



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

(11) BR 112014017501-2 B1



(22) Data do Depósito: 31/01/2013

(45) Data de Concessão: 10/11/2020

(54) Título: PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO AQUOSA, USO DE UMA SOLUÇÃO AQUOSA, PROCESSOS PARA A MINERALIZAÇÃO DE ÁGUA, E, PARA A PRODUÇÃO DE UM CARBONATO ALCALINO-TERROSO PRECIPITADO

(51) Int.Cl.: C02F 1/52; C02F 1/66; C02F 1/68; C01F 5/24; C01F 11/18; (...).

(30) Prioridade Unionista: 03/02/2012 EP 12153905.0; 10/02/2012 US 61/597,196.

(73) Titular(es): OMYA INTERNATIONAL AG.

(72) Inventor(es): MATTHIAS BURI; SAMUEL RENTSCH; PATRICK A. C. GANE; RENÉ VINZENZ BLUM; MARTINE POFFET.

(86) Pedido PCT: PCT EP2013051881 de 31/01/2013

(87) Publicação PCT: WO 2013/113805 de 08/08/2013

(85) Data do Início da Fase Nacional: 16/07/2014

(57) Resumo: PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO AQUOSA, USO DE UMA SOLUÇÃO AQUOSA, PROCESSOS PARA A MINERALIZAÇÃO DE ÁGUA, E, PARA A PRODUÇÃO DE UM CARBONATO ALCALINO-TERROSO PRECIPITADO A presente invenção refere-se a um processo para a preparação de uma solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso e seus usos. O processo é realizado em um sistema de reator que compreende um tanque (1) equipado com um agitador (2) e, pelo menos, um dispositivo de filtração (4).

“PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO AQUOSA, USO DE UMA SOLUÇÃO AQUOSA, PROCESSOS PARA A MINERALIZAÇÃO DE ÁGUA, E, PARA A PRODUÇÃO DE UM CARBONATO ALCALINO-TERROSO PRECIPITADO”

[0001] A invenção refere-se ao campo de um processo produzindo uma solução aquosa de carbonato de hidrogênio alcalino-terroso e ao uso de tais soluções.

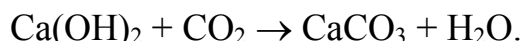
[0002] O carbonato de cálcio é usado extensivamente na indústria de papel como um componente de carga em papel. Ele é uma carga de baixo custo, de brilho elevado usada para aumentar o brilho e a opacidade da folha. Seu uso tem aumentado dramaticamente nas últimas décadas devido à conversão da fabricação de papel de ácido para alcalino nas fábricas de papel. Ambos os carbonatos de cálcio naturais e sintéticos são usados na indústria de papel. O carbonato natural, ou calcário, é triturado em um tamanho de partícula pequeno antes de seu uso no papel, enquanto o carbonato de cálcio sintético é fabricado por uma reação de precipitação e é assim chamado carbonato de cálcio precipitado (PCC).

[0003] Além de seu uso na indústria de fabricação de papel, o carbonato de cálcio precipitado também é usado para vários outros fins, por exemplo, como carga ou pigmento nas indústrias de fabricação de tintas, e como carga funcional para a fabricação de materiais plásticos, plastisóis, compostos vedantes, tintas de impressão, borracha, pasta de dentes, cosméticos, alimentos, produtos farmacêuticos etc.

[0004] O carbonato de cálcio precipitado existe em três formas cristalinas primárias: calcita, aragonita e valerita, e existem muitos polimorfos diferentes (hábitos de cristal) para cada uma destas formas cristalinas. Calcita tem uma estrutura trigonal com hábitos de cristal típicos como escalenoédrica (S-PCC), romboédrica(R-PCC), prismática hexagonal, pinacoidal, coloidal (C-PCC), cúbica, e prismática (P-PCC). Aragonita é uma estrutura

ortorrômbica com hábitos de cristal típicos de cristais prismáticos hexagonais geminados, assim como, uma variedade diversificada de formatos prismáticos alongados finos, formas de lâminas encurvadas, piramidais agudas, cristais cinzelados, árvore ramificada e formas de tipo coral ou vermes.

[0005] Geralmente, PCC é preparado por introduzir de CO₂ em uma suspensão aquosa de hidróxido de cálcio, o chamado leite de cal



[0006] Existem numerosos pedidos de patentes conhecidos do versado na técnica que descrevem a preparação de carbonato de cálcio precipitado. Um dos mesmos é EP 1 966 092 B1, onde o carbonato de cálcio precipitado obtido é apenas um subproduto do sequestro de CO₂. Outro documento é WO 2010/12691, este descrevendo a produção de PCC pela adição de um hidróxido alcalino-terroso para água que contém íons alcalinos-terrosos.

[0007] Pedido de Patente Internacional WO 2006/008242 A1, por exemplo, descreve a produção de carbonato de cálcio ou carbonato de magnésio de elevada pureza a partir de uma carga de alimentação compreendendo um óxido de metal misto compreendendo Ca ou Mg, em que a carga de alimentação é contatada com um CO₂ contendo gás a fim de sequestrar o CO₂ e, em outra etapa, o carbonato de cálcio ou carbonato de magnésio de pureza elevada é precipitado a partir da solução aquosa que resultou do contato da carga de alimentação com CO₂.

[0008] Além dos campos acima mencionados, o carbonato de cálcio também pode ser usado no campo do tratamento e mineralização de água.

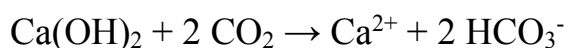
[0009] A água potável está se tornando escassa. Mesmo em países que são ricos em água, nem todas as fontes e reservatórios são apropriados para a produção de água potável, e muitas fontes atuais são ameaçadas por uma deterioração dramática da qualidade da água. Inicialmente a água de alimentação usada para fins de água potável era principalmente a água de superfície e água subterrânea. No entanto o tratamento da água do mar,

salmoura, águas salobras, águas residuais e águas efluentes contaminadas estão ganhando cada vez mais importância por razões ambientais e econômicas.

[00010] A fim de recuperar a água a partir da água do mar ou água salobra, para usos potáveis, são conhecidos vários processos, que são de importância considerável para áreas secas, regiões costeiras e ilhas do mar, e tais processos compreendem destilação, processos eletrolíticos, assim como osmóticos ou osmóticos reversos. A água obtida por tais processos é muito mole e tem um valor de pH baixo devido à falta de sais tamponadores de pH e, assim, tende a ser altamente reativa e, a não ser que seja tratada, pode criar vários problemas de corrosão durante o seu transporte em tubulações convencionais. Além disso, a água dessalinizada não tratada não pode ser usada diretamente como uma fonte de água potável. Para evitar a dissolução de substâncias indesejáveis em sistemas de tubulação, para evitar a corrosão de instalações hidráulicas como tubos e válvulas e para tornar a água palatável, é necessário mineralizar a água.

[00011] Os processos convencionais que são principalmente usados para a mineralização de água são a dissolução de cal por dióxido de carbono e filtração em leito calcário. Outros processos de remineralização menos comuns compreendem, por exemplo, a adição de cal hidratado e carbonato de sódio, a adição de sulfato de cálcio e bicarbonato de sódio, ou a adição de cloreto de cálcio e bicarbonato de sódio.

[00012] O processo de cal envolve o tratamento de solução de cal com água acidulada com CO₂, em que a seguinte reação está envolvida:



[00013] Como pode ser depreendido a partir do esquema de reação acima, dois equivalentes de CO₂ são necessários para converter um equivalente de Ca(OH)₂ em Ca²⁺ e bicarbonato para remineralização. Este método é dependente da adição de dois equivalentes de CO₂ a fim de

converter os íons de hidróxido alcalino para as espécies de tamponamento de HCO_3^- . Para a remineralização de água, uma solução de hidróxido de cálcio saturada, comumente chamada água de cal, de 0,1 - 0,2% em peso com base no peso total, é preparada a partir de um leite de cal (geralmente no máximo 5% em peso). Assim, um saturador para produzir a água de cal deve ser usado e grandes volumes de água de cal são necessários para obter o nível alvo de remineralização. Outro inconveniente deste método é que a cal hidratada é corrosiva e requer manipulação apropriada e equipamento específico. Além disso, uma adição pobremente controlada de cal hidratada para a água mole pode levar a deslocamentos de pH indesejáveis devido à ausência de propriedades de tamponamento de cal.

[00014] O processo de filtração em leito de calcário compreende a etapa de passar a água mole através de um leito de calcário granular dissolvendo o carbonato de cálcio no fluxo de água. Contatar o calcário com água acidulada com CO_2 mineraliza a água de acordo com:



[00015] Diferente do processo de cal, apenas um equivalente de CO_2 é estequiometricamente necessário para converter um equivalente de CaCO_3 em Ca^{2+} e bicarbonato para remineralização. Além disso, calcário não é corrosivo e devido às propriedades de tamponamento de CaCO_3 deslocamentos de pH maiores são evitados.

[00016] Uma vantagem adicional do uso de carbonato de cálcio comparado ao calcário é ter uma pegada ambiental de dióxido de carbono muito baixa. A fim de produzir uma tonelada de carbonato de cálcio, 75 kg de CO_2 são emitidos, enquanto 750 kg de CO_2 são emitidos para a produção de uma tonelada de cal. Assim, o uso de carbonatos alcalinos-terrosos tal como mármore, dolomita ou apenas dolomita queimada, em vez de cal, apresenta alguns benefícios ambientais.

[00017] A taxa de dissolução de carbonato de cálcio granular, no

entanto, é lenta e filtros são requeridos para este processo. Isto induz um uma pegada dimensionável destes filtros e grandes superfícies de instalações são requeridas para os sistemas de filtração de leite calcário.

[00018] Métodos para remineralização de água usando leite de cal ou uma pasta fluida de cal são descritos em US 7.374.694 e EP 0 520826. US 5.914.046 descreve um método para reduzir a acidez em descargas de efluentes usando um leite calcário pulsado.

[00019] WO 2010/12691 descreve um processo para o tratamento de água contendo, pelo menos, sais de cálcio e/ou magnésio através de membranas de tipo de osmose reversa. O processo compreende, pelo menos, uma etapa de recuperar água que é, pelo menos, parcialmente dessalinizada, uma etapa de recuperar um concentrado se originando a partir das membranas e que contém bicarbonatos, uma etapa de injetar CO₂ ou um ácido em, pelo menos, água parcialmente dessalinizada, e uma etapa de remineralizar, pelo menos, água parcialmente dessalinizada. O CO₂ é adicionado na solução de bicarbonato a fim de descarbonatar o concentrado e formar aglomerados de carbonatos de cálcio fora os bicarbonatos.

[00020] O requerente também conhece os seguintes pedidos de patente europeia não publicados no campo de tratamento de água.

[00021] Pedido de Patente Europeia 11 175 012.1 descreve um método para a remineralização de água dessalinizada e doce contendo certo nível de dióxido de carbono por injeção de uma pasta fluida de carbonato de cálcio micronizado na água de alimentação.

[00022] Pedido de Patente Europeia 10 172 771,7 descreve um método para a remineralização de água dessalinizada e doce por injeção da pasta fluida de carbonato de cálcio micronizado.

[00023] Finalmente, Pedido de Patente Europeia 11 179 541,5 descreve um método para a remineralização de água combinando uma solução de carbonato de cálcio e água de alimentação.

[00024] Nos três pedidos de patentes europeias não publicadas do campo de tratamento de água nenhuma indicação é feita sobre a área de superfície específica (SSA) dos carbonatos alcalinos-terrosos usados. A partir do tamanho médio de partícula referido nos exemplos destes pedidos de patente não é possível calcular a área de superfície específica (SSA) dos produtos correspondentes. Nenhuma indicação é dada com relação à influência da área de superfície específica (SSA) em uma produção eficiente de uma solução de carbonato de hidrogênio alcalino-terroso.

[00025] Assim, considerando os inconvenientes dos processos conhecidos para mineralização ou remineralização de água, é o objeto da presente invenção prover um processo alternativo e melhorado para mineralização de água.

[00026] Outro objeto da presente invenção é prover um processo para mineralização de água que não requer um composto corrosivo e, assim, evita o perigo de incrustação, elimina a necessidade para equipamento resistente à corrosão, e proporciona um ambiente seguro para pessoas que trabalham na instalação. Também seria desejável prover um processo que fosse ambientalmente amigável e requerendo quantidades baixas de dióxido de carbono quando comparado à remineralização de água atual com os processos de cal.

[00027] Outro objeto da presente invenção é prover um processo para a mineralização de água, em que a quantidade de minerais pode ser ajustada para os valores requeridos.

[00028] Os objetos acima e outros são resolvidos pela provisão de um processo para a preparação de uma solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, o processo compreendendo as etapas de:

- a) fornecer água,
- b) fornecer, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos,

um carbonato alcalino-terroso e opcionalmente, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso em uma quantidade menor em relação ao carbonato alcalino-terroso, a, pelo menos, uma substância estando em uma forma seca ou em uma forma aquosa,

- c) fornecer CO₂,
- d) combinar ou:
 - (i) a água de etapa a), a, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso de etapa b) e o CO₂ de etapa c), ou
 - (ii) a água de etapa a) e a, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso de etapa b) a fim de obter uma suspensão aquosa alcalina da, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso e, subsequentemente, combinar a suspensão aquosa alcalina com o CO₂ de etapa c)

a fim de obter uma suspensão S resultante tendo um pH entre 6 e 9, a suspensão S resultante contendo partículas,

- e) filtrar, pelo menos, uma parte da suspensão S resultante, que é obtida na etapa d), passando a suspensão S resultante através de um dispositivo de filtração a fim de obter a solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso,

em que as partículas da suspensão S resultante, que é obtida na etapa d), representam uma área de superfície de partícula total (SSA_{total}) que é > 20.000 m²/tonelada da suspensão S resultante, e com a condição que uma adição do CO₂ de etapa c) não ocorre antes da

adição da, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso de etapa b).

[00029] Quando a área de superfície específica (SSA) da substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso é conhecida, então a superfície de partícula total da suspensão aquosa alcalina de etapa d) pode ser facilmente ajustada. Alternativamente, a área de superfície específica da substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso precisa ser determinada pelo método que é conhecido pelo versado na técnica e que é especificada no padrão ISO 9277.

[00030] De acordo com outro aspecto da presente invenção, é provido o uso de uma solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso para a produção de um carbonato alcalino-terroso precipitado e, em particular, para a produção de um carbonato de cálcio precipitado.

[00031] De acordo com outro aspecto da presente invenção, é provido o uso de uma solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso para a mineralização de água.

[00032] Ainda outro aspecto da presente invenção provê um processo para a mineralização de água, o processo compreendendo as seguintes etapas:

- I) fornecer água de alimentação,
- II) fornecer uma solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, e
- III) combinar a água de alimentação de etapa I) e a solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso de etapa II) a fim de obter água mineralizada.

[00033] Ainda outro aspecto da invenção é um processo para a

produção de um carbonato alcalino-terroso precipitado, o processo compreendendo as seguintes etapas:

- IV) fornecer uma solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, e
- V) aquecer a solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso de etapa IV) a fim de obter o carbonato alcalino-terroso precipitado e/ou
- VI) adicionar, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso ou óxido alcalino-terroso para a solução de etapa IV) para obter o carbonato alcalino-terroso precipitado.

[00034] As formas de realização vantajosas da presente invenção são definidas nas sub-reivindicações correspondentes.

[00035] De acordo com uma forma de realização da presente invenção, as partículas da suspensão S resultante representam uma área de superfície de partícula total (SSA_{total}) que está na faixa de 25.000 - 5.000.000 m²/tonelada, mais preferivelmente na faixa de 50.000 - 2.000.000 m²/tonelada, o mais preferivelmente na faixa de 200.000 - 600.000 m²/tonelada da suspensão S resultante.

[00036] O termo "área de superfície específica (SSA)", no significado da presente invenção, descreve a propriedade de material de pigmentos/minerais/sólidos que mede a área de superfície por grama de pigmentos. A unidade é m²/g.

[00037] O termo "área de superfície de partícula total (SSA_{total})", no significado da presente invenção, descreve a área de superfície total por tonelada de suspensão S.

[00038] De acordo com outra forma de realização, a, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso de etapa b) é selecionado dentro o grupo compreendendo mármore, calcário, giz, cal meio-queimada,

cal queimada, calcário dolomítico, dolomita calcária, dolomita meio-queimada, dolomita queimada, e carbonatos alcalinos-terrosos precipitados como carbonato de cálcio precipitado, por exemplo de estrutura de cristal mineral calcítica, aragonítica e/ou vaterítica, por exemplo, a partir de endurecimento de água pela adição de Ca(OH)_2 . O uso de mármore, calcário, giz e dolomita são preferidos porque eles são minerais de ocorrência natural e a turvação da qualidade final da água potável é garantida usando uma solução aquosa límpida compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso que é produzido usando estes minerais de ocorrência natural. Depósitos de mármore naturais estão principalmente contendo impurezas de silicato insolúveis em ácido e/ou água. No entanto, tais silicatos insolúveis em ácido e/ou água, às vezes coloridos não afetam a qualidade final da água com relação à turvação quando usando o produto que é preparado pelo processo da invenção.

[00039] Além disso, suspensões ou soluções preparadas usando minerais de ocorrência natural como mármore, calcário, giz ou dolomita estão contendo elementos de traço saudáveis essenciais melhorando a qualidade da água potável.

[00040] O, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso é preferivelmente hidróxido de cálcio e/ou hidróxido de magnésio. Devido ao fato de solubilidade muito baixa de Mg(OH)_2 em água comparado ao Ca(OH)_2 a velocidade de reação de Mg(OH)_2 com CO_2 é muito limitada e na presença de Ca(OH)_2 em suspensão a reação de CO_2 com Ca(OH)_2 é muito mais preferida. Surpreendentemente, usando o processo da invenção é possível produzir suspensão de carbonato de hidrogênio alcalino-terroso rica em $\text{Mg(HCO}_3)_2$ também na presença de Ca(OH)_2 na suspensão.

[00041] De acordo com ainda outra forma de realização a, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso de etapa b) tem um

tamanho de partícula mediano em peso (d_{50}) na faixa de 0,1 μm a 50 μm , e preferivelmente na faixa de 0,5 μm a 5 μm .

[00042] A, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso de etapa b) tem preferivelmente uma área de superfície específica (SSA) na faixa de 0,01 a 200 m^2/g , e mais preferivelmente na faixa de 1 a 100 m^2/g .

[00043] Em uma forma de realização preferida da presente invenção, a, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso de etapa b) tem um teor insolúvel de ácido clorídrico (HCl) de 0,02 a 90% em peso, preferivelmente de 0,05 a 15% em peso, com base no peso total da substância seca. O teor insolúvel de HCl pode ser, por exemplo, de minerais como quartzo, silicato, mica e/ou pirita.

[00044] De acordo com ainda outra forma de realização da presente invenção, a suspensão S resultante, que é obtida na etapa d), tem um teor de sólidos na faixa de 0,1 a 80% em peso, preferivelmente na faixa de 3 a 50% em peso, mais preferivelmente na faixa de 5 a 35% em peso, com base no peso total da suspensão S resultante.

[00045] A água de etapa a) é preferivelmente selecionada dentre água destilada, água de torneira, água dessalinizada, salmoura, água residual tratada ou água natural como água subterrânea, água da superfície ou água da chuva.

[00046] De acordo com uma forma de realização da presente invenção o CO_2 é selecionado dentre dióxido de carbono gasoso, dióxido de carbono líquido, dióxido de carbono sólido ou uma mistura gasosa de dióxido de carbono e, pelo menos, outro gás, e é preferivelmente dióxido de carbono gasoso. Quando o CO_2 é uma mistura gasosa de dióxido de carbono e, pelo menos, outro gás, então a mistura gasosa é um dióxido de carbono contendo

gás combustível exaurido de processos industriais como processos de combustão ou calcinação processada ou similares. CO_2 também pode ser produzido por reação de um carbonato alcalino e/ou alcalino-terroso com ácido. Quando uma mistura gasosa de dióxido de carbono e, pelo menos, outro gás é usada, então o dióxido de carbono está presente na faixa de 8 a cerca de 99% por volume, e preferivelmente na faixa de 10 a 25% por volume, por exemplo, 20% por volume. De acordo com uma forma de realização muito preferida, o CO_2 é CO_2 gasoso puro com uma pureza de $> 99\%$, por exemplo, uma pureza de $> 99,9\%$.

[00047] À luz de um conceito ecológico, é desejável seguir, na medida do possível, o protocolo de Kyoto sobre a redução de combustão de fontes petroquímicas e reduzir o CO_2 derivado de produtos petroquímicos de modo que o CO_2 usado para o processo tem um decaimento de ^{14}C a ^{12}C de, pelo menos, decaimento de 500, mais preferido, pelo menos, 800, o mais preferido, pelo menos, 900 por h e por g de C no CO_2 .

[00048] Seguindo o protocolo de Kyoto, também é desejável que a energia elétrica usada no processo da presente invenção seja derivada de energia solar, por exemplo, de painéis solares térmicos e/ou voltametria.

[00049] Em outra forma de realização preferida da presente invenção seguindo o protocolo de Kyoto, a quantidade de CO_2 usada, em moles, para produzir 1 mol de, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso na solução aquosa está na faixa de apenas 0,5 a 4 moles, preferivelmente na faixa de apenas 0,5 a 2,5 moles, mais preferivelmente na faixa de apenas 0,5 a 1,0 moles, e o mais preferivelmente na faixa de apenas 0,5 a 0,65 mol.

[00050] De acordo com outra forma de realização preferida da invenção, a solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso que é obtida na etapa e) tem uma dureza de 5 a 130 °dH, preferivelmente de 10 a 60 °dH, e o mais preferivelmente de 15 a 50 °dH.

[00051] Para a finalidade da presente invenção, a dureza refere-se à dureza alemã e é expressa em “graus de dureza alemã, °dH”. Neste aspecto, a dureza refere-se à quantidade total de íons alcalinos-terrosos na solução aquosa compreendendo o carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, e é medido por titulação complexométrica em pH 10 usando ácido etileno-diamina-tetra-acético (EDTA) e Eriocromo T como indicador de ponto equivalente.

[00052] A solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, e que é obtida na etapa e), tem preferivelmente um pH na faixa de 6,5 a 9, preferivelmente na faixa de 6,7 a 7,9, e o mais preferivelmente na faixa de 6,9 a 7,7, a 20°C.

[00053] De acordo com uma forma de realização da presente invenção, a solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, e que é obtida na etapa e), tem uma concentração de cálcio de 1 a 700 mg/l, preferivelmente de 50 a 650 mg/l, e o mais preferivelmente de 70 a 630 mg/l. De acordo com outra forma de realização a solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, e que é obtida na etapa e), ou etapa opcional f) tem uma concentração de magnésio de 1 a 200 mg/l, preferivelmente de 2 a 150 mg/l, e o mais preferivelmente de 3 a 125 mg/l.

[00054] De acordo com ainda outra forma de realização da presente invenção a solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, e que é obtida na etapa e), tem um valor de turvação de menor do que 1,0 NTU, preferivelmente de menor do que 0,5 NTU, e o mais preferivelmente de menor do que 0,3 NTU.

[00055] É preferido que, pelo menos, a etapa d) seja realizada a uma temperatura na faixa de 5 a 55°C, e preferivelmente na faixa de 20 a 45°C.

[00056] De acordo com uma forma de realização ainda mais preferida da presente invenção a solução aquosa obtida na etapa e) compreende:

- (x) um hidrogeno-carbonato de cálcio, preferivelmente com uma concentração de cálcio de 25 a 150 mg/l, como carbonato de cálcio, ou
- (xx) um hidrogeno-carbonato de magnésio, preferivelmente com uma concentração de magnésio de > 0 a 50 mg/l, ou
- (xxx) uma mistura de um hidrogeno-carbonato de cálcio e de magnésio, preferivelmente em uma concentração de cálcio e magnésio total de 25 a 200 mg/l, como carbonato de cálcio e carbonato de magnésio.

[00057] De acordo com uma forma de realização a mais preferida da presente invenção a solução aquosa obtida na etapa e) compreende:

um hidrogeno-carbonato de cálcio com uma concentração de cálcio de 45 mg/l, como carbonato de cálcio, ou

uma mistura de um hidrogeno-carbonato de cálcio e de magnésio com uma concentração de cálcio de 80 a 120 mg/l, como carbonato de cálcio, e uma concentração de magnésio de 20 a 30 mg/l, como carbonato de magnésio.

[00058] Uma mistura de hidrogeno-carbonato de cálcio e de magnésio pode ser obtida quando material contendo dolomita meio-queimada e/ou dolomita completamente queimada é usado como a substância compreendendo o carbonato alcalino-terroso. No significado da presente invenção, dolomita queimada compreende óxido de cálcio (CaO) e óxido de magnésio (MgO), enquanto dolomita meio-queimada compreende Mg na forma de óxido de magnésio (MgO) e Ca na forma de carbonato de cálcio (CaCO₃), mas também pode incluir alguma quantidade menor de óxido de cálcio (CaO).

[00059] Em uma forma de realização preferida da presente invenção, o processo é um processo contínuo. No entanto, o processo da presente invenção também pode ser realizado em um modo semibatelada. Neste caso, a

suspensão S resultante pode, por exemplo, representar uma área de superfície de partícula total (SSA_{total}) que está em torno de 1.000.000 m²/tonelada e é submetida ao processo da presente invenção. Então, o produto, isto é, a solução aquosa do carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, é descarregada do processo até a suspensão S resultante restante representar uma área de superfície de partícula total (SSA_{total}) que é > 20.000 m²/tonelada, e então uma nova quantidade da, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso em uma quantidade menor em relação ao carbonato alcalino-terroso é introduzido no processo. É notado que a superfície de partícula total pode ser determinada para cada ponto do processo contínuo por determinação da área de superfície específica (SSA) da suspensão S, assim como do teor no estado seco da suspensão S.

[00060] O mais preferivelmente, o processo contínuo é controlado pela quantidade de solução aquosa descarregada compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso e a medição do teor de sólido de suspensão S ou por titulação complexométrica ou por medição da condutividade da solução de carbonato de hidrogênio alcalino-terroso.

[00061] Em ainda outra forma de realização da presente invenção, o dispositivo de filtração de etapa e) é um filtro de membrana, como por exemplo, uma membrana microfiltração e/ou de ultrafiltração. Em uma forma de realização preferida, o dispositivo de filtração de etapa e) é um filtro de membrana de tubo com um tamanho de poro entre 0,02 µm e 0,5 µm, e preferivelmente entre 0,05 e 0,2 µm. Preferidos são filtros planos e/ou filtros de tubo. Os filtros de tubo têm preferivelmente um diâmetro do tubo interno de 0,1 a 10 mm, e mais preferivelmente de 0,1 a 5 mm. Em uma forma preferida as membranas são de material sinterizado, porcelana porosa ou polímeros sintéticos, como polietileno, Teflon® ou outros.

[00062] Outro objeto da presente invenção é o uso de uma solução

aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso obtido pelo processo da invenção para a produção de um carbonato alcalino-terroso precipitado e/ou hidromagnesita, e em particular, para a produção de um carbonato de cálcio precipitado e/ou hidromagnesita. Tais carbonatos alcalinos-terrosos precipitados e, em particular, um carbonato de cálcio precipitado e hidromagnesita são utilizáveis como cargas em muitas aplicações industriais, por exemplo, como cargas em papel, tinta ou plástico.

[00063] Outro objeto da presente invenção é o uso de uma solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso obtido pelo processo da invenção para a mineralização de água.

[00064] Outro objeto da presente invenção é um processo para a mineralização de água compreendendo as seguintes etapas: I) fornecer água de alimentação, II) fornecer uma solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, e III) combinar a água de alimentação de etapa I) e a solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso de etapa II) a fim de obter água mineralizada.

[00065] De acordo com uma forma de realização do processo para a mineralização de água, a solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso de etapa II) tem uma dureza que é, pelo menos, 3 °dH, e preferivelmente, pelo menos, 5 °dH maior do que a dureza da água de alimentação de etapa I).

[00066] De acordo com uma forma de realização preferida, a solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso de etapa II) tem uma dureza de, pelo menos, 15 °dH.

[00067] De acordo com outra forma de realização do processo para a mineralização de água, a água mineralizada tem uma concentração de cálcio, como carbonato de cálcio, de 1 a 700 mg/l, preferivelmente de 50 a 650 mg/l, e o mais preferivelmente de 70 a 630 mg/l. De acordo com ainda outra forma

de realização do processo para a mineralização de água, a água mineralizada tem uma concentração de magnésio, como carbonato de magnésio, de 1 a 200 mg/l, preferivelmente de 2 a 150 mg/l, e o mais preferivelmente de 3 a 125 mg/l.

[00068] Ainda outro objeto da presente invenção é um processo para a produção de um carbonato alcalino-terroso precipitado, o processo compreendendo as seguintes etapas:

- IV) fornecer uma solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, e
- V) aquecer a solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso de etapa IV) a fim de obter o carbonato alcalino-terroso precipitado, e/ou
- VII) adicionar, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso ou óxido alcalino-terroso para a solução de etapa IV) para obter o carbonato alcalino-terroso precipitado.

[00069] Por aquecimento da solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, a água é evaporada a partir da solução e depois de um certo ponto de tempo o carbonato alcalino-terroso começa a precipitar da solução.

[00070] De acordo com uma forma de realização preferida do processo para a produção de um carbonato alcalino-terroso precipitado, o carbonato alcalino-terroso precipitado é selecionado dentre um carbonato alcalino-terroso amorfo, como carbonato de cálcio ou carbonato de magnésio amorfo, carbonato de cálcio cristalino na forma calcítica, aragonítica ou vaterítica, magnesita e hidromagnesita, ou é uma mistura dos acima mencionados.

[00071] "Condutividade", no significado da presente invenção, é usada como um indicador inverso de quão livre de sal, livre de íons, ou livre de impureza a água medida está; quanto mais pura a água, menor a condutividade. A condutividade pode ser medida com um medidor de

condutividade e é especificada em S/m.

[00072] "Carbonato de cálcio triturado (GCC)", no significado da presente invenção, é um carbonato de cálcio obtido a partir de fontes naturais incluindo mármore, giz ou calcário, e processado através de um tratamento como trituração, peneiração e/ou fracionamento em estado molhado e/ou seco, por exemplo, por um ciclone.

[00073] "Carbonato de cálcio precipitado (PCC)", no significado da presente invenção, é um material sintetizado, geralmente obtido por precipitação seguindo a reação de dióxido de carbono e cal em um ambiente aquoso ou por precipitação de uma fonte de cálcio e carbonato em água ou por precipitação de íons de cálcio e carbonato, por exemplo, CaCl_2 e Na_2CO_3 , de solução. Carbonato de cálcio precipitado existe em três formas cristalinas primárias: calcita, aragonita e valerita, e existem muitos polimorfos diferentes (hábitos de cristal) para cada uma destas formas cristalinas. Calcita tem uma estrutura trigonal com hábitos de cristal típicos como escalenoédrica (S-PCC), romboédrica (R-PCC), hexagonal prismática, pinacoidal, coloidal (C-PCC), cúbico, e prismática (P-PCC). Aragonita é uma estrutura ortorrômbica com hábitos de cristal típicos de cristais prismáticos hexagonais geminados, assim como, uma variedade diversa de formatos prismáticos alongados finos, formas de lâminas encurvadas, piramidais agudas, cristais cinzelados, árvore ramificada e formas de tipo coral ou vermes.

[00074] Em todo o presente documento, o "tamanho de partícula" de um produto de carbonato de cálcio é descrito por sua distribuição de tamanhos de partículas. O valor d_x representa o diâmetro relativo ao qual $x\%$ em peso das partículas têm diâmetros menores do que d_x . Isto significa que o valor d_{20} é o tamanho de partícula em que 20% em peso de todas as partículas são menores, e o valor d_{75} é o tamanho de partícula em que 75% em peso de todas as partículas são menores. O valor d_{50} é assim o tamanho de partícula mediano em peso, isto é, 50% em peso de todos os grãos são maiores ou

menores do que este tamanho de partícula. Para a finalidade da presente invenção o tamanho de partícula é especificado como tamanho de partícula mediano em peso d_{50} , salvo indicado em contrário. Estes valores foram medidos usando um dispositivo Mastersizer 2000 da empresa Malvern Instruments GmbH, Alemanha.

[00075] O termo "mineralização" como usado na presente invenção refere-se ao aumento de íons minerais essenciais em água não contendo minerais de todo ou em quantidade insuficiente para obter água que seja palatável. Uma mineralização pode ser obtida por adição de, pelo menos, carbonato de cálcio na água a ser tratada. Opcionalmente, por exemplo, para os benefícios relacionados com a saúde ou para assegurar a ingestão apropriada de alguns outros íons minerais essenciais e elementos de traço, outras substâncias podem ser misturadas no carbonato de cálcio e então adicionadas na água durante o processo de remineralização. De acordo com as diretrizes nacionais na qualidade da água potável e saúde humana, o produto remineralizado pode compreender minerais adicionais contendo magnésio, potássio ou sódio, por exemplo, carbonato de magnésio, sulfato de magnésio, carbonato de hidrogênio de potássio, carbonato de hidrogênio de sódio ou outros minerais contendo elementos de traço essenciais.

[00076] As substâncias utilizáveis para uso no processo da invenção para preparar uma solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso são cálcio natural e/ou carbonato de magnésio contendo substâncias inorgânicas ou sais, ou cálcio sintético e/ou carbonato de magnésio contendo substâncias inorgânicas ou sais.

[00077] As substâncias inorgânicas de ocorrência natural utilizáveis são, por exemplo, mármore, calcário, giz, mármore dolomítico e/ou dolomita. As substâncias sintéticas são, por exemplo, carbonatos de cálcio precipitados na forma cristalina calcítica, aragonítica e/ou vaterítica. No entanto, as substâncias inorgânicas de ocorrência natural são preferidas porque elas

inerentemente contêm alguns elementos de traço essenciais.

[00078] "Turvação", no significado da presente invenção, descreve a nebulosidade ou opacidade de um fluido causado por partículas individuais (sólidos colocados em suspensão) que são geralmente invisíveis a olho nu. A medição de turvação é um teste chave da qualidade da água e pode ser realizada com um nefelômetro. As unidades de turvação a partir de um nefelômetro calibrado como usado na presente invenção são especificados como unidades de turvação nefelométricas (NTU).

[00079] O processo da invenção para a preparação de uma solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso compreende as etapas de: a) fornecer água, b) fornecer, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e opcionalmente, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso em uma quantidade menor em relação ao carbonato alcalino-terroso, a, pelo menos, uma substância estando em uma forma seca ou em uma forma aquosa, c) fornecer CO₂, d) combinar ou: (i) a água de etapa a), a, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso de etapa b) e o CO₂ de etapa c), ou (ii) a água de etapa a) e a, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos, um carbonato terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso de etapa b) a fim de obter uma suspensão aquosa alcalina da, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso e, subsequentemente, combinar a suspensão aquosa alcalina com o CO₂ de etapa c) a fim de obter uma suspensão S resultante tendo um pH entre 6 e 9, a suspensão S resultante contendo partículas, e) filtrar, pelo menos, uma parte da suspensão S resultante, que é obtida na etapa d), por passagem da suspensão S resultante através de um dispositivo de filtração a fim de obter a solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de

hidrogênio alcalino-terroso, em que as partículas da suspensão S resultante, que é obtida na etapa d), representam uma área de superfície de partícula total (SSA_{total}) que é $> 20.000 \text{ m}^2/\text{tonelada}$ da suspensão S resultante, e com a condição que uma adição do CO_2 de etapa c) não ocorre antes da adição da, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso de etapa b).

[00080] O processo de acordo com a presente invenção é preferivelmente realizado em um sistema de reator que compreende, pelo menos, um tanque, pelo menos, um dispositivo de filtração, e meios de conexão do tanque e o, pelo menos, um dispositivo de filtração, como tubos ou canos. Além disso, o sistema de reator também pode compreender o equipamento de medição, como unidades de medição de pressão, temperatura, pH, turvação, e outros.

[00081] O tanque é equipado com um agitador, pelo menos, uma entrada para a água, o dióxido de carbono e a substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso. Conectado ao tanque, está também um dispositivo de filtração onde, pelo menos, uma parte da suspensão S resultante tendo um pH entre 6 e 9 e que é preparado no tanque é passado através a fim de obter a solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso.

[00082] Preferivelmente, pelo menos, uma parte da solução deixando o dispositivo de filtração é coletada a fim de obter a solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso. No entanto, se o valor de turvação observado da solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso de modo que sai do dispositivo de filtração for verificado como estando acima de 1,0 NTU, então, a solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato

de hidrogênio alcalino-terroso é recirculada no reator.

[00083] A água que pode ser usada no processo da invenção pode ser derivada de várias fontes. A água preferivelmente tratada pelo processo da presente invenção é água do mar dessalinizada, água salobra ou salmoura, água residual tratada ou água natural como água subterrânea, água da superfície ou água da chuva.

[00084] De acordo com outra forma de realização exemplar da presente invenção, água do mar ou água salobra é primeiramente bombeada fora do mar pelas entradas em mar aberto ou entradas de subsuperfície como poços, e então sofre pré-tratamentos físicos como processos de peneiração, sedimentação ou de remoção de areia. Dependendo da qualidade da água requerida, as etapas de tratamento adicionais como a coagulação e a floculação podem ser necessárias a fim de reduzir a incrustação potencial sobre as membranas. A água do mar pré-tratada ou água salobra pode então ser destilada, por exemplo, usando destilação instantânea de múltiplos estágios, destilação de múltiplos efeitos, ou filtração por membrana como ultrafiltração ou osmose reversa, para remover os particulados restantes e as substâncias dissolvidas.

[00085] Uma válvula de controle de fluxo ou outros meios podem ser usados para controlar a taxa de fluxo de dióxido de carbono na corrente. Por exemplo, um bloco de dosagem de CO₂ e um dispositivo de medição em linha de CO₂ podem ser usados para controlar a taxa de fluxo de CO₂. De acordo com uma forma de realização exemplar da invenção, o CO₂ é injetado usando uma unidade combinada compreendendo uma unidade de dosagem de CO₂, um misturador estático e um dispositivo de medição em linha de CO₂.

[00086] A dose de dióxido de carbono é preferivelmente controlada pelo pH da solução aquosa de carbonato de hidrogênio alcalino-terroso produzida.

[00087] A suspensão aquosa alcalina formada no sistema de reator tem

um teor de sólidos na faixa de 0,1 a 80% em peso, preferivelmente na faixa de 3 a 50% em peso, mais preferivelmente na faixa de 5 a 35% em peso, com base no peso total da suspensão S resultante.

[00088] A substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso de modo que é dosada no tanque pode ser em uma forma seca ou em uma forma aquosa. Preferivelmente, a substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso tem um tamanho de partícula mediano em peso (d_{50}) na faixa de 0,1 μm a 50 μm , e preferivelmente na faixa de 0,5 μm a 5 μm . De acordo com uma forma de realização da presente invenção, a substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso é preferivelmente um carbonato de cálcio triturado (GCC) como mármore, calcário ou giz; ou uma dolomita.

[00089] De acordo com outra forma de realização da presente invenção, a substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso tem um teor de HCl insolúvel de 0,02 a 90% em peso, preferivelmente de 0,05 a 15% em peso, com base no peso total da substância seca. O teor de HCl insolúvel pode ser, por exemplo, minerais como quartzo, silicato, mica e/ou pirita.

[00090] De acordo com ainda outra forma de realização da presente invenção, a suspensão aquosa da, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso em uma quantidade menor em relação ao carbonato alcalino-terroso, e recentemente preparado por mistura da água e da substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso em uma quantidade menor em relação ao carbonato alcalino-terroso. A preparação no sítio da suspensão aquosa pode ser preferida porque a pré-mistura das suspensões aquosas pode requerer a adição de outros agentes como estabilizadores ou

biocidas, que podem ser compostos não desejados na água remineralizada. De acordo com uma forma de realização preferida da presente invenção, o período de tempo entre a preparação da suspensão aquosa e a injeção da suspensão aquosa é curto o suficiente para evitar o crescimento bacteriano na suspensão aquosa. De acordo com uma forma de realização exemplar, o período de tempo entre a preparação da suspensão aquosa e a injeção da suspensão aquosa é menor do que 48 horas, menor do que 24 horas, menor do que 12 horas, menor do que 5 horas, menor do que 2 horas ou menor do que 1 hora. De acordo com outra forma de realização da presente invenção, a suspensão aquosa injetada atende às exigências de qualidade microbiológica especificadas pelas diretrizes nacionais para água potável.

[00091] A suspensão aquosa da, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso em uma quantidade menor em relação ao carbonato alcalino-terroso pode ser preparada, por exemplo, usando um misturador como um agitador mecânico para pastas fluidas diluídas, ou um dispositivo de mistura de pó-líquido específico para pastas fluidas mais concentradas. Dependendo da concentração da suspensão aquosa preparada, o tempo de mistura pode estar na faixa de 0,5 a 30 min, de 1 a 20 min, de 2 a 10 min, ou de 3 a 5 min. De acordo com uma forma de realização da presente invenção, a suspensão aquosa é preparada usando uma máquina misturadora, em que a máquina misturadora permite a mistura e a dosagem simultâneas da suspensão aquosa.

[00092] A água usada para preparar a suspensão aquosa pode ser, por exemplo, água destilada, água de alimentação ou água industrial. De acordo com uma forma de realização preferida da presente invenção, a água usada para preparar a suspensão aquosa é água de alimentação, por exemplo, permeado ou destilado obtido a partir de um processo de dessalinização.

[00093] De acordo com uma forma de realização, a solução aquosa

compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso é injetada diretamente em uma corrente de água de alimentação. Por exemplo, uma solução clara compreendendo carbonato de hidrogênio alcalino-terroso pode ser injetada na corrente de água de alimentação a uma taxa controlada por meio de uma medição da condutividade contínua.

[00094] De acordo com uma forma de realização, o valor do parâmetro pré-determinado é um valor de pH, em que o valor de pH é de 6,5 a 9, preferivelmente de 7 a 8.

[00095] A Figura 1 se destina a ilustrar o processo de acordo com a presente invenção.

[00096] A Figura 1 exemplifica uma forma de realização da presente invenção. O processo de acordo com a presente invenção é preferivelmente realizado em um sistema de reator que compreende um tanque (1) que é equipado com um agitador (2), pelo menos, uma entrada (não mostrada) para a água, dióxido de carbono e a, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso assim como, um dispositivo de medição de pH (não mostrado). A, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso em uma quantidade menor em relação ao carbonato alcalino-terroso pode ser introduzido no tanque em um estado seco ou aquoso. É conectado ao reator pelo menos um dispositivo de filtração (4) que tem uma saída para a solução aquosa compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso. Quando se tem mais do que um dispositivo de filtração presente, então eles podem ser ou dispostos em paralelo, ou um em linha (em série), ou um paralelo e um modo em linha. O dispositivo de filtração (4) é preferivelmente um filtro de membrana. O dispositivo de filtração (4) é conectado ao tanque (1) de modo que é possível uma recirculação de uma parte da suspensão do dispositivo de filtração (4) no tanque (1), se requerido.

[00097] A, pelo menos, uma substância compreendendo, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso e o opcional, pelo menos, um hidróxido alcalino-terroso (6) em uma quantidade menor em relação ao carbonato alcalino-terroso, a água (14) e o CO₂ são introduzidos no tanque (1) via a, pelo menos, uma entrada (não mostrada) e são agitados com agitador (2) a fim de obter a suspensão S resultante tendo um pH entre 6 e 9. Então, a suspensão S resultante é alimentada (8) ao dispositivo de filtração (4), onde as partículas mais grosseiras, isto é, todas as partículas tendo um tamanho de, pelo menos, 0,2 µm, que estão contidas na suspensão são retidas no dispositivo de filtração (4), e uma solução aquosa límpida compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso é obtida. Pelo menos, uma parte da solução aquosa límpida compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso é descarregada (10) a partir do dispositivo de filtração (4).

[00098] A taxa de fluxo da suspensão S através do dispositivo de filtração (4) é, pelo menos, 1 m/s, e preferivelmente está na faixa de 1,5 a 10 m/s, e o mais preferivelmente na faixa de 3 a 6 m/s.

[00099] Opcionalmente, outros tratamentos (16) podem ser realizados, como, por exemplo, um tratamento mecânico ou a adição de biocidas ou outros aditivos a fim de mudar o pH da solução (por exemplo, adição de uma base como NaOH), a condutividade da solução, ou a dureza da solução. Como outra opção, a solução aquosa límpida compreendendo, pelo menos, um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso descarregado a partir do dispositivo de filtração pode ser diluída com mais água (14). As partículas mais grosseiras contidas na suspensão e que são retidas no dispositivo de filtração podem opcionalmente ser recirculadas (12) ao reator a fim de serem disponíveis para outra conversão.

[000100] De acordo com uma forma de realização a taxa de fluxo da água de alimentação é de 20.000 a 500.000 m³ por dia.

[000101] O processo da invenção pode ser usado para produzir água potável, água de uso recreacional, como água para piscinas, água industrial para aplicações em processos, água de irrigação, ou água para a produção de carbonatos alcalinos-terrosos purificados.

[000102] De acordo com uma forma de realização a solução de carbonato de hidrogênio alcalino-terroso obtida pelo processo da invenção tem uma concentração de cálcio de 1 a 700 mg/l, como CaCO_3 , preferivelmente de 50 a 650 mg/l, como CaCO_3 , e o mais preferido de 70 a 630 mg/l, como CaCO_3 . Em caso em que a pasta fluida compreende outro sal de magnésio como hidrogeno-carbonato de magnésio, ou sulfato de magnésio, a solução de carbonato de hidrogênio alcalino-terroso obtido pelo processo da invenção pode ter uma concentração de magnésio de 1 a 200 mg/l, como MgCO_3 , preferivelmente de 2 a 150 mg/l, como MgCO_3 , e o mais preferivelmente de 3 a 125 mg/l, como MgCO_3 .

[000103] De acordo com uma forma de realização da presente invenção, a solução de carbonato de hidrogênio alcalino-terroso tem uma turvação menor do que 1,0 NTU, preferido menor do que 0,3 NTU.

EXEMPLOS

Área de superfície específica (SSA) de um material

[000104] A área de superfície específica (SSA) foi medida usando um Malvern Mastersizer 2000 (com base na equação de Fraunhofer).

Distribuição de tamanho de partícula (% em massa de partículas com um diâmetro < X) e diâmetro mediano em peso (d_{50}) de um material particulado

[000105] Diâmetro mediano em peso de grão e distribuição em massa de diâmetro dos grãos de um material particulado foram determinados usando um Malvern Mastersizer 2000 (com base na equação de Fraunhofer).

pH de uma suspensão aquosa

[000106] O pH foi medido usando um medidor de pH Mettler-Toledo. A

calibração do eletrodo de pH foi realizada usando padrões de valores de pH de 4,01, 7,00 e 9,21.

Teor de sólidos de uma suspensão aquosa

[000107] O teor de sólidos em suspensão (também conhecido como "peso no estado seco") foi determinado usando um Analisador de Umidade HR73 da empresa Mettler-Toledo, Suíça, com as seguintes configurações: temperatura de 120°C, desligamento automático 3, secagem padrão, 5 a 20 g de suspensão.

Turvação

[000108] A turvação foi medida com um medidor de turvação laboratorial de Hach Lange 2100AN IS e a calibração foi realizada usando padrões de turvação StabCal (padrões de formazina) de < 0,1, 20, 200, 1000, 4000 e 7500 NTU.

Determinação da dureza (dureza alemã; expressa em "°dH")

[000109] A dureza refere-se à quantidade total de íons alcalinos-terrosos na solução aquosa compreendendo o carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, e é medida por titulação complexométrica usando ácido etileno-diamina-tetra-acético (EDTA; nome comercial Titriplex III) e Eriochrome T como indicador de ponto equivalente.

[000110] EDTA (agente quelante) forma com os íons Ca^{2+} e Mg^{2+} complexos de quelatos solúveis e estáveis. 2 ml de uma solução de amônia a 25%, um tampão de acetato de amônia/amônio (pH 10) e indicador Black T Eriochrome foram adicionados a 100 ml de uma amostra de água a ser testada. O indicador e o tampão são geralmente disponíveis como assim chamados "tablete de tampão indicador". O indicador, quando mascarado com um corante amarelo, forma um complexo de cor vermelha com os íons Ca^{2+} e Mg^{2+} . No final da titulação, que é quando todos os íons são ligados pelo agente quelante, o indicador Black T Eriochrome restante está em sua forma livre que mostra uma cor verde. Quando o indicador não é mascarado, então a

cor muda de magenta para azul. A dureza total pode ser calculada a partir da quantidade de EDTA que foi usada.

[000111] A tabela abaixo mostra uma conversão para as unidades diferentes da dureza da água.

Conversão para as unidades diferentes da dureza da água ^[1]							
		°dH	°e	°fH	ppm	mval/l	mmol/l
Dureza alemã	1 °dH =	1	1,253	1,78	17,8	0,357	0,1783
Dureza inglesa	1 °e =	0,798	1	1,43	14,3	0,285	0,142
Dureza francesa	1 °fH =	0,560	0,702	1	10	0,2	0,1
ppm CaCO ₃ (USA)	1 ppm =	0,056	0,07	0,1	1	0,02	0,01
mval/l íons alcalinos terrosos	1 mval/l =	2,8	3,51	5	50	1	0,50
mmol/l íons alcalinos terrosos	1 mmol/l =	5,6	7,02	10,00	100,0	2,00	1

^[1] Neste aspecto a unidade ppm é usada no significado de 1 mg/l de CaCO₃.

[000112] O dióxido de carbono usado nos exemplos é comercialmente disponível como "Kohlendioxid 3.0" de PanGas, Dagmarsellen, Suíça. A pureza foi de $\geq 99,9\%$ em volume.

Exemplos

Os exemplos da técnica anterior foram preparados no seguinte modo

[000113] Os exemplos da técnica anterior mostram pastas fluidas diferentes com várias concentrações de carbonato de cálcio que foram preparados a partir de rochas de carbonato diferentes e dosados para água de alimentação em um modo em batelada.

[000114] A água de alimentação foi obtida a partir de um processo de dessalinização por osmose reversa e foi acidificada com cerca de 50 mg/l de CO₂. As pastas fluidas foram preparadas por mistura de uma quantidade apropriada de carbonato de cálcio com 100 ml de água de alimentação em temperatura ambiente usando um agitador magnético, com agitação entre 1000 e 1500 rpm e um tempo de mistura entre 3 e 5 min.

[000115] A remineralização foi realizada por adição da pasta fluida em quantidades pequenas a cerca de um litro da água de alimentação acidificada, em que a pasta fluida e a água de alimentação foram misturadas usando um agitador magnético, com agitação entre 1000 e 1500 rpm e um tempo de mistura de 2 minutos. Após cada adição de pasta fluida, uma amostra foi

tomada a partir da água de alimentação tratada para controlar a alcalinidade, turvação, condutividade, pH, temperatura. Uma concentração de cálcio final de 125 mg/l como CaCO_3 foi escolhida como alvo para a remineralização de água de alimentação. 125 mg de CaCO_3 /l representa uma concentração de 0,0125% em peso. Para cada amostra a turvação da água remineralizada foi medida diretamente após mistura e após um período de assentamento de mínimo 60 minutos. A turvação medida nas amostras assentadas foi realizada a fim de observar o impacto de sedimentação no processo de remineralização.

[000116] A turvação foi medida com um medidor de turvação laboratorial de Hach Lange 2100AN IS e a calibração foi realizada usando padrões de turvação StabCal (padrões de formazina) de < 0,1, 20, 200, 1000, 4000 e 7500 NTU.

[000117] A alcalinidade total foi medida com um titulador Mettler-Toledo T70 usando o software de titulação LabX Light relacionado. Um eletrodo de pH DGi111-SG foi usado para esta titulação de acordo com o método M415 Mettler-Toledo correspondente da brochura de aplicação 37 (análise da água). A calibração do eletrodo de pH foi realizada usando padrões Mettler-Toledo de valores de pH 4,01, 7,00 e 9,21.

Exemplo 1 – Pasta fluida A

[000118] Duas pastas fluidas tendo uma concentração de carbonato de cálcio de 0,5 e 5% em peso, com base no peso total da pasta fluida, foram preparadas a partir de carbonato de cálcio micronizado derivado de mármore (Salses, França) tendo um tamanho de partícula médio de 3,5 μm e um teor de HCl insolúvel de 0,2% em peso, com base no peso total do carbonato de cálcio.

[000119] Os resultados compilados na tabela 1 mostram valores de turvação similares para ambos os processos de remineralização com pastas fluidas de CaCO_3 de 0,5% em peso e 5% em peso. Após um período de assentamento, as amostras apresentaram os valores de turvação menores do

que 0,5 NTU.

Exemplo 2 – Pasta fluida B

[000120] Três pastas fluidas tendo uma concentração de carbonato de cálcio de 0,5, 1 e 10% em peso, com base no peso total da pasta fluida, foram preparadas a partir de carbonato de cálcio micronizado derivado de mármore (Bathurst, Austrália) tendo um tamanho de partícula médio de 2,8 μm e um teor de HCl insolúvel de 1,5% em peso, com base no peso total do carbonato de cálcio.

[000121] Os resultados compilados na tabela 1 mostram valores de turvação similares para todos os três processos de remineralização. No entanto, os valores de turvação medidos para as amostras assentadas tomadas após dois minutos de remineralização são maiores do que os de exemplo 1, o que pode ser devido à diferença no teor de HCl insolúvel do carbonato de cálcio de mármore.

Exemplo 3 – Pasta fluida C

[000122] Uma pasta fluida tendo uma concentração de carbonato de cálcio de 5% em peso, com base no peso total da pasta fluida, foi preparada a partir de carbonato de cálcio micronizado derivado calcário (Orgon, França) tendo um tamanho de partícula médio de 3 μm , uma área de superfície específica (SSA) de 2,6 m^2/g , e um teor de HCl insolúvel de 0,1% em peso, com base no peso total do carbonato de cálcio.

[000123] Os resultados compilados na tabela 1 mostram que o valor de turvação medido para a amostra assentada é bem menor em comparação aos valores de exemplo 1 e 2, o que pode ser devido às estruturas geológicas diferentes das rochas de carbonato.

Suspensão	Concentração da pasta fluida (% em peso)	Turvação (NTU)		Alcalinidade amostra fresca (mg/l de CaCO ₃)
		Amostra fresca	Amostra assentada	
A	0,5	35	0,44	100
A	5,0	32	0,45	120
B	0,5	26	3,90	115
B	1,0	25	3,50	112
B	10,0	24	3,30	119
C	5,0	20	0,21	117

Tabela 1

[000124] Os resultados compilados na tabela 1 mostram uma turvação forte das amostras frescas e para a maioria das amostras ainda após assentamento.

Exemplo 4 - Tamanhos de partículas diferentes

[000125] Três pastas fluidas tendo uma concentração de carbonato de cálcio de 5% em peso, com base no peso total da pasta fluida, foram preparadas a partir de carbonato de cálcio micronizado derivado de mármore, tendo um tamanho de partícula de 3,5, 9, e 20 µm, respectivamente, e um teor de HCl insolúvel de 0,2% em peso, com base no peso total do carbonato de cálcio.

[000126] Os resultados compilados na tabela 2 mostram que, após um período de assentamento, a turvação da água remineralizada com um tamanho de partícula maior, isto é, 20 µm, tem um valor de turvação inferior em comparação com uma turvação da água remineralizada com o tamanho de partícula menor, isto é, 3,5 µm o que é lógico devido ao fato que as partículas grosseiras assentam bem mais rápido em comparação com as partículas finas.

Tamanho de partícula médio (µm) SSA (m ² /g) SSA (m ² /m ³)	Turvação (NTU)		Alcalinidade amostra fresca (mg/l de CaCO ₃)
	Amostra fresca	Amostra assentada	
3,5 2,61 326 9 1,75 219 20 0,94 118	32	0,45	120
	22	0,36	78
	27	0,31	67

Tabela 2

[000127] Os resultados compilados na tabela 2 mostram uma turvação

forte para as amostras frescas. Após um período de assentamento a água que foi remineralizada com um tamanho de partícula maior, isto é, 20 μm , mostra um valor de turvação inferior comparado com a água que foi remineralizada com um tamanho de partícula menor, isto é, 3,5 μm , o que é considerado como sendo lógico devido ao fato de que as partículas grosseiras assentam muito mais rápido do que as finas, mas a turvação da amostra irá aumentar imediatamente se a amostra for agitada.

[000128] Carbonato de cálcio com base em mármore tendo um diâmetro mediano em peso (d_{50}) de 3,5 μm representa aproximadamente uma superfície de partícula total de 2,61 m^2/g correspondendo a 326,3 $\text{m}^2/\text{tonelada}$ de suspensão a 0,0125% em peso de sólidos.

[000129] Carbonato de cálcio com base em mármore tendo um diâmetro mediano em peso (d_{50}) de 9 μm representa aproximadamente uma superfície de partícula total de 1,75 m^2/g correspondendo a 218,8 $\text{m}^2/\text{tonelada}$ de suspensão a 0,0125% em peso de sólidos.

[000130] Carbonato de cálcio com base em mármore tendo um diâmetro mediano em peso(d_{50}) de 20 μm representa aproximadamente uma superfície de partícula total de 0,94 m^2/g correspondendo a 117,5 $\text{m}^2/\text{tonelada}$ de suspensão a 0,0125% em peso de sólidos.

[000131] Pode ser derivado a partir da informação acima que a taxa de dissolução de carbonato de cálcio é reduzida pela superfície específica reduzida das partículas de carbonato de cálcio que estão presentes na suspensão.

Exemplos relacionados com a invenção

[000132] Um diagrama de fluxo de processo geral do processo de acordo com a presente invenção é mostrada na figura 1.

[000133] A água de alimentação usada nos exemplos da invenção foi obtida a partir de um equipamento de troca iônica de Christ, Aesch, Suíça Typ Elite IBTH, a água de alimentação tendo a seguinte especificação da água

após o trocador iônico:

Sódio 169 mg/l

Cálcio 2 mg/l

Magnésio < 1 mg/l

°dH 0,3

[000134] As seguintes vias de processo diferentes foram usadas para exemplificar o processo de acordo com a presente invenção:

[000135] **Processo A** (Figura 1) A suspensão do reator passa em um moinho sem contas de trituração no moinho. Este processo é procurado para exemplificar a forma de realização da invenção.

Exemplo 5 - Microdol A extra (Dolomita)

[000136] No presente exemplo, Microdol A extra, uma dolomita obtida da empresa Norwegian Talc, Knarrevik, foi usado como o, pelo menos, um carbonato alcalino-terroso. A reação e as condições de operação são dadas na tabela 3.

[000137] **Processo A, 23 °C (temperatura do tanque)**

Sólidos de Alimentação % em peso	CO ₂ ml/min g/h Mol/h	°dH Permeado	1/h de Permeado	1/h de Permeado a 10 °dH Mol CaCO ₃ /h	Pressão da membrana	1/h/m ² Permeado a 10 °dH	Permeado pH	<i>d</i> ₁₀ <i>d</i> ₅₀ <i>d</i> ₉₀ SSA
15	100 11,8 0,268	25	63	158 0,282	1	264	7,4	0,35 µm 2,67 µm 10,23 µm 2,24 m ² /g
15	150 17,7	30	55	165	1,5	276	7,35	
15	200 23,6	32	51	162	1,5	270	7,25	
15	200 23,6	32,5	47	151	2	252	7,14	

Tabela 3

[000138] A superfície mineral total das partículas na suspensão desta experiência representa 336.000 m²/tonelada de suspensão.

[000139] A razão de CaCO₃ em moles produzido para CO₂ em moles usado neste exemplo é 1:0,54

Exemplo 6 – Mármore

[000140] No presente exemplo, um mármore vendido sob o nome comercial "Omyacarb 10 AV" da empresa Omya International, Suíça, foi usado como o carbonato alcalino-terroso. O teor de HCl insolúvel foi de 0,7% em peso. A reação e as condições de operação são dadas na tabela 4.

[000141] Processo A, 27°C (temperatura do tanque)

Sólidos de alimentação % em peso	CO ₂ ml/min g/h Mol/h	°dH Permeado	1/h de Permeado	1/h de Permeado a 10 °dH Mol CaCO ₃ /h	Pressão da membrana	1/h/m ² Permeado a 10 °dH	Permeado pH	<i>d</i> ₁₀ <i>d</i> ₅₀ <i>d</i> ₉₀ SSA
15	50 5,9 0,134	32,5	35	115 0,205	1,5	192	6,55	0,48 µm 5,43 µm 16,98 µm 1,52 m ² /g

Tabela 4

[000142] A superfície mineral total das partículas na suspensão desta experiência representa 228.000 m²/tonelada de suspensão.

[000143] A razão de CaCO₃ em moles produzido para CO₂ em moles usado neste exemplo é de 1 : 0,65

Exemplo 7 - Mármore, Noruega

[000144] Processo A, 20°C (temperatura do tanque)

[000145] Mármore da Noruega triturado fino (Molde, Noruega) foi disperso em água de torneira (3 °dH, pH 7,4) a um teor de sólidos de 35% em peso usando 0,72% em peso, com base no peso seco do mármore, de polifosfato de sódio, e 0,21% em peso de ácido fosfórico para formar uma suspensão. A suspensão tem uma condutividade de 2 580 µS/cm.

[000146] A suspensão foi bombeada no modo de circulação a uma taxa de 3200 1/h do reator passando em um módulo de membrana de 0,2 m² (Microdyn-Módulo MD 063 TP 2N) e foi então recirculada no tanque. CO₂ foi dosado após a bomba, mas antes do módulo de membrana.

[000147] A bomba foi acionada por um misturador de energia elétrica solar (Solarcenter Muntwiler, Suíça, www.solarcenter.ch) e instalação de energia nuclear. Figura 2 mostra o medidor elétrico do posto de energia solar

que foi usado para gerar a energia elétrica que foi usada neste exemplo. O posto de energia solar compreende aproximadamente 25 m² de painéis solares. A energia elétrica total usada neste caso foi de 5,5 kWh; a parte da energia solar foi de 1,5 kWh. (1,1 a 1,9 kWh).

Sólidos de alimentação % em peso	CO ₂ ml/min	°dH Permeado	l/h de Permeado a 10 °dH Mol CaCO ₃ /h	Pressão da membrana	l/h/m ² Permeado a 10 °dH	Permeado pH	d ₁₀ d ₅₀ d ₉₀ SSA	% de Energia solar
35	50	13	49,8 0,089	1	249	7,1	0,33 µm 0,87 µm 1,92 µm 3,40 m ² /g	27%

[000148] A superfície mineral total das partículas na suspensão desta experiência representa 1.197.385 m²/tonelada de suspensão.

Exemplo 8 - Experiências em escala piloto

[000149] Estes exemplos apresentam experiências para a preparação de soluções aquosas de hidrogeno-carbonato de cálcio em escala piloto. A solução obtida de hidrogeno-carbonato de cálcio é então usada para a remineralização e água mole, que pode ser, por exemplo, água mole natural a partir de fontes de água subterrânea ou de água de superfície, água dessalinizada de osmose reversa ou destilação, água da chuva. As experiências foram realizadas usando produtos de carbonato de cálcio diferentes como matéria-prima para a preparação de suspensão de carbonato de cálcio, a seguir pastas fluidas, e as soluções resultantes de hidrogeno-carbonato de cálcio obtidas após a dosagem de dióxido de carbono.

[000150] A seguinte tabela 5 resume as propriedades do carbonato de cálcio usado durante as experiências de piloto de remineralização com um volume de pasta fluida inicial de 1200 L.

Tabela 5

Amostras ^[1]	Rocha de carbonato de cálcio	d ₅₀ [µm]	CaCO ₃ [% em peso]	HCl insolúvel [% em peso]
A	mármore	13,7	96,6	0,6
B	mármore	2,7	96,0	1,0
C	calcário	7,8	99,5	0,1
D	calcário	4,3	99,5	0,1

[1] Deve ser notado que todos dos carbonatos de cálcio acima listados são comercialmente disponíveis de Omya, Suíça.

[000151] A seguinte tabela 6 resume as propriedades das pastas fluidas dos produtos de carbonato de cálcio que foram usados para as experiências presentes.

Tabela 6

Composição da suspensão de partida			
Pasta fluida	Produto	Concentração de suspensão alvo (% em peso)	Tamanho de partícula médio (µm) SSA (m ² /g) SSA total esperado (m ² / t)
1	A	2	13,7 1,3 26'600
2	B	2	2,7 3,9 78'000
3	C	2	7,8 1,7 34'800
4	D	7	4,3 2,3 162'400

[000152] As suspensões de carbonato de cálcio mencionadas na tabela 6 (ou "pastas fluidas") foram preparadas por mistura do pó de carbonato de cálcio micronizado e água de osmose reversa (água RO). A água RO foi produzida no local usando uma unidade de osmose reversa e tem a qualidade média como descrito na seguinte tabela 7.

[000153] Tabela 7

	pH	Condutividade (µS/cm)	Turvação (NTU)
Água RO	6,4 – 6,6	10 – 25	< 0,1

[000154] O tanque foi cheio completamente com a respectiva suspensão de carbonato de cálcio. Então, a suspensão de carbonato de cálcio foi bombeada a partir do tanque para o moinho (sem contas de trituração no moinho), e a partir daí para o dispositivo de filtração de membrana para filtração. O moinho foi usado como ponto de dosagem para o dióxido de carbono que é requerido para a dissolução do carbonato de cálcio na água. O carbonato de hidrogênio dissolvido obtido então passado através da membrana, enquanto o carbonato de cálcio não dissolvido foi alimentado de volta para o tanque. Dentre os diferentes parâmetros da água, a condutividade

foi usada como um fundamento para medir a quantidade de carbonato de hidrogênio dissolvido obtido por este processo.

[000155] As condições para a dosagem de dióxido de carbono e carbonato de cálcio podem ser derivadas a partir da tabela 8.

Tabela 8

Taxa de fluxo de concentrado (L/h)	Concentração alvo (mg/L como CaCO ₃)	Taxa de fluxo de CO ₂ (L/min)	Razão CO ₂ / CaCO ₃ estequiométrica alvo (x-vezes)	Razão CO ₂ / concentrado (L CO ₂ / L concentrado)
500	500	5	5	0,06

[000156] A seguinte tabela 9 resume os resultados obtidos no final de dias completos de testes (6 - 7 horas por dia) durante 1 a 3 dias de pasta fluida 1 (com um teor de sólidos de 2% em peso de amostra A) e pasta fluida 2 (com um teor de sólidos de 2% em peso de amostra B).

Tabela 9

Início			Final					
Tes te	Pasta fluida	início d_{50} [μm]	Dias testes	[suspensão] _f	$d_{50\ f}$ [μm]	SSA _f (m ² /g)	SSA _f total (m ² /t)	Condutividade final (μS/cm)
1	Pasta fluida 1	13,7	2	1,2%	15,8	1,1	14'124	995
2	Pasta fluida 1	13,7	1	1,7%	10,7	1,4	28'764	1060
3	Pasta fluida 2	2,7	3	1,7%	3,4	2,3	39'100	1100
4	Pasta fluida 2	2,7	1	1,6%	3,2	3,2	61'440	1225

[000157] Este conjunto de testes mostra que a condutividade é aumentada proporcionalmente na área de superfície específica, isto é, SSA_f (m²/g), e na área de superfície total disponível na pasta fluida, isto é, SSA total (m²/t) para um dado teor de sólido constante da pasta fluida, isto é, [pasta fluida]_f em torno de 2% em peso.

[000158] Os resultados apresentados na tabela 10 foram realizados usando a pasta fluida 2 (com um teor de sólidos de 2% em peso de amostra B). Os dois testes foram realizados usando a mesma razão de dosagem de CO₂ de 0,3 L CO₂/ L concentrado e os resultados apresentam os valores obtidos no final de um dia completo de testes (6 - 7 horas) durante 1 a 2 dias.

Tabela 10

Início			Final				
Teste	Pasta fluida	início d_{50} [μm]	Dias de testes	[pasta fluida] _f	SSA _f (m ² /g)	total SSA _f (m ² /t)	Condutividade final (μS/cm)

5	Pasta fluida 2	2,7	2	1,9%	3,0	62'700	825
6	Pasta fluida 2	2,7	1	2,2%	3,5	92'400	930

[000159] O resultado deste conjunto de experiências mostra que a condutividade é aumentada proporcionalmente à área de superfície específica, isto é, SSA_f (m^2/g) e na área de superfície total disponível na pasta fluida, isto é, SSA_{total} (m^2/t).

Período de testes contínuos

[000160] Acredita-se que o progresso da invenção requer tempo para alcançar um estado uniforme, deste modo um longo período de testes foi iniciado com um período de testes de 10 a 22 dias. A área de superfície dos sólidos presentes na pasta fluida tem um impacto direto sobre a dissolução do carbonato de cálcio na água e assim na concentração final do carbonato de hidrogênio dissolvido, medido como condutividade final.

[000161] Os resultados apresentados na tabela 11 foram realizados usando duas pastas fluidas obtidas a partir de produtos diferentes. A pasta fluida 3 contém o produto mais grosseiro (Amostra C: $d_{50} = 7,8 \mu m$, $SSA = 1,7 m^2/g$) e a pasta fluida 4 o produto mais fino (Amostra D: $d_{50} = 4,3 \mu m$, $SSA = 2,3 m^2/g$). Ambas as pastas fluidas têm um teor de sólidos diferente, 2% em peso para a pasta fluida 3 e 7% em peso para a pasta fluida 4, respectivamente. Os testes foram realizados usando a mesma razão de dosagem de CO_2 de $0,3 L CO_2 / L$ concentrado e os resultados apresentam os valores obtidos no final de 8 dias de teste quando o sistema pode ser considerado como tendo alcançado um estado uniforme.

Tabela 11

Início			Final				
Teste	Pasta fluida	d_{50} início [μm]	Dia de resultados (d) / período de teste (d)	[pasta fluida] _f	SSA_f (m^2/g)	total SSA_f (m^2/t)	Condutividade final ($\mu S/cm$)
7	Pasta fluida 3	7,8	8 / 22	1,7%	0,7	14'908	670
8	Pasta fluida 3	7,8	8 / 10	1,9%	0,7	16'450	710
9	Pasta fluida 4	4,3	8 / 12	6,8%	1,4	116'345	792

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a preparação de uma solução aquosa compreendendo pelo menos um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, o processo, pelo fato de compreendendo as etapas de:

- a) fornecer água,
- b) fornecer pelo menos uma substância compreendendo pelo menos um carbonato alcalino-terroso e opcionalmente pelo menos um hidróxido alcalino-terroso em uma quantidade menor em relação ao carbonato alcalino-terroso, a pelo menos uma substância estando em uma forma seca ou em uma forma aquosa, em que a pelo menos uma substância compreende pelo menos um carbonato alcalino-terroso e o opcional pelo menos um hidróxido alcalino-terroso é selecionado do grupo compreendendo mármore, calcário, giz, cal meio-queimada, cal queimada, calcário dolomítico, dolomita calcífera, dolomita meio-queimada, dolomita queimada e carbonato de cálcio precipitado,
- c) fornecer CO₂,
- d) combinar ou:
 - (i) a água da etapa a), a pelo menos uma substância compreendendo pelo menos um carbonato alcalino-terroso e o opcional pelo menos um hidróxido alcalino-terroso da etapa b) e o CO₂ da etapa c), ou
 - (ii) a água da etapa a) e a pelo menos uma substância compreendendo pelo menos um carbonato alcalino-terroso e o opcional pelo menos um hidróxido alcalino-terroso da etapa b) a fim de obter uma suspensão aquosa alcalina da pelo menos uma substância compreendendo pelo menos um carbonato alcalino-terroso e o opcional pelo menos um hidróxido alcalino-terroso e, subsequentemente combinar a suspensão

aquosa alcalina com o CO_2 da etapa c) a fim de obter uma suspensão S resultante tendo um pH entre 6 e 9, a suspensão S resultante contendo partículas,

- e) filtrar pelo menos uma parte da suspensão S resultante, que é obtida na etapa d), por passagem da suspensão S resultante através de um dispositivo de filtração a fim de obter a solução aquosa compreendendo pelo menos um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, em que a solução aquosa obtida após filtração tem um valor de turbidez menor do que 1 NTU e tem uma concentração de cálcio, como carbonato de cálcio, de 50 a 650 mg/l.

em que as partículas da suspensão S resultante, que é obtida na etapa d), representam uma área de superfície de partícula total ($\text{SSA}_{\text{total}}$) que é $> 20.000 \text{ m}^2/\text{tonelada}$ da suspensão S resultante, e

em que a suspensão S resultante que é obtida na etapa d) tem um conteúdo de sólidos na faixa de 1 a 35% em peso, com base no peso total da suspensão S resultante, com a condição de que uma adição do CO_2 da etapa c) não ocorra antes de uma adição da pelo menos uma substância compreendendo pelo menos um carbonato alcalino-terroso e o opcional pelo menos um hidróxido alcalino-terroso da etapa b),

caracterizado pelo fato de que a pelo menos uma substância compreendendo pelo menos um carbonato alcalino terroso e o opcional pelo menos um hidróxido alcalino-terroso da etapa b) tem uma área de superfície específica (SSA) na faixa de 0,001 a $200 \text{ m}^2/\text{g}$.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as partículas da suspensão S resultante representam uma área de superfície de partícula total ($\text{SSA}_{\text{total}}$) que está na faixa de $25.000 - 5.000.000 \text{ m}^2/\text{tonelada}$, mais preferivelmente na faixa de $50.000 - 2.000.000 \text{ m}^2/\text{tonelada}$, o mais preferivelmente na faixa de $200.000 - 600.000 \text{ m}^2/\text{tonelada}$ da suspensão S resultante.

3. Processo de acordo a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a pelo menos uma substância compreendendo pelo menos um carbonato alcalino-terroso e o opcional pelo menos um hidróxido alcalino-terroso da etapa b) tem um tamanho de partícula mediano em peso (d_{50}) na faixa de 0,1 μm a 50 μm , e preferivelmente na faixa de 0,5 μm a 5 μm .

4. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a pelo menos uma substância compreendendo pelo menos um carbonato alcalino-terroso e o opcional pelo menos um hidróxido alcalino-terroso da etapa b) tem uma área de superfície específica (SSA) na faixa de 1 a 100 m^2/g .

5. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a pelo menos uma substância compreendendo pelo menos um carbonato alcalino-terroso e o opcional pelo menos um hidróxido alcalino-terroso da etapa b) tem um teor de HCl insolúvel de 0,02 a 90% em peso, preferivelmente de 0,05 a 15% em peso, com base no peso total da substância seca.

6. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que a suspensão S resultante, que é obtida na etapa d), tem um teor de sólidos na faixa de 3 a 35% em peso, preferivelmente na faixa de 5 a 35% em peso, com base no peso total da suspensão S resultante.

7. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que a água da etapa a) é selecionada dentre água destilada, água de torneira, água dessalinizada, salmoura, água residual tratada ou água natural como água subterrânea, água de superfície ou água da chuva.

8. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o CO_2 da etapa c) é selecionado de dióxido de carbono gasoso, dióxido de carbono líquido, dióxido de carbono sólido ou

uma mistura gasosa de dióxido de carbono e pelo menos um outro gás, e é preferivelmente dióxido de carbono gasoso.

9. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que a quantidade de CO₂ usado, em moles, para produzir 1 mol do pelo menos um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso na solução aquosa está na faixa de 0,5 a 4 moles, preferivelmente na faixa de 0,5 a 2,5 moles, mais preferivelmente na faixa de 0,5 a 1,0 moles, e o mais preferivelmente na faixa de 0,5 a 0,65 moles.

10. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que a solução aquosa compreendendo pelo menos um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, que é obtida na etapa e), tem uma dureza de 5 a 130 °dH, preferivelmente de 10 a 60 °dH, o mais preferivelmente de 15 a 50 °dH.

11. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que a solução aquosa compreendendo pelo menos um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, que é obtida na etapa e), tem um pH na faixa de 6,5 a 9, preferivelmente na faixa de 6,7 a 7,9, e o mais preferivelmente na faixa de 6,9 a 7,7, a 20°C.

12. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que a solução aquosa compreendendo pelo menos um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, que é obtida na etapa e), tem uma concentração de cálcio, como carbonato de cálcio, de 70 a 630 mg/l.

13. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que a solução aquosa compreendendo pelo menos um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, que é obtida na etapa e), tem uma concentração de magnésio, como carbonato de magnésio, de 1 a 200 mg/l, preferivelmente de 2 a 150 mg/l, e o mais preferivelmente de 3 a 125 mg/l.

14. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1

a 13, caracterizado pelo fato de que a solução aquosa compreendendo pelo menos um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso, que é obtida na etapa e), tem um valor de turvação menor do que 0,5 NTU, e preferivelmente menor do que 0,3 NTU.

15. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de que pelo menos a etapa d) é realizada a uma temperatura que está na faixa de 5 a 55°C, e preferivelmente na faixa de 20 a 45°C.

16. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, caracterizado pelo fato de que é um processo contínuo.

17. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 16, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de filtração da etapa e) é um filtro de membrana.

18. Processo de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de filtração é um filtro de membrana de tubo com um tamanho de poro entre 0,02 µm e 0,5 µm, e preferivelmente entre 0,05 e 0,2 µm.

19. Uso de uma solução aquosa compreendendo pelo menos um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso obtido pelo processo como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 18, caracterizado pelo fato de ser para a produção de um carbonato alcalino-terroso precipitado e/ou hidromagnesita, e em particular para a produção de um carbonato de cálcio precipitado e/ou hidromagnesita.

20. Uso de uma solução aquosa compreendendo pelo menos um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso obtido pelo processo como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 18, caracterizado pelo fato de ser para a mineralização de água.

24. Processo para a mineralização de água, caracterizado pelo fato de compreender as seguintes etapas:

- I) fornecer água de alimentação,
- II) fornecer uma solução aquosa compreendendo pelo menos um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso obtido pelo processo como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 18, e
- III) combinar a água de alimentação da etapa I) e a solução aquosa compreendendo pelo menos um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso da etapa II) a fim de obter água mineralizada.

22. Processo de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que a solução aquosa compreendendo pelo menos um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso da etapa II) tem uma dureza que é pelo menos 3 °dH, e preferivelmente pelo menos 5 °dH maior do que a dureza da água de alimentação da etapa I).

23. Processo de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que a solução aquosa compreendendo pelo menos um carbonato de hidrogênio alcalino-terroso da etapa II) tem uma dureza de pelo menos 15 dH.

Fig. 1

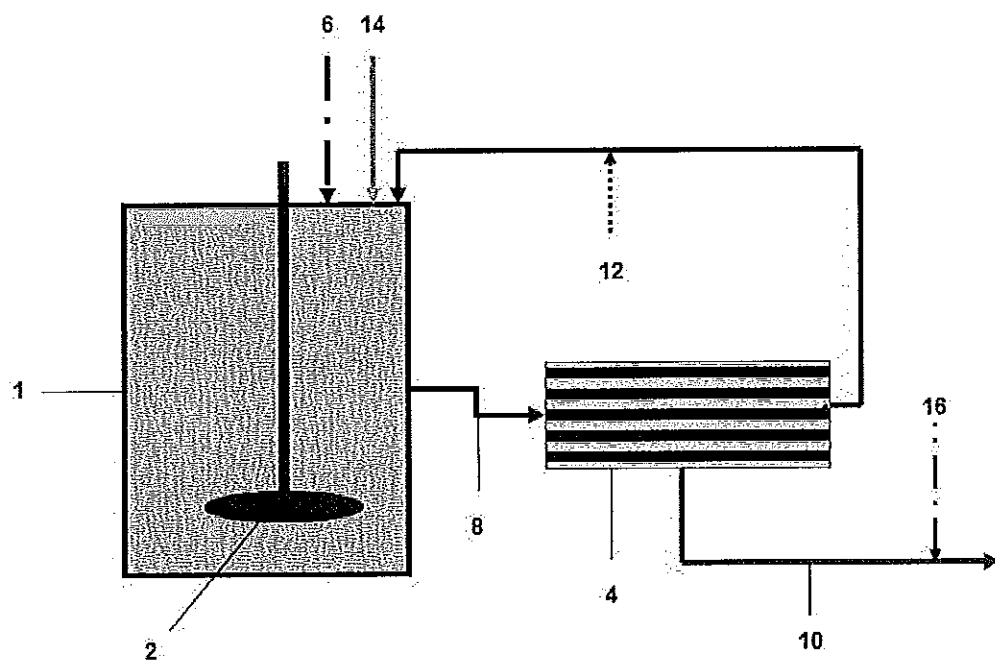


Fig. 2

