



# ARGAMASSAS E PLACAS MAGNESIANAS PARA USO NA CONSTRUÇÃO A SECO – CONTINUAÇÃO II

**Palavras-Chave:** Óxido de Magnésio, Sílica de Arroz, Cimento Magnésiano

**Autores/as:**

**Caroline Marques Silva [Unicamp]**

**Prof. Carlos Eduardo Marmorato Gomes [Unicamp]**

---

## INTRODUÇÃO:

Na construção a seco um dos métodos mais utilizados é o Light Steel Frame que consiste em utilizar o aço galvanizado como principal elemento estrutural. São estruturas que não utilizam tijolo ou cimento, sendo que o concreto ou Betão é apenas usado nas fundações ou caves. Também, vale enfatizar que a alta taxa de CO<sub>2</sub> emitido no processo de fabricação do cimento tradicional, podem aumentar os gases do efeito estufa. Também, se verifica a possibilidade de esgotamento das matérias primas, como o calcário, que é o principal elemento na fabricação do cimento.

Assim, o projeto teve como o objetivo contornar essa situação utilizando matérias de origem natural como a sílica da casca de arroz, que é obtida a partir de sua queima.

Esse material é de fácil obtenção pelo fato do Brasil ser o maior produtor de arroz exceto a Ásia, e isso proporciona uma grande quantidade de material que pode ser convertido para materiais de construção. Além da sílica do arroz, o projeto também usou o óxido de magnésio, como mineral alternativo, para produção de aglomerantes potencialmente substitutos do cimento Portland, para produção de placas planas.

## OBJETIVOS

O objetivo geral desse trabalho consistiu em estudar e analisar o desempenho mecânico de matrizes de cimento à base de óxido de magnésio com adição da Sílica da Casca de Arroz (SCA) e fibra PET, para produção de compósitos e possível uso em placas planas cimentícias na construção à seco.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definição das matrizes de oxi-sulfato de magnésio por meio do estudo de diferentes razões moleculares entre o sulfato de magnésio (MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O) e a magnésia (MgO);
- Definição das matrizes de oxi-sulfato de magnésio aditivadas por Sílica de Casca de Arroz, por meio do estudo de diferentes teores de adições de SCA (10%, 20%, 30% e 40%);
- Análise das propriedades mecânicas de compressão axial, tração na flexão e durabilidade das matrizes de MOS com adição de SCA.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir apresenta-se a relação de materiais empregados na presente pesquisa:

- Óxido de magnésio (magnésia) – MgO

Tabela 1: Propriedades de MgO

Elemento	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Massa (%)	>92.5	< 2.5	< 0.7	< 3.0

- Sulfato de Magnésio Heptahidratado – MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O;

- Sílica de Casca de Arroz – SiO<sub>2</sub>

Tabela 2: Caracterização química da SCA

Elemento	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	ZrO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	PF
%	93,99	0,20	0,05	0,003	0,51	0,14	1,16	0,02	-	0,36	3,30

Fonte: Grupo de Pesquisa GMC3 (2020)

Figura 1: Óxido de Magnésio, Sílica da Casca de Arroz e Sulfato de Magnésio, respectivamente.



Fonte: Grupo de Pesquisa GMC3 (2020)

Definiu-se assim, por meio de estudo teórico, as relações molares entre o MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O (Sulfato de Magnésio) e o MgO (Óxido de Magnésio). Após, verificou-se a dissolução do sulfato de magnésio em água, onde estudos preliminares mostraram que as concentrações viáveis para dissolução do sal em água remetem a uma concentração de 35% a 40%. Soube-se que a relação Água/MgO (a/m) está intimamente ligada à consistência da pasta e será ajustada conforme sua adensabilidade.

Dessa forma, realizou-se 9 composições sendo um conjunto de 3 traços que foram usados como referência para outros dois conjuntos de 3 traços que foram usados para análise da interação dos materiais. Ademais, decidiu-se que o reforço da matriz por meio de fibras PET seria realizado nas composições que apresentarem melhor desempenho na fase inicial experimental. Assim, os teores de fibras são de 0,5% e 1,0% do volume da matriz.

Composição de referência			
Traço	Óxido de magnésio - MgO (g)	Sílica - SiO <sub>2</sub> (g)	Água + Sulfato (g)
1	1000	0	650
2	800	200	650
3	600	400	650

Composições 1 - 0,5% do volume de fibra de PET				
Traço	Óxido de magnésio - MgO (g)	Sílica - SiO <sub>2</sub> (g)	Água + Sulfato (g)	Fibra de PET (g)
1A	1000	0	650	5,86
2A	800	200	650	5,86
3A	600	400	650	5,86

Composições 2 - 1% do volume de fibra de PET				
Traço	Óxido de magnésio - MgO (g)	Sílica - SiO <sub>2</sub> (g)	Água + Sulfato (g)	Fibra de PET (g)
4A	1000	0	650	11,73
5A	800	200	650	11,73
6A	600	400	650	11,73

Seguiu-se o mesmo procedimento para realização de cada traço: Primeiramente, dissolveu-se o sulfato de magnésio em água por meio de um mixer a rotação de 1500rpm. Após isso, homogeneizou-se a pasta de cimento MOS em argamassadeira planetária durante 2 minutos e realizou-se a moldagem em corpos de prova de 4 x 4 x 16 cm, em sequencia. Assim, os corpos de prova passaram por um período de cura de 28 dias. Para análise das propriedades mecânicas, adotou-se a ASTM C349 – Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic-Cement Mortars (Using Portions of Prisms Broken in Flexure), equivalente a NBR 13279:2005 – Argamassa para assentamento e revestimento – Determinação da resistência à tração e à compressão. A figura a seguir ilustra o procedimento, os corpos de prova e ensaios mecânicos:

Figura 2: Procedimentos para Análise dos compósitos



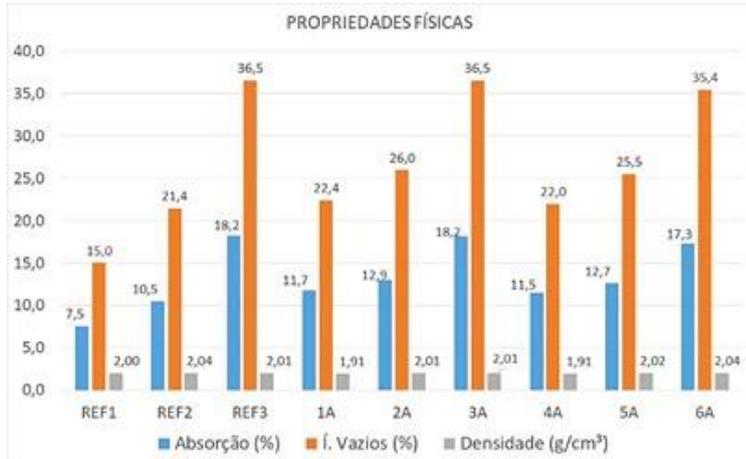
No decorrer do processo de cura, realizou-se uma análise dimensional onde mediu-se com o auxílio de um paquímetro eletrônico o comprimento longitudinal de cada corpo de prova afim de analisar variações de expansibilidade de um traço para o outro. Além disso, deu-se uma análise das propriedades físicas de acordo com a NBR 9778 - Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por imersão índice de vazios e massa específica.

Para análise de durabilidade adotou-se os procedimentos descritos na NBR15498 (Água quente e imersão/secagem) que são reconhecidos pela comunidade científica nacional com os que melhores que se adequam à realidade brasileira. Assim, imergiu-se o corpo de prova em água a uma temperatura constante de 60°C durante 56 dias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Com os resultados da análise de propriedades físicas, pode-se perceber que adição da sílica aumentou a porosidade e absorção da água, porém, a densidade dos materiais manteve-se a mesma ordem de grandeza, como mostra o gráfico 1.

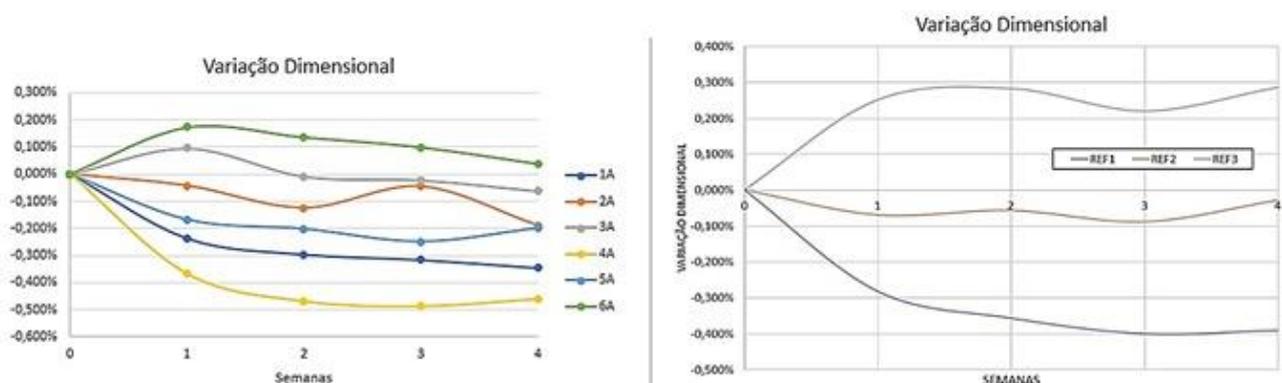
Gráfico 1: Resultados obtidos pela análise de propriedades físicas



Além do mais, pôde-se observar que houve um padrão de crescimento na absorção e no índice de vazios em traços com maior quantidade de sílica.

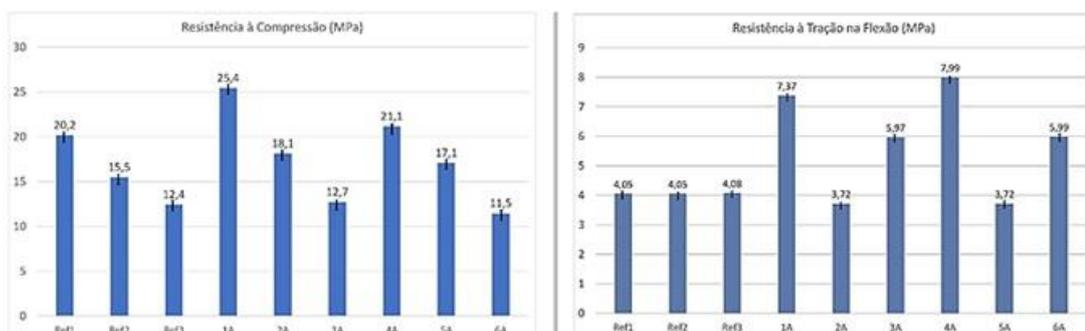
A análise dimensional mostrou, pelo gráfico 2, que os traços com mais MgO apresentaram retração, ou seja, variação dimensional negativa e após a incorporação da sílica houve tendência de maior expansão, possivelmente pela maior quantidade de água disponível no sistema para hidratar o MgO.

Gráfico 2: Resultados obtidos pela análise dimensional



Com o gráfico 3, referente aos resultados conquistados em teste de resistência e compressão, interpreta-se que a incorporação da sílica apresentou tendência de menores resistência à compressão, pela diminuição do aglomerante ativo (MgO).

No que se diz respeito à tração (Gráfico 4), observa-se que houve influência positiva das fibras que atuam como costuras das microfissuras sofrida pelo corpo de prova.



## BIBLIOGRAFIA

- [1] P. Metha, A unique supplementary cementing material. in: Advances in concrete technology, Proceedings: CANME (1992) 407{431.
- [2] P. Metha, N. Pitt, A new process of rice utilization. in: International conference on the utilization of rice by-products, Proceedings: IATA (1977) 45{58.14
- [3] J. Beaudoin, V. Ramachandran, Strength development in magnesium oxysulfate cement, Cement and Concrete Research 8 (1) (1978) 103 {112. doi:10.1016/0008-8846(78)90063-7
- [4] T. Demediuk, W. Cole, A study of magnesium oxysulphates, Australian Journal of Chemistry 10 (3) (1957) 287{294. doi:doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118022.
- [5] E. Newman, Preparation and heat of formation of a magnesium oxy- sulfate, J Res Natl Bur Stand A Phys Chem 68A (6) (1964) 645{650.doi:doi.org/10.6028/jres.068A.064.
- [6] C. M. Gomes, A. D. Oliveira, Chemical phases and microstructural analysis of pastes based on magnesia cement, Construction and Building Materials 188 (2018) 615{620. doi:10.1016/j.conbuildmat.2018.08.083.
- [7] C. E. M. Gomes, Alternative binder for fibercement building materials,in: Materials Processing and Manufacturing III, Vol. 753 of Advanced Materials Research, Trans Tech Publications, 2013, pp. 616{622. doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.753-755.616.
- [8] C. M. Gomes, A. Garry, E. Freitas, C. Bertoldo, G. Siqueira, Effects of rice husk silica on microstructure and mechanical properties of magnesium-oxychloride fiber cement (mofc), Construction and Building Materials 241 (1) (2020) 1{12. doi:doi.org/10.1071/CH9570287.15
- [9] C. E. M. Gomes, G. Camarini, Magnesium Oxysulfate Fibercement, Key Engineering Materials 600 (2014) 308{318. doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.600.308.
- [10] C. Wu, H. Zhang, H. Yu, Preparation and properties of modified magnesium oxysulfate cement derived from waste sulfuric acid, Advances in Cement Research 28 (3) (2016) 178{188. doi:10.1680/jadcr.15.00011.
- [11] S. Mark A. The Chemistry and Technology of Magnesia. Premier Chemicals, LLC Findlay, Ohio. A John Wiley & Sons, inc. Publication. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 2006
- [12] ABIPET, Associação Brasileira da indústria do PET. Décimo Censo da Reciclagem de PET no Brasil. 2016. Disponível em: . Acesso em: 31 de out. de 2019.
- [13] FERRO, Ivan Passuelo. Influência da sílica da casca de arroz nos estados fresco e endurecido de concretos auto adensáveis. Dissertação de mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Brasil. 2019.
- [14] GOMES, C.E.M.; MARTON, L.F.M. Otimização do consumo de cimento por meio da adição da Sílica da Casca de Arroz (SCA). In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEIS, 1., 2014, Guimarães, Portugal. Anais. Guimarães: Universidade do Minho, 2014. 10 p.
- [15] LOPO, Wallace N. Uso do pet reciclado em tecidos de malha: estudo bibliográfico e exploratório. Revista de estudos acadêmicos interdisciplinares. Brasil. 2017.