



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0914763-2 B1**



**(22) Data do Depósito: 26/06/2009**

**(45) Data de Concessão: 15/09/2020**

---

**(54) Título:** COMPOSIÇÃO AGLUTINANTE HIDRÁULICA, USO DE TAIS COMPOSIÇÕES, PRODUTO DE CONSTRUÇÃO, MÉTODO DE FORMAÇÃO DE UM MATERIAL DE CONSTRUÇÃO E KIT

**(51) Int.Cl.:** C04B 28/10; C04B 22/06.

**(30) Prioridade Unionista:** 26/06/2008 EP 08252192.3.

**(73) Titular(es):** CALIX LTD.

**(72) Inventor(es):** NIKOLAOS VLASOPOULOS; CHRISTOPHER ROBERT CHEESEMAN.

**(86) Pedido PCT:** PCT GB2009001610 de 26/06/2009

**(87) Publicação PCT:** WO 2009/156740 de 30/12/2009

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 27/12/2010

**(57) Resumo:** COMPOSIÇÃO AGLUTINANTE. Esta invenção se refere a uma composição aglutinante de cimento e ao uso da composição aglutinante em produtos de construção. A composição aglutinante de cimento é baseada em MgO que absorve CO<sub>2</sub> ao endurecer. A composição aglutinante da presente invenção também compreende pelo menos um carbonato de magnésio (hidratado ou não-hidratado) tendo a fórmula  $x \text{MgCO}_3 - y \text{Mg(OH)}_2 - z \text{H}_2\text{O}$ , onde x é pelo menos 1, e pelo menos um de y ou z é maior que 0. A composição aglutinante pode opcionalmente compreender um material higroscópico, por exemplo, NaCl. O MgO quando misturado com água na presença de carbonato de magnésio produz o hidróxido de magnésio que tem uma morfologia tipo roseta (como mostrado).

**COMPOSIÇÃO AGLUTINANTE HIDRÁULICA, USO DE TAIS COMPOSIÇÕES,  
PRODUTO DE CONSTRUÇÃO, MÉTODO DE FORMAÇÃO DE UM MATERIAL DE  
CONSTRUÇÃO E KIT**

**Campo Técnico**

[001] Esta invenção se refere a uma composição aglutinante de cimento, ou seja, uma composição que pode ser colocada em um sólido, e ao uso da composição aglutinante em produtos de construção.

**Técnica Anterior**

[002] Emissões de "gases estufa", e principalmente de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), são consideradas como contribuintes para um aumento nas temperaturas atmosférica e superficial da Terra - um fenômeno comumente referido como "aquecimento global". Está previsto que tais aumentos de temperatura têm sérias consequências ambientais. O principal contribuinte para este aumento de  $\text{CO}_2$  causado pelo homem é a queima de combustíveis fósseis, como carvão e petróleo.

[003] O cimento Portland é o tipo mais comum de cimento de uso geral neste momento. Ele é um elemento essencial do concreto, argamassa e rebocos não-especiais. O cimento Portland é composto de mais de 90% de clínquer de cimento Portland, até 5% de gesso e até 5% de outros componentes secundários. Clínquer de cimento Portland é um material hidráulico composto principalmente das fases de silicato dicálcico ( $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ), silicato tricálcico ( $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ), aluminato tricálcico ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ) e aluminoferrita de cálcio ( $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) fases. Óxido de magnésio ( $\text{MgO}$ ) também pode estar presente no cimento Portland, embora o seu montante não deva exceder 5% em massa, uma vez que se

acredita que a sua hidratação retardada dê origem à fraqueza no concreto. Gesso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) é adicionado ao clínquer de cimento Portland para o controle de seu tempo de assentamento, e a mistura é triturada para fornecer um pó fino. Na reação com água, os constituintes do hidrato de cimento formando um complexo sólido de gel hidratado de silicato de cálcio e outras fases.

[004] A produção do cimento Portland (PC) é um processo intensivo de alta energia que envolve o aquecimento de grandes volumes de matérias-primas até cerca de 1450 °C. Além do  $\text{CO}_2$  gerado pela queima de combustíveis fósseis para atingir essas temperaturas, a matéria-prima básica utilizada na fabricação de cimento Portland é o carbonato de cálcio (calcário,  $\text{CaCO}_3$ ), e este se decompõe em  $\text{CaO}$  durante o processamento, liberando  $\text{CO}_2$  geologicamente sequestrado adicional. Como resultado, a produção de cimento Portland emite cerca de 1 tonelada de  $\text{CO}_2$  para cada tonelada de cimento produzido e é responsável por aproximadamente 5% de todas as emissões antropogênicas de  $\text{CO}_2$ .

[005] Aglutinantes à base de sistemas diferentes de óxido de cálcio e silicatos são conhecidos. Por exemplo, o cimento Sorel (cimento de oxiclreto de magnésio ou cimento de magnésia) é um cimento hidráulico que é uma mistura de óxido de magnésio (magnésia queimada,  $\text{MgO}$ ) e cloreto de magnésio, juntamente com materiais de enchimento como areia ou brita. Ele se assenta a um material resistente à abrasão muito duro e por isso é usado para rebolos, telhas, pedra artificial (*cast stone*) e pisos artificiais, em que a aplicação tem uma alta resistência ao desgaste. Contudo, a

sua principal desvantagem é a baixa resistência à água, tornando-o inadequado para aplicações em construção externa.

[006] Outros cimentos à base de magnésio incluem cimento de oxissulfato de magnésio e cimentos de fosfato de magnésio, mas ambos têm desvantagens, o primeiro tendo uma fraca resistência à água e o último se assenta muito rápido, de modo que é difícil trabalhar com ele.

[007] GB-1160029 divulga cimentos à base de uma mistura de óxido de magnésio (MgO), cloreto de sódio (NaCl) ou nitrato de sódio (NaNO<sub>3</sub>) e carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>). CaCO<sub>3</sub> é utilizado como uma "substância moderadora" para permitir que o sal e o MgO realizem as reações químicas necessárias para assentar, que são semelhantes aos dos outros cimentos Sorel. Esses cimentos requerem o uso de MgO sinterizado que geralmente é produzido pelo tratamento sob alta temperatura (~1000 °C) de magnesita (MgCO<sub>3</sub>), que causa emissões de CO<sub>2</sub> não apenas a partir da calcinação de magnesita, mas também a partir da queima de combustíveis fósseis.

[008] US-5897703 divulga composições aglutinantes com base na mistura de MgO com um agente de endurecimento, carbonato de propileno. O óxido de magnésio usado pode ser qualquer mistura de MgO queimado mole ou queimado duro. Sabe-se que na presença de água, carbonato de propileno se decompõe em dióxido de carbono e propilenoglicol e assim a adição de carbonato de propileno fornece uma fonte de CO<sub>2</sub> ao carbonato o óxido de magnésio.

[009] US-6200381 divulga uma composição de cimento seco em pó derivada de dolomita (um mineral de carbonato de

magnésio e cálcio;  $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ ). A dolomita é aquecida para descarbonatar o  $MgCO_3$ , de modo que a composição contenha  $CaCO_3$  e  $MgCO_3$  parcialmente descarbonatado, ou seja, uma mistura de  $MgCO_3$  e  $MgO$ . Certos aditivos podem ser incluídos na composição (por exemplo, sulfato de alumínio ( $Al_2(SO_4)_3$ ), ácido cítrico, ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ),  $NaCl$ , etc.), que ajuda a composição a se assentar na adição de água; a água pode ser água contaminada, por exemplo, água do mar. O componente de  $CaCO_3$  da composição de cimento reage com vários dos aditivos específicos que são usados. Por exemplo, a adição de  $H_2SO_4$  irá reagir com  $CaCO_3$  produzindo  $CaSO_4$  hidratado (por exemplo,  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) e  $CO_2$ . O  $CO_2$  libertado ajuda a carbonatação do  $MgO$  e  $Mg(OH)_2$ .  $NaCl$  pode ser adicionado antes do tratamento térmico da dolomita para diminuir a temperatura de descarbonatação do  $MgCO_3$ , e na composição aglutinante como um aditivo, onde ele parece ajudar a obter uma resistência inicial à composição, que é provavelmente devido a reações com  $MgO$  (reações do tipo de cimento Sorel).  $CaCO_3$  atua como uma "substância moderadora" para permitir que o  $NaCl$  e o  $MgO$  efetuem as reações químicas necessárias (ver GB 1160029 acima).

[0010] US-1867180 descreve uma composição à base de cimento em cal apagada ( $Ca(OH)_2$ ) que contém menos de 1% de  $MgO$  e  $NaCl$ .

[0011] US1561473 divulga que, quando uma mistura úmida de agregados e óxido de magnésio é tratada com  $CO_2$  gasoso ou dissolvido, a sua resistência à tração é melhorada. A composição deve ser exposta ao  $CO_2$  quando está molhada e a patente revela a exposição da mistura úmida a uma atmosfera especial de  $CO_2$  úmida.

[0012] WO 01/55049 divulga uma composição de cimento seco em pó contendo MgO, um cimento hidráulico, como o cimento Portland, cimento Sorel ou cimentos de aluminato de cálcio e, opcionalmente, materiais pozolânicos. A composição do cimento também pode conter vários aditivos, como o sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ), silicatos ou aluminatos de sódio ou potássio, ácido fosfórico ( $\text{HPO}_3$ ) ou sais de ácido fosfórico, sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ), e vários outros polímeros orgânicos e resinas, tais como acetato de polivinila (PVA), acetato de vinila-etileno, estireno-acrilato de butila, acrilato de butila-metilacrilato e estireno-butadieno. O óxido de magnésio é obtido por baixa temperatura de calcinação.

[0013] GB-529128 divulga o uso de carbonato de magnésio como um material isolante; ele é feito a partir de água do mar concentrada contendo sais de magnésio por precipitação dos sais com carbonatos de metal alcalino, que forma cristais tipo agulha que podem se assentar. Uma pasta fluida de tais cristais, quando colocada em um molde, irá se assentar para fornecer uma laje ou bloco que é útil como isolante. Se houver quaisquer íons bicarbonato no carbonato de metal alcalino, bicarbonato de magnésio irá se formar na reação acima, o que torna mais lenta a reação de assentamento. A fim de contrabalançar isto, 1-5% de óxido de magnésio pode ser adicionado, o que vai precipitar o bicarbonato como carbonato de magnésio.

[0014] US-1819893 e US-1971909 divulgam o uso do hidróxido de magnésio ou uma mistura de hidróxido de magnésio e carbonato de cálcio como um material isolante, desde que o hidróxido de magnésio seja leve e altamente

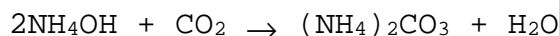
floculado.

[0015] US-5927288 divulga que uma mistura de hidromagnesita e hidróxido de magnésio, quando incorporada a um papel de cigarro, reduz à fumaça da corrente lateral. As composições de hidromagnesita/hidróxido de magnésio têm uma morfologia de roseta e a mistura de hidromagnesita/hidróxido de magnésio é precipitada de uma solução de bicarbonato de magnésio e possivelmente outros sais de magnésio solúveis pela adição de uma base forte, por exemplo, hidróxido de potássio.

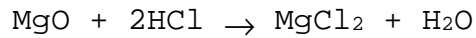
[0016] EP-0393813 e WO 01/51554 se referem aos retardadores de chama para plásticos. EP-0393813 revela que uma mistura de um sal duplo de cálcio e carbonato de magnésio (por exemplo, dolomita), hidromagnesita e hidróxido de magnésio pode proporcionar resistência à chama aos termoplásticos, por exemplo, uma bainha de um fio elétrico. WO01/51554 ensina a adição de vários sais de magnésio, incluindo hidromagnesita e hidróxido de magnésio aos polímeros.

[0017] US2009/0020044 divulga a captura de dióxido de carbono pela água do mar para precipitar carbonatos, o qual pode ser utilizado em cimentos hidráulicos; até 10% de um material regulador do pH, incluindo o óxido ou hidróxido de magnésio, pode ser adicionado ao cimento para regular o pH.

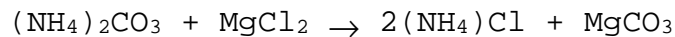
[0018] JP2006 076825 está relacionado com a redução da quantidade de CO<sub>2</sub> emitida das estações de energia e pela indústria siderúrgica. Propõe-se a captura do CO<sub>2</sub> pela reação com hidróxido de amônio para formar carbonato de amônio:



[0019] Entretanto, o cloreto de magnésio é feito pela reação de óxido de magnésio e ácido clorídrico



[0020] O cloreto de magnésio reage com o carbonato de amônio, o que precipita carbonato de magnésio deixando um líquido contendo cloreto de amônio dissolvido:



[0021] O carbonato de magnésio precipitado é filtrado e usado como um componente do cimento, enquanto que o líquido de cloreto de amônio é tratado para regenerar hidróxido de amônio e ácido clorídrico.

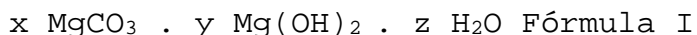
[0022] Além dos benefícios intrínsecos de redução das emissões de CO<sub>2</sub>, é provável que as emissões de CO<sub>2</sub> pela indústria de cimento será regulamentada na tentativa de reduzir os danos ambientais. Portanto, há uma real necessidade de desenvolver uma nova gama de aglutinantes de cimento que estejam associados com a mínima ou até mesmo a negativa emissão de CO<sub>2</sub>. Esses aglutinantes poderiam ser "carbono neutro" se eles forem capazes de neutralizar ou equilibrar a liberação de CO<sub>2</sub> no processo de sua produção através da absorção de CO<sub>2</sub> durante um estágio de endurecimento após a hidratação; ou "carbono negativo" se eles forem capazes de absorver e armazenar mais CO<sub>2</sub> do que o que foi lançado durante a sua produção.

#### **Divulgação da Invenção**

[0023] A invenção é definida nas reivindicações.

[0024] Esta invenção fornece uma composição aglutinante de cimento em MgO mais carbonatos de magnésio especiais (ver fórmula I abaixo). O óxido de magnésio usado pode ser MgO queimado mole, MgO queimado duro ou qualquer

mistura de MgO queimado mole e MgO queimado duro. Um ingrediente fundamental da composição do cimento é o carbonato de magnésio especial (hidratado ou não-hidratado), na forma



onde x é um número maior que 1, e pelo menos um de y ou z é um número maior do que 0; o carbonato pode ser não-estequiométrico; x, y e z podem ser (mas não necessariamente) números inteiros. A composição pode também compreender um material higroscópico, como NaCl.

[0025] A fórmula I acima exclui o uso de magnesita ( $\text{MgCO}_3$ ) e dolomita ( $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ ) como a principal fonte de carbonato de magnésio. No entanto, a composição pode conter pequenas quantidades desses minerais, por exemplo, até 25% do teor de carbonato de magnésio total da composição. É preferível que substancialmente todo o conteúdo de carbonato de magnésio da composição esteja em conformidade com a Fórmula I. Em uma modalidade, o carbonato da fórmula geral I é hidromagnesita, que tem a fórmula geral  $4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg(OH)}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , embora algum grau de não-estequiometria possa ser tolerado, por exemplo, x na fórmula acima 1 pode ser 3,5-4,5, y pode ser 0,5-1,5 e z pode ser 3,5-5,5. Além disso, x, y e z podem ser todos maiores do que 0.

[0026] A composição está preferencialmente na forma de um pó seco que pode ser misturado com água, opcionalmente junto com outros ingredientes, como areia, cascalho ou outras cargas (por exemplo, cinza incobustível), para formar uma pasta fluida de consistência variada que vai se assentar, ou seja, a composição da presente invenção é um aglutinante/cimento hidráulico. A

composição úmida pode se tornar plástica e trabalhável através da adição de plastificantes.

[0027] De acordo com uma modalidade adicional, a composição pode incluir  $Mg(OH)_2$ , em lugar de parte ou todo o  $MgO$ . O  $Mg(OH)_2$  utilizado deve ter preferencialmente a cristalinidade baixa, alta área superficial e a morfologia de roseta, como descrito abaixo. Tal  $Mg(OH)_2$  pode ser produzido por pré-hidratação de  $MgO$ , na presença de carbonatos de magnésio especiais de fórmula geral I. No entanto, uma parte mínima de qualquer  $Mg(OH)_2$  na composição, por exemplo, abaixo de 50% do conteúdo de  $Mg(OH)_2$  total pode ter uma morfologia de plaquetas mostrada na Figura 2. A morfologia de  $Mg(OH)_2$  formada de acordo com a presente invenção tem uma maior área superficial por unidade de peso do que  $Mg(OH)_2$ , tendo uma morfologia de plaqueta; a última normalmente tem uma área superficial de menos de 45  $m^2/g$ , enquanto a primeira tem uma área superficial de pelo menos 45  $m^2/g$ , geralmente superior a 70  $m^2/g$  (valores de área superficial foram medidos de acordo com o método de Brunauer-Emmett-Teller (BET)).

[0028] A presença de  $Mg(OH)_2$  na composição aglutinante, o lugar de  $MgO$  reduz a força verde e a força de assentamento do aglutinante hidratado, pois a maior parte da força do aglutinante da presente invenção resulta da hidratação do  $MgO$ , mas isso é aceitável em certas aplicações, por exemplo, em argamassas ou rebocos; uma argamassa excessivamente forte para unir blocos e tijolos na construção de paredes pode causar o desenvolvimento de fissuras muito finas de encolhimento ou de movimento menor estrutural. O uso de tal  $Mg(OH)_2$  também aumenta o tempo

antes de uma argamassa se assentar, o que é útil em reboco e argamassa.

[0029] A composição aglutinante da presente invenção se assenta e endurece quando misturada com água e se acredita que isto ocorra em duas etapas:

Primeiro, quando a composição é inicialmente misturada com água, o MgO hidrata na presença de carbonatos de magnésio especiais formando cristais de  $Mg(OH)_2$  que são significativamente menos cristalinos, têm maior área superficial e uma morfologia tipo roseta, que aumenta a resistência verde da amostra de cimento. O termo "resistência verde" refere-se à resistência inicial da amostra de cimento durante um período de 6 horas. A adição dos carbonatos de magnésio especiais da Fórmula I ao MgO altera o seu mecanismo de hidratação, e leva à formação dos cristais de  $Mg(OH)_2$  com as diferentes propriedades físicas e microestruturais como descrito acima. O efeito do carbonato de magnésio especial de Fórmula I à hidratação de MgO será descrito em maiores detalhes posteriormente. A morfologia de roseta dos cristais de  $Mg(OH)_2$  possui placas de  $Mg(OH)_2$  que estão conectadas umas às outras, mas que são anguladas entre si, formando deste modo espaços entre as placas. No entanto, é possível que alguns dos cristais de  $Mg(OH)_2$  produzidos estejam contidos em e, nas bordas exteriores das dobras de roseta dos cristais inicialmente incluídos de hidromagnesita.

[0030] Em segundo lugar, o material hidratado, ao longo do tempo, absorve  $CO_2$  da atmosfera para formar uma ou mais fases de carbonato de magnésio, tais como hidromagnesita ( $4MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 4H_2O$ ), dipingita

( $4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), nesquehonita ( $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) e lansfordita ( $\text{MgCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ), o que aumenta ainda mais a resistência da amostra. A adição do carbonatos de magnésio especiais da Fórmula I ao MgO aumenta significativamente a taxa de carbonatação dos cristais de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  produzidos durante a hidratação do MgO. Isto é explicado em detalhes mais adiante.

[0031] A adição de um material higroscópico, como NaCl ou outros cloretos aumenta ainda mais a taxa de carbonatação dos cristais de  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , fornecendo a umidade necessária para as reações de carbonatação. Portanto, esta composição aglutinante à base de MgO tem o potencial para absorver até 1,09 tonelada de  $\text{CO}_2$  para cada tonelada de MgO incluída em sua composição no endurecimento. A quantidade de sal de cloreto pode ser de até 10%, por exemplo, até 5%, como até 3%, com base no peso combinado de (a) óxido de magnésio, (b) carbonato de magnésio de fórmula geral I e (c) do sal de cloreto. O sal de cloreto é opcional, mas, quando presente, pode formar pelo menos 1%, por exemplo, pelo menos 2%, tal como pelo menos 3% do peso combinado de (a) a (c).

[0032] Os componentes podem ser misturados *in situ* e, por isso, a presente invenção proporciona uma combinação de (a) uma quantidade de óxido de magnésio, (b) uma quantidade de carbonato de magnésio de fórmula geral I e opcionalmente (c) uma quantidade de sal de cloreto. A combinação pode também incluir instruções para combinar os componentes nas quantidades discutidas no presente relatório descritivo juntamente com a composição pronta para misturar.

### **Breve descrição das Figuras**

[0033] A Figura 1 mostra os espectros de difração de raio-x das amostras de (a) MgO 100%, (b) MgO 80% - MgCO<sub>3</sub> 20% e (c) MgO 80% - 20 hidromagnesita hidratadas.

[0034] A Figura 2 mostra uma micrografia eletrônica de varredura de uma amostra de MgO 100% hidratada.

[0035] A Figura 3 mostra uma micrografia eletrônica de varredura de uma mostra de MgO 80% - hidromagnesita 20% hidratada.

[0036] A Figura 4 compara o perfil da taxa de calor a partir da calorimetria de condução de amostras de (a) MgO 100%, (b) MgO 80% - MgCO<sub>3</sub> 20% e (c) MgO 80% - hidromagnesita 20%.

### **Descrição Detalhada e Melhor Forma para a Realização da Invenção**

[0037] Na descrição abaixo, hidromagnesita (4MgCO<sub>3</sub>.Mg(OH)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O), um carbonato de magnésio artificial, é usado como exemplo para descrever a invenção. No entanto, qualquer material que tem a fórmula I:



em que x é pelo menos 1 e pelo menos um dentre y ou z é maior que 0 pode ser utilizado em substituição ou em adição à hidromagnesita. Por exemplo, x pode ser 1, 2, 3, 4 ou 5, e y e z podem, por exemplo, cada um independentemente ser 0, 1, 2, 3, 4 ou 5, desde que pelo menos um de y ou z seja maior que 0, por exemplo, dipngita (4MgCO<sub>3</sub>.Mg(OH)<sub>2</sub>.5H<sub>2</sub>O), nesquehonita (MgCO<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O) e lansfordita (MgCO<sub>3</sub>.5H<sub>2</sub>O). Muitos dos carbonatos de fórmula I são metaestáveis e vão se transformar ao longo do tempo em hidromagnesita.

[0038] Materiais de fórmula geral I são conhecidos,

mas não ocorrem naturalmente. Métodos de fabricação destes compostos são bem conhecidos, mas geralmente eles podem ser feitos pela exposição de compostos de magnésio, por exemplo, MgO ou Mg(OH)<sub>2</sub> (ou misturas destes) ao CO<sub>2</sub> sob uma variedade de condições.

[0039] Acredita-se que o mecanismo de hidratação usual de MgO ocorra da seguinte forma:

Estágio 1: Água adsorve na superfície do MgO e difunde-se em partículas de MgO porosas;

Estágio 2: A dissolução de MgO ocorre nas partículas, alterando a porosidade da partícula com o tempo;

Estágio 3: Criação de supersaturação, e ocorrência de nucleação e crescimento de Mg(OH)<sub>2</sub> na superfície do óxido.

[0040] Considera-se que a taxa de hidratação do MgO seja controlada pela extensão da dissolução de MgO. O Mg(OH)<sub>2</sub> produzido durante a hidratação do MgO é depositado nos poros das partículas de MgO, criando um filme de Mg(OH)<sub>2</sub> que impõe uma crescente resistência ao processo de hidratação.

[0041] O mecanismo de hidratação acima é alterado quando um carbonato de magnésio da fórmula I, por exemplo, hidromagnesita, é adicionado ao MgO. Sem querer se ater à teoria, acredita-se que a adição de, por exemplo, hidromagnesita, reduz a formação do filme de Mg(OH)<sub>2</sub> na superfície de MgO de modo que a hidratação do MgO possa ocorrer sem impedimentos. O mecanismo de hidratação do MgO diferente alcançado devido à adição de carbonatos de magnésio especiais de Fórmula I ao MgO leva à formação dos cristais de Mg(OH)<sub>2</sub> com diferentes grupos de propriedades físicas e microestruturais como descrito acima.

[0042] A Figura 1 mostra os espectros de difração de raio-x das amostras de (a) MgO 100%, (b) MgO 80% - MgCO<sub>3</sub> 20% e (c) MgO 80% - 20 hidromagnesita hidratadas. Os picos de difração de Mg(OH)<sub>2</sub> das amostras (a) MgO 100% e (b) MgO 80% - MgCO<sub>3</sub> 20% (ou seja, não de acordo com a invenção) são estreitos, com alta intensidade, indicando alta cristalinidade. Em contrapartida, os picos de difração de Mg(OH)<sub>2</sub> na amostra de MgO 80% - hidromagnesita 20% são significativamente mais largos com baixa intensidade, denotando deste modo a presença de cristais semi-cristalinos.

[0043] A Figura 2 mostra uma micrografia eletrônica de varredura (MEV) de uma amostra de MgO 100% hidratada. O Mg(OH)<sub>2</sub> forma agregados "tipo plaqueta". As plaquetas ficam em cima umas das outras e as plaquetas superiores ocluem as plaquetas inferiores. Ao contrário, a Figura 3 mostra uma estrutura de cristal "tipo roseta" formada quando MgO é hidratado na presença de hidromagnesita.

[0044] A Figura 4 mostra os perfis de taxa de aquecimento na hidratação de (a) uma amostra de MgO 100%, (b) uma amostra de MgO 80% - MgCO<sub>3</sub> 20% e (c) amostras de MgO 80% - hidromagnesita 20%.

[0045] A substituição de parte do MgO pela magnesita (MgCO<sub>3</sub>) (amostra b) não altera o comportamento de hidratação do MgO (amostra a), conforme ilustrado pela taxa de aquecimento máxima similar e pelo tempo até a taxa de aquecimento máxima. No entanto, quando hidromagnesita (4MgCO<sub>3</sub>.Mg(OH)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O) é adicionado ao MgO (amostra c), ela acelera significativamente a hidratação do MgO aumentando a taxa de aquecimento máxima por ~150% e diminuindo o tempo

até a taxa de aquecimento máxima por ~70%. A magnesita de ocorrência natural ( $\text{MgCO}_3$ ) não altera a hidratação do MgO como discutido acima, não devendo ser utilizada como fonte principal de carbonato de magnésio.

[0046] Quando o carbonato de magnésio da fórmula I ( $x \text{MgCO}_3 \cdot y \text{Mg(OH)}_2 \cdot z \text{H}_2\text{O}$ , onde  $x$  é pelo menos 1 e um de  $y$  ou  $z$  é maior que 0, por exemplo, hidromagnesita) está incluído na composição, isto acelera significativamente a taxa de carbonatação de  $\text{Mg(OH)}_2$ , que se acredita ser devido às seguintes razões:

1. A adição de carbonatos de magnésio especiais, por exemplo, hidromagnesita, oferece sítios de nucleação para a formação de carbonato acelerada.

2. A formação dos cristais de  $\text{Mg(OH)}_2$  com morfologia tipo roseta aumenta a área superficial exposta à carbonatação e fornece espaço para os produtos de carbonato formados.

[0047] Estes fatores aceleram a taxa reacional da carbonatação e permitem que a composição aglutinante atinja a sua resistência final mais rapidamente. Durante a carbonatação natural de amostras de MgO 100% hidratado e MgO 80% - hidromagnesita em pó 20%, os seguintes resultados são alcançados:

- 90% de carbonatação da amostra de MgO 80% - hidromagnesita 20% em menos de 9 dias versus mais de 50 dias para a amostra de MgO 100% (condições: 98% de umidade relativa/ nível de  $\text{CO}_2$  de 0,03%)
- 70% de carbonatação da amostra de MgO 80% - hidromagnesita 20% em menos de 28 dias versus mais de 45 dias para a amostra de MgO 100% (condições: 65% de

umidade relativa/ nível de CO<sub>2</sub> de 0,03%)

[0048] A adição opcional de um material higroscópico, como NaCl ou outros cloretos, à composição pode ser útil em condições de baixa umidade para ajudar na absorção de umidade do ambiente. No entanto, devido ao risco de corrosão, estes sais só devem ser incluídos em composições que não estarão em contato com metais, como reforços de aço em estruturas de concreto.

[0049] A alta capacidade de absorção de CO<sub>2</sub> de MgO (até 1,09 tonelada de CO<sub>2</sub>/tonelada de MgO) oferece a possibilidade única de desenvolver produtos de concreto e concreto "carbono negativo", ou seja, produtos que absorvem o carbono em geral (levando em consideração tanto a sua produção quanto o seu uso) e pode ter uma absorção líquida de até 0,59 toneladas de CO<sub>2</sub> por tonelada de MgO, que é o principal constituinte do aglutinante. Obviamente, a absorção líquida exata do aglutinante vai depender do método utilizado para a fabricação de MgO que é usado. Em contrapartida, a produção de cimento Portland libera 1 tonelada de CO<sub>2</sub>/tonelada de cimento e como aglutinante, o cimento Portland só é capaz de absorver 0,12 a 0,51 tonelada de CO<sub>2</sub>/tonelada de aglutinante, produzindo uma emissão líquida de 0,49 a 0,88 toneladas de CO<sub>2</sub> por tonelada de aglutinante. Estes valores para a produção de CO<sub>2</sub> incluem as emissões devido à queima de combustíveis fósseis nos processos de produção.

[0050] As modalidades a seguir representam composições exemplares do aglutinante da presente invenção; em todas essas composições a adição de um sal de cloreto é opcional e uma proporção substancial de qualquer Mg(OH)<sub>2</sub>

adicionado tem a morfologia roseta, elevada área superficial e baixa cristalinidade discutidos acima.

[0051] A composição da presente invenção compreende, em peso:

(a) 10% a 95%, por exemplo, 10% a 85%, por exemplo, 30% a 80%, como 40% a 70% de óxido de magnésio (MgO) e/ou hidróxido de magnésio (Mg(OH)<sub>2</sub>);

(b) 5% a 80%, por exemplo, 10% a 60%, por exemplo, 20% a 40%, como 20% a 30% de um ou mais carbonato de magnésio de Fórmula I; e

(c) 0% a 10% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (c).

[0052] A quantidade de MgO e/ou (Mg(OH)<sub>2</sub>) pode ser superior a 10%, por exemplo, 15% ou maior.

[0053] Sub-faixas típicas da composição de cimento são (em peso) para diferentes aplicações:

(a) 70% a 95% de óxido de magnésio (MgO) e/ou hidróxido de magnésio (Mg(OH)<sub>2</sub>);

(b) 5% a 20% de um ou mais de carbonato de magnésio de Fórmula I, e

(c) 0% a 10% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (c).

ou

(a) 30% a 80% de óxido de magnésio (MgO) e/ou hidróxido de magnésio (Mg(OH)<sub>2</sub>);

(b) 20% a 60% de um ou mais carbonato de magnésio de Fórmula I, e

(c) 0% a 10% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (c).

ou

(a) 10% a 40% de óxido de magnésio (MgO) e/ou hidróxido de magnésio (Mg(OH)<sub>2</sub>);

(b) 60% a 80% de um ou mais carbonato de magnésio de Fórmula I, e

(c) 0% a 10% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (c).

ou

(a) 40% a 85% de óxido de magnésio (MgO)

(b) 5% a 30% de hidróxido de magnésio (Mg(OH)<sub>2</sub>);

(c) 10% a 20% de um ou mais dentre carbonato de magnésio de Fórmula I; e

(d) 0% a 10% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (d).

ou

(a) 20% a 75% de óxido de magnésio (MgO);

(b) 5% a 30% de hidróxido de magnésio (Mg(OH)<sub>2</sub>);

(c) 20% a 40% de um ou mais dentre carbonato de magnésio de Fórmula I; e

(d) 0% a 10% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (d).

ou

(a) 10% a 60% de óxido de magnésio (MgO);

(b) 30% a 50% de hidróxido de magnésio (Mg(OH)<sub>2</sub>);

(c) 10% a 30% de um ou mais carbonato de magnésio de Fórmula I; e

(d) 0% a 10% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (d).

ou

(a) 30% a 90% de hidróxido de magnésio (Mg(OH)<sub>2</sub>);

(b) 10% a 60% de um ou mais carbonato de magnésio de

Fórmula I; e

(c) 0% a 10% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (c).

ou

(a) 75% a 90% de óxido de magnésio (MgO);

(b) 10% a 20% de um ou mais carbonato de magnésio de

Fórmula I; e

(c) 0% a 5% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (c).

ou

(a) 65% a 80% de óxido de magnésio (MgO);

(b) 20% a 30% de um ou mais carbonato de magnésio de

Fórmula I; e

(c) 0% a 5% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (c).

ou

(a) 55% a 70% de óxido de magnésio (MgO);

(b) 30% a 40% de um ou mais carbonato de magnésio de

Fórmula I; e

(c) 0% a 5% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (c).

ou

(a) 45% a 60% de óxido de magnésio (MgO);

(b) 40% a 50% de um ou mais carbonato de magnésio de

Fórmula I; e

(c) 0% a 5% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (c).

ou

(a) 35% a 50% de óxido de magnésio (MgO);

(b) 50% a 60% de um ou mais carbonato de magnésio de

Fórmula I; e

(c) 0% a 5% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (c).

ou

(a) 25% a 40% de óxido de magnésio (MgO);

(b) 60% a 70% de um ou mais carbonato de magnésio de

Fórmula I; e

(c) 0% a 5% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (c).

[0054] Nas composições acima, todo o  $Mg(OH)_2$  é feito pela hidratação do MgO na presença de um ou mais de carbonato de magnésio da Fórmula I.

[0055] Nas composições acima, as composições com porcentagens mais altas de MgO e  $Mg(OH)_2$  (e porcentagens mais baixas de carbonato de magnésio da Fórmula I) tendem a ter uma maior resistência à compressão, mas exigem uma maior produção de  $CO_2$  para fazer o MgO e  $Mg(OH)_2$ , enquanto as composições com percentuais mais baixos de MgO e  $Mg(OH)_2$  (e maiores porcentagens de carbonato de magnésio da Fórmula I) tendem a ter uma menor resistência à compressão, mas exigem menor produção de  $CO_2$  para fazer.

[0056] O tamanho de partícula preferido dos carbonatos de magnésio está entre 0,01 a 800  $\mu m$  de diâmetro, e de preferência entre 0,01 e 600  $\mu m$  de diâmetro, a fim de atingir uma boa taxa reacional.

[0057] O tamanho das partículas de MgO/ $Mg(OH)_2$  pode estar entre 0,01-800  $\mu m$  de diâmetro, e de preferência entre 0,01 e 100  $\mu m$  de diâmetro, a fim de atingir uma taxa boa reacional.

[0058] Como mencionado acima, a composição

compreendendo  $Mg(OH)_2$  é produzida pela mistura de água com  $MgO$ , carbonato de magnésio de Fórmula I e opcionalmente  $NaCl$  e plastificantes, ou seja, a composição  $MgO$  da presente invenção. A composição pode ser deixada assentar para formar uma massa sólida seca. Alternativamente, se uma grande quantidade de água for adicionada, o  $Mg(OH)_2$  irá precipitar e o precipitado pode ser coletado juntamente com o carbonato de magnésio. Em qualquer um dos casos, a composição contendo  $Mg(OH)_2$  pode ser triturada até uma distribuição de tamanho de partícula específica. Estas composições podem então ser adicionalmente misturadas com mais  $MgO$  e carbonatos de magnésio de Fórmula I, caso seja desejado.

[0059] Embora o material hidroscópico, por exemplo,  $NaCl$ , pode estar presente na composição aglutinante, ele pode ser adicionado na água usada para umedecer a composição e, portanto, é possível usar, pelo menos em parte, a água do mar para formar um cimento úmido com a composição da presente invenção.

[0060] A quantidade de água adicionada à composição pode ser escolhida livremente, dependendo da plasticidade misturada necessária e do uso final pretendido. Com base no peso total dos componentes do aglutinante, a quantidade de água pode ser, por exemplo de 5 a 120%, por exemplo, de 50 a 80%, dependendo do uso esperado.

[0061] Aditivos podem ser misturados com o aglutinante da presente invenção, quer quando em pó ou ao fazer uma pasta fluida de cimento. A composição aglutinante tem um pH de cerca de 10,2 (embora ele possa variar dentro de uma faixa, dependendo da presença de outras impurezas de

óxidos ou hidróxidos na composição); isto é geralmente menor do que o cimento Portland. Este baixo pH torna possível a utilização de uma vasta gama de agregados, incluindo agregados de resíduos, tais como agregados de vidro, e outras cargas, quando o aglutinante é usado para fazer produtos de construção, minimizando a chance de reações de ruptura, por exemplo, reações de álcali-sílica. Outros enchimentos ou aditivos podem ser usados, por exemplo, materiais silicosos tais como cinzas incombustível. Agregados adequados são, por exemplo, cascalho, areia, vidro e outros produtos residuais. A quantidade (p/p) de agregados de resíduos e outras cargas e aditivos pode ser, por exemplo, de 0 a 99% do peso seco total da composição, dependendo do uso esperado. A quantidade exata de agregados e cargas na composição aglutinante dependerá da aplicação desejada. Geralmente, em concreto e argamassas e outras composições com agregados, o peso dos componentes aglutinantes (o óxido/hidróxido de magnésio e o carbonato de magnésio da fórmula I, opcionalmente em conjunto com o sal de cloreto) será 1-70%, por exemplo, 5-60%, por exemplo, 10-40%, incluindo 15-30% do peso seco total da composição, ou seja, o peso combinado dos componentes aglutinantes e dos agregados/aglutinantes.

[0062] A composição aglutinante da presente invenção pode constituir substancialmente de:

(a) 10% a 95% de MgO; e

(b) 5% a 80% de carbonato de magnésio da fórmula I acima;

(c) 0% a 10% de sal de cloreto e outros aditivos.

[0063] Uma composição contendo agregado (por

exemplo, concreto e argamassa) da presente invenção pode consistir substancialmente de:

até 99% dos agregados e outros enchimentos e aditivos, sendo o restante:

(a) 10% a 95% de MgO; e

(b) 5% a 80% de carbonato de magnésio da fórmula I acima;

(c) sal de cloreto de 0% a 10%.

[0064] A utilidade de um sistema de aglutinante-água pode ser melhorada pela adição de superplastificantes, como lignossulfonatos, naftaleno sulfonado, melamina formaldeído sulfonada, poliacrilatos e éteres de policarboxilato. Superplastificantes são particularmente úteis quando uma baixa quantidade de água é adicionada à composição a fim de obter um produto aglutinante endurecido mais forte. A baixa adição de água irá resultar em uma composição dura que é difícil de trabalhar. No entanto, a inclusão de um superplastificante permite que o sistema água-aglutinante retenha uma boa utilidade e facilita a sua utilização e posicionamento. Entre 0 e 5%, por exemplo, entre 0,5 e 2,5% de superplastificante em peso seco da composição aglutinante (peso combinado de MgO, Mg(OH)<sub>2</sub> e carbonato de magnésio da Fórmula I) pode ser adicionado. Outros aditivos usuais em aglutinantes, cimentos, concretos, argamassas e rebocos em quantidades de até 10% em peso seco da composição aglutinante (peso combinado de MgO, Mg(OH)<sub>2</sub> e carbonato de magnésio da Fórmula I) podem ser adicionados, por exemplo, entre 0 e 5%, por exemplo, entre 0,5 e 2,5%.

[0065] A composição aglutinante da presente

invenção pode ser misturada com outros aglutinantes, por exemplo, com cimento Portland e/ou cal, mas as vantagens da presente invenção, especialmente na redução das emissões globais de dióxido de carbono, são reduzidas fazendo isto. Por esta razão, outros aglutinantes hidráulicos nas composições da presente invenção devem, de preferência, não ser adicionados, mas se eles forem adicionados a quantidade de tais outros aglutinantes deve ser mantida baixa, por exemplo, menor do que o peso total dos componentes (a) a (c) da presente invenção, como menos de 50% (incluindo quantidades menores do que 25%) do peso seco total dos componentes aglutinantes (a) a (c).

[0066] O aglutinante pode ser utilizado em muitos tipos diferentes de produtos de construção, mas geralmente é utilizado em produtos porosos ou semi-porosas, como por exemplo blocos densos ou leves, produtos tipo bloco aerado poroso, tijolos, telhas, telhas de telhado de concreto e argamassa. No entanto, o aglutinante também pode ser usado em uma ampla gama de outras aplicações onde o cimento Portland é usado, por exemplo, para formar pisos de concreto.

[0067] Todas as reações que ocorrem na produção e assentamento desses produtos de construção são reversíveis. Por exemplo, produtos de construção parcialmente carbonatados podem ser esmagados e o aglutinante recuperado contendo carbonatos de magnésio reciclado a MgO por calcinação (aquecimento). Alternativamente, os produtos de construção parcialmente carbonatados podem ser esmagados, opcionalmente adicionalmente carbonatados, e então misturados com mais MgO para fazer novos produtos que são

do mesmo valor elevado, ao contrário do cimento Portland, que é apenas reciclável para produtos de baixo valor. Uma perda relativamente baixa de resistência é observada quando os produtos da presente invenção são reciclados e novamente transformados em produtos de construção.

[0068] O aglutinante tem uma cor branca, que é retida mesmo quando o material se torna hidratado e carbonatado. Esta característica permite que a composição aglutinante seja usada para produtos de construção premium, onde a cor branca é necessária. Alternativamente, um pigmento pode ser adicionado para formar produtos coloridos e a cor base branca do aglutinante produz uma melhor base para produtos coloridos do que o cimento Portland cinza.

[0069] A presente invenção é descrita agora com referência aos seguintes exemplos não-limitantes:

[0070] Ao praticar as formas preferidas da presente invenção, MgO queimado mole com um tamanho médio de partícula de 10  $\mu\text{m}$  foi usado. Carbonato de magnésio utilizado incluiu hidromagnesita com um tamanho médio de partícula de 16  $\mu\text{m}$ , e  $\text{MgCO}_3$  com um tamanho de partícula de 17  $\mu\text{m}$ . Além disso, a areia fina com um tamanho de partícula médio de 250  $\mu\text{m}$  também foi utilizada. O MgO e carbonatos de magnésio foram inicialmente misturados a seco para homogeneizar. Quando agregados foram adicionados à mistura, eles foram primeiro misturados a seco com o aglutinante cimentício antes da adição da água. NaCl e o superplastificante foram adicionados no cimento ou sistemas agregados de cimento com a água de mistura.

#### **Exemplo 1**

[0071] 20 g de MgO queimado mole e 5 g de

hidromagnesita foram misturados com 229g de areia em vidro. 1,3 g de NaCl, foi dissolvido em 31 g de água e a solução foi misturada com os sólidos secos por 5 min. A massa final foi prensada usando uma prensa hidráulica para formar uma amostra de 50 mm cúbicos. A amostra foi armazenada em condições ambientes (40%-60% de umidade relativa) e atingiu resistência à compressão de 4,5 MPa após 28 dias.

#### **Exemplo 2**

[0072] 15 g de MgO queimado mole, 5 g de hidromagnesita e 5 g de MgCO<sub>3</sub> foram misturados com 229 g de areia de vidro. 0,6 g de NaCl foi dissolvido em 28g de água, e a solução foi misturado com os sólidos secos por 5 min. A massa final foi prensada usando uma prensa hidráulica para formar uma amostra de 50 mm cúbicos. A amostra foi armazenada em condições ambientes (40%-60% de umidade relativa) e atingiu resistência à compressão de 4,2 MPa após 28 dias.

#### **Exemplo 3**

[0073] 80 g de MgO queimado mole e 20 g de hidromagnesita foram misturados com 400 g de areia de vidro. 0,6 g de NaCl foi dissolvido em 120 g de água e a solução foi misturada com os sólidos secos por 5 min. A massa final foi vertida e vibrada para formar amostras de 50 mm cúbicos. As amostras foram armazenadas em condições ambientes (40% de umidade relativa) e atingiram resistência à compressão de 2,6 MPa após 1 dia.

#### **Exemplo 4**

[0074] 80 g de MgO queimado mole e 20 g de hidromagnesita foram misturadas com 120 g de água por 5 min. A massa final foi vertida e vibrada para formar

amostras de 50 mm cúbicos. As amostras foram armazenadas a 5% de CO<sub>2</sub> e umidade relativa de 90% e atingiram resistência à compressão de 10 MPa após 5 dias.

**Exemplo 5**

[0075] 80 g de MgO queimado mole, 20 g de hidromagnesita e 100 g de areia fina foram misturados com 90 g de água e 20 mL de um plastificante de naftaleno sulfonado por 5 min. A massa final foi vertida e vibrada para formar amostras de 50 mm cúbicos. As amostras foram armazenadas em condições ambientes (40% de umidade relativa, 0,03% de CO<sub>2</sub>) e atingiu resistência à compressão de 25 MPa após 28 dias.

[0076] A resistência à compressão de materiais compósitos feitos usando o aglutinante da presente invenção tende a ser menores do que os materiais compósitos feitos usando cimento Portland, mas há aplicações onde o cimento é usado, que não requerem alta resistência à compressão, por exemplo, em blocos da brisa e argamassa, e a presente invenção fornece resistência adequada para tais aplicações, mas exige uma produção de CO<sub>2</sub> líquida menor (tal produção pode até ser negativa).

[0077] Ao contrário dos cimentos Sorel, os aglutinantes da presente invenção são estáveis na presença de água.

**REIVINDICAÇÕES**

1. Composição aglutinante hidráulica na forma de um pó seco **caracterizada** por compreender:

- (a) 10% a 95% de MgO; e
- (b) 5% a 80% de carbonato de magnésio;
- (c) 0% a 10% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (c), em que:

(A) o carbonato de magnésio está na forma de  $x \text{ MgCO}_3 \cdot y \text{ Mg(OH)}_2 \cdot z \text{ H}_2\text{O}$

onde x é um número que é pelo menos 1, e ambos y e z são números maiores do que 0 e a composição aglutinante compreende MgO e/ou  $\text{Mg(OH)}_2$ , carbonato de magnésio e sal de cloreto em uma quantidade selecionada de uma das seguintes faixas:

i)

- (a) 30% a 80% de óxido de magnésio (MgO);
  - (b) 20% a 60% de um ou mais carbonato de magnésio; e
  - (c) 0% a 10% de sal de cloreto
- com base no peso total dos componentes de (a) a (c);

ii)

- (a) 10% de 40% de óxido de magnésio (MgO);
- (b) 60% de 80% de um ou mais carbonato de magnésio; e
- (c) 0% de 10% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes de (a) a (c);

iii)

- (a) 40% a 85% de óxido de magnésio (MgO);
- (b) 5% a 30% de hidróxido de magnésio ( $\text{Mg(OH)}_2$ );
- (c) 10% a 20% de um ou mais carbonato de magnésio; e
- (d) 0% a 10% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes de (a) a (d);  
iv)

- (a) 20% a 75% de óxido de magnésio (MgO);
- (b) 5% a 30% de hidróxido de magnésio (Mg(OH)<sub>2</sub>);
- (c) 20% a 40% de um ou mais carbonato de magnésio; e
- (d) 0% a 10% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes de (a) a (d);  
v)

- (a) 10% a 60 % de óxido de magnésio (MgO);
- (b) 30% a 50% de hidróxido de magnésio (Mg(OH)<sub>2</sub>);
- (c) 10% a 30% de um ou mais carbonato de magnésio; e
- (d) 0% a 10% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes de (a) a (d);  
ou

(B) o carbonato de magnésio está na forma de  
 $x \text{ MgCO}_3 \cdot z \text{ H}_2\text{O}$

em que x é um número que é pelo menos 1, e z é um número que é maior do que 0.

2. Composição aglutinante, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato do carbonato de magnésio estar na forma de  $x \text{ MgCO}_3 \cdot y \text{ Mg(OH)}_2 \cdot z \text{ H}_2\text{O}$ , e em que:

- x é um número na faixa de 3,5 a 4,5,
- y é um número na faixa de 0,5 a 1,5, e
- z é um número na faixa de 3,5 a 5,5.

3. Composição aglutinante, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato do carbonato de magnésio estar na forma de  $x \text{ MgCO}_3 \cdot y \text{ Mg(OH)}_2 \cdot z \text{ H}_2\text{O}$ , e em que:

- x é 4,

y é 1, e

z é 4 ou 5.

4. Composição aglutinante, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato do carbonato de magnésio estar na forma  $x \text{MgCO}_3 \cdot z \text{H}_2\text{O}$ ,

onde x é pelo menos 1, e

z é maior do que 0.

5. Composição aglutinante, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizada** pelo fato do carbonato de magnésio ser nesquehonita ( $\text{MgCO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) e lansfordita ( $\text{MgCO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ).

6. Composição aglutinante, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato do carbonato de magnésio ser hidromagnesita.

7. Composição aglutinante, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizada** pelo fato do sal de cloreto ser NaCl.

8. Composição aglutinante, de acordo com a reivindicação 4 ou 5, **caracterizada** por compreender MgO e/ou  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , carbonato de magnésio e sal de cloreto em uma quantidade selecionada de uma das seguintes faixas:

i)

(a) 30% a 80% de óxido de magnésio (MgO);

(b) 20% a 60% de um ou mais carbonato de magnésio; e

(c) 0% a 10% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (c);

ii)

(a) 10% a 40% de óxido de magnésio (MgO);

(b) 60% a 80% de um ou mais carbonato de magnésio; e

(c) 0% a 10% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (c);

iii)

(a) 40% a 85% de óxido de magnésio (MgO);

(b) 5% a 30% de hidróxido de magnésio (Mg(OH)<sub>2</sub>);

(c) 10% a 20% de um ou mais carbonato de magnésio;

(d) 0% a 10% de sal de cloreto,

com base no peso total dos componentes (a) a (d);

iv)

(a) 20% a 75% de óxido de magnésio (MgO),

(b) 5% a 30% de hidróxido de magnésio (Mg(OH)<sub>2</sub>);

(c) 20% a 40% de um ou mais carbonato de magnésio; e

(d) 0% a 10% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (d);

v)

(a) 10% a 60% de óxido de magnésio (MgO);

(b) 30% a 50% de hidróxido de magnésio (Mg(OH)<sub>2</sub>);

(c) 10% a 30% de um ou mais carbonato de magnésio; e

(d) 0% a 10% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (d);

ou

vi)

(a) 70% a 95% de óxido de magnésio (MgO);

(b) 5% a 20% de um ou mais carbonato de magnésio; e

(c) 0% a 10% de sal de cloreto

com base no peso total dos componentes (a) a (c);

9. Composição aglutinante, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizada** pelo fato do diâmetro médio de partícula das partículas de MgO/Mg(OH)<sub>2</sub> ser de 0,01 a 800 µm; e/ou

do diâmetro médio de partícula das partículas de

carbonato de magnésio ser de 0,01 a 800 µm.

10. Composição **caracterizada** por compreender uma composição aglutinante, conforme definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 9, e uma carga, em que a carga é um material silicoso ou um agregado.

11. Uso de uma composição, conforme definida em qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ou 10, **caracterizado** por ser como um aglutinante em concreto, argamassas, cimentos ou outros produtos de construção de edifícios.

12. Produto de construção **caracterizado** por compreender a composição aglutinante hidráulica, conforme definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 9, em que o produto de construção é um bloco de construção denso, um bloco de construção leve, uma telha, uma telha de telhado, um tijolo ou argamassa.

13. Método de formação de um material de construção **caracterizado** por compreender misturar a composição aglutinante, conforme definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 9, com:

(e) água e/ou

(f) um aditivo ou carga, por exemplo, um material silicoso ou um agregado, e permitir a mistura assentar.

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado** pelo fato das quantidades dos componentes (e) a (f) serem, em % em peso, com base no peso total dos componentes (a) até (f):

(e) até 5-80% de água; e

(f) até 99% de enchimento e outros aditivos.

15. Kit **caracterizado** por compreender:

- (a) de 10% a 95% de óxido de magnésio,
  - (b) de 5% a 80% de carbonato de magnésio da fórmula geral I, conforme definido na reivindicação 1, e
  - (c) até 10% de sal de cloreto,
- juntamente com instruções para combinar os componentes nas quantidades estabelecidas nas reivindicações 1 ou 8.

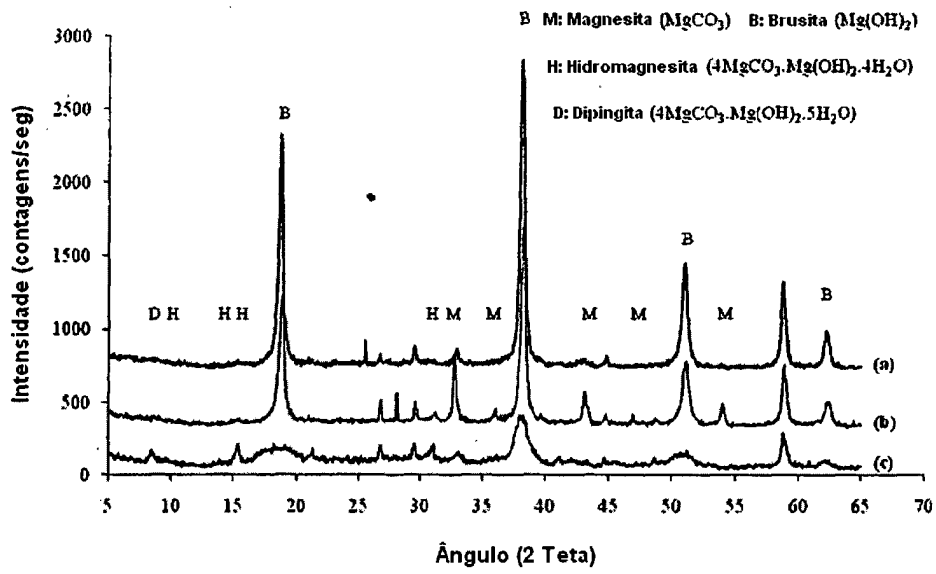


Figura 1 mostra o espectro de difração de raio-X de amostras de (a) MgO 100% hidratado, (b) MgO 80% -  $\text{MgCO}_3$  20% e (c) MgO 80% - hidromagnetita 20%.

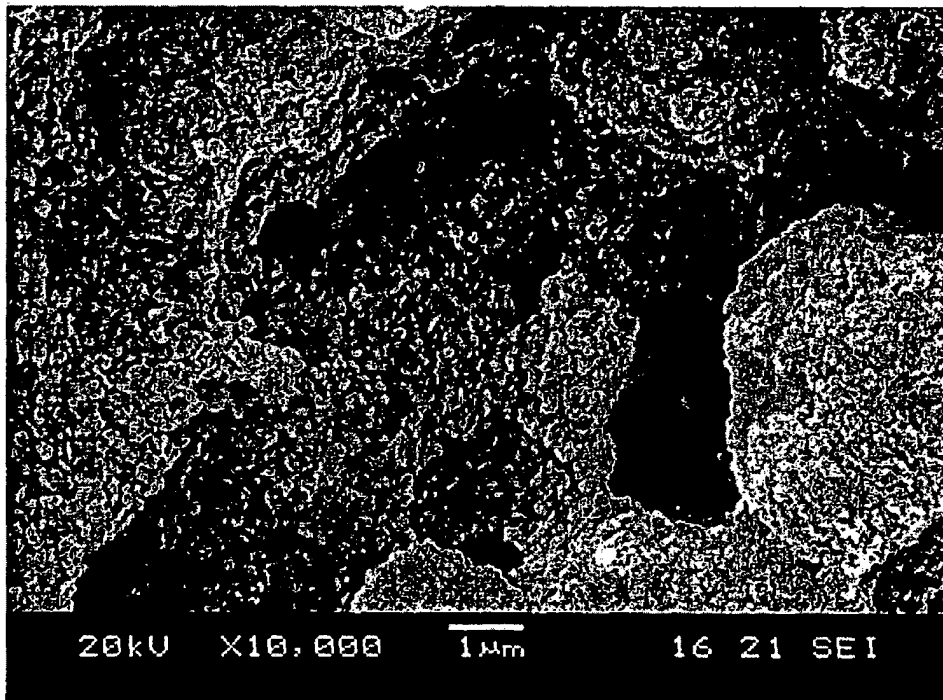


Figura 2: Micrografia eletrônica de varredura de uma amostra de MgO 100% hidratada.

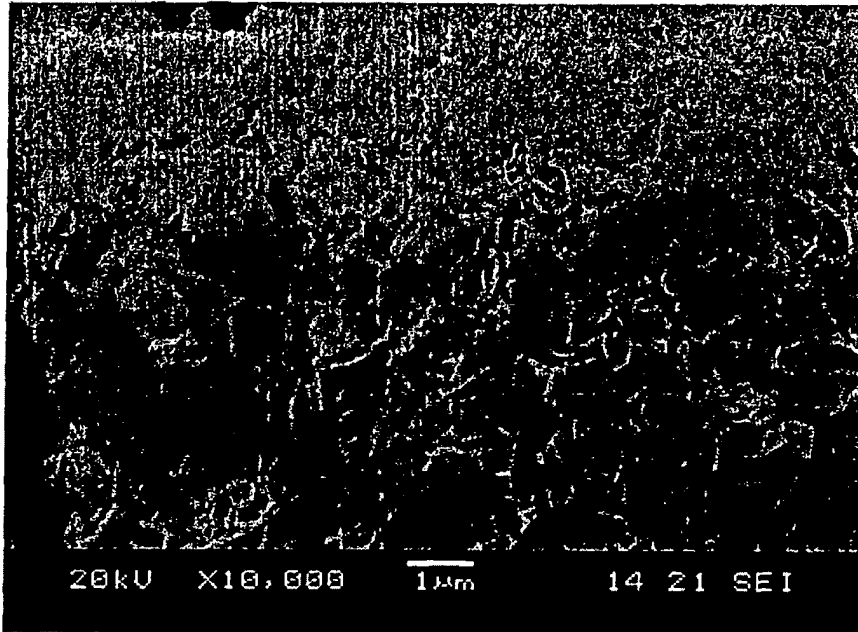


Figura 3: Micrografia eletrônica de varredura de uma amostra hidratada de MgO 80% - hidromagnesita 20%.

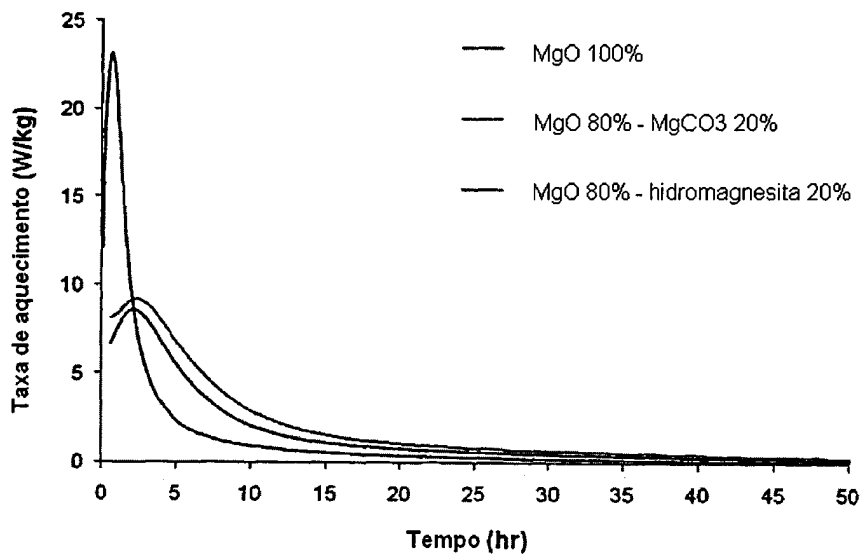


Figura 4: Perfis de taxa de aquecimento da calorimetria de condução de amostras de (a) MgO 100%, (b) MgO 80% - MgCO3 20% e (c) MgO 80% - hidromagnesita 20%.