dosagem de CAA através de CCV que possui etapas mais simples de dosagem e fácil compreensão é o método desenvolvido por Tutikian e Dal Molin (2007).

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia. Materiais de construção. Segregação.

ABSTRACT

Self-compacting concrete appears as a technological solution to obtain structures with greater durability, to meet the requirements of structures with a high reinforcement rate, to decrease the necessary amount of labor and to increase the efficiency and agility of the construction process, and yet, achieve usual resistance. The present work aims to present the self-compacting concrete dosage from conventional concrete, compare and theoretically analyze the methods proposed by Tutikian (2004), Tutikian and Dal Molin (2007) and Arantes (2017) and define, through bibliographic studies, which is the most effective method. With that, it was concluded that only after laboratory tests it is possible to determine the best dosage method, since it is necessary to handle the concrete, to know the properties of the materials used and also to carry out the tests in a fresh and hardened state. However, theoretically, the method of dosing CAA through CCV that has simpler dosing steps and easy understanding is the method developed by Tutikian and Dal Molin (2007).

KEYWORDS: Technology. Construction materials. Segregation.

Recebido: 19 ago. 2020.

Aprovado: 01 out. 2020.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

Mehta e Monteiro (2006) definem o concreto como um composto bifásico, que é obtido por meio da mistura de aglomerante hidráulico, agregados e água. Após o lançamento do concreto nas fôrmas, o mesmo deve passar pelo adensamento, que é o processo de diminuição dos vazios do concreto, que consiste na retirada do ar aprisionado dentro deste através de vibração mecânica (CAVALLINI NETO; COELHO, 2016). Além disso, esse processo auxilia no arranjo dos agregados e materiais da estrutura e se não for executado ou feito incorretamente, pode formar nichos de concretagem, levando a perda de resistência da peça estrutural, além de outras patologias que esse fenômeno pode ocasionar, como a redução de seção da peça e segregação do concreto (NEVILLE; BROOKS, 2013).

Segundo Tutikian e Dal Molin (2015), o concreto é o material de construção mais utilizado no mundo e, por ser bastante difundido, surgiram inovações na construção civil. Um exemplo é o concreto autoadensável (CAA), que veio para suprir a necessidade de grandes quantidades de armaduras. Essa nova tecnologia foi desenvolvida pelo professor Hajime Okamura no Japão, em 1988, que tinha como propósito a garantia da qualidade e durabilidade do concreto, sem que ocorra segregação ou exsudação (VIEIRA, 2017). Com isso, quando o CAA é utilizado, ele não deve ser vibrado, pois, esse processo realiza-se por si só, através do seu próprio peso (TUTIKIAN; DAL MOLIN, 2008).

A caracterização do concreto autoadensável se dá através da verificação da fluidez, da habilidade passante entre as barras de aço, e da resistência à segregação (EFNARC, 2005 *apud* TUTIKIAN; DAL MOLIN, 2015). Tutikian e Dal Molin (2015) descrevem que os materiais do CAA são os mesmos utilizados no concreto convencional (CCV), cimento, agregados, água, adições e aditivos. De forma que, aumenta-se a quantidade de finos, como adições minerais e fílers, e também a de aditivos superplastificantes e modificadores de viscosidade (VMA).

Posto isso, o presente trabalho visa apresentar a dosagem de concreto autoadensável a partir de concreto convencional, comparar e analisar teoricamente o método de dosagem de CAA de Tutikian (2004), Tutikian e Dal Molin (2007) e o estudo empírico de Arantes (2017).

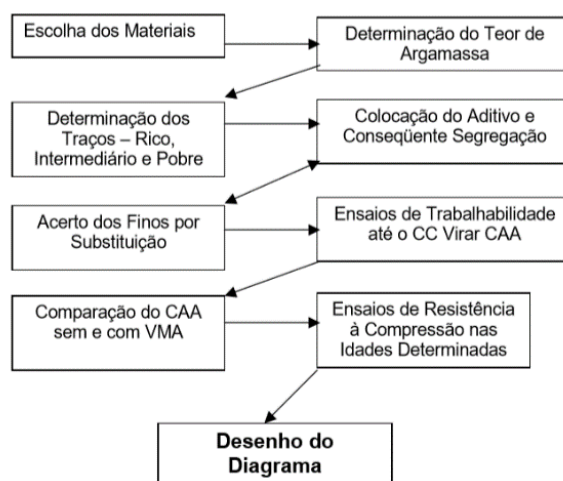
BREVE APRESENTAÇÃO DOS MÉTODOS DE DOSAGEM DE CCV E CAA

Método de dosagem IPT/EPUSP: Segundo Helene e Terzian (1992), o método IPT/EPUSP é utilizado para dosagem de CCV e para a dosagem e obtenção de valores são necessárias a Lei de Abrams, para determinação do f_{cj} (resistência à compressão axial, na idade j), Lei de Molinari, que determina o consumo de cimento e Lei de Lyse, que determina a relação agregados secos/cimento. O objetivo final é a obtenção de três traços de concreto, sendo possível desenhar o diagrama de dosagem.

Método de dosagem Tutikian (2004): Esse método surgiu como um método mais experimental e prático, com o propósito de dosar CAA com quaisquer materiais disponíveis, desde que sejam cumpridos os requisitos básicos (TUTIKIAN, 2004). Inicialmente é realizada a dosagem do concreto por meio do método IPT/EPUSP, dosagem usada como base para o método estudado. Também deve ser determinado o teor de argamassa, pois se for muito baixo o concreto não

apresenta trabalhabilidade, e se muito alto encarece o CAA. Assim, Tutikian (2004) recomenda iniciar com uma taxa de argamassa acima de 53%. O passo a passo da dosagem está descrito na Figura 1 e na Tabela 1 é possível consultar um exemplo com as quantidades de materiais a serem acrescentadas, no momento do acerto dos finos.

Figura 1 – Passo a passo para dosagem do CAA



Fonte: Tutikian (2004).

Quadro 1 – Determinação da proporção entre o material fino e o substituído

Traço unitário (c:f:a:b)	Cimento (Kg)		Finos (Kg)		Brita (Kg)	
	Massa Total	Acréscimo	Massa Total	Acréscimo	Massa Total	Acréscimo
1:0:1,12:1,88	8,93		0,00		16,79	
1:0,1:1,02:1,88	9,80	0,87	0,98	0,98	18,42	1,64
1:0,2:0,92:1,88	10,87	1,07	2,17	1,19	20,44	2,01

Fonte: Tutikian (2004).

Método de dosagem do *American Concrete Institute* (ACI 211.1-91) (Reaprovado, 2009): Shilstona (1990, *apud* Tutikian e Helene, 2011) cita que esse método de dosagem de CCV é baseado em valores médios experimentais e tem o intuito do uso de baixo teor de areia para misturas plásticas, diminuindo custos, além da possibilidade de identificação do teor de argamassa visualmente. Porém, os valores tabelados não abrangem todos os materiais e caso a resistência obtida seja diferente da prevista é necessária uma nova dosagem. Este método é a base do método proposto por Arantes (2017).

Método de dosagem de Arantes (2017): O estudo realizado por Arantes (2017) tomou como base o método de dosagem de CCV pela norma ACI 211.1-91 (2005), estabelecendo, de maneira empírica, um traço de CAA em função da adição de sílica ativa e aditivo superplastificante. Após a obtenção de um traço base a partir do método da ACI, um programa experimental é executado onde adições de materiais finos e superplastificantes são testados em laboratório.

Método de dosagem de Tutikian e Dal Molin (2007): Esse método é baseado no método de Tutikian (2004) e apresenta como variações a determinação do esqueleto granular, buscando o empacotamento dos materiais do CAA, para que haja o menor número de vazios possível, além de variações do teor de argamassa e a inserção da curva de custos no diagrama de desempenho. (TUTIKIAN; DAL MOLIN, 2015).

MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados nesse trabalho foram livros e dissertações publicados na literatura entre os anos de 2004 a 2017, obtidos na base científica do sciencedirect.com, BiblioTec e Google Acadêmico.

Com relação aos métodos, foram selecionados os materiais citados com base em pesquisas com os termos “métodos de dosagem de concreto autoadensável”, “dosagem de CAA a partir de CCV” e “*self-compacting concrete*”. A partir disso, foram selecionados três documentos da literatura e analisados. Após isso, foi realizado um comparativo entre eles, que será apresentado no item resultados e discussões. Os estudos analisados são:

- a) ARANTES, Y. D. M. **Estudo de dosagem empírica de concreto auto adensável baseado em um traço de concreto convencional**. 2017. Centro Universitário Luterano de Palmas. Palmas, TO.
- b) TUTIKIAN, B. F. **Método para dosagem de concretos auto-adensáveis**. 2004. 149f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- c) TUTIKIAN, B. F.; DAL MOLIN, D. C. **Concreto Auto-Adensável**. São Paulo: Pini, 2007.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo de dosagem empírica, realizado por Arantes (2017) correspondeu aos resultados esperados, atingindo os requisitos mínimos de trabalhabilidade, porém teve grande perda de material. A autora afirma que o custo desse produto é muito alto, tornando-o inviável. Além disso, quando comparado o espalhamento do CAA (*slump flow test*) em Arantes (2017) foi possível verificar que há uma concentração de agregado graúdo no centro, o que não ocorre com o método de dosagem de Tutikian (2004), indicando dificuldades em se obter um CAA coeso a partir deste método.

O método proposto por Tutikian (2004) torna-se prático e de fácil entendimento, já que parte do pressuposto de um método já existente. Apesar do autor citar que o teor de argamassa deve ser melhorado, atualmente esse método de dosagem de CAA é muito acessível a todos os lugares (TUTIKIAN; DAL MOLIN, 2015). Por esse e outros motivos, Tutikian e Dal Molin (2007) aperfeiçoaram o método de Tutikian (2004), de modo a propor um CAA de melhor qualidade, com o controle dos custos através do diagrama de dosagem.

Os resultados obtidos mostraram que o método de Tutikian e Dal Molin (2007), apesar de envolver mais conceitos teóricos do que os outros métodos, é o mais confiável a ser utilizado, prometendo um CAA de qualidade e praticidade.

CONCLUSÕES

Através desse trabalho, conclui-se que somente após ensaios laboratoriais é possível determinar o melhor método de dosagem, visto que é necessário manusear o concreto, conhecer as propriedades dos materiais utilizados e também realizar os ensaios em estado fresco e endurecido. Contudo, teoricamente, o método de dosagem de CAA através de CCV que possui etapas mais simples de dosagem e fácil compreensão é o método desenvolvido por Tutikian e Dal Molin (2007). Além disso, parte desse processo é conhecido, visto que é baseado no método IPT/EPUSP para o CCV e tem o propósito de utilizar materiais de construção locais e mais econômicos, mantendo a eficiência desse material. Os autores apresentaram um método inovador, pois fundamentaram-se no método de Tutikian (2004) e o aprimoraram.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pelo auxílio financeiro ao desenvolvimento das pesquisas.

REFERÊNCIAS

ARANTES, Y. D. M. **Estudo de dosagem empírica de concreto auto adensável baseado em um traço de concreto convencional**. 2017. Centro Universitário Luterano de Palmas. Palmas, TO.

CAVALLINI NETO, G.; COELHO, F. M. **A importância do correto adensamento do concreto e seu impacto na resistência final da peça**. Projectus, nº4, v.1, p. 7-30, out/dez 2016.

HELENE, P.; TERZIAN, P. **Manual de dosagem e controle do concreto**. São Paulo: Pini; Brasília, DF: SENAI, 1992.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concrete: Microstructure, Properties, and Materials**. California: The McGraw-Hill, 2006.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. **Tecnologia do Concreto**. Tradução de Ruy Alberto Cremonini. 2ª ed.: Bookman, 2013.

TUTIKIAN, B. F. **Método para dosagem de concretos auto-adensáveis**. 2004. 149f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/3918/000450678.pdf?sequence=1>. Acesso em: 8 jul. 2020.

TUTIKIAN, B. F.; DAL MOLIN, D. C. **Concreto Autoadensável**. 2ª ed. São Paulo: Pini, 2015.

TUTIKIAN, B. F.; DAL MOLIN, D. C. **Concreto Auto-Adensável**. São Paulo: Pini, 2008.

TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. **Dosagem dos Concretos de Cimento Portland**. IBRACON, Concreto: Ciência e Tecnologia. Capítulo 12, 2011. Disponível em: <https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/lc56.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2020.

VIEIRA, S. P. **Propriedades do concreto autoadensável com diferentes tipos de adições**. 2017. 126 p. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Brasília, 2017.