

## MODIFICANDO A HIDRATAÇÃO DO MgO POR MEIO DA AÇÃO DE SAIS SOLÚVEIS

A. M. Santos<sup>1,2</sup>, A. E. M. Paiva<sup>2</sup>, R. Salomão<sup>3</sup>, V. C. Pandolfelli<sup>1</sup>

- 1) Depto. Engenharia de Materiais, Universidade Federal de São Carlos  
Rod. Washington Luís, km 235 São Carlos, SP
- 2) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão  
Av. Getúlio Vargas 04, Monte Castelo, São Luís, MA
- 3) Depto. Engenharia de Materiais, Escola de Engenharia de São Carlos  
Av. Trabalhador São-carlense 400 São Carlos, SP

anamaria@ifma.edu.br ou vicpando@power.ufscar.br

### RESUMO

*Óxido de magnésio (MgO) apresenta grande interesse tecnológico na área de refratários devido à elevada resistência a corrosão por escórias alcalinas fundidas e custos competitivos. Entretanto, a reação de hidratação do MgO formando Mg(OH)<sub>2</sub> promove uma considerável expansão volumétrica do material, limitando seu uso em concretos refratários. Essa reação pode ser afetada por vários fatores como a fonte de magnésia, grau de pureza, temperatura de calcinação, pH do meio, relação CaO/SiO<sub>2</sub> e velocidade de agitação. Neste trabalho, dois tipos de MgO (cáustico e sinter) com adições de sais (MgCl<sub>2</sub> e CaCl<sub>2</sub>) foram utilizados para avaliar a sua reação de hidratação e seus efeitos deletérios. Utilizou-se termogravimetria, expansão volumétrica aparente, microscopia eletrônica de varredura e difração de raios X. Verificou-se que o sinter (calcinado em altas temperaturas) apresentou menor grau de hidratação e seus efeitos expansivos foram minimizados com a adição de CaCl<sub>2</sub>.*

**Palavras-chave:** *óxido de magnésio, hidratação, concretos refratários*

### INTRODUÇÃO

O óxido de magnésio (MgO) ou magnésia é uma importante matéria-prima para a indústria de materiais refratários. Dentre as diversas formas de utilização, o sinter ou grãos eletrofundidos, puro ou em combinação com outras matérias primas como o óxido de alumínio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ou cromita (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) são as mais utilizadas. O potencial de aplicação do MgO em refratários é devido à combinação da elevada refratariedade e a resistência à corrosão por escórias alcalinas. Em combinação com o óxido de alumínio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), pode levar à formação de espinélio (MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), que possui boa resistência ao choque térmico. Apesar dos grandes atrativos da utilização do MgO em refratários pré-formados, o uso desse material ainda é limitado em concretos devido à sua forte tendência à hidratação.

Quando o MgO entra em contato com a água (líquida ou vapor), rapidamente se hidrata, gerando o hidróxido de magnésio (Mg(OH)<sub>2</sub>) ou brucita. Esta reação gera uma expansão volumétrica devido à diferença de densidade das fases, quando da mudança da forma cristalina do óxido (cúbico de face centrada, densidade 3,5 g/cm<sup>3</sup>) para o hidróxido (hexagonal compacta, densidade 2,4 g/cm<sup>3</sup>)<sup>(1-4)</sup>. Como os concretos apresentam baixa porosidade, ou seja, elevada densidade à verde, isto leva a estrutura a ficar tensionada, podendo gerar trincas e desintegração (Fig. 1)<sup>(5)</sup>.

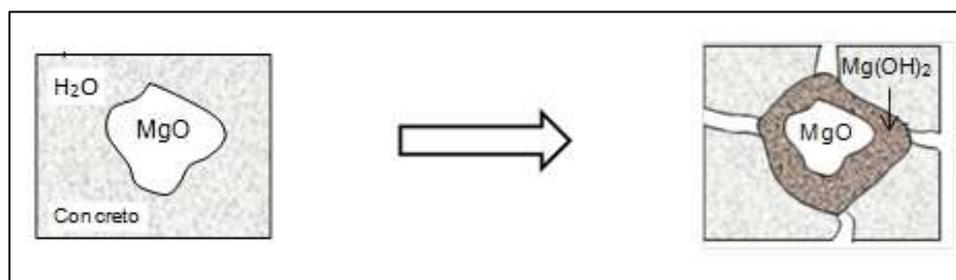
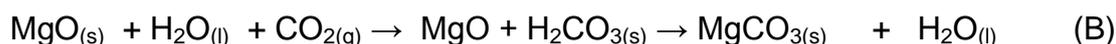


Figura 1. Expansão gerada devido à formação do hidróxido nos concretos<sup>(5)</sup>.

A hidratação do MgO consiste na adsorção física e/ou química de moléculas de água na superfície do MgO, formando uma camada de hidróxido de magnésio. A consequência desse contato com a água na fase líquida ou vapor em temperaturas elevadas e, devido à natureza policristalina da maioria dos óxidos de magnésio, é a modificação da sua superfície, dando início à reação de hidratação<sup>(1-3,6-8)</sup>. As reações que descrevem esses processos são apresentadas nas equações A e B. Quando há grande disposição de água no meio, o hidróxido de magnésio ou brucita é preferencialmente formado (A). Já quando o MgO é exposto ao vapor de água, ocorre um aumento do pH do meio e o CO<sub>2</sub> é dissociado na água podendo levar à formação de ácido carbônico, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. O ácido formado então ataca o MgO, formando carbonato de magnésio (B).



Em estudos da hidratação da magnésia em concretos com vapor de água foi verificado que a reação de hidratação promove uma série de danos, desde a formação de pequenas trincas até a completa desintegração do material<sup>(9)</sup>. Também foi verificado que a origem da matéria prima pode ser um dos fatores que influencia

nos danos gerados. A hidratação da magnésia eletrofundida (monocristalina) provocou menores danos ao material; já utilização de magnésia policristalina mais reativa, por outro lado, levou a uma reação fortemente exotérmica e à desintegração do material<sup>(2)</sup>. Nos processos de extração da matéria prima, o material passa por tratamento térmico a elevadas temperaturas e faz com que as imperfeições da estrutura gerada na calcinação sejam reconstruídas, resultando numa estrutura com cristais maiores, menos contornos de grão e menor área superficial. Devido a isso, esse tratamento está diretamente relacionado com a reatividade do óxido formado.

Neste trabalho, dois tipos de MgO (magnésia cáustica e sínter de MgO) com adições de sais (MgCl<sub>2</sub> e CaCl<sub>2</sub>) foram utilizados para avaliar a sua reação de hidratação e seus efeitos deletérios. Para avaliar esses efeitos na reação de hidratação, as técnicas de termogravimetria, expansão volumétrica aparente (EVA), microscopia eletrônica de varredura e Difração de Raios X (DRX) foram utilizadas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para avaliação do efeito de sais solúveis na hidratação do óxido de magnésio foram utilizados a magnésia cáustica QMAG 200AR (MC) e o sínter de MgO - M30 < 45 µm (SM) (Magnesita Refratários S.A., Brasil) com adição de sais: CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O (Synth, Brasil) (Tabela 1).

Tabela 1. Propriedades físico-químicas e composição das magnésias testadas.

Fonte de MgO		SM	MC
Propriedades físico-químicas	Área Superficial (m <sup>2</sup> /g)	1,05	24,57
	Diâmetro médio (D <sub>50</sub> , µm)	7,76	16,58
	Densidade (ρ, g/cm <sup>3</sup> )	3,53	3,38
Composição (%-p)	MgO	98,17	98,38
	CaO	0,84	0,88
	SiO <sub>2</sub>	0,33	0,17
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,12	0,05
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,41	0,42
	MnO	0,13	0,10
	CaO/SiO <sub>2</sub>	2,54	5,18

As suspensões (80 %-peso de sólido) de sínter de MgO foram preparadas em duas etapas. 1) Inicialmente, dissolveu-se os aditivos, MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O e CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O até 0,7 %-peso em relação à massa de MgO seco e em água deionizada previamente resfriada a 10°C. 2) Em seguida, acrescentou-se o MgO à essa solução em um

misturador mecânico (Ética Equipamentos Científicos S.A.), com rotação equivalente a 75% da potência máxima do equipamento, durante 2 min.

Para o ensaio de hidratação, as suspensões de sinter de MgO foram colocadas em moldes poliméricos inertes, e mantidos em uma câmara climática (Vötsch 2020), por 7 dias e o MgO cáustico por 24 horas, a 50°C, e umidade relativa de 80%. Após a hidratação, as amostras foram secas em forno mufla a 200°C por 5 horas para a retirada da água livre. Em seguida, foram inicialmente pesadas ( $M_i$ ) e tratadas termicamente em um forno mufla a 800°C por 5 horas e pesadas ( $M_f$ ) novamente. Assim, a diferença de massa entre as duas medidas indicou a quantidade de água liberada devido à desidratação da brucita e, conseqüentemente, o teor de MgO inicial que se hidratou. Essa diferença foi transformada no parâmetro grau de hidratação (GH) utilizando-se a Eq. (C). A constante 0,45 inserida na equação (C) corresponde à estequiometria da reação e transforma a quantidade percentual de água perdida por quantidade percentual de magnésia reagida.

$$GH = 100 \times (M_i - M_f) / (0,45M_i) \quad (C)$$

A moldagem das amostras para EVA foi realizada em moldes poliméricos de 40mm de altura x 40mm de diâmetro x 1mm de parede<sup>(10)</sup>. As amostras foram colocadas em uma câmara climática (Vöestch 2020), a 50°C e umidade relativa de 80%. As medidas da expansão volumétrica aparente (EVA) foram realizadas a cada 24 horas por um período de 7 dias de hidratação, para o sinter e a cada 3 horas para o MgO cáustico. Após a expansão foi calculada a diferença percentual entre os volumes final e inicial. Em seguida, utilizou-se as equações D e E para determinar o valor da EVA em função do tempo.

$$V_i = H \cdot \pi \cdot (D_i - 2t)^2 \quad (D) \quad EVA (\%) = 100 \cdot (V_F - V_i) / V_i \quad (E)$$

onde,  $t$  é a espessura da parede do molde,  $H$  sua altura,  $V_i$  é o volume da amostra em um determinado tempo,  $V_f$  é o volume expandido e EVA é o aumento percentual de volume após a expansão.

Para a análise termogravimétrica (TG) foram utilizadas as amostras após o período de hidratação, na forma de pó. As curvas de TG foram obtidas em um analisador térmico simultâneo (NETZSCH STA 449F3), taxa de aquecimento de

10°C.min<sup>-1</sup> sob atmosfera dinâmica de ar sintético (N<sub>2</sub> = 80% e O<sub>2</sub> = 20%, vazão de 50 mL.min<sup>-1</sup>) e temperatura da ambiente até 800 °C. A perda de massa referente a decomposição de material e resíduo formado foram calculadas nas temperaturas de 200 e 800 °C.

A evolução da morfologia dos diferentes tipos de MgO na presença de água e de CaCl<sub>2</sub> e MgCl<sub>2</sub> em suspensão aquosa foram obtidas em um microscópio eletrônico de varredura (MEV) - FEI Magellan 400L operando com 20 kV em modo elétrons secundários. As fases cristalinas foram identificadas utilizando a técnica de difração de raios X, em um equipamento da Brucker (DO Focus, Alemanha) com radiação de Cu-K $\alpha$  ( $\lambda = 15406$ ), filtro de Ni, temperatura ambiente, voltagem de 40 kV e emissão de corrente de 40 mA.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra os resultados de grau de hidratação do sinter de MgO e hidratado por 7 dias e do MgO cáustico hidratado por 24 horas, na presença de CaCl<sub>2</sub> e MgCl<sub>2</sub>.

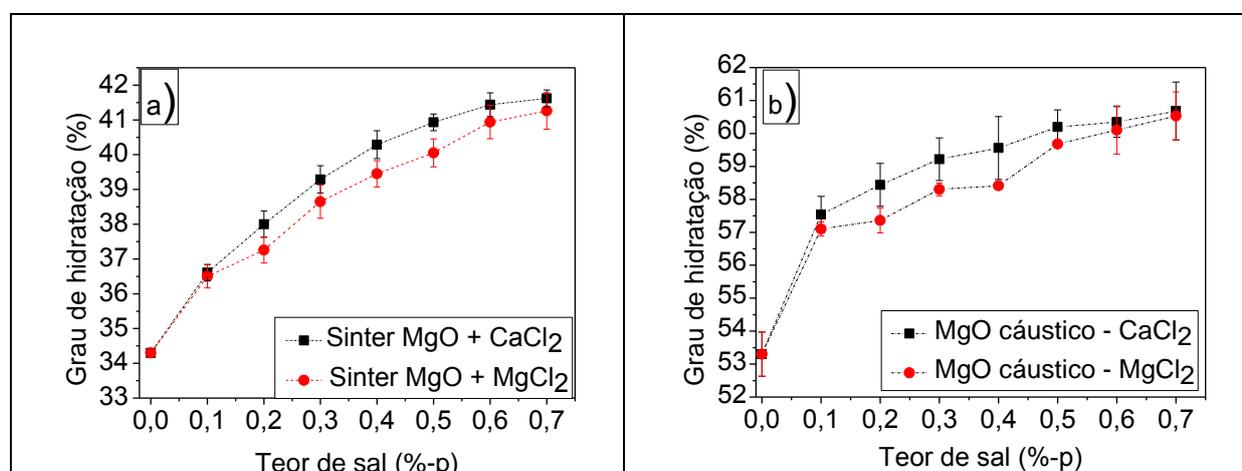


Figura 2. Grau de hidratação do MgO e na presença de CaCl<sub>2</sub> e MgCl<sub>2</sub>, a) sinter de MgO e b) MgO cáustico.

A adição desses sais acelerou a hidratação da magnésia em relação à amostra de referência (0 %-p aditivo). Do ponto de vista químico, sais solúveis com caráter ácido ao reagir com água dissociam-se totalmente, promovendo a hidrólise do cátion (oriundo de uma base fraca). Isto gera íons H<sub>3</sub>O<sup>+</sup><sub>(aq)</sub>, tornando a solução ácida (pH < 7), enquanto que o ânion cloreto, Cl<sup>-</sup><sub>(aq)</sub> permanece inalterado, uma vez que originalmente é oriundo de um ácido forte (HCl). Nesse mecanismo, os cátions Mg<sup>2+</sup><sub>(aq)</sub> e Ca<sup>2+</sup><sub>(aq)</sub> em soluções aquosas se comportam como ácidos de Lewis

(espécies capazes de receber par de elétrons)<sup>(11)</sup>. O pH de inversão da magnésia na presença de água pura é próximo a 11<sup>(12)</sup>. Ao adicionar esses sais à magnésia, sugere-se que em  $\text{PH} < 11$ , o meio encontra-se ácido ocorrendo a protonação da superfície da magnésia, conforme a reação da equação (F). No caso em estudo, na presença de solução básica prevalece o mecanismo ácido/base<sup>(13)</sup>.



Estes resultados estão de acordo com trabalhos na literatura<sup>(14-16)</sup> que sugerem que em soluções ácidas (alta concentração de espécies  $\text{H}^+_{(aq)}$ ) o MgO apresente maior solubilidade e conseqüentemente, maior grau de hidratação. O sínter apresentou menor grau de hidratação, devido ao tratamento térmico a elevadas temperaturas, durante a extração, fazendo com que as imperfeições da estrutura gerada sejam reconstruídas, resultando numa estrutura com cristais maiores, menos contornos de grão e menor área superficial, diminuindo sua reatividade. A Figura 3 mostra o aspecto das amostras de MgO após o período de hidratação. Observa-se trincamentos por toda o material e que o molde flexível expandiu conforme a pressão exercida no processo de hidratação do MgO. Nas amostras de MgO cáustico não foi possível um controle das medidas de EVA em consequência da desintegração do material.



Figura 3. Imagem após expansão do MgO. a) sínter de MgO b) MgO cáustico.

Os resultados de Expansão Volumétrica Aparente (EVA) para o sínter de MgO são mostrados na Figura 4 em função do teor de aditivos (Fig. 4a) e do tempo de hidratação (Fig.4b). A EVA diminui à medida que aumenta o teor de cloretos, sendo essa diminuição mais pronunciada para o  $\text{CaCl}_2$  quando comparado ao  $\text{MgCl}_2$  (Fig. 4a).

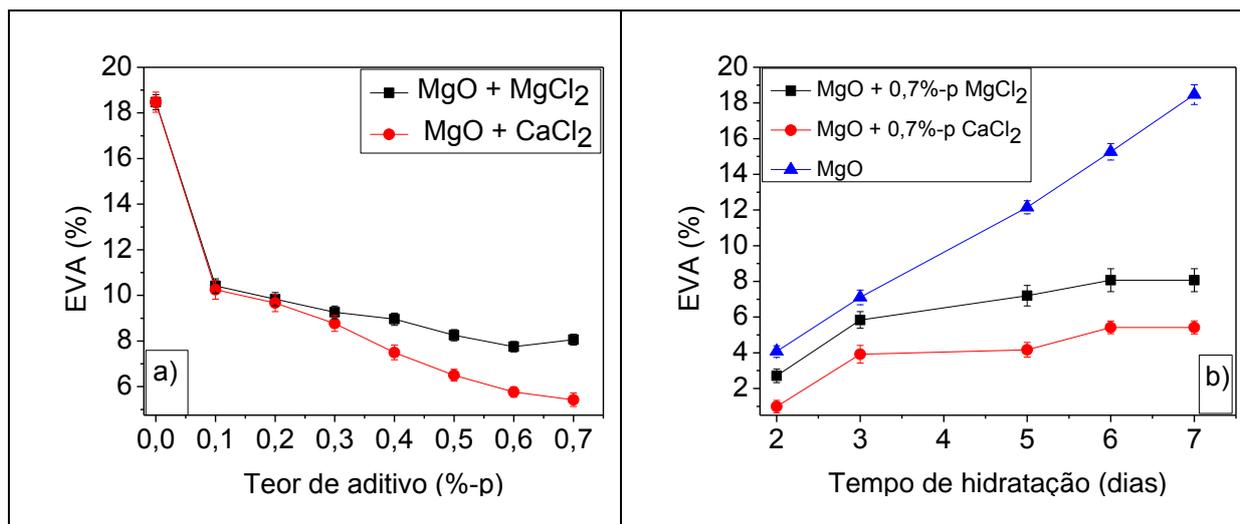


Figura 4. EVA para o sinter de MgO sem e com CaCl<sub>2</sub> e MgCl<sub>2</sub>. a) em função do teor de aditivos, e b) em função do tempo de hidratação, para o teor de 0,7%-p.

A Fig. 4b mostra um aumento da EVA com o tempo de hidratação, tanto para as amostras de MgO sem aditivos quanto para as amostras com a adição de 0,7%-p desses sais, sendo mais pronunciado na amostra sem cloretos. No entanto, mesmo ocorrendo uma maior expansão nas amostras com o tempo de hidratação, observa-se que a adição de cloretos reduziu consideravelmente os efeitos deletérios da hidratação.

A Figura 5 mostra o aspecto físico dos vários tipos de MgO hidratado sem ou com adição de 0,7%-p de cloretos. A comparação do aspecto das amostras com seu respectivo grau de hidratação apresenta uma aparente incoerência: embora o grau de hidratação aumente com a adição de cloretos (Fig. 02), a intensidade do trincamento superficial das amostras diminui (Fig. 5). Esse comportamento pode ser explicado considerando-se os efeitos registrados na literatura para a adição de cloretos às suspensões de MgO: i) o aumento de solubilidade do MgO na presença de cloretos<sup>(14)</sup> e ii) à diminuição da exotermia da reação de hidratação<sup>(17)</sup>, o qual permite que o produto de hidratação do MgO, embora formado em maior quantidade, seja acomodado de forma mais eficiente na porosidade da estrutura, reduzindo o dano por EVA (Fig. 4).

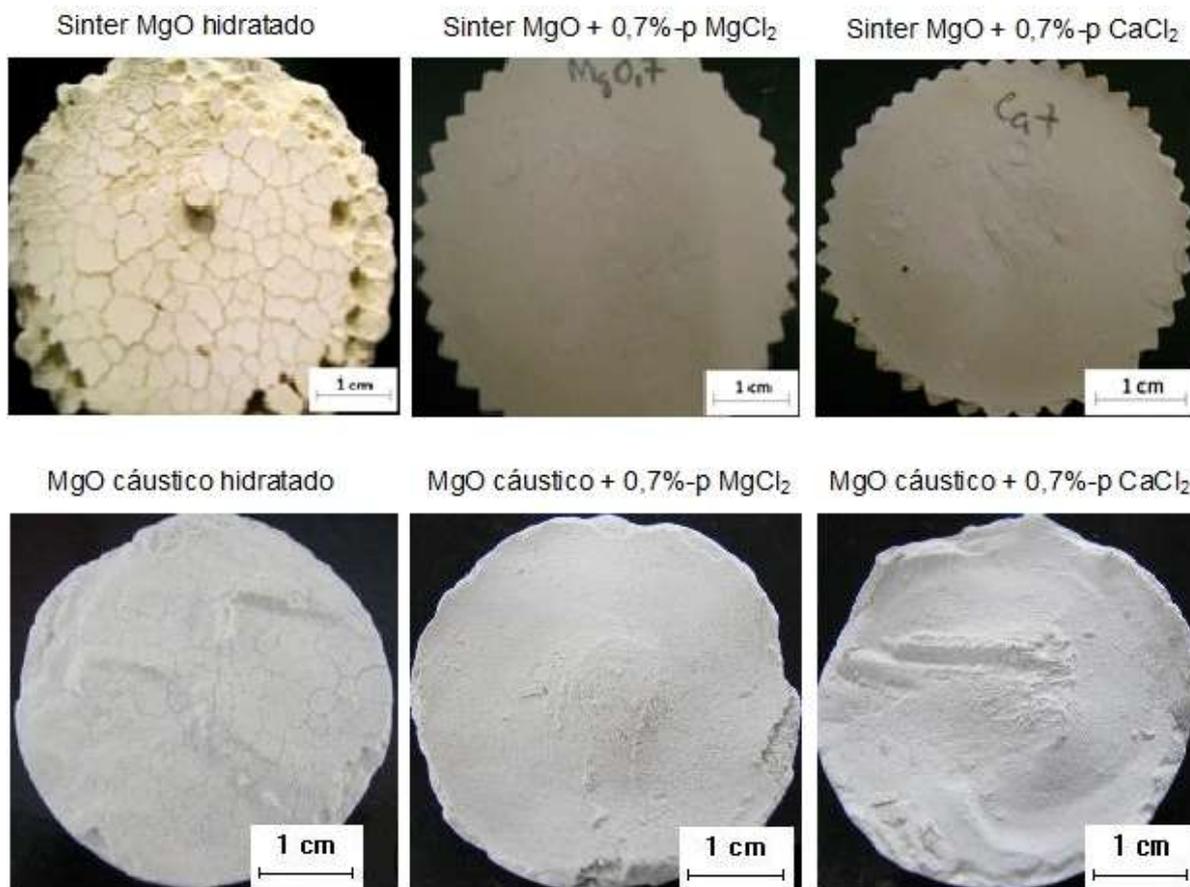


Figura 5. Amostras de MgO hidratadas sem e com adição de  $\text{CaCl}_2$  e  $\text{MgCl}_2$

Os resultados de TG para as amostras de MgO hidratado com água e contendo  $\text{CaCl}_2$  e  $\text{MgCl}_2$ , na composição 0,7%-p são mostrados na Fig. 6.

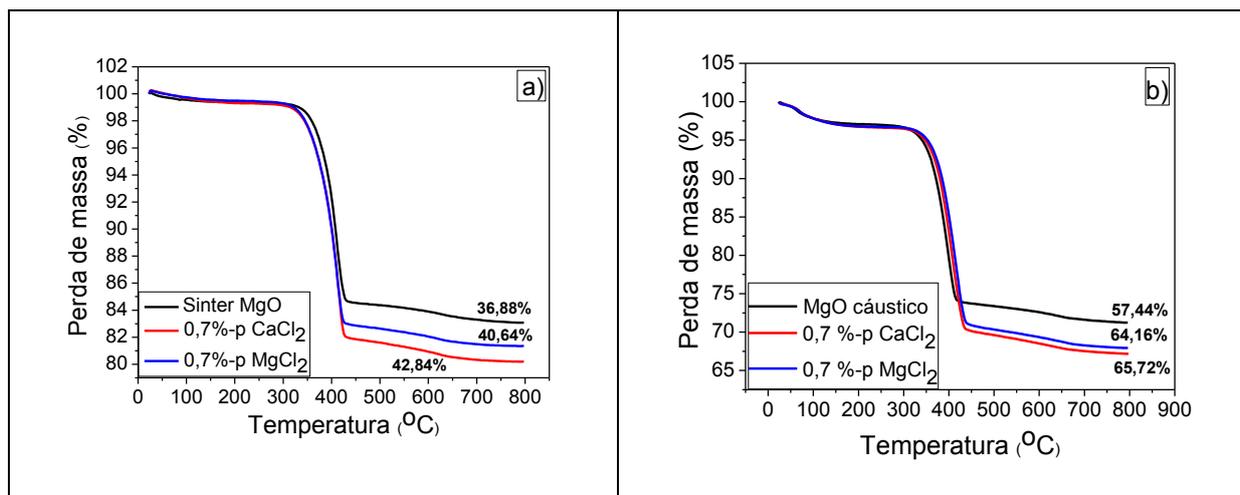


Figura 6: Perda de massa de MgO a) Sinter de MgO hidratado e b) MgO cáustico na presença de  $\text{CaCl}_2$  e  $\text{MgCl}_2$ , a 0,7%-p, taxa de  $10^\circ\text{C}/\text{min}$ .

Independentemente do sal e da composição, os resultados mostram uma rápida perda de massa entre  $300\text{-}425^\circ\text{C}$  devido a desidratação da brucita. Na Fig.

6a, a perda de massa ocorreu em menor quantidade para o sínter de MgO e aumentou com a adição de MgCl<sub>2</sub> e CaCl<sub>2</sub>. Esse mesmo comportamento ocorreu para o MgO cáustico, porém mais intensamente (Fig. 6b). Esses resultados são semelhantes aos resultados de grau de hidratação, mostrados no gráfico da Fig. 3.

A Figura 7 mostra as micrografias de MEV para os dois tipos de MgO em água e na presença de 0,7%-p de MgCl<sub>2</sub> e CaCl<sub>2</sub>. Para o sínter de magnésia em água, devido a sua baixa energia de superfície não promoveu uma organização regular das partículas, levando a uma maior aglomeração das partículas de hidróxido na superfície do MgO. Na presença de MgCl<sub>2</sub> houve uma diminuição das partículas aglomeradas com o aumento do tamanho do grão, levando a uma estrutura mais organizada com a formação de porosidade intragranular. Na presença de CaCl<sub>2</sub> ocorreu um aumento dos aglomerados em relação ao MgO sem aditivos.

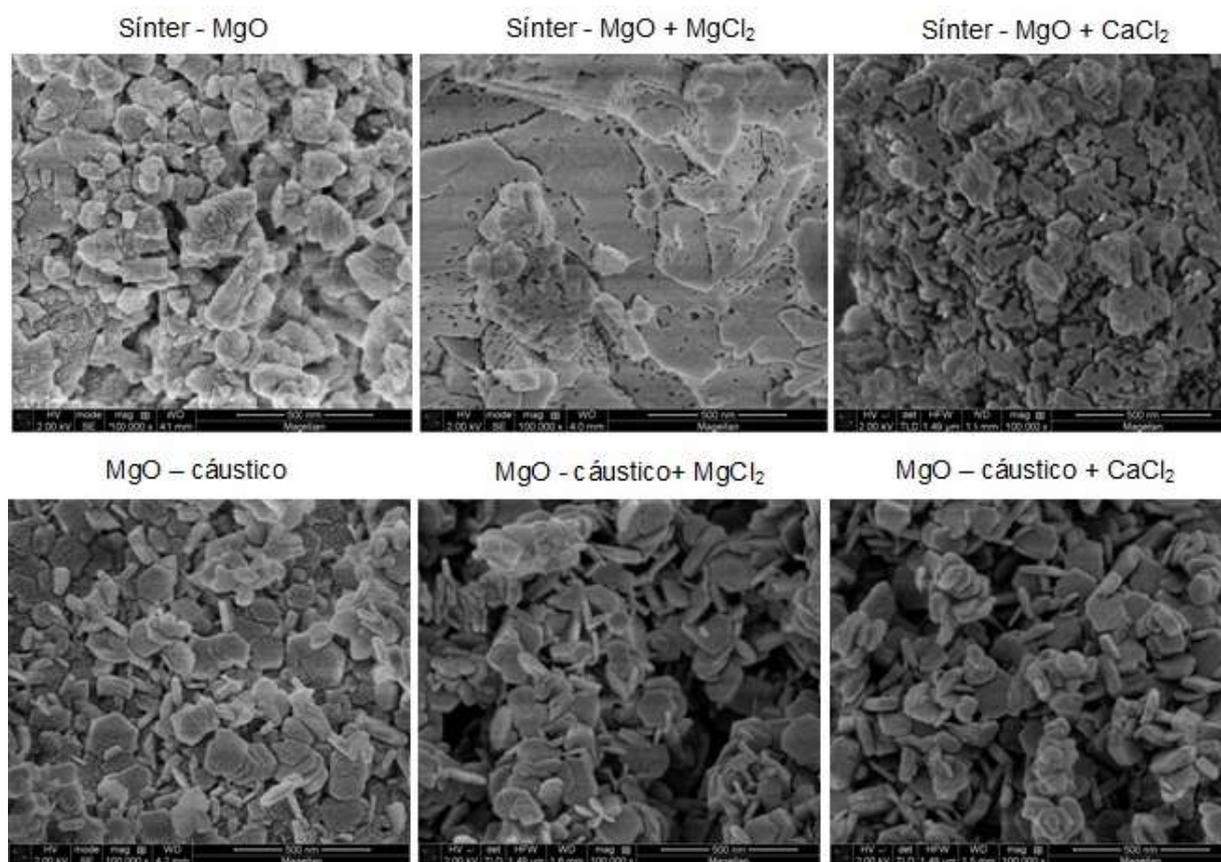


Figura 7. Microscopia eletrônica de varredura das partículas de Mg(OH)<sub>2</sub> formadas após hidratação do sínter de MgO e do MgO cáustico em água e em solução 0,7%-p de MgCl<sub>2</sub> e CaCl<sub>2</sub>

Já a micrografia do MgO cáustico hidratado em água, devido a sua maior área superficial apresentou uma estrutura com partículas na forma de plaquetas com contorno bem definidos e tendência à morfologia hexagonal. Na presença de  $MgCl_2$  e  $CaCl_2$  não houve uma mudança significativa no formato das partículas, apenas um pequeno aumento na quantidade de plaquetas formadas, devido a dissolução da magnésia<sup>(18)</sup>.

A Figura 8 mostra os resultados de difração de raios X para o Sínter de MgO (Fig. 8a) e MgO cáustico (Fig. 8b) sem e com adições de  $CaCl_2$  e  $MgCl_2$ . Observam-se picos relacionados ao hidróxido de magnésio de baixa intensidade, compatíveis com os dados de difração, para o sínter MgO. A hidratação da magnésia na presença dos sais (cloretos de  $MgCl_2$  e  $CaCl_2$ ) resultou em um aumento da intensidade dos picos de difração da brucita em comparação com o difratograma na presença de água para os dois tipos de MgO. O aumento da quantidade de brucita é acompanhado por uma redução na intensidade dos picos de difração do óxido de magnésio. Os percentuais são: sínter  $(Mg(OH)_2 = 60,49\%$ , com  $CaCl_2 = 60,95\%$  e com  $MgCl_2 = 60,26\%$ ) enquanto que para o MgO cáustico são  $(Mg(OH)_2 = 89,52\%$ , com  $CaCl_2 = 92,97\%$  e com  $MgCl_2 = 89,85\%$ ).

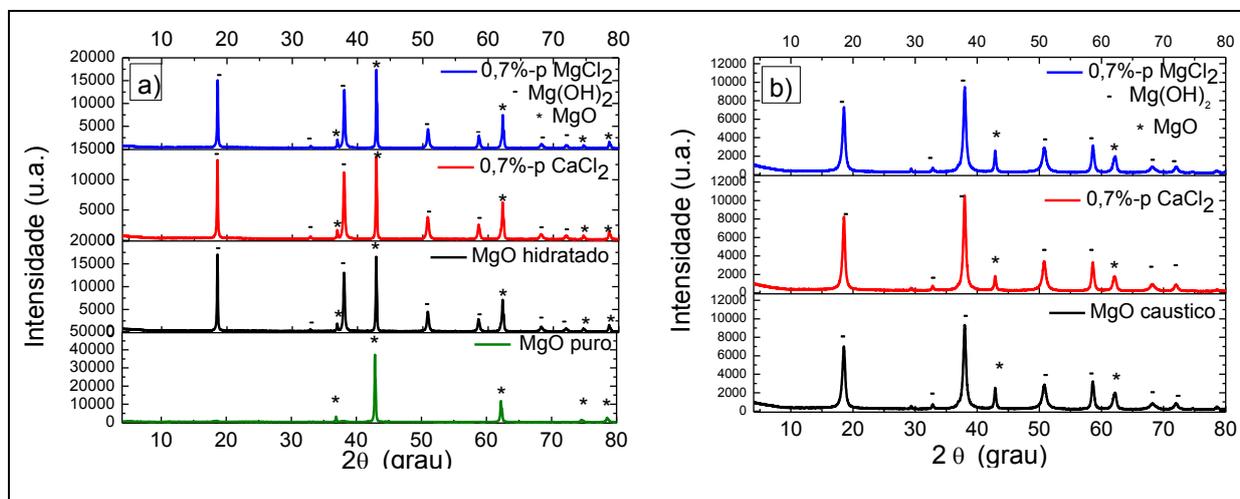


Figura 8. Resultados de raios X: a) Sínter de MgO e b) MgO cáustico e na presença de  $CaCl_2$  e  $MgCl_2$  na concentração 0,7%-p.

## CONCLUSÕES

A adição de sais solúveis ( $CaCl_2$  e  $MgCl_2$ ) modificou significativamente a hidratação de ambas as fontes de MgO testadas (sínter e cáustico). Em ambos os casos, após a adição dos sais, verificou-se um aumento no grau de hidratação (isto

é, na quantidade de  $Mg(OH)_2$  formado) e uma redução nos níveis de expansão volumétrica aparente (EVA). Esse comportamento foi explicado considerando-se que a presença dos sais torna o MgO e seus produtos de hidratação mais solúveis em água, permitindo uma melhor acomodação na estrutura e reduzindo assim a EVA. Observou-se ainda que esse efeito modificou a microestrutura do  $Mg(OH)_2$  formado: de cristais muito pequenos e aglomerados para a hidratação em água pura, para cristais maiores, individualizados e na forma de placas hexagonais para a hidratação em presença de sais. Não foram observadas diferenças significativas entre amostras de uma mesma fonte de MgO contendo  $MgCl_2$  ou  $CaCl_2$ , evidenciando que o papel do cátion metálico é menos significativo que o do ânion  $Cl^-$ . Esse mecanismo pode ser adaptado para utilização em concretos refratários contendo MgO, onde a redução do nível de trincamento durante as etapas de cura e secagem traria importantes benefícios a seu desempenho termomecânico durante o uso.

## AGRADECIMENTOS

FAPESP, CAPES, Alcoa Alumínio e Magnesita Refratários S.A.

## REFERÊNCIAS

- (1) LAYDEN, G.; K. BRINDLEY, G. W., Kinetics of vapor-phase hydration of magnesium oxide. *J.Am.Cer.Soc.*, v.46, n.11, p.518-522, 1963.
- (2) KITAMURA, A.; ONIZUKA, K.; TANAKA, K. Hydration characteristics of magnesia. *Taikabutsu Overseas*, v.16, n.3, p.3-11, 1995.
- (3) KANEYASU, A.; YAMAMOTO, S.; YOSHIDA, A. Magnesia raw materials with improved hydration resistance. *Taikabutsu Overseas*, v.17, n.2, p. 21-26, 1996.
- (4) YOSCHIDA, A.; NEMOTO, T.; KANEYASU, A. Evaluation method for hydration resistance of magnesia fine powder and effect of  $B_2O_3$  content in magnesia raw materials. *Proc. UNITECR' 03.*, Osaka, p. 433-436, 2003.
- (5) HEIDBERG, B.; BREDOW, T.; LITTMANN, K.; JUG, K. Ceramic hydration with expansion: the structure and reaction of water layers on magnesium oxide, a cyclic cluster study. *Materials Science-Poland*, v.23, n.2, p.501-508, 2005.
- (6) BRANDÃO, P.; GONÇALVES, G.E.; DUARTE, A.K. Mechanisms of hydration carbonation of basic refractories – 1, *Refr.Appl.News*, v. 3, n.2, p.6-9, 1998.
- (7) BRANDÃO, P.; GONÇALVES, G. E.; DUARTE, A. K. Mechanisms of hydration carbonation of basic bricks. *Refr.Appl.News*, v.3, n.2, p.9-11, 1988.
- (8) BRANDÃO, P.; GONÇALVES, G.E.; DUARTE, A.K. Mechanisms of hydration carbonation of basic refractories – 3, *Refr.Appl.News*, v.8, n.6, p.23-26, 1998.
- (9) JANOWSKI, K. R; ROSSI, R. C. Mechanical Degradation of MgO by Water Vapor. *J.Am.Cer.Soc.*, v.51, n.8, p.453-455, 1968.
- (10) AMARAL, L. F. Mecanismos de controle da hidratação da magnésia visando sua utilização em concretos refratários. 2009, 135p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia de Materiais) -Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, UFSCar, São Paulo.

- (11) WULFSBERG, G. Principles of descriptive inorganic chemistry, California: Cole Pub., 1987, pp. 24-30.
- (12) TARRI, G.; FERREIRA, J. M. F.; LYCKFELDT, O. Influence of magnesia on colloidal processing of alumina. J.Eur.Cer.Soc., v.17, p.1341-1350, 1997.
- (13) ROCHA, S. D. F.; MANSUR, M. B.; CIMINELLI, V. S. T. Kinetics and mechanistic analysis of caustic magnesia hydration. J.Chem.Tech.Biotech., v.79, n.8, p.816-821, 2004,.
- (14) JOST, H.; BRAUN, M.; CARIUS, C. The role of reactivity in syntheses and the properties of magnesium oxide. Sol.St.Ion. v.101-103, p.221-228, 1997.
- (15) FEDOROCKOVÁ, A.; RASCHMAN, P. Effects of pH and acid anions on the dissolution kinetics of MgO. Chem. Eng.J., v.143, p.265-272, 2008.
- (16) MATABOLA, K. P.; MVAN DER MERWE, E.; STRYDOM, C. A.; LABUSCHAGNE, F. J. W. The influence of hydrating agents on the hydration of industrial magnesium oxide. J.Chem.Tech.Biotech. v.85, p.1569-1574, 2010.
- (17) SALOMÃO, R.; BITTENCOURT, L. R. M.; PANDOLFELLI, V. C. Aspectos da hidratação de óxido de magnésio em formulações de concretos refratários. Cerâmica, v.62, p.146-150, 2006.
- (18) WANG, P.; LI, C.; GONG, H.; WANG, H.; LIU, J. Morphology control and growth mechanism of magnesium hydroxide nanoparticles via a simple wet precipitation method. Ceram. Int., v.37, p.3365-3370, 2011.

## SOLUBLE SALTS ADDITION MODIFIES MgO HYDRATION

### Abstract

*Magnesium oxide (MgO) show great technological interest on refractories due to its high refractoriness, basic slag corrosion resistance and competitive cost. However, the hydration reaction of MgO produces magnesium hydroxide. This reaction generates a significant volumetric expansion that can lead to material breakdown inhibiting its use in refractory castables. This reaction can be affected by several factors such as magnesia source, purity, calcination temperature, pH, CaO/SiO<sub>2</sub> ratio and agitation speed. In the present work, soluble salts (CaCl<sub>2</sub> and MgCl<sub>2</sub>) were used in MgO aqueous suspensions (caustic and sinter). The results were evaluated by means of techniques of degree of hydration (termogravimetric), Scanning electron microscopy, apparent volumetric expansion and x-ray Diffraction which showed that the degree of hydration was noticeably less to sinter aqueous and the expansive effects were less with the addition of CaCl<sub>2</sub>.*

*Keywords: magnesium oxide, hydration, refractory castables.*