# ARGAMASSAS AUTOADENSÁVEIS: INFLUÊNCIA DO TIPO DE ADIÇÃO MINERAL[1]

PORTO, M. F. Universidade Estadual de Londrina, email: mfeernanda.porto@gmail.com; COFANI, F. S. Universidade Estadual de Londrina, email: fran_cofani@hotmail.com; FILLA, G. P. T. Universidade Estadual de Londrina, email: filla96@hotmail.com; TORALLES, B. M. Universidade Estadual de Londrina, email: toralles@uel.br

**ABSTRACT**

*This paper aims to compare the effects of different types of mineral additions, in self-compacting mortars, in relation to the properties in fresh state. For the study of this influence, the flow test was performed in two different mortars with three samples each containing different mineral additives. Through the scattering data obtained, it was observed that the addition of dolomitic limestone produces the most fluid mortars with little exudation during the tests. While the use of active silica causes a significant decrease in the flow ability, but with a greater control over the exudation of the materials. Finally, the addition of the basalt powder presented an intermediate character between the two other additions.*

***Keywords**: Self-compacting mortar, mineral additives, effects.*

## 1 INTRODUÇÃO

Durante o desenvolvimento de misturas para concretos autoadensáveis (CAA), é comum a consideração da fase em fresco como um material de duas fases – ou um agregado graúdo em uma matriz de argamassa ou um esqueleto granular em uma matriz de pasta. A reologia da argamassa ou da pasta tem um efeito primário em duas das três principais características do CAA - resistência à segregação e capacidade de preenchimento (DOMONE, 2006).

A argamassa serve como base para a autoadensabilidade do CAA e esta propriedade pode ser avaliada através do estudo da argamassa autoadensável (SAHMARAN; CRISTIANTO e YAMAN, 2006).

Considerando a grande importância dos estudos das propriedades de autoadensabilidade e do crescente uso de adições para a produção de concretos autoadensáveis, o objetivo deste trabalho é avaliar a influência de diferentes adições no comportamento em fresco das argamassas.

Para tanto, foram avaliados dois traços de argamassas com utilização de calcário dolomítico, sílica ativa e pó de basalto, na dosagem de 10% de adição em relação a massa de cimento por amostra.

A availação da autoadensabilidade ocorreu através do ensaio de tronco de cone, determinando-se o espalhamento das amostras e a área relativa de espalhamento ($G_m$).

[1] PORTO, M. F., COFANI, F. S., FILLA, G. P. T., TORALLES, B. M. Argamassas autoadensáveis: influência do tipo de adição mineral. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O CAA é considerado uma das grandes revoluções ocorridas na tecnologia do concreto nas últimas décadas, possibilitando várias vantagens como diminuição do tempo da construção e redução da mão de obra no canteiro por eliminar a etapa de adensamento. Além disso, proporciona a melhora do acabamento final da superfície, permitindo a liberdade de formas e uso de peças com seção reduzida e, por fim, elimina o ruído da etapa de adensamento (TUTIKIAN e DAL MOLIN, 2015).

Diversos procedimentos de dosagens incluem testes na fase de argamassas como um meio eficiente de selecionar as combinações apropriadas de água, aditvos e materiais (DOMONE, 2006).

Adições minerais são geralmente utilizadas para melhorar a coesão e a resistência à segregação, além de diminuir o consumo de cimento e produzir misturas mais sutentáveis (EFNARC, 2005; LONG; GAU; XIE, 2015).

Segundo Mehta e Monteiro (2014) as adições minerais são geralmente materiais silicosos finamente divididos, adicionados ao concreto em quantidades variadas, desde 6 até 70% por massa do material cimentício total, com a funcionalidade de melhorar características como trabalhabilidade, aumento da resistência final, fortalecimento da zona de transição e aumento da durabilidade com relação ao ataque por sulfato e à expansão pela relação álcali-agregado.

Espera-se que para uma consistência específica, a substituição do cimento por um material fino irá aumentar a demanda de água por causa do aumento da superfície específica (FELEKOGLU *et al.*, 2006). Ou seja, mantendo-se constante a quantidade de água, quanto mais fino for o material maior a necessidade de utilizar aditivo superplastificante com dosagens superiores para atingir as mesmas características de autoadensabilidade (MELO, 2005).

Neste trabalho, foram estudados a incorporação do calcário dolomítico, da silica ativa e do pó de basalto.

O fíler calcário é uma adição de forma prismática com faces retangulares com uma área específica de 800 a 856 m²/kg. Sua ação nos materiais cimentícios é tanto física quanto química; o efeito físico ocorre devido a sua finura, aumentando o preenchimento de vazios, já o efeito químico ocorre durante a hidratação do cimento funcionando como agente de nucleação (TAYLOR, 1990; MEHTA E MONTEIRO, 2014).

Já os efeitos da sílica ativa nas propriedades no estado fresco podem-se destacar: maior coesão, drástica redução da exsudação, aumento na demanda de água, redução da retração plástica, redução do calor de hidratação e redução da permeabilidade (MELO, 2005).

Além disso, a sílica ativa é um subproduto não metálico do processo de obtenção do ferro-silício e do silício metálico, possui uma forma esférica e lisa e uma área específica de 13.000 à 30.000 m²/kg (MEHTA e MONTEIRO, 2014).

Por fim, o pó de basalto é um subproduto de pedreiras de basalto; a grande quantidade de pó gerada na produção é um problema no ponto de vista da eliminação deste material, da poluição ambiental e dos riscos para a saúde humana (UNCÍK e KMECOVÁ, 2013).

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados no programa experimental foram:

- Cimento Portland CPIIZ-32;
- Adições minerais – sílica ativa, calcário dolomítico e pó de basalto;
- Agregado miúdo binário – Areia quartzosa de módulo de finura 1,85 e dimensão máxima característica igual a 2,36 mm.
- Aditivo redutor de água de alta efetividade (superplastificante)
- Água potável

Foram executados dois traços de argamassas e em cada um foi produzido uma amostra com cada adição estudada. Os consumos podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Consumo de materais em quilos para produção de 1m³ de argamassa

| Traço | Cimento | Adição | Areia fina | Areia média | Aditivo | Água |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Traço 1 | 475 | 47,5 | 300 | 400 | 2,85 | 204,5 |
| Traço 2 | 475 | 47,5 | 440 | 110 | 2,85 | 204,5 |

Fonte: Os Autores

Quadro 1 - Nomenclatura das argamassas produzidas

| Nomenclatura | Definição |
|---|---|
| ARG1_CAL | Argamassa produzida com o traço 1 e adição de calcário dolomítico |
| ARG1_SIL | Argamassa produzida com o traço 1 e adição de sílica ativa |
| ARG1_BAS | Argamassa produzida com o traço 1 e adição de pó de basalto |
| ARG2_CAL | Argamassa produzida com o traço 2 e adição de calcário dolomítico |
| ARG2_SIL | Argamassa produzida com o traço 2 e adição de sílica ativa |
| ARG2_BAS | Argamassa produzida com o traço 2 e adição de pó de basalto |

Fonte: Os Autores

Foi produzido três amostras por traço, uma com a utilização de sílica ativa, outra com a utilização de calcário dolomítico e, por fim, uma com a utilização de pó de basalto. No Quadro 1 é possível visualizar a nomenclatura utilizada para cada amostra produzida.

Todas as amostras foram produzidas seguindo o mesmo procedimento de mistura, apresentado na Figura 1.

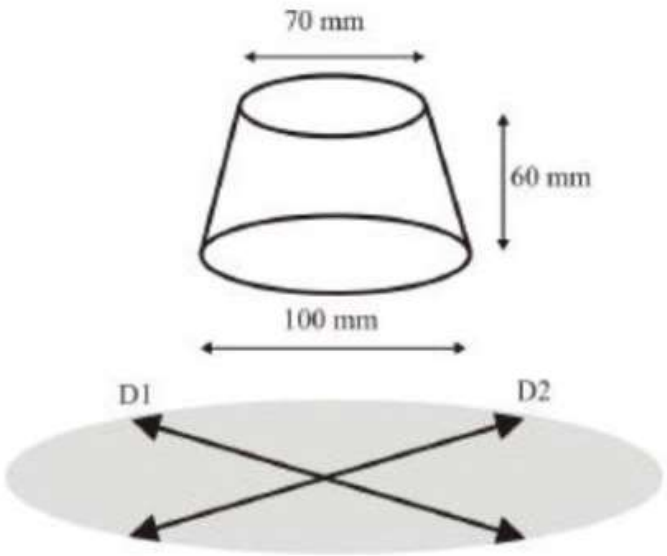
Figura 1 - Infográfico do procedimento de mistura




Fonte: Os Autores

A avaliação da influência das adições nas argamassas foi realizada em estado fresco através do ensaio de tronco de cone – Figura 2 – em todas as amostras produzidas.

Figura 2 - Tronco de cone




Fonte: Nunes (2001)

Para tanto, o tronco de cone foi preenchido sem a utilização de adensamento e, assim que o mesmo foi retirado, mediu-se as dimensões do espalhamento.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Argamassa – Traço 1

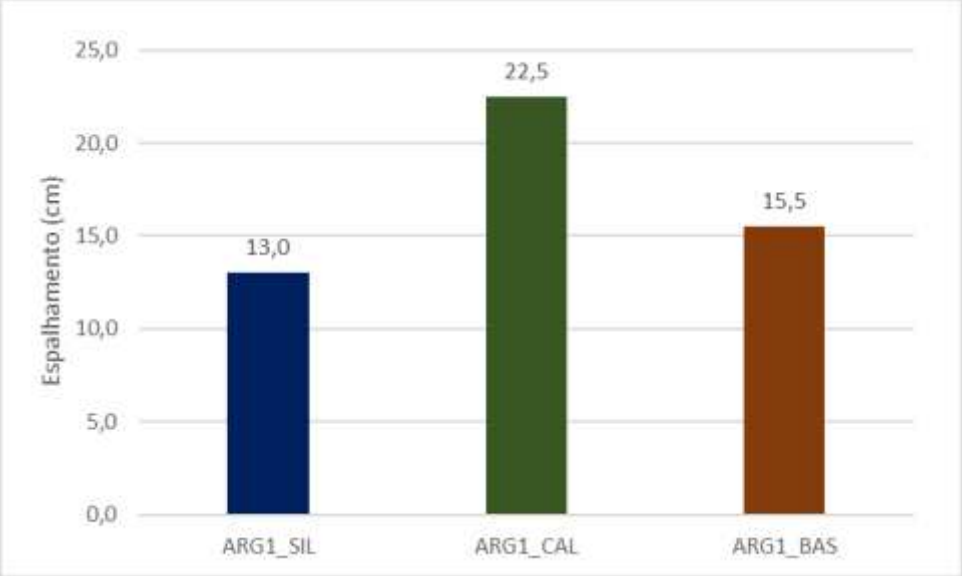
Para análise da fluidez da argamassa realizou-se o ensaio do tronco do cone e obteve-se os dados apresentados na Tabela 2 e que estão plotados na Figura 3.

Tabela 2 - Resultados do ensaio do tronco de cone no traço 1 de argamassa

| Amostra | Espalhamento (cm) |
|---|---|
| ARG1_SIL | 13 |
| ARG1_CAL | 22,5 |
| ARG1_BAS | 15 |

Fonte: Os Autores

Figura 3 - Gráfico do espalhamento no tronco de cone do traço 1 de argamassa




Fonte: Os Autores

A ARG1_CAL é a argamassa com maior espalhamento, seguida da ARG1_BAS e por último a ARG1_SIL. Esping (2003 apud MELO 2005) verificou que quanto maior a superfície específica do material maior a demanda de água para alcançar os requisitos de autoadensabilidade, ou seja, mantendo-se fixa a relação água/cimento, será necessária uma maior dosagem de aditivo superplastificante para atingir as mesmas características de deformabilidade.

A afirmativa de Esping (2003 apud MELO 2005) foi confirmada nos ensaios de espalhamento apresentado na Figura 2, na qual, a utilização do calcário dolomítico gerou um maior espalhamento do que a sílica ativa, cuja superfície específica é maior, como apresentado na revisão bibliográfica.

Calculou-se também a área relativa de espalhamento ($G_m$) das três argamassas e os resultados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Área relativa de espalhamento (Gm) das argamassas - traço 1

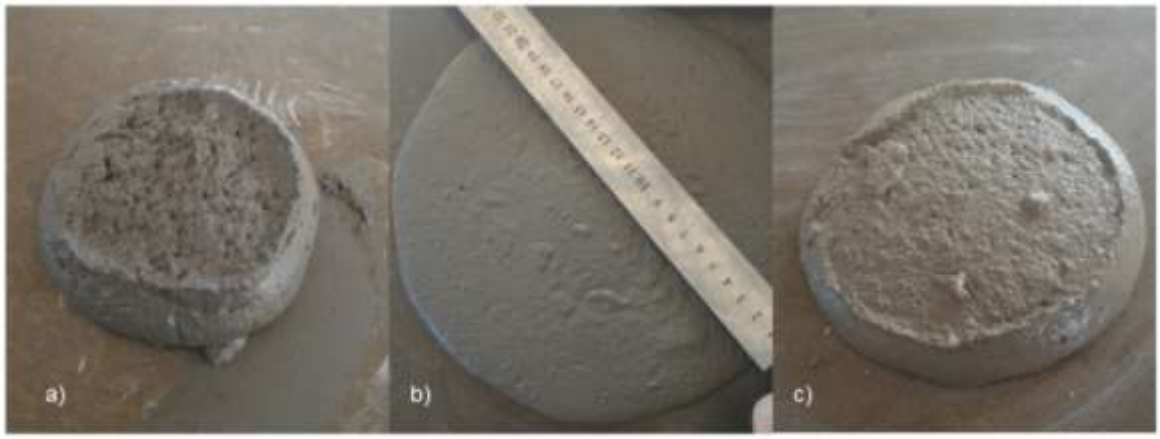
| ARG1_SIL | ARG1_CAL | ARG1_BAS |
|---|---|---|
| 0,69 | 4,06 | 1,25 |
| | **Limites da Literatura** | |
| Melo (2005) | Domone (2006) | Okamura, Ozawa e Ouchi (2000) |

| | | |
|---|---|---|
| $3 \geq G_m \geq 6,8$ | $4,3 \geq G_m \geq 10,56$ | $G_m=5$ |

Fonte: Os Autores

Nota-se que a argamassa com adição de calcário é a única cuja área relativa de espalhamento encontra-se dentro do limite determinado por Melo (2005). Na Figura 4 pode-se observar as três argamassas após o ensaio do tronco de cone e como em todas não houve indícios de exsudação.

Figura 4 - Argamassas traço 1 - a) ARG1_SIL, b) ARG1_CAL e c) ARG1_BAS




Fonte: Os Autores

## 4.2 Argamassa – Traço 2

Os resultados do ensaio do tronco de cone da argamassa de Traço 2 podem ser observados na Tabela 4 e no gráfico plotado na Figura 5.

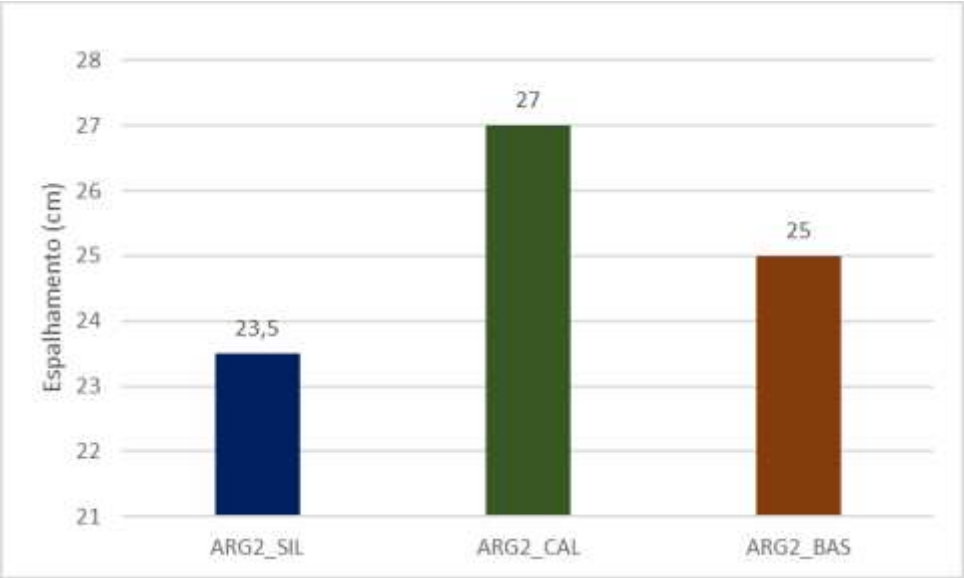
Tabela 4 - Resultados do ensaio do tronco de cone no traço 2 de argamassa

| **Amostra** | **Espalhamento (cm)** |
|---|---|
| ARG2_SIL | 23,5 |
| ARG2_CAL | 27 |
| ARG2_BAS | 25 |

Fonte: Os Autores

Os resultados do espalhamento possuem a mesma tendência do traço 1, com o maior valor para a ARG2_CAL e o menor para a ARG2_SIL. Calculou-se o $G_m$ das argamassas e os resultados estão apresentados na Tabela 5.

Figura 5 - Gráfico do espalhamento no ensaio do tronco de cone do traço 2 de argamassa




Fonte: Os Autores

Tabela 5 - Área relativa de espalhamento (Gm) das argamassas – traço 2

| **ARG2_SIL** | **ARG2_CAL** | **ARG2_BAS** |
|---|---|---|
| 4,5 | 6,3 | 5,3 |
| | **Limites da Literatura** | |
| Melo (2005) | Domone (2006) | Okamura, Ozawa e Ouchi (2000) |
| $3 \geq G_m \geq 6,8$ | $4,3 \geq G_m \geq 10,56$ | $G_m=5$ |

Fonte: Os Autores

Nota-se que a argamassa com basalto (ARG2_BAS) e a com sílica (ARG2_SIL) apresentam os resultados mais próximos da área relativa de espalhamento indicada por Okamura, Ozawa e Ouchi (2000), porém todas elas estão dentro do indicado pelos outros autores.

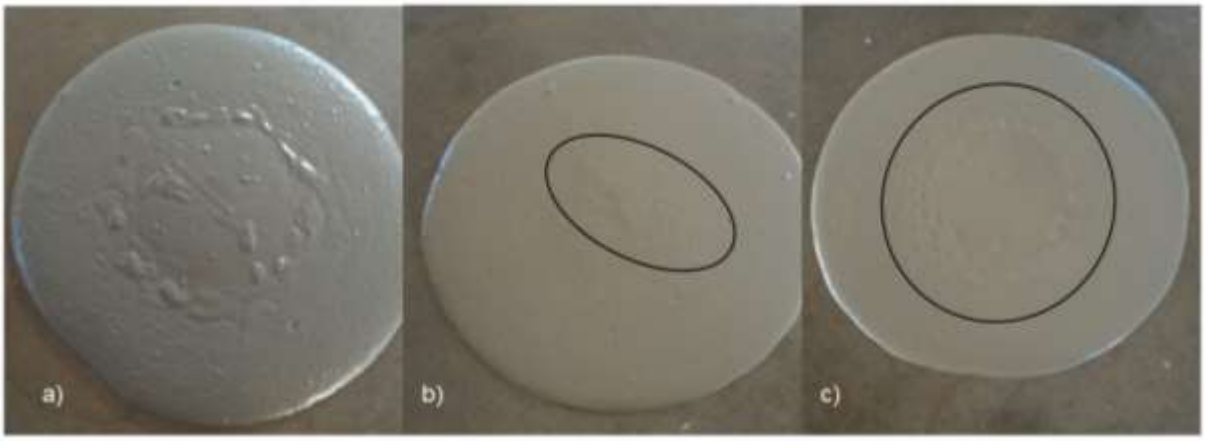
Na Figura 6 pode-se visualizar o espalhamento das três argamassas e é possível notar, nas áreas destacadas, que houve uma certa segregação na ARG2_CAL e na ARG2_BAS.

Tutikian e Dal Molin (2015) afirmam que a utilização da sílica ativa irá gerar uma redução acentuada da exsudação e segregação, explicando o efeito apresentado na Figura 6.

Khaleel e Razak (2012) e Unčík e Kmecová (2013), em seus estudos com calcário e pó de basalto respectivamente, utilizaram as adições em até 30% da massa de cimento, enquanto que Benaicha et al. (2015) afirmam que a dosagem máxima de sílica ativa é de 15% da massa de cimento.

Com isso, pode-se pressupor que com uma maior dosagem de calcário dolomítico e pó de basalto as misturas poderiam não apresentar segregação.

Figura 6 - Argamassas traço 2 - a) ARG2_SIL, b) ARG2_CAL e c) ARG2_BAS




Fonte: Os Autores

## 5 CONCLUSÕES

Este estudo teve a finalidade de determinar a influência de adições minerais em dois traços diferentes de argamassa. Com relação a influência das adições nas argamassas, foi possível determinar que a adição de calcário dolomítico produziu as argamassas mais fluídas, com pouca segregação durante os ensaios enquanto que a utilização da sílica ativa fez com que houvesse uma diminuição significativa da fluidez, porém com um controle maior sobre a segregação dos materiais. Por fim, a adição do pó de basalto apresentou um caráter intermediário entre as duas outras adições.

A diminuição da quantidade de areia e a alteração da sua proporção no traço gerou melhores características de autoadensabilidade para a argmassa do traço 2, pois tais alterações foram focadas em obter uma melhor granulometria do material e uma porcentagem de agregado miúdo como recomendado por Okamura, Ozawa e Ouchi (2000).

## REFERÊNCIAS

BENAICHA, M. et al. Influence of silica fume and viscosity modifying agent on the mechanical and rheological behavior of self compacting concrete. **Construction And Building Materials**, [s.l.], v. 84, p.103-110, jun. 2015

DOMONE, P.. Mortar tests for self-consolidating concrete: Simple evaluation os materials and mixture proportions. **Concrete International**, p.39-45, abr. 2006

EFNARC – EUROPEAN FEDERATION FOR SPECIALIST CONSTRUCTION CHEMICAL AND CONCRETE SYSTENS. Specification and guidelines for self compacting concrete. Londres. 2005.

ESPING, O. Methods for characterization of fillers and fines for self-compacting concrete. Edição: O. Wallevik; I. Nielsson. In: INTERNATIONAL RILEM SYMPOSIUM ON SELF-CONCRETE CONCRETE, 3rd., 2003, Reykjavik, Proceedings.. France: RILEM Publications, 2003. p. 208-219.

FELEKOGLU, B. et al. The effect of fly ash and limestone fillers on the viscosity and compressive strength of self-compacting repair mortars. **Cement And Concrete Research**, [s.l.], v. 36, n. 9, p.1719-1726, 2006.

KHALEEL, O. R.; RAZAK, H. A.. The effect of powder type on the setting time and self compactability of mortar. **Construction And Building Materials**, [s.l.], v. 36, p.20-26, nov. 2012

LONG, G.; GAO, Y.; XIE, Y.. Designing more sustainable and greener self-compacting concrete. **Construction And Building Materials**, v. 84, p.301-306, 2015.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto:** Microestrutura, Propriedades e Materiais. 2. ed. São Paulo: Ibracon, 2014. 751 p.

MELO, K. A. de. **Contribuição à dosagem de concreto autoadensável com adição de fíler calcário.** 2005. 184 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

NUNES, S. C. B. **Betão Auto-compactável: tecnologia e propriedades.** 198p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto, Portugal, 2001.

OKAMURA, H.; OZAWA, K.; & OUCHI, M. Self-compacting concrete. Structural Concrete, v.1, n.1, p.3-17, 2000.

SAHMARAN, M.; CHRISTIANTO, H. A.; YAMAN, I. O.. The effect os chemical admixtures and mineral additives on the properties of self-compacting mortars. **Cement And Concrete Composites**, v. 28, n. 5, p.432-440, jan. 2006.

TAYLOR, H.F.W. Cement Chemistry. London: Academic Press, 1990.

TUTIKIAN, B. F. e DAL MOLIN, D. C. **Concreto Autoadensável.** 2. ed. São Paulo: Pini, 2015. 144 p.

UNCÍK, S.; KMECOVÁ, V.. The effect of basalt powder on the properties of cement composites. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 65, p.51-56, 2013.