

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0515848-6 A2**

(22) Data de Depósito: 25/09/2005
(43) Data da Publicação: 11/10/2011
(RPI 2127)



(51) *Int.Cl.:*
C03B 5/16
C03B 5/23

(54) Título: MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO, MATERIAL SÓLIDO, ARTIGO, USO DE SOBRA DE DEPURADOR E MÉTODO DE PROCESSAMENTO USADO EM BATERIAS

(30) Prioridade Unionista: 28/09/2004 US 10/950,589

(73) Titular(es): Orgyr Technologies Ltd.

(72) Inventor(es): Alexander Raichel, Svetlana Raichel

(74) Procurador(es): Tinoco Soares & Filho Ltda

(86) Pedido Internacional: PCT IL2005001023 de 25/09/2005

(87) Publicação Internacional: WO 2006/035427de
06/04/2006

(57) Resumo: MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO, MATERIAL SÓLIDO, ARTIGO, USO DE SOBRA DE DEPURADOR E MÉTODO DE PROCESSAMENTO USADO EM BATERIAS. Apresenta um método para utilizar cinzas de carvão para remoção de sobras minerais, incluindo sobra tóxica mineral, revela-se da formação de uma mistura liquefeita de sobra mineral com cinza de carvão e a solidificação dessa mistura liquefeita para formar um produto sólido tal como um vidro, uma cerâmica de vidro ou vidro com aspecto de mármore.

"MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO, MATERIAL SÓLIDO, ARTIGO, USO DE SOBRA DE DEPURADOR E MÉTODO DE PROCESSAMENTO USADO EM BATERIAS".

A presente invenção relaciona-se com o campo de remoção de sobras e especificamente com o processo de empregar cinza de carvão como um agente de vitrificação para seguramente neutralizar e remover das sobras minerais, especialmente sobras tóxicas minerais. A presente invenção também relaciona-se com o campo de materiais e especificamente com um método de formar vidro, cerâmicas de vidro e vidros com aspecto de mármore de uma combinação de cinza de carvão e sobras minerais. A presente invenção também relaciona-se com o uso da sobra de depurador como um metal fundente na produção do vidro.

A cinza de carvão é uma sobra particular que é substancialmente o resíduo incombustível deixado depois da combustão do carvão em um sistema de queima de carvão, fornos e outras facilidades industriais. Dois tipos de cinza de carvão são recuperados: uma cinza rústica semelhante a areia recuperada da base dos fornos e uma cinza muito fina, semelhante ao talco, de partículas como sedimento muito fino e argila. Em uma típica instalação de fogão a carvão, aproximadamente uma tonelada da essência da cinza é recuperada para cada cinco toneladas da cinza muito fina recuperada.

A quantidade de resíduo de carvão produzido é geralmente entre 5% e 13% do peso do carvão não combustado. A composição mineral do resíduo de carvão depende da composição do carvão. De modo geral, o

resíduo de sedimento e cinza incombustível a partir da mesma fonte possuem substancialmente o mesmo teor mineral. Entretanto, considerando que o sedimento do carvão é substancialmente livre de carbono, o resíduo da cinza incombustível possui um teor significativo de carbono não combustado. Dependendo da eficiência do processo de combustão e a natureza do carvão combustado, o teor de carbono do resíduo de cinza incombustível do carvão é tipicamente a até aproximadamente 12% de carbono por peso, embora os valores de até 25% do carbono por peso não sejam incomuns. .

Na Tabela 1, a composição mineral dos resíduos formados pela incineração de diferentes carvões importados a Israel é demonstrada. É importante observar que a Tabela 1 demonstra as razões de peso dos componentes minerais do resíduo de carvão e não porcentagem de peso incluindo o carbono.

Tabela 1: Composição mineral do resíduo de carvão resultante da combustão do carvão importado a Israel (1999/2000) (razões de peso)

	EUA (consol bailey)	Indonésia (kaltim prima)	Polônia (weglokoks)	Austrália	Colômbia	República da África do Sul
SiO ₂	50,3	54,4	41,8	50,2 - 70,9	59 - 62	38 - 54
Fe ₂ O ₃	15,1	8,6	11,2	4,0 - 11,7	7 - 8,5	2,8 - 5,5
Al ₂ O ₃	24,4	22,5	28,1	19 - 35,4	18 - 24,1	25,6 - 36
TiO ₂	1,1	0,9	1,1	0,8 - 1,4	0,9 - 1,2	1 - 2
CaO	2,9	3,2	3,8	0,6 - 3,5	2,2 - 3,0	3,5 - 14
MgO	0,7	3,2	2,6	0,5 - 1,7	1,3 - 1,9	0,7 - 2,5
SO ₃	1,6	3,5	3,4	0,2 - 3	1,4 - 2,4	1,2 - 4
Na ₂ O	0,6	1,0	1,2	0,2 - 0,5	0,5 - 0,7	0,2 - 0,5
K ₂ O	1,8	1,9	2,0	0,5 - 2,9	1,1 - 1,9	0,1 - 0,6
P ₂ O ₅	0,5	0,5	2,5	0,2 - 1,7	0,2	1,5 - 2,3

O descarte do resíduo de sedimento do carvão não é considerado como um problema principal. Devido ao grande tamanho das partículas e às relativamente pequenas quantidades produzidas, o resíduo de sedimento do carvão é transportado a preço baixo em veículos abertos e utilizados, por exemplo, como um substituto de cascalho em aplicações, incluindo a fabricação de concreto, pavimentação de estradas, leitos de estrada e como um preenchedor de terraplanagem.

Em contraste, o descarte de cinza incombustível do carvão é um desafio principal. Acinza incombustível do carvão é um particulado fino que se espalha facilmente, poluindo o ar, água superficial e grandes áreas de terra como um pó. O transporte de cinza incombustível do carvão deve ser realizado em veículos lacrados, tais como navios-tanque. O descarte em aterro é o método mais comum do descarte de cinza incombustível do carvão. Conforme o preço do descarte em aterro torna-se de modo crescente não econômico, métodos alternativos para descarte de cinza incombustível do carvão estão sendo implementados, incluindo como uma substituição para cimento de Portland na fabricação de concreto, como um preenchedor estrutural ao invés de areia, na construção de estradas, como cobertura diária em aterros ou em tijolos como um substituto para argila.

Esforços estão sendo feitos para encontrar utilizações com valor agregado para a cinza incombustível do carvão.

Na Patente Norte-Americana

2.576.565, Brown ensina um produto de cerâmica sinterizado fabricado de pelo menos 80% por peso de cinza incombustível do carvão como uma matriz que capta argila refratária
5 fabricada de resíduo de sedimento do carvão. A cinza incombustível e o resíduo de sedimento são misturados com água para formar uma composição moldável que é prensada em um formato. Subseqüentemente, a composição em formato é aquecida em aproximadamente 900°C de modo a sinterizar a
10 cinza incombustível (porém não o resíduo de sedimento) para produzir um produto que é útil como um material de construção.

Na patente russa RU 2052400,

Bajakin et al. ensina uma composição de vidro que é feita de
15 resíduo de sedimento. A adição de entre 3% e 8% de grafite por peso para resíduo fundido leva à redução dos óxidos de metal para carbonetos durante o processo de vitrificação. O vidro resultante, além das utilizações na indústria de construção, é útil no campo da ótica magnética.

20 Na patente norte-americana 6.342.461, Ki-Gang et al. ensina uma composição incluindo entre 15 e 45 partes de peso de cinza incombustível do carvão, entre 5 e 55 partes de peso de argila e entre 5 e 75 partes de peso de material sólido de refugo (p.ex., pó de
25 forno de arco elétrico, escória de aço, resíduo de papel, impurezas do alumínio) que é pressionado em um formato e aquecido em uma temperatura de entre 900°C e 1300°C para sinterizar a composição, produzindo blocos de cerâmica úteis

na indústria de construção.

As cerâmicas de vidro e vidros semelhantes ao mármore são composições contendo uma fase cristalina ou fases embutidas em uma fase amorfa, cuja fase ou fases cristalinas são produzidas pelo resfriamento de uma composição de vidro fundido a uma temperatura que faz com que uma porção da composição cristalize enquanto o restante solidifica-se em um estado amorfo. Nas cerâmicas de vidro, a fase ou fases cristalinas compõem pelo menos 50 por cento por peso da composição. Nos vidros semelhantes ao mármore (Marbelite), a fase ou fases cristalinas compõem entre aproximadamente 15 por cento e 50 por cento por peso da composição.

As propriedades físicas das cerâmicas de vidro, tais como, potência, rigidez, resistência ao calor, inércia ao ataque químico, oxidante e atmosférico, são superiores às daquelas do vidro. As propriedades físicas dos vidros semelhantes ao mármore são intermediárias entre às daquelas do vidro e cerâmicas de vidro.

As cerâmicas de vidro são fabricadas a partir de uma composição precursora de vidro, incluindo um componente que atua como um agente de nucleação. A composição precursora do vidro é derretida e cozida em uma temperatura tipicamente acima de 1300°C para formar uma composição homogênea de vidro fundido. O vidro é então mantido em um estado fundido por um período de tempo e em um regime de temperatura para permitir a desvitrificação, vide *infra*. Durante a desvitrificação, os componentes

cristalizam-se em volta do agente de nucleação. Por fim produzidas são as fases de cristal estequiometricamente precisas embutidas em uma fase amorfa.

De modo geral, as propriedades físicas das cerâmicas de vidro e vidros semelhantes ao mármore são dependentes em uma quantidade de propriedades do material. Uma primeira propriedade é a identidade da fase ou fases de cristal. Uma segunda propriedade é a razão da fase cristalina para a fase amorfa: de modo geral, quanto maior a proporção da fase cristalina, mais rígido e menos frágil é o produto. Uma terceira propriedade é o tamanho do cristal. Quanto menores forem os cristais, mais difícil é para as rupturas se espalharem por toda uma estrutura de cerâmica de vidro, tornando tal estrutura mais robusta. Geralmente, um tamanho de cristal menor do que 1 micron é conhecido como sendo apropriado para a maioria das implementações.

O tamanho de cristal e teor de cristal em uma cerâmica de vidro ou vidro semelhante ao mármore é dependente de pelo menos dois parâmetros do processo de desvitrificação: a taxa de formação dos centros de nucleação (que ocorre em uma taxa máxima em algum $T_{\max 1}$ de temperatura) e a taxa do crescimento de cristal (que ocorre em uma taxa máxima em algum $T_{\max 2}$ de temperatura, em que o $T_{\max 2} > T_{\max 1}$). Idealmente, considerando que o $T_{\max 1}$ e o $T_{\max 2}$ são conhecidos, um regime de cristalização pode ser formulado, vide figura 1. Em um nível prático, entretanto, é difícil expor precisamente um vidro ao $T_{\max 1}$ e $T_{\max 2}$ teórico em um forno de cristalização, um problema agravado pelo fato de

que as temperaturas reais do forno flutuam dependendo de muitas condições.

Como um compromisso, a técnica é conhecida como utilizar um regime de desvitrificação de uma etapa ou um regime de desvitrificação de duas etapas ao
5 produzir uma cerâmica de vidro e vidro semelhante ao mármore a partir de uma composição do vidro fundido.

Em um regime de desvitrificação de uma etapa, a composição do vidro fundido
10 é mantida em um forno configurado em uma temperatura única a meio caminho entre $T_{\max 1}$ e $T_{\max 2}$, a temperatura única fornecendo um compromisso aceitável de propriedades.

Em um regime de desvitrificação de duas etapas, a composição do vidro
15 fundido é mantida e um forno configurado em uma primeira temperatura, a primeira temperatura sendo aproximadamente $T_{\max 1}$. Após uma determinada quantia de tempo considerada suficiente para a formação de centros suficientes de nucleação, a configuração de temperatura do forno é
20 aumentada a uma segunda temperatura mais alta, a segunda temperatura sendo de aproximadamente $T_{\max 2}$.

Uma composição precursora do vidro de cerâmica de vidro geralmente inclui entre aproximadamente 30% e 75% por peso de SiO_2 e entre
25 aproximadamente 7% e 35% por peso de Al_2O_3 e um componente adicional que atua como um agente de nucleação. Os agentes típicos de nucleação incluem CeO_2 , Cr_2O_3 , MnO_2 , P_2O_5 , SnO_2 , TiO_2 , V_2O_5 , ZnO e ZrO_2 , bem como ânions, tais como F^- , S^{2-} e

SO_4^{2-} . Frequentemente, os agentes de fluxo são adicionais a uma composição precursora de vidro. Agentes de fluxo típicos incluem CaO , K_2O , Na_2O , Li_2O , PbO , MgO , MnO e B_2O_3 . Outros agentes de refinação são adicionados a uma composição precursora de vidro. Agentes de refinação típicos incluem As_2O_3 e Sb_2O_3 . Outros componentes tipicamente encontrados nas composições precursoras do vidro de cerâmica de vidro incluem Fe_2O_3 , BaO , ZnO , Mn_3O_4 , NiO , CoO e óxidos de Ge, Ga, Se, Nb e Sb.

10 As exigências permissivas das composições precursoras do vidro de cerâmica de vidro permitem a utilização de materiais iniciais baratos e impuros para a produção das cerâmicas de vidro. Por exemplo, inúmeros métodos para descartar o resíduo do carvão pela
15 utilização do resíduo do carvão como um componente de uma cerâmica de vidro foram descritos na técnica.

Na Patente do Reino Unido GB 1.459.178, Dostal ensina a utilização da cinza incombustível do carvão para a produção dos vidros e cerâmicas de vidro.
20 Dostal ensina uma composição precursora do vidro incluindo a partir de aproximadamente 10%, porém preferivelmente pelo menos 50% e até 90% de cinza incombustível do carvão. Para atingir as propriedades do produto final desejadas, Dostal ensina a adição de diversos materiais à cinza incombustível,
25 incluindo a areia, MgO (como MgCO_3 ou MgO), CaO (como CaCO_3 ou Ca(OH)_2), ZnO (como Zn) e BaO (como $\text{Ba(NO}_3)_2$). Em uma primeira etapa, antes da adição dos outros componentes, Dostal ensina uma etapa de ignição em que o carbono é removido

como CO₂.

Na Patente Francesa FR 2367027, Santt ensina a utilização da cinza incombustível do carvão, "refugo vermelho" (materiais ricos em ferro), xisto de mineração do carvão, escória de zinco, escória chumbo, lama vermelha da produção de Al₂O₃ ou TiO₂, cada um como um componente da composição precursora do vidro que é utilizada para fabricar vidro ou produto de cerâmica do vidro. As razões de mineral desejadas são obtidas pela adição de areia, CaO, MgO, Na₂CO₃, escória de alto-forno, feldspato de sódio ou fonólito. Em uma configuração, 50% por peso de cinza incombustível é misturada com 30% de CaO e 20% de feldspato de sódio para obter uma composição precursora de vidro.

15 Na Patente Norte-Americana 5.935.885, Hnat et al. ensinam uma composição precursora de vidro incluindo entre 60% e 100% por peso de cinza incombustível (incluindo cinzas incombustíveis da combustão do carvão, incineradores municipais de refugo sólido e restos de auto-retalhadoras) e entre 0% e 40% por peso de outros aditivos, tais como, calcário, gesso, dolomita, sílica, caco de vidro, titânia, zircônia e pó de forno de arco elétrico. Uma etapa crítica ensinada por Hnat et al. é a oxidação dos materiais orgânicos e contaminantes metálicos que impedem a formação de uma cerâmica de vidro de qualidade suficiente em uma primeira etapa conduzida a 1000°C até 1500°C através da oxidação de suspensão.

Na Patente Norte-Americana

6.825.139, os inventores da presente invenção ensinam um método para descartar o resíduo do carvão através da mistura do resíduo do carvão com um agente de formação de vidro (p.ex., carbonato de cálcio, alumina ou óxido de magnésio) e um agente de nucleação para fabricar uma composição precursora do vidro de cerâmica de vidro. Em todos os exemplos, uma etapa é ensinada em que o carbono na cinza incombustível é oxidado e removido como CO₂.

10 Apesar de todas as utilizações mencionadas acima para o resíduo do carvão, grandes quantidades de resíduo de carvão permanecem inexploradas. Por exemplo, de aproximadamente 130 milhões de toneladas de produtos da combustão do carvão produzidos nos Estados Unidos anualmente, somente cerca de um terço é utilizado enquanto o restante, basicamente a cinza incombustível do carvão, é depositado em aterros.

Além do resíduo do carvão, a sociedade moderna produz grandes quantidades de diferentes refugos minerais, incluindo, sem limitação, amianto, cinza do resto de retalhadoras, baterias, solos contaminados, refugo de demolição, pó do forno de arco elétrico, resíduos de escavação geológica (tais como o xisto), refugo de cuidado à saúde e hospitalar, resíduo do depósito de esgoto, resíduo de incinerador de refugo sólido municipal, refugo de tinta, refugo de verniz, agente de filtração de águas residuais a partir de estações de tratamento da água e refugo de indústrias metalúrgicas e de semicondutores.

(incluindo, escória, "lama vermelha", refugo galvanizado). Com importância, tais refugos minerais são freqüentemente tóxicos devido às concentrações relativamente altas de compostos e metais pesados, tais como, amianto, antimônio, 5 arsênico, bário, cádmio, cromo, cobalto, cobre, chumbo, magnésio, manganês, mercúrio, molibdênio, níquel, ósmio, fósforo, selênio, prata, enxofre, tório, estanho, tungstênio, urânio, vanádio e zinco.

Uma característica de refugos 10 minerais é a grande variação na composição. Por exemplo, considerando que o resíduo de incinerador de refugo sólido municipal é o resultado da incineração do refugo municipal, lixo e detritos, a composição do resíduo de incinerador de refugo sólido municipal é mal definida e inclui os 15 componentes minerais a partir de muitas e variadas fontes, incluindo baterias, materiais de construção, refugo de demolição, tintas, refugos fotográficos, amianto, tapetes, borrachas, bicicletas, máquinas de costurar, dispositivos mecânicos, dispositivos eletrônicos e tintas. Por exemplo, 20 considerando que o refugo de sucata é o resultado da fundição do refugo metálico e de metal a partir de margens de estradas e montes de refugo, a composição do refugo de sucata é mal definida, e dependendo se os metais puros são recuperados da sucata ou não, inclui uma alta porcentagem de 25 zinco a partir do refugo galvanizado, magnésio, ferro e chumbo de automóveis descartados, um teor relativamente alto de enxofre e halogênio a partir do plástico e peças de borracha, bem como muitos componentes inorgânicos de tintas,

revestimentos de veículo, fluidos de veículo (p.ex., molibdênio) e sucata "incomum".

O descarte seguro do refugo mineral tóxico é um desafio significativo. O método primário de descarte do refugo tóxico é o confinamento em aterros. As 5 desvantagens do confinamento de refugo tóxico são bem conhecidas e incluem a necessidade de tomar grandes áreas de terra em desertos tóxicos, condições de trabalho perigosas nos locais de confinamento, vazamento de refugo tóxico no 10 solo, contaminação eventual de aquífero e o custo e perigo envolvidos no transporte do refugo ao local remoto. Além disso, é sabido que os centros de população por fim crescem na proximidade dos locais de confinamento de refugo, conduzindo a uma demanda para deslocar o refugo e o solo 15 contaminado a locais de confinamento novos e ainda mais remotos. É reconhecido que é preferível permanentemente neutralizar o refugo mineral tóxico.

Uma abordagem conhecida na técnica para neutralizar o refugo mineral tóxico é a de 20 produzir um material, incluindo uma matriz onde os componentes tóxicos do refugo mineral estão contidos. Em alguns casos, o material produzido é adaptado em um produto útil. Em outros casos, o material produzido é enterrado.

Na Patente Norte-Americana 25 5.008.503, Hashimoto et al. ensinam um método de combinar os resíduos de sedimento do esgoto com argila, pós finos de agregados de granulados de água, areia de rio, pó de azulejo, feldspato e aquecimento do produto combinado a

1100°C para fabricar um produto sinterizado adequado como um material de pavimentação de estrada.

Na Patente Norte-Americana 4.112.033, Lingl ensina um tijolo feito pelo aquecimento de
5 uma mistura de entre 30% e 50% por peso do sedimento de esgoto com a argila em aproximadamente 1100°C de modo a produzir um produto sinterizado que captura os componentes tóxicos do sedimento.

Na Patente Norte-Americana 5.175.134, Kaneko et al. ensinam um método de neutralizar o
10 sedimento através da combinação de resíduo fundido solidificado da escória de sedimento incinerada com agalmatolita e argila, e aquecendo a combinação para produzir uma telha sinterizada.

15 Na Patente Norte-Americana 4.120.735, Smith ensina um produto sinterizado feito de uma composição de resíduo do incinerador de refugo municipal, cinza incombustível do carvão e um aglutinante (p.ex. silicato de sódio) aquecido a até aproximadamente 1230°C. De
20 modo semelhante, na Patente Norte-Americana 4.977.837, Roos et al. ensinam um produto sinterizado feito de uma composição de cinza incombustível do incinerador de refugo municipal e um agente de vitrificação, tal como caco de vidro ou argila aquecida a até aproximadamente 1180°C.

25 Na Patente Norte-Americana 4.911.757, Lynn et al. ensinam a captura de metais pesados em um material semelhante ao concreto com base em cinza incombustível do carvão e outros componentes.

Na Patente Norte-Americana 4.988.376, Mason et al. ensinam a sinterização do solo rico em sílica contaminado com metais pesados, tais como o chumbo, na presença de um agente de fluxo (p.ex., trona, 5 óxido de bário, óxido de cálcio, óxido de lítio) a até aproximadamente 1200°C. Nos casos em que o solo possui sílica insuficiente, caco de vidro ou quartzo é adicionado. Alguns metais (p.ex., chumbo, ouro, prata, platina) são separados do vidro através da adição de agentes de redução 10 (p.ex., farinha de trigo, carvão vegetal, enxofre) e são recuperados.

O método acima e outros métodos conduzem à captura do refugo tóxico substancialmente inalterado em uma matriz sinterizada de modo que o perigo de 15 exposição ao refugo tóxico permanece.

Na técnica, um método preferido para capturar o refugo tóxico é através de vitrificação completa, oposto à captura em um material sinterizado conforme descrito acima. Em um processo de 20 vitrificação, os componentes tóxicos são misturados de forma homogênea dentro de um vidro impermeável à água. Infelizmente, a composição química da maioria do refugo tóxico industrial é tal que a vitrificação não é um assunto de simplesmente aquecer o refugo a uma temperatura 25 apropriada. Frequentemente, o refugo se decompõe antes que a temperatura de vitrificação seja atingida ou a temperatura de vitrificação é tão alta que o processo torna-se não econômico. Como resultado, a maioria dos processos de

vitrificação do refugo exige a adição de agentes de vitrificação relativamente dispendiosos, por exemplo, alumina, concreto, dolomita, calcário, fonólito e areia.

Na Patente Norte-Americana
5 4.666.490, Drake ensina a neutralização de um fluxo aquoso (p.ex., um líquido do refugo galvanizado) incluindo contaminantes de mineral tóxico através do aquecimento do fluxo para remover a água e subseqüentemente converter os compostos na mesma para óxidos inorgânicos em um derretido
10 de matéria-prima do vidro em temperaturas de até 1400°C para garantir a vitrificação completa enquanto vaporiza os componentes voláteis e então resfria o derretido para formar um vidro que captura os componentes tóxicos não voláteis.

Na Patente Norte-Americana
15 2.217.808, Nye ensina um método para converter a escória de forno em uma composição semelhante ao vidro pela adição de sílica à escória fundida emergindo de um forno em uma temperatura de aproximadamente 1400°C-1500°C.

Um problema que freqüentemente
20 ocorre ao processar o refugo mineral ocorre quando o refugo contém uma alta porcentagem de componentes que formam gás, tais como halóides (fluoreto, cloretos, brometos, iodetos), compostos do enxofre e compostos do fósforo que são levemente solúveis nas composições do vidro fundido. Durante
25 o processamento de tais refugos pela vitrificação, grandes volumes de gás de exaustão tóxicos, corrosivos e ambientalmente hostis, tais como HCl, Cl₂, HBr, Br₂, SO₂ e SO₃ são produzidos. A produção dos gases necessita da

liberação desses gases ao ambiente (anulando a *raison d'être* do processo) ou instalação de sistemas depuradores dispendiosos que produzem um novo refugo mineral tóxico. Além disso, a formação desses gases cria uma dificuldade de
5 manusear a espuma quente, corrosiva e tóxica que apresenta um risco de segurança do local de trabalho significativo.

Na Patente Norte-Americana 5.035.735, Pieper et al. revelam um processo para vitrificação de refugos com um alto teor de componentes que
10 formam gás (tais como, amianto, material de construção e demolição, sedimento de esgoto, sedimento de verniz, resíduos e pó de filtro) através da formação de uma camada intumescida flutuando em uma camada de vidro fundido para absorver uma grande proporção de gases liberados. A
15 vitrificação e formação da camada intumescida é atingida pela adição de materiais, tais como CaSO_4 , CaCl_2 , MgSO_4 , MgCl_2 , fonólito, sílica, areia ou caco de vidro ao refugo.

No pedido de patente PCT PCT/CS92/00025 publicado como WO 93/05894, Vlček et al.
20 ensinam um método de vitrificação do refugo de pó, tais como cinza incombustível do incinerador rico em enxofre com caco de vidro de âmbar contendo ferro. O ferro no caco de vidro reduz os ânions de enxofre para enxofre, impedindo a formação de uma espuma de sulfato.

25 Conforme discutido acima, o refugo de mineral tóxico é freqüentemente vitrificado para um descarte a longo prazo. A vitrificação de refugos tóxicos envolve a mistura do refugo tóxico com um material que forma

o vidro de modo a produzir uma mistura passível de vitrificação. Na maioria dos casos, é exigido que uma quantia suficiente de material que forma vidro seja adicionada ao refugo de modo que a captura completa dos
5 minerais tóxicos ocorra. Uma "quantia suficiente" do material que forma o vidro é dependente da composição do refugo. Em alguns casos, em que os componentes tóxicos não são muito solúveis no vidro, uma "quantia suficiente" é muito alta. A mistura é derretida e mediante o resfriamento,
10 solidifica-se para formar um vidro. O vidro é insolúvel em água e, como tal, é uma matriz adequada para captura de refugos tóxicos. Entretanto, é sabido que os metais lixiviam-se dos vidros. Além disso, os vidros são frágeis, macios e nem resistentes à erosão ou resistente ao desgaste,
15 fatos que levantam questões para a segurança a longo prazo do refugo tóxico armazenado em um vidro. Tais questões de segurança são multiplicadas devido ao refugo tóxico vitrificado ser substancialmente um vidro contaminado, aumentando a fragilidade e tornando tal vidro menos
20 resistente ao desgaste do que os outros vidros.

Seria vantajoso ter um método para descartar refugos minerais, tais como resíduo do carvão e refugos tóxicos isentos das desvantagens dos métodos conhecidos na técnica. Especificamente, é desejado ter um
25 método para descartar de modo seguro a cinza incombustível do carvão para enterrar ou para utilizar o resíduo do carvão de modo a fabricar produtos com alto valor agregado. É desejado ter um método seguro para o descarte a longo prazo

dos refugos minerais que supera os problemas associados com os componentes que formam gás do refugo mineral, ainda que não utilize aditivos de vitrificação dispendiosos. É preferido que tal método capture os componentes tóxicos de modo mais seguro do que é atingido com o vidro.

Pelo menos alguns dos objetivos acima são atingidos pelos ensinamentos da presente invenção.

Os ensinamentos da presente invenção provêem o descarte do refugo mineral e resíduo do carvão através da vitrificação do refugo mineral junto com o resíduo do carvão para produzir um material sólido. Nas configurações preferidas, em uma etapa de desvitrificação, um material de cerâmica de vidro ou vidro semelhante ao mármore é obtido.

De acordo com os ensinamentos da presente invenção, é provido um método para utilizar o resíduo do carvão compreendendo: a) fornecimento de uma composição de vidro fundido, incluindo uma primeira quantidade de resíduo do carvão e uma segunda quantidade de refugo mineral; b) manutenção da composição do vidro fundido em um estado fundido por um período de tempo de modo a reduzir os componentes da composição precursora do vidro; e c) solidificação da composição do vidro fundido de modo a obter um material sólido.

Em uma configuração da presente invenção, o fornecimento da composição do vidro fundido compreende: i) misturado do resíduo de carvão com o

refugo mineral de modo a obter uma composição precursora de vidro; e ii) derretimento da composição precursora de vidro de modo a obter a composição do vidro fundido.

Em uma configuração da presente invenção, a composição de vidro fundido inclui um agente de redução, preferivelmente o carbono. Em uma configuração da presente invenção, o agente de redução é um componente do carbono do refugo mineral. Em uma configuração da presente invenção, o agente de redução é um componente do carbono do resíduo de carvão.

O resíduo de carvão compreende a cinza incombustível do carvão, resíduo de sedimento do carvão ou uma combinação de ambos. Em uma configuração da presente invenção, o componente de carbono do resíduo do carvão é maior do que aproximadamente 0,5%, maior do que aproximadamente 1%, maior do que aproximadamente 5% ou ainda maior do que aproximadamente 10% por peso do resíduo de carvão.

Em uma configuração da presente invenção, o resíduo de carvão compreende entre aproximadamente 30% e aproximadamente 75%, ou entre aproximadamente 40% e aproximadamente 71%, por peso sem carbono de SiO_2 .

Em uma configuração da presente invenção, o resíduo de carvão compreende entre aproximadamente 10% e aproximadamente 40%, ou entre aproximadamente 15% e aproximadamente 35%, por peso sem carbono de Al_2O_3 .

Em uma configuração da presente invenção, o resíduo de carvão compreende entre aproximadamente 2% e aproximadamente 20%, ou entre aproximadamente 3% e aproximadamente 16%, por peso sem
5 carbono de Fe_2O_3 .

Em uma configuração da presente invenção, o refugo mineral compreende um refugo selecionado do grupo de refugos consistindo em impurezas do alumínio, amianto, resto de auto-retalhadora, baterias,
10 escória de alto-forno, refugo do cimento, xisto de escavação do carvão, solos contaminados, refugo de demolição, pó do forno de arco elétrico, refugo galvanizado, resíduo de dessulfuração do gás de combustão, resíduos de escavação geológica, refugo de metal pesado, refugo do incinerador de
15 cuidado com a saúde, resíduo de incinerador, meio de filtragem inorgânica, resinas de troca de íon, escória de chumbo, resto do incinerador de refugo municipal, refugo de tinta, resíduo de papel, refugo fotográfico, refugo vermelho, refugo de borracha, refugo de depurador de gás,
20 resíduo de sedimento do esgoto, refugo de sucata, sólidos de sedimento, resto sólido de fluxos de refugo aquoso, agente de filtragem de águas residuais, escória de aço, pó de telha, refugo urbano, sedimento de verniz, zeólitos, escória de zinco e misturas dos mesmos.

25 Em uma configuração da presente invenção, o refugo mineral é substancialmente um refugo selecionado do grupo de refugos consistindo em impurezas do alumínio, amianto, resto de auto-retalhadora,

baterias, escória de alto-forno, refugo do cimento, xisto de escavação do carvão, solos contaminados, refugo de demolição, pó do forno de arco elétrico, refugo galvanizado, resíduo de dessulfuração do gás de combustão, resíduos de
5 escavação geológica, refugo de metal pesado, refugo do incinerador de cuidado com a saúde, resíduo de incinerador, meio de filtragem inorgânica, resinas de troca de íon, escória de chumbo, resto do incinerador de refugo municipal, refugo de tinta, resíduo de papel, refugo fotográfico,
10 refugo vermelho, refugo de borracha, refugo de depurador de gás, resíduo de sedimento do esgoto, refugo de sucata, sólidos de sedimento, resto sólido de fluxos de refugo aquoso, agente de filtragem de águas residuais, escória de aço, pó de telha, refugo urbano, sedimento de verniz,
15 zeólitos, escória de zinco e misturas dos mesmos.

Em uma configuração da presente invenção, o refugo mineral compreende mais do que aproximadamente 2%, 4%, 6%, 10% ou mesmo 20% por peso de componentes que formam gás (tais como componentes incluindo
20 pelo menos um átomo de fósforo, enxofre ou halogênio).

Em uma configuração da presente invenção, a primeira quantidade é maior do que aproximadamente 30%, maior do que aproximadamente 50%, maior do que aproximadamente 80%, maior do que aproximadamente
25 100% ou ainda maior do que aproximadamente 150% por peso da segunda quantidade.

Em uma configuração da presente invenção, um agente de fluxo é adicionado de modo a

obter a composição precursora de vidro. Preferivelmente, o agente de fluxo é um material de refugo, tal como refugo de depurador de gás.

Em uma configuração da presente invenção, durante o período de tempo em que a composição do vidro fundido é mantida em um estado fundido, a temperatura da composição do vidro fundido é maior do que aproximadamente 1200°C, maior do que aproximadamente 1250°C, maior do que aproximadamente 1300°C ou ainda maior do que aproximadamente 1350°C. Em uma configuração da presente invenção, durante o período de tempo em que a composição do vidro fundido é mantida em um estado fundido, a temperatura da composição do vidro fundido é menor do que aproximadamente 1600°C ou ainda maior do que aproximadamente 1500°C. Em uma configuração da presente invenção, o período de tempo em que a composição do vidro fundido é mantida em um estado fundido é mais longo do que aproximadamente 1 hora, mais longo do que aproximadamente 2 horas ou ainda mais longo do que aproximadamente 3 horas.

Em uma configuração da presente invenção, a solidificação da composição do vidro fundido inclui o resfriamento da composição do vidro fundido, de modo que o material sólido obtido é um vidro. Em uma configuração da presente invenção, o vidro é moldado, rolado, soprado, pressionado ou delineado.

Em uma configuração da presente invenção, a solidificação da composição de vidro fundido inclui a desvitrificação da composição do vidro

fundido. Preferivelmente, a desvitrificação inclui a manutenção da composição do vidro fundido em um estado fundido por um período de tempo suficiente para permitir a cristalização de pelo menos parte da composição do vidro fundido. Em uma configuração da presente invenção, a solidificação da composição do vidro fundido inclui a desvitrificação da composição do vidro fundido, de modo que o material sólido obtido é um vidro semelhante ao mármore. Em uma configuração da presente invenção, a solidificação da composição do vidro fundido inclui a desvitrificação da composição do vidro fundido, de modo que o material sólido obtido é uma cerâmica de vidro.

De acordo com os ensinamentos da presente invenção, também é provido um material sólido, substancialmente produzido de acordo com o método da presente invenção.

De acordo com os ensinamentos da presente invenção, também é provido um artigo, o artigo compreendendo um material sólido produzido de acordo com o método da presente invenção. Nas configurações da presente invenção, o material sólido é um vidro, uma cerâmica de vidro ou um vidro semelhante ao mármore.

De acordo com os ensinamentos da presente invenção, também é provido para a utilização do refugio de depurador de gás como um agente de fluxo.

De acordo com os ensinamentos da presente invenção, também é provido para a utilização do refugio de depurador de gás como um agente de fluxo na

produção do vidro.

Exceto se de outro modo definido, todos os termos técnicos e científicos utilizados no presente possuem o mesmo significado conforme comumente
5 entendidos por aqueles com habilidade ordinária na técnica a quem esta invenção pertence. Embora os métodos e materiais semelhantes ou equivalentes àqueles descritos no presente podem ser utilizados na prática ou teste da presente invenção, os métodos e materiais adequados estão descritos
10 abaixo. No caso de conflito, a especificação de patente, incluindo as definições, controlarão. Além disso, os materiais, métodos e exemplos são somente ilustrativos e não têm a intenção de serem limitantes.

A invenção é pelo presente
15 descrita, somente como exemplo, com referência aos desenhos anexos. Com referência específica agora aos desenhos em detalhe, é enfatizado que os detalhes demonstrados são como exemplo e somente para fins de discussão ilustrativa das configurações preferidas da presente invenção, e são
20 apresentados para apresentar o que é acreditado como a descrição mais útil e facilmente entendida dos princípios e aspectos conceituais da invenção. Com relação a isso, nenhuma tentativa é feita para demonstrar detalhes estruturais da invenção em mais detalhe que é necessária
25 para um entendimento fundamental da invenção, a descrição considerada com os desenhos torna aparente para aqueles com habilidade na técnica como as diversas formas da invenção podem ser configuradas na prática.

Nos desenhos:

a figura 1 é um gráfico demonstrando a relação entre a temperatura e a taxa de formação do centro de nucleação (tracejado) e a taxa de cristalização (sólido).

5 A presente invenção é de um método para utilizar o resíduo de carvão para descartar refugo mineral através da vitrificação de uma mistura de refugo mineral e resíduo do carvão sob condições de redução.

10 Nas configurações preferidas da presente invenção, o carbono no resíduo do carvão é utilizado para reduzir os componentes do refugo, especialmente os componentes que formam gás, deste modo impedindo a formação de gases perigosos. Assim, os ensinamentos da presente invenção fornecem um método para

15 descartar o refugo mineral que é mais simples, mais barato e mais seguro do que os métodos conhecidos na técnica.

Em muitas configurações da presente invenção, averiguou-se que o vidro produzido era adequado para a desvitrificação de modo a produzir as

20 cerâmicas de vidro e vidros semelhantes ao mármore. A desvitrificação conduz à captura de alguns, se não todos, componentes tóxicos dentro de fases cristalinas. Esta captura é reconhecida como sendo superior à outras formas de captura. Além disso, as propriedades físicas melhoradas e

25 atração estética das cerâmicas de vidro e vidros semelhantes ao mármore produzidos em algumas configurações da presente invenção permitem o confinamento em larga extensão mais seguro ou para a fabricação de produtos com alto valor agregado.

A presente invenção também é um método para utilização de resíduo de depurador de gás como um agente de fluxo na produção do vidro.

Os princípios e utilizações dos ensinamentos da presente invenção podem ser melhor entendidos com referência à descrição e figura anexos. Mediante leitura atenta da descrição e figura apresentadas no presente, aquele com habilidade na técnica é capaz de implementar os ensinamentos da presente invenção sem esforço indevido ou experimentação.

Antes de explicar pelo menos uma configuração da invenção em detalhe, deve ser entendido que a invenção não é limitada em sua aplicação aos detalhes estabelecidos no presente. A invenção pode ser implementada com outras configurações e pode ser praticada ou conduzida em diversos modos. Também deve ser entendido que a fraseologia e terminologia utilizadas no presente são para fins descritivos e não devem ser consideradas como limitantes...

De modo geral, a nomenclatura utilizada no presente e os procedimentos laboratoriais utilizados na presente invenção incluem técnicas dos campos da química e engenharia. Tais técnicas são completamente explicadas na literatura. Exceto se de outro modo definido, todos os termos técnicos e científicos utilizados no presente possuem o mesmo significado conforme comumente entendidos por aqueles com habilidade ordinária na técnica a quem esta invenção pertence. Além disso, as descrições,

materiais, métodos e exemplos são somente ilustrativos e não têm a intenção de serem limitantes. Os métodos e materiais semelhantes ou equivalentes àqueles descritos no presente podem ser utilizados na prática ou teste da presente invenção. Todas as publicações, pedidos de patente, patentes e outras referências mencionadas são incorporadas por referência em sua totalidade como se totalmente estabelecidos no presente. No caso de conflito, a especificação no presente, incluindo as definições, controlará.

Conforme utilizado no presente, os termos "compreendendo" e "incluindo" ou variantes gramaticais dos mesmos devem ser considerados como especificando as características declaradas, números inteiros, etapas ou componentes, porém não excluem a adição de uma ou mais características adicionais, números inteiros, etapas, componentes ou grupos dos mesmos. Este termo abrange os termos "consistindo em" e "consistindo essencialmente de".

A frase "consistindo essencialmente de" ou variantes gramaticais do mesmo quando utilizada no presente deve ser considerada como especificando as características declaradas, números inteiros, etapas ou componentes, porém não exclui a adição de uma ou mais características adicionais, números inteiros, etapas, componentes ou grupos dos mesmos, porém somente se as características adicionais, números inteiros, etapas, componentes ou grupos dos mesmos não alterem relevantemente

as características básicas e novas da composição reivindicada, dispositivo ou método.

O termo "método" refere-se aos modos, meios, técnicas e procedimentos para realizar uma
5 determinada tarefa incluindo, porém sem limitação, aqueles modos, meios, técnicas e procedimentos sejam conhecidos, ou prontamente desenvolvidos a partir de modos, meios, técnicas e procedimentos conhecidos por profissionais das artes médicas, bioquímicas, biológicas, farmacológicas e químicas.
10 A implementação dos métodos da presente invenção envolve a realização ou conclusão das tarefas ou etapas selecionadas manualmente, automaticamente ou uma combinação das mesmas.

A presente invenção envolve a utilização de dois materiais de refugo, resíduo de carvão e
15 refugo mineral, para produzir um material sólido que é seguro para confinamento ou, preferivelmente, para utilização na produção de produtos com alto valor agregado.

No presente, o termo "refugo mineral" é entendido como significando uma composição de
20 refugo com menos do que aproximadamente 70%, 60%, 50%, 40% ou 30% por peso de componentes orgânicos. Frequentemente, o refugo mineral é um produto da incineração de um refugo não-mineral.

Uma etapa do método da
25 presente invenção inclui o fornecimento de uma composição de vidro fundido, incluindo uma primeira quantidade de resíduo do carvão e uma segunda quantidade de um refugo mineral. Uma composição de vidro fundido é mantida em um estado fundido

por um período de tempo de modo a permitir a redução dos componentes da composição precursora do vidro. Por fim, a composição de vidro fundido é solidificada para obter um material sólido.

5 A composição de vidro fundido é fornecida em qualquer um de diversos modos diferentes. Por exemplo, em uma configuração da presente invenção, o refugo mineral é primeiramente derretido e o resíduo de carvão subsequente adicionado. Em uma configuração da presente invenção, o resíduo de carvão é primeiramente derretido e o refugo mineral subsequente adicionado. Em outra configuração da presente invenção, uma determinada quantidade de resíduo de carvão é misturada e derretida junta com uma quantidade do refugo mineral e, subsequente, mais do resíduo do carvão e refugo mineral é adicionado (em série ou simultaneamente) até que uma composição de vidro fundido seja fornecida feita da primeira quantidade de resíduo do carvão e a segunda quantidade de refugo mineral.

20 Uma configuração preferida do fornecimento de uma composição de vidro fundido da presente invenção inclui a mistura de resíduo do carvão (preferivelmente a primeira quantidade) com o refugo mineral (preferivelmente a segunda quantidade) para obter uma
25 composição precursora de vidro e, subsequêntemente, o derretimento da composição precursora de vidro para obter a composição de vidro fundido.

Subseqüentemente, a composição

de vidro fundido é mantida no estado fundido em uma determinada temperatura de "cozimento" (geralmente maior do que aproximadamente 1200°C, maior do que aproximadamente 1250°C, maior do que aproximadamente 1300°C ou ainda maior
5 do que aproximadamente 1350°C, porém geralmente menor do que aproximadamente 1600°C e mais preferivelmente menor do que aproximadamente 1500°C) por um período de tempo (geralmente mais longo do que 1 hora, mais longo do que 2 horas, ou ainda mais longo do que 3 horas) durante o qual a
10 vitrificação completa da composição de vidro é garantida, os componentes voláteis são liberados da composição de vidro e os componentes da composição de vidro fundido são reduzidos.

De modo geral, para que os componentes da composição de vidro sejam reduzidos, a
15 composição de vidro fundido inclui um agente de redução, preferivelmente o carbono.

No presente, o termo "agente de redução" é entendido como significando um agente capaz de reduzir os óxidos de enxofre (tais como SO_4 e/ou SO_3), e/ou
20 óxidos de fósforo e/ou um ou mais halogênios sob a condição presente na composição de vidro fundido.

Em uma configuração da presente invenção, a fonte do carbono é o componente do carbono do refugo mineral. Entretanto, no melhor modo
25 atualmente conhecido de implementar os ensinamentos da presente invenção, a fonte do carbono é o resíduo do carvão, *vide infra*.

Um objeto das configurações da

presente invenção é a de capturar de modo seguro os componentes do refugo mineral. Visto que os ensinamentos da presente invenção têm a intenção de serem geralmente úteis, existem poucas, se houver, limitações com relação à natureza e identidade do refugo mineral. É geralmente preferível remover a água do refugo com alto teor de água de modo a evitar a formação de grandes volumes de vapor. Preferivelmente, o refugo mineral utilizado no fornecimento de uma composição de vidro fundido compreende ou é substancialmente de refugo mineral, incluindo, sem limitação, impurezas do alumínio, amianto, resto de auto-retalhadora, baterias, escória de alto-forno, refugo do cimento, xisto de escavação do carvão, solos contaminados, refugo de demolição, pó do forno de arco elétrico, refugo galvanizado, resíduo de dessulfuração do gás de combustão, resíduos de escavação geológica, refugo de metal pesado, refugo do incinerador de cuidado com a saúde, resíduo de incinerador, meio de filtração inorgânica, resinas de troca de íon, escória de chumbo, resto do incinerador de refugo municipal, refugo de tinta, resíduo de papel, refugo fotográfico, refugo vermelho, refugo de borracha, refugo de depurador de gás, resíduo de sedimento do esgoto, refugo de sucata, sólidos de sedimento, resto sólido de fluxos de refugo aquoso, agente de filtração de águas residuais, escória de aço, pó de telha, refugo urbano, sedimento de verniz, zeólitos, escória de zinco e misturas dos mesmos.

Uma vantagem da presente invenção é que as formas voláteis dos componentes que formam

gás (p.ex., componentes incluindo fósforo, enxofre e halogênios) são reduzidas para formas não-voláteis que ficam capturadas em ou parte do material sólido produzido de acordo com o método da presente invenção. Deste modo, comparado aos métodos conhecidos na técnica, a presente invenção reduz a quantidade de descarga tóxica pela redução de componentes que formam gás para uma forma que permanece capturada no material sólido produzido. Nas configurações da presente invenção, o refugo mineral compreende mais do que aproximadamente 2%, mais do que aproximadamente 4%, mais do que aproximadamente 6%, mais do que aproximadamente 10% e ainda mais do que aproximadamente 20% por peso de componentes que formam gás, especialmente o fósforo, enxofre e halogênios. Neste contexto, a porcentagem por peso dos componentes que formam gás significa o peso perdido pelo refugo mineral subsequente ao aquecimento a 1500°C na presença de oxigênio por um período de tempo suficiente para estabilização do peso.

A finalidade primária do resíduo de carvão utilizado no fornecimento da composição de vidro fundido da presente invenção é como um agente de vitrificação para vitrificar o refugo mineral. As vantagens do resíduo de carvão como um agente de vitrificação para refugo mineral são inúmeras e incluem que a composição do resíduo de carvão é tal que muitos refugos minerais diferentes são efetivamente vitrificados utilizando o resíduo de carvão. Além disso, averiguou-se que o resíduo de carvão possui a composição apropriada para permitir a

desvitrificação eficiente quando se deseja produzir uma cerâmica de vidro ou vidro semelhante ao mármore. Além disso, diversos resíduos de carvão possuem composições diferenciadas (vide, por exemplo, a Tabela 1) de modo a
5 permitir a adaptação de um resíduo específico ou combinação de resíduo para permitir a vitrificação mais eficiente de um determinado refugo mineral ou para produzir um material sólido com as propriedades desejadas. Não menos importante é o fato de que o resíduo de carvão é barato (sendo um produto
10 de refugo disponível praticamente em quantidade ilimitada) permitindo a utilização de substancialmente qualquer quantidade de resíduo de carvão para vitrificar uma determinada quantidade de refugo mineral.

Conforme observado na Tabela
15 1, embora existam diferenças significativas em diferentes composições de resíduo, todos possuem alto teor de sílica e alumina, bem como teor significativo de ferro e alcalino-terroso. Essas propriedades tornam o resíduo de carvão um agente de vitrificação adequada para o descarte do refugo
20 mineral.

Preferivelmente, um resíduo de carvão adequado para implementar os ensinamentos da presente invenção compreende entre aproximadamente 30% e aproximadamente 75% por peso sem carbono de SiO_2 , ou ainda
25 entre aproximadamente 40% e aproximadamente 71% por peso sem carbono de SiO_2 .

Preferivelmente, um resíduo de carvão adequado para implementar os ensinamentos da presente

invenção compreende entre aproximadamente 10% e aproximadamente 40% por peso sem carbono de Al_2O_3 , ou ainda entre aproximadamente 15% e aproximadamente 35% por peso sem carbono de Al_2O_3 .

5 Preferivelmente, um resíduo de carvão adequado para implementar os ensinamentos da presente invenção compreende entre aproximadamente 2% e aproximadamente 20% por peso sem carbono de Fe_2O_3 , ou ainda entre aproximadamente 3% e aproximadamente 16% por peso sem
10 carbono de Fe_2O_3 .

De modo geral, a cinza incombustível, resíduo de sedimento ou uma combinação de ambos são úteis na implementação dos ensinamentos da presente invenção. Isso dito, conforme observado acima, é
15 preferido que uma composição de vidro fundido da presente invenção inclua um agente de redução, especialmente o carbono. Considerando que a cinza incombustível é naturalmente rica em carbono, em um método preferido da presente invenção, o resíduo de carvão é a cinza
20 incombustível do carvão ou uma mistura de cinza incombustível do carvão e resíduo de sedimento que possui teor suficiente de carbono, "Teor suficiente de carbono" é um termo funcional conforme discutido abaixo. Isso dito, de acordo com os ensinamentos da presente invenção, o
25 componente de carbono do resíduo de carvão é maior do que aproximadamente 0,5% por peso, maior do que aproximadamente 1% por peso, maior do que aproximadamente 5% e ainda maior do que aproximadamente 10% por peso do resíduo de carvão.

Em uma configuração preferida, a composição exata do resíduo de carvão utilizado, bem como a razão da primeira quantidade (resíduo de carvão utilizado) e a segunda quantidade (refugo mineral utilizado) são
5 escolhidos de modo a garantir o escape mínimo dos componentes tóxicos como emissões voláteis durante as etapas de derretimento e cozimento do vidro do método da presente invenção e para selecionar as propriedades do material produzido. Averiguou-se que é geralmente preferível, antes
10 do processamento de um lote de um refugo mineral, primeiramente realizar inúmeros experimentos de pequena escala com razões variantes da primeira quantidade de resíduo do carvão para a segunda quantidade do refugo mineral até que um resultado aceitável seja atingido. Tais
15 experimentos preliminares não são considerados como experimentação indevida conforme a necessidade de experimentos preliminares surja do fato de que ambas as composições de resíduo de carvão e a composição do refugo mineral são geralmente mal definidas e alteram-se
20 regularmente, e a determinação das composições exatas é uma tarefa que consome tempo e dispendiosa.

Averiguou-se que embora qualquer quantidade de resíduo do carvão seja potencialmente suficiente para fornecer resultados aceitáveis, é preferível
25 que a primeira quantidade seja maior do que aproximadamente 30% por peso, maior do que aproximadamente 50% por peso, maior do que aproximadamente 80% por peso, maior do que aproximadamente 100% por peso ou maior do que

Em uma configuração da presente invenção, a solidificação da composição do vidro fundido inclui o resfriamento da mistura fundida, de modo que o material sólido obtido é um vidro. O vidro é então processado de acordo com os métodos conhecidos na técnica, incluindo tais métodos como moldagem, rolagem, sopro, pressão e delineamento.

A desvitrificação geralmente inclui a manutenção da composição de vidro fundido em um estado fundido por um período de tempo suficiente para permitir a cristalização de pelo menos parte da composição de vidro fundido ou primeiro a produção de um vidro sólido e então novo derretimento do vidro sólido para desvitrificação. A desvitrificação de uma composição de vidro fundido da presente invenção é geralmente realizada utilizando um regime de temperatura de uma etapa ou duas etapas. Nas configurações da presente invenção, a desvitrificação é realizada para obter um vidro semelhante ao mármore. Averiguou-se que os vidros semelhantes ao mármore fabricados de acordo com os ensinamentos da presente

invenção são excepcionalmente estéticos, deste modo, adequados para utilização como alternativas para o mármore. Nas configurações da presente invenção, a desvitrificação é realizada para obter uma cerâmica de vidro.

5 Um refugo tóxico especificamente comum e difícil para processar inclui as baterias descartadas. As baterias descartadas são consideradas tão tóxicas que justifica a separação de outras formas de refugo doméstico e confinamento separado com
10 relação ao refugo tóxico. O processo completo de manuseio das baterias incluindo a coleta doméstica, transporte separado, confinamento dispendioso e esforços dispendiosos de educação pública para convencer os consumidores a separar as baterias indica o alto nível de toxicidade atribuído às
15 baterias. Em uma configuração preferida da presente invenção, as baterias são fornecidas como um componente do refugo mineral de uma composição precursora do vidro da presente invenção. As baterias são adicionadas ao resíduo de carvão como inteiras ou não inteiras, p.ex., aterradas.

20 Os agentes de fluxo são componentes importantes na fabricação de vidro e produtos relacionados. A adição de um agente de fluxo a uma composição precursora de vidro significativamente diminui a temperatura de derretimento, reduzindo as exigências de
25 energia, e subsequente, o custo da produção do vidro. Além disso, os agentes de fluxo reduzem a viscosidade de uma composição de vidro fundido, permitindo o manuseio mais simples do vidro fundido. Agentes de fluxo conhecidos

incluem CaO , K_2O , Na_2O , Li_2O , PbO , MgO , MnO e B_2O_3 . Em configurações da presente invenção, um agente de fluxo é adicionado a uma composição precursora de vidro.

Claramente, uma desvantagem da
5 adição de um agente de fluxo é o preço adicional envolvido no fornecimento do próprio agente de fluxo. Portanto, em uma configuração preferida da presente invenção, um agente de fluxo adicionado a uma composição precursora de vidro é um material de refugo, especialmente um refugo mineral, por
10 exemplo, refugo de depurador de gás.

Os depuradores de gás são substancialmente dispositivos utilizados para reduzir o nível de fumaças tóxicas, tais como fumaças de óxido de enxofre, liberadas na atmosfera por diversas indústrias,
15 tais como usinas de energia elétrica de combustão do carvão. Determinados tipos de depuradores de ar utilizam compostos alcalinos inorgânicos, tais como CaO , CaCO_3 , NaOH , $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ou $\text{Ca}(\text{OH})_2$ para reagir com gases de exaustão, tal como o SO_2 antes de liberado à atmosfera. Um tipo preferido de
20 depurador de gás é o sistema de dessulfurização do gás de combustão do depurador de gás (FGD). Os sistemas de FGD introduzem o composto alcalino inorgânico na combustão como um spray aquoso. Por exemplo, quando o composto alcalino inorgânico é o CaO , o CaO reage com o gás de exaustão e
25 estabelece como um sedimento aquoso de sulfito de cálcio (CaSO_3) ou sulfato de cálcio (CaSO_4). Frequentemente, o sedimento de FGD inclui uma porcentagem significativa de cinza incombustível do carvão. O descarte do sedimento de

FGD é um desafio ambiental principal e normalmente inclui a oxidação do sulfito de cálcio difícil de manusear para o sulfato de cálcio.

O refugo de depurador de gás, incluindo o sedimento de FGD é um tipo excepcionalmente adequado de refugo para processamento de acordo com os ensinamentos da presente invenção. O sedimento de FGD é adicionado ao resíduo de carvão e aos componentes contendo enxofre reduzidos para produzir enxofre elementar e CaO , o CaO atuando como um agente de fluxo na composição de vidro fundido. Em algumas configurações da presente invenção, o teor da cinza incombustível do carvão e, subsequente, o teor de carbono do sedimento de FGD é tal que o sedimento de FGD é a fonte dos componentes de refugo mineral e resíduo de carvão da composição de vidro fundido.

Outro aspecto da presente invenção é a utilização do refugo de depurador de gás como um agente de fluxo na produção de vidro, cerâmicas de vidro, vidros semelhantes ao mármore e semelhantes. No geral, quando o refugo do depurador de gás é primariamente CaO , CaCO_3 ou semelhante, o resíduo do depurador de gás é diretamente adicionado como um agente de fluxo. As impurezas voláteis são expelidas e as impurezas tóxicas permanecem capturadas no material sólido por fim formado. Quando o refugo do depurador de gás inclui uma proporção significativa de compostos, tais como o CaSO_3 ou CaSO_4 , uma primeira etapa de redução é realizada de modo a produzir o agente de fluxo desejado.

A vantagem primária da utilização do resíduo do depurador de gás como um agente de fluxo de acordo com os ensinamentos da presente invenção é a substituição dos agentes de fluxo puros relativamente
5 dispendiosos com um material de refugo.

Os ensinamentos da presente invenção são caracterizados pela produção de um material sólido a partir do resíduo de carvão e refugo mineral. Os ensinamentos da presente invenção são geralmente úteis e
10 aplicáveis e virtualmente qualquer tipo de refugo mineral.

No campo de descarte de refugo, a presente invenção permite a utilização de uma quantia suficiente de resíduo do carvão barato como um agente de vitrificação para capturar de modo seguro o refugo
15 mineral tóxico.

Conforme discutido na introdução, é sabido na técnica para combinar o refugo mineral com um precursor de vidro de modo a fabricar uma mistura precursora que é subsequenteiramente vitrificada. Por
20 exemplo, a Patente Norte-Americana 4.820.328 ensina a utilização de caco de vidro e soda cáustica como um agente de vitrificação. Os agentes de vitrificação conhecidos são geralmente dispendiosos, e certamente mais dispendiosos do que o resíduo do carvão. O fato que o agente de vitrificação
25 da presente invenção é um material de refugo abundante possui uma vantagem adicional e psicológica que é traduzida em uma vantagem comercial importante. Por quaisquer refugos minerais, é necessário adicionar uma proporção relativamente

alta do agente de vitrificação. Como os agentes de vitrificação da técnica anterior são dispendiosos, os operadores inescrupulosos tendem a economizar o agente de vitrificação, produzindo um produto de vidro potencialmente tóxico considerando como não-tóxico. Em contraste, considerando que o agente de vitrificação utilizado na implementação dos ensinamentos da presente invenção é um produto de refugo, não existe motivação para tal conduta inescrupulosa.

10 Nas configurações da presente invenção, o material produzido não é um vidro, porém uma cerâmica de vidro ou um vidro semelhante ao mármore. Considerando que os óxidos de muitos metais pesados atuam como agentes de nucleação (p.ex., CeO_2 , Cr_2O_3 , MnO_2 , P_2O_5 ,
15 SnO_2 , TiO_2 , V_2O_5 , ZnO e ZrO_2) subsequente à desvitrificação, uma proporção relativamente alta de componentes tóxicos do refugo mineral torna-se uma parte integrante do cristal como tal substancialmente impermeável à lixiviação. Os componentes tóxicos são mais efetivamente neutralizados por
20 captura em um material desvitrificado do que em um vidro e então os materiais cristalinos, tais como cerâmicas de vidro e vidros semelhantes ao mármore, da presente invenção são preferidos para um confinamento de refugo tóxico a longo prazo. Devido às características físicas superiores e
25 propriedades melhoradas de neutralização de refugo tóxico, as cerâmicas de vidro produzidas em conformidade com os ensinamentos da presente invenção são úteis para produzir itens ao consumidor com alto valor agregado e não somente

para confinamento. Excepcionalmente preferida, é a utilização de tais cerâmicas de vidro na construção de estradas e estruturas de concreto (como um substituto de cascalho) e como um item de construção, por exemplo, como um material de aplainamento (como um substituto do mármore) ou
5 como uma telha.

Os ensinamentos da presente invenção também são caracterizados pela segurança elevada. A redução, e mesmo a prevenção, da formação de espuma e gases corrosivos, tóxicos e quentes reduz os perigos para os
10 trabalhadores implementarem os ensinamentos da presente invenção.

Os ensinamentos da presente invenção também são caracterizados por serem baratos e econômicos, um fato que sucede a partir da utilização dos produtos de refugo baratos como substratos. Em configurações preferidas, mesmo os agentes de fluxo, úteis na diminuição da temperatura de vitrificação da composição precursora de vidro da presente invenção e, deste modo, reduz os custos de energia, são um produto de refugo. Além disso, pelo fato dos
15 componentes da composição de vidro serem reduzidos, conduz a uma minimização dos produtos de refugo adicionais produzidos pelo método da presente invenção. Considerando que a produção dos gases tóxicos é reduzida, a quantidade de refugo do depurador de gás produzida (ou gases tóxicos
20 liberados na atmosfera) ao praticar os ensinamentos da presente invenção é significativamente diminuída.

Considerando que a cinza incom-

bustível do carvão é um pó fino e semelhante ao talco, o transporte da cinza incombustível é preferivelmente realizado em um recipiente lacrado, um fato que aumenta o custo de descarte da cinza incombustível do carvão. Em uma
5 configuração preferida, os ensinamentos da presente invenção são praticados em proximidade de uma fonte da cinza incombustível do carvão, tal como uma usina de energia de combustão do carvão. Considerando que a cinza incombustível do carvão está disponível sem a necessidade para transporte
10 e considerando que a energia necessária para vitrificar a composição precursora do vidro da presente invenção está próxima, somente é necessário transportar o substrato do refugo mineral. A prática dos ensinamentos da presente invenção na proximidade de uma fonte de cinza incombustível
15 do carvão reduz os custos e aumenta a segurança do método inerentemente barato e seguro da presente invenção ainda mais.

A presente invenção também é caracterizada pela cordialidade ambiental excepcional. A
20 presente invenção recicla o refugo, incluindo o refugo tóxico, em formas seguras e úteis. A presente invenção possui exigências relativamente modestas de energia ao utilizar os produtos de refugo adequados como agentes de fluxo. A presente invenção reduz as emissões de gases
25 tóxicos e poluentes.

Conforme discutido acima, o método da presente invenção conduz à produção de um material sólido, geralmente um vidro, um vidro semelhante ao mármore

ou uma cerâmica de vidro. Nas configurações da presente invenção, o material sólido produzido é enterrado. Nas configurações preferidas da presente invenção, o material sólido produzido é utilizado para criar muitos produtos
 5 úteis diferentes, incluindo, sem limitação, telhas, pisos, materiais de revestimento, chapas, materiais de construção e material substituto de cascalho para utilização, por exemplo, na construção de estrada, leitos de estrada e aterros.

10 EXEMPLOS

Referência agora é feita ao seguinte exemplo que, junto com a descrição acima, ilustra a invenção de uma forma não-limitante.

MATERIAIS

15 Duas diferentes cinzas incombustíveis do carvão foram obtidas a partir da Usina de Energia de Rutenberg (Ashkelon, Israel).

Uma primeira cinza incombustível do carvão resultante da combustão do carvão da
 20 República da África do Sul possuía uma composição mineral de SiO_2 (38-44 partes por peso), Fe_2O_3 (4,5-5,5 partes por peso), Al_2O_3 (32-36 partes por peso), TiO_2 (1,0-1,5 partes por peso), CaO (10-14 partes por peso), MgO (1,8-2,5 partes por peso), SO_3 (2,0-4,0 partes por peso), Na_2O (0,3-0,5
 25 partes por peso) e K_2O (0,1-0,5 partes por peso) e aproximadamente 13% por peso de carbono. A vitrificação da cinza a 1500°C por 2 horas levou ao resultado na perda de aproximadamente 30% do peso da cinza.

Uma segunda cinza incombustível do carvão resultante da combustão do carvão australiano possuía uma composição mineral de SiO_2 (60-62 partes por peso), Fe_2O_3 (8,0-9,0 partes por peso), Al_2O_3 (19-20 partes por peso), TiO_2 (0,8-1,5 partes por peso), CaO (2,5-3,5 partes por peso), MgO (1,0-1,7 partes por peso), SO_3 (2,0-3,0 partes por peso), Na_2O (0,3-0,5 partes por peso) e K_2O (1,5-2,0 partes por peso) e aproximadamente 10% por peso de carbono. A vitrificação da cinza a 1500°C por 2 horas levou ao resultado na perda de aproximadamente 25% do peso da cinza.

Descarte do refugo industrial tóxico

Uma sociedade de administração de refugo forneceu um refugo industrial tóxico em pó. O refugo tóxico era de uma combinação de muitas fontes, porém a guia anexa ao refugo indicou que o refugo era composto de 50% de Al_2O_3 , até 35% de S, até 7% de SiO_2 , até 4% de CdO , até 2% de NiO , até 1% de Cr_2O_3 , até 2% de Br e até 4% de Cl. A vitrificação da cinza a 1500°C por 2 horas resultou na perda de aproximadamente 40% do peso da cinza.

Dez diferentes misturas precursoras do vidro foram feitas pela mistura do refugo industrial tóxico com a primeira cinza incombustível do carvão em razões (refugo/cinza) de 34:66, 33:67, 32:68, 31:69, 30:70, 29:71, 28:72, 27:73, 26:74 e 25:75.

1kg de cada uma das dez misturas precursoras do vidro foi derretido para formar uma composição de vidro fundido e aquecida a uma temperatura

entre 1450°C e 1550°C por aproximadamente quatro horas em um Forno de Câmara Nabertherm HT 12/17 (Nabertherm GmbH, Bremen Alemanha).

Cada mistura foi moldada como
5 uma placa de 20 cm x 20 cm e desvitrificada em um regime de duas etapas. Para formar centro de nucleação, a mistura foi resfriada em uma taxa de 60°C/h e mantida por duas horas em uma temperatura de 800°C. Subseqüentemente, a mistura foi aquecida a uma taxa de 60°C/h e mantida por duas horas em
10 uma temperatura de 1100°C.

As placas resultantes de cerâmica de vidro possuíam um padrão fino disperso marrom claro e estruturas marrom escuro. Todas as placas de cerâmica de vidro possuíam uma fase cristalina densa e
15 firmemente comprimida. A placa, incluindo somente 25% do refugo tóxico, possuía cristais de aproximadamente 1 micron de tamanho e possuía propriedades mecânicas e uma aparência atrativa adequada para utilização como um piso. Nas placas, incluindo porcentagens mais altas de refugo tóxico, foram
20 encontrados cristais de aproximadamente 10 microns de tamanho. Todas as placas eram cristalinas e como tais adequadas para enterro seguro do refugo tóxico.

De forma importante, a perda de peso total da mistura precursora do vidro 34:66 para
25 formar a cerâmica de vidro era somente de aproximadamente 9% do peso total combinado, indicando que os compostos que formam gás, tais como halogênios, compostos de enxofre e compostos de fósforo, foram reduzidos e não liberados à

atmosfera. Além disso, presume-se que pelo menos alguns metais foram reduzidos a carbonetos.

Descarte de refugo a partir da sucata

A Yehuda Pladot (Ashdod, Israel) forneceu três tipos de refugo mineral tóxico em pó. O primeiro tipo de refugo mineral tóxico era o produto da sucata fundida. A guia do refugo da sucata indicou uma composição de 0,75-0,90% de Al_2O_3 , 0,06-0,10% de BaO , 5,90-7,40% de CaO , 0,25-0,30% de CuO , 18,3-21,7% de Fe_2O_3 , 1,25-1,55% de K_2O , 1,0-1,7% de MgO , 1,8-2,4% de MnO , 1,4-1,7 de Na_2O , 0,06-0,10 de P_2O_5 , 4,5 - 6,3 de PbO , 0,5-0,7 de SO_2 , 0,3 - 0,6 de SiO_2 , 0,06 - 0,10% de SnO e 55,0 - 61,0% de ZnO . O segundo tipo de refugo tóxico foi um refugo rico em magnésio, incluindo pelo menos 96% por peso de magnésio. O terceiro tipo de refugo tóxico foi óxido de cálcio contaminado a partir de depuradores de gás da fundição. Foi relatado que a fundição produziu, durante a operação regular, os três tipos de refugo em uma razão de peso de 10:1:1.

Treze diferentes misturas precursoras de vidro foram feitas pela mistura do refugo de sucata, a segunda cinza incombustível, o refugo do depurador de gás tóxico, e o refugo rico em magnésio em razões (refugo/cinza/refugo do depurador de gás/Mg) de 50:50:0:0, 45:55:0:0, 40:60:0:0, 35:65:0:0, 30:70:0:0, 25:75:0:0, 20:80:0:0, 50:50:10:0, 20:80:10:0, 50:50:0:10, 20:80:0:10, 50:50:10:10 e 20:80:10:10.

1kg de cada uma das misturas

foi derretido e aquecido a uma temperatura entre 1350°C e 1450°C por aproximadamente três horas em um Forno de Câmara Nabertherm HT 12/17 (Nabertherm GmbH, Bremen Alemanha).
Averiguou-se que tanto o refugo do depurador de gás
5 contaminado quanto o refugo rico em magnésio atuou como agentes de fluxo, diminuindo a temperatura de vitrificação em até 50°C.

Em alguns casos, o vidro fundido foi granulado na água. Averiguou-se que o granulado
10 opaco preto resultante era um material de pavimentação adequado para descarte seguro para enterro.

Em outros casos, a mistura de vidro fundido foi moldada como uma placa de 20 cm x 20 cm e desvitrificada em um regime de duas etapas. Para formar
15 centros de nucleação, a mistura foi resfriada em uma taxa de 60°C/h e mantida por duas horas em uma temperatura de 800°C. Subseqüentemente, a mistura foi aquecida a uma taxa de 60°C/h e mantida por duas horas em uma temperatura de 1100°C. As placas de cerâmica de vidro resultantes possuíam um padrão
20 fino dispersado de estruturas cinza, marrom claro, marrom escuro e preto.

De forma importante, em todos os casos, a perda de peso total da mistura precursora do vidro para formar a cerâmica de vidro não foi maior do que
25 aproximadamente 10% do peso total combinado, indicando que os compostos que formam gás, tais como halogênios, compostos de enxofre e compostos de fósforo, foram reduzidos e não liberados à atmosfera.

Descarte de resto do incinerador de refugo municipal

O resto do incinerador do refugo municipal (MWIR) foi fornecido pela cidade de Ashkelon. A análise do refugo indicou que o MWIR foi
5 composto de até 62% de Fe_2O_3 , até 23% de Al_2O_3 , até 7% de MgO , até 2,2% de Na_2O , até 5% de K_2O , até 1% de MnO_2 , até 0,2% de Cr_2O_3 , até 0,3% de B_2O_3 , até 0,2% de ZnO e até 0,1% de CuO , bem como um total de 0,4% de Li, V, Co, Ni, Sn, W e Pb.

10 Cinco diferentes misturas precursoras de vidro foram feitas pela mistura do MWIR com a primeira cinza incombustível do carvão em razões (refugo/cinza) de 34:66, 32:68, 30:70, 28:72 e 25:75.

15 1kg de cada uma das misturas precursoras do vidro foi derretido e aquecido a uma temperatura de aproximadamente 1500°C por até e aproximadamente duas horas em um Forno de Câmara Nabertherm HT 12/17 (Nabertherm GmbH, Bremen Alemanha).

20 Cada mistura foi moldada como uma placa de 20 cm x 20 cm e desvitrificada em um regime de duas etapas. Para formar centros de nucleação, a mistura foi resfriada em uma taxa de 60°C/h e mantida por duas horas em uma temperatura de 900°C . Subseqüentemente, a mistura foi aquecida a uma taxa de 60°C/h e mantida por duas horas em
25 uma temperatura de 1100°C .

As placas resultantes de cerâmica de vidro possuíam um padrão fino disperso muito bonito de estruturas verde e verde escuro. Todas as placas

possuíam propriedades mecânicas adequadas para utilização como pisos.

De forma importante, em todos os casos, a perda de peso total das misturas precursoras do vidro para formar a cerâmica de vidro não foi maior do que aproximadamente 8% do peso total combinado, indicando que os compostos que formam gás, tais como halogênios, compostos de enxofre e compostos de fósforo, foram reduzidos e não liberados à atmosfera.

10 Descarte de Baterias

1kg de baterias descartadas e classificadas é misturado com 9kg da segunda cinza incombustível do carvão. A bateria/mistura de cinza é aquecida a uma temperatura de aproximadamente 1500°C por até e aproximadamente duas horas em um forno de derretimento do vidro aquecido por gás. A mistura fundida é moldada como uma placa de 20cm x 20cm e desvitrificada em um regime de duas etapas conforme descrito acima.

De modo geral, a nomenclatura utilizada no presente e os procedimentos laboratoriais utilizados na presente invenção incluem técnicas dos campos da química e engenharia. Tais técnicas são completamente explicadas na literatura.

É apreciado que determinadas características da invenção, que são, para clareza, descritas no contexto de configurações separadas, também podem ser fornecidas em combinação em uma única configuração. Opostamente, diversas características da

invenção, que são, para brevidade, descritas no contexto de uma única configuração, também podem ser fornecidas separadamente ou qualquer subcombinação adequada.

Embora a invenção tenha sido

5 descrita em conjunto com configurações específicas da mesma, é evidente que muitas alternativas, modificações e variações serão aparentes para aqueles com habilidade na técnica. Conformemente, a presente invenção tem a intenção de adotar todas as tais alternativas, modificações e variações que

10 ficam dentro do espírito e amplo escopo das reivindicações anexas. Todas as publicações, patentes e pedidos de patente mencionados nesta especificação são incorporados no presente em sua totalidade por referência à especificação, na mesma medida em que cada publicação, patente ou pedido de patente

15 individual seja especificamente e individualmente indicado a ser incorporado no presente por referência. Além disso, a citação ou identificação de qualquer referência neste pedido não será interpretada como uma admissão de que tal referência está disponível como técnica anterior à presente

20 invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", caracterizado pelo fato de compreender:
a) Produção de uma composição liquefeita de vidro incluindo
5 uma primeira quantidade de cinza de carvão e uma segunda
quantidade de sobra mineral; b) Preservação da composição
liquefeita de vidro em estado liquefeito por um período de
tempo a fim de reduzir componentes da composição liquefeita
de vidro; e c) solidificação da composição liquefeita de
10 vidro a fim de obter um material sólido.
2. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1,
caracterizado pelo fato de produzir uma composição
liquefeita de vidro inclui: i) misturar a cinza de carvão
15 com a sobra mineral para obter uma composição precursora de
vidro; e ii) derreter a composição precursora de vidro para
obter a composição liquefeita de vidro.
3. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1,
20 caracterizado pelo fato de que a composição liquefeita de
vidro inclui um redutor.
4. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 3,
caracterizado pelo fato de que o redutor é o carbono.
- 25 5. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 4,
caracterizado pelo fato de que o carbono é um componente
carbono da sobra mineral.

6. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 4, caracterizado pelo fato de que o carbono é um componente carbono da cinza de carvão.

5 7. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 6, caracterizado pelo fato de que o componente carbono da cinza de carvão é maior do que aproximadamente 0.5 % do peso da cinza de carvão.

10 8. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 6, caracterizado pelo fato de que o componente carbono da cinza de carbono é maior do que 1 % do peso da cinza de carvão.

15 9. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 6, caracterizado pelo fato de que o componente carbono da cinza de carbono é maior do que 5 % do peso da cinza de carvão.

20 10. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 6, caracterizado pelo fato de que o componente carbono da cinza de carvão é maior do que 10 % do peso da cinza de carvão.

25 11. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de que a cinza de carvão compreende cinza muito fina de carvão.

12. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de que a cinza de carvão compreende

a essência da cinza de carvão.

13. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de que a cinza de carvão abrange 5 entre aproximadamente 30 % e aproximadamente 75% do peso isento de carbono SiO₂.

14. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de que a cinza de carvão abrange 10 entre aproximadamente 40 % e aproximadamente 71 % do peso isento de carbono SiO₂.

15. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de que a cinza de carvão abrange 15 entre aproximadamente 10 % e aproximadamente 40% do peso isento de carbono Al₂O₃.

16. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de que a cinza de carvão abrange 20 entre 15 % e aproximadamente 35 % do peso isento de carbono Al₂O₃.

17. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de que a cinza de carvão abrange 25 entre 2 % e aproximadamente 20 % do peso sem carbono Fe₂O₃.

18. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de que a cinza de carvão abrange

entre aproximadamente 3 % e aproximadamente 16 % do peso isento de carbono Fe_2O_3 .

19. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, 5 caracterizado pelo fato de que a sobra mineral compreende uma sobra selecionada de um grupo de sobras que consiste de matéria inútil do alumínio, amianto, resíduo auto desfibrador, baterias, escória de forno de fundição, sobra de cimento, xisto de carvão de mina, solos contaminados, 10 sobras de demolição, pó de forno elétrico de arco voltáico, sobra de galvanoplastia, sobra de desenxoframento de gás de combustão, resíduos geológicos de mina, sobras de metais pesados, resíduos de incinerador hospitalar, cinza de incinerador, materiais filtrantes inorgânicos, resinas de 15 troca de íons, escória de chumbo, resíduo de incinerador de resíduos municipais, sobra de tinta, cinza de papel, sobra fotográfica, sobra de cor vermelha, sobra de depurador, cinza de lodo de água de esgoto, sobra de ferro velho, sedimentações sólidas, resíduos sólidos de sobras aquosas 20 dos rios, coadjuvantes de filtragens usados, escória de aço, pó de telha, sobras urbanas, barro envernizado, zeólitos, escórias de zinco e misturas destes.

20. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, 25 caracterizado pelo fato de que a sobra mineral é substancialmente uma sobra selecionada de um grupo de sobras que consiste de matéria inútil do alumínio, amianto, resíduo auto desfibrador, baterias, escória de forno de fundição,

sobra de cimento, xisto de carvão de mina, solos contaminados, sobras de demolição, pó de forno elétrico de arco voltáico, sobra de galvanoplastia, sobra de desenhoframento de gás de combustão, resíduos geológicos de mina, sobras de metais pesados, sobras de incinerador de ,
5 cinza de incinerador, materiais filtrantes inorgânicos, resinas de troca de íons, escória de chumbo, resíduo de incinerador de sobra municipal, sobra detinta, cinza de papel, sobra fotográfica, sobra de cor vermelha, sobra de
10 borracha, sobra de depurador, cinza de lodo de água de esgoto, sobra de ferro velho, sedimentações sólidas, resíduos sólidos de sobras aquosas dos rios, coadjuvantes de filtragens usados, escória de aço, pó de telha, sobras urbanas, barro envernizado, zeólitos, escórias de zinco e
15 misturas destes.

21. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de que a sobra mineral compreende mais do que aproximadamente 2 % do peso dos componentes do
20 gás-padrão.

22. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 21, caracterizado pelo fato de que a sobra mineral compreende mais do que aproximadamente 4 % do peso dos componentes do
25 gás-padrão.

23. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 21, caracterizado pelo fato de que a sobra mineral compreende

mais do que 6 % do peso dos componentes do gás-padrão.

24. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO
DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 21,
caracterizado pelo fato de que a sobra mineral compreende
5 mais do que 10% do peso dos componentes do gás-padrão.

25. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO
DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 21,
caracterizado pelo fato de que a sobra mineral compreende
mais do que 20 % do peso dos componentes do gás-padrão.

10 26. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO
DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 21,
caracterizado pelo fato de que os componentes do gás-padrão
são componentes incluindo pelo menos um átomo selecionado do
grupo que consiste de fósforo, enxofre e um halogênio.

15 27. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO
DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1,
caracterizado pelo fato de que a primeira quantidade é mais
do que aproximadamente 30 % do peso da Segunda quantidade.

20 28. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO
DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1,
caracterizado pelo fato de que a primeira quantidade é mais
do que aproximadamente 50 % do peso da Segunda quantidade.

25 29. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO
DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1,
caracterizado pelo fato de que a primeira quantidade é mais
do que aproximadamente 80 % do peso da Segunda quantidade.

30. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO
DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1,

caracterizado pelo fato de que a primeira quantidade é mais do que aproximadamente 100 % do peso da Segunda quantidade.

31. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, 5 caracterizado pelo fato de que a primeira quantidade é mais do que aproximadamente 150 % do peso da Segunda quantidade.

32. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de adicionar um metal fundente para 10 obter a composição do vidro precursor, no qual o metal fundente é uma sobra material.

33. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de que durante a preservação, a 15 composição do vidro é substancialmente completamente vitrificado.

34. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de que durante a preservação, a 20 temperatura da composição liquefeita do vidro é mais alta do que aproximadamente 1200° C.

35. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de que durante a preservação, a 25 temperatura da composição liquefeita do vidro é mais alta do que aproximadamente 1250° C.

36. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1,

caracterizado pelo fato de que durante a preservação, a temperatura da composição liquefeita do vidro é mais alta do que aproximadamente 1300° C.

37. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO
5 DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de que durante a preservação, a temperatura da composição liquefeita do vidro é mais alta do que aproximadamente 1350° C.

38. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO
10 DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de que durante a preservação, a temperatura da composição liquefeita do vidro é menos do que aproximadamente 1600° C.

39. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO
15 DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de que durante a preservação, a temperatura da composição liquefeita do vidro é menos do que aproximadamente 1500° C.

40. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO
20 DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, caracterizado pelo fato de que o período de tempo é mais longo do que aproximadamente 1 hora

41. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO
DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1,
25 caracterizado pelo fato de que o período de tempo é mais longo do que aproximadamente 2 horas.

42. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO
DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1,

caracterizado pelo fato de que o período de tempo é mais longo do que aproximadamente 3 horas.

43. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, 5 caracterizado pelo fato de que a solidificação inclui o resfriamento da composição liquefeita do vidro a fim de que o material sólido obtido seja um vidro.

44. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 43, 10 caracterizado pelo fato de compreender uma ação do grupo que consiste em fundir, girar, assoprar, comprimir e desenhar o vidro.

45. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 1, 15 caracterizado pelo fato de que a solidificação inclui a devitrificação da composição liquefeita do vidro.

46. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 45, 20 caracterizado pelo fato de que a devitrificação inclui a preservação da composição liquefeita do vidro em um estado liquefeito por um período de tempo suficiente para permitir a cristalização de pelo menos alguma da composição liquefeita do vidro.

47. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO 25 DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 45, caracterizado pelo fato de que a solidificação inclui a devitrificação da composição liquefeita do vidro a fim de que o material sólido obtido seja um vidro com aspecto de

mármore.

48. "MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO
DE CINZA DE CARVÃO", conforme o reivindicado em 45,
caracterizado pelo fato de que a solidificação inclui a
5 devitrificação da composição liquefeita do vidro a fim de
que o material sólido obtido seja uma cerâmica de vidro.

49. "MATERIAL SÓLIDO",
caracterizado pelo fato de compreender um material sólido,
substancialmente produzido de acordo com o método descrito
10 na reivindicação 1.

50. "ARTIGO", caracterizado
pelo fato de compreender um artigo, que compreende um
material sólido feito de acordo com o método descrito na
reivindicação 1.

15 51. "ARTIGO", conforme o
reivindicado em 50, caracterizado pelo fato de que o
material sólido é um vidro.

52. "ARTIGO", conforme o
reivindicado em 50, caracterizado pelo fato de que o
20 material sólido é uma cerâmica de vidro.

53. "ARTIGO", conforme o
reivindicado em 50, caracterizado pelo fato de que o
material sólido é um vidro com aspecto de mármore.

54. "USO DE SOBRA DE
25 DEPURADOR", caracterizado pelo fato de prever o uso de sobra
de depurador como metal fundido.

55. "USO DE SOBRA DE
DEPURADOR", caracterizado pelo fato de prever o uso de sobra

de depurador como metal fundido na produção do vidro.

56. "MÉTODO DE PROCESSAMENTO
USADO EM BATERIAS", caracterizado pelo fato de compreender:
a) produção de uma composição liquefeita de vidro incluindo
5 uma primeira quantidade de cinza de carvão e uma Segunda
quantidade de sobra mineral; b) preservação da composição
liquefeita de vidro em estado liquefeito por um período de
tempo a fim de reduzir componentes da composição liquefeita
de vidro; e c) solidificação da composição liquefeita de
10 vidro a fim de obter um material sólido.

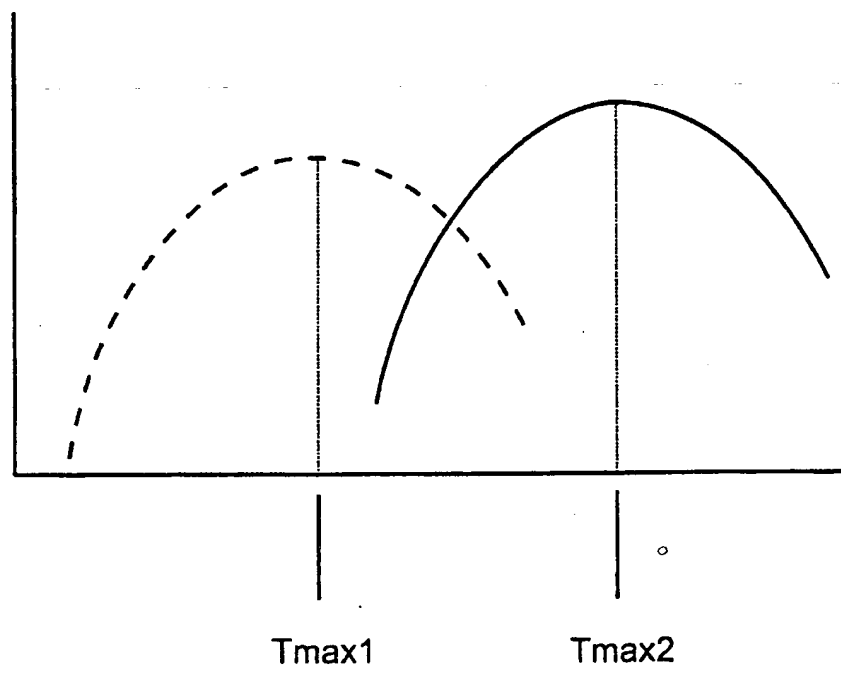


FIG. 1

RESUMO

"MÉTODO PARA UTILIZAÇÃO DE
CINZA DE CARVÃO, MATERIAL SÓLIDO, ARTIGO, USO DE SOBRA DE
DEPURADOR E MÉTODO DE PROCESSAMENTO USADO EM BATERIAS",
5 apresenta um método para utilizar cinzas de carvão para
remoção de sobras minerais, incluindo sobra tóxica mineral,
revela-se da formação de uma mistura liquefeita de sobra
mineral com cinza de carvão e a solidificação dessa mistura
liquefeita para formar um produto sólido tal como um vidro,
10 uma cerâmica de vidro ou vidro com aspecto de mármore.