



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

(21) **PI0802987-3 A2**



* B R P I 0 8 0 2 9 8 7 A 2 *

(22) Data de Depósito: 23/05/2008
(43) Data da Publicação: 19/01/2010
(RPI 2037)

(51) *Int.Cl.:*
C04B 22/00 (2010.01)
C04B 18/00 (2010.01)
B28B 3/00 (2010.01)

(54) Título: **MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE CERÂMICAS E NOVO TIPO DE MATERIAL SEMELHANTE AO CONCRETO**

(73) Titular(es): Vsevolod Mymrine

(72) Inventor(es): Vsevolod Mymrine

(57) Resumo: MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE CERÂMICAS E NOVO TIPO DE MATERIAL SEMELHANTE AO CONCRETO. Refere-se a composições e tecnologias de fabricação de novos materiais como tijolos e cerâmicas para aplicação na construção civil, à base de resíduos de estações municipais e industriais de tratamento de água (lodo de ETA) com alto nível de umidade (usualmente até 80% ou mais). O teor de lodo de ETA como componente principal de misturas iniciais pode atingir o nível de 60% ou mais, dependendo das propriedades e percentagens dos outros componentes usados para preparação destas misturas iniciais e de exigências às propriedades mecânicas de materiais fabricados. Para diminuir a umidade de misturas pode ser usados cinza de queima de madeira (ou cinza de xisto betuminoso, ou cinza de carvão mineral, ou cinza de queima de casca de arroz ou outras gramíneas e outros absorventes de água). Para produção de materiais semelhantes ao concreto como ligantes de lodo de ETA podem ser usados rejeitos de produção de cal ou escórias siderúrgicas ou cimento Portland, de forma independente ou em combinação. Para produção de cerâmicas é necessário incorporar argila natural, usualmente na faixa de 10 - 20%.



MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE CERÂMICAS E NOVO TIPO DE MATERIAL SEMELHANTE AO CONCRETO.

A presente Patente de Invenção refere-se o método (composições e tecnologia),
5 denominado MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE CERÂMICAS E NOVO TIPO DE MATERIAL SEMELHANTE AO CONCRETO para aplicação na construção civil, à base de resíduos de estações municipais e industriais de tratamento de água – lodo de ETA - para economizar
10 altos gastos neste processo tecnológico.

Usualmente para sedimentar as partículas das substâncias sólidas todas as Estações usam sulfatos de alumínio ou de ferro. Existem alguns métodos de uso de lodo de ETA como componentes de produção de tijolos com teor de lodo entre 4 e 8% de peso com queima. Mas esta percentagem não pode
15 corresponder às demandas de preservação de meio ambiente. Por causa da ausência de métodos economicamente e ambientalmente suficientes praticamente todos os lodos de ETA acumulam nos aterros sanitários, contaminando meio ambiente ou, ainda pior, voltam nas correntes de rios um pouco abaixo da localização das Estações de Tratamento e criam dessa
20 maneira, uma maior contaminação da água de reservatórios naturais (rios e lagos).

Os objetivos da presente patente são:

1. utilizar maior quantidade de lodo e ETA em combinações com outros resíduos da indústria para torná-los materiais de construção civil e contribuir para a
25 defesa do meio ambiente;
2. desenvolver novas composições de materiais para aplicação na construção civil com maior aproveitamento econômico, e propriedades características suficientes de acordo com NBR-8953 e NBR-13279.

Neste patente o teor de lodo de ETA como componente principal de misturas
30 iniciais pode atingir o nível de 80% ou mais, dependendo das propriedades e percentagens de outros componentes usados e de exigências às propriedades mecânicas de materiais fabricados.

Para superação de bactérias patogênicas de água de rios ou lagos existe forte necessidade de produtos químicos como hipoclorito de sódio em quantidade
35 dependendo do nível de contaminação bacteriana.

A presente patente inclui dois tipos de novos materiais de construção civil com diferentes composições de misturas iniciais e com diferentes tecnologias de fabricação.

5 O primeiro material patenteado MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE CERÂMICAS E NOVO TIPO DE MATERIAL SEMELHANTE AO CONCRETO são tijolos maciços, com buracos e blocos com propriedades parecidas às propriedades de concreto.

10 Para realização do primeiro produto de patente (tijolos com propriedades parecidos às propriedades de concreto) no nível industrial podem ser usados como matéria-prima seca, os materiais sempre estão disponíveis sendo ambientalmente puros (sem metais pesados acima de NBR) seguintes:

- lodo de ETA com de umidade usual (até 75 – 80% de teor de água) sem secagem preliminar;
- 15 • resíduos de produção de cal (ou cal virgem de mercado, ou escórias siderúrgicas de diferentes processos tecnológicos, ou cimento Portland);
- cinza de queima de madeira (ou cinza de xisto betuminoso, ou cinza de carvão mineral, ou cinza de queima de casca de arroz ou outras gramíneas e outros absorventes de água de lodo de ETA relativamente
- 20 baratos e localmente disponíveis),
- areia ou argila naturais.

Podem ser usados também silte, cascalho, rejeitos de corte e polimento de rochas naturais ou outros tipos de agregados com diminuição parcial de percentagem de lodo de ETA.

25 Os resíduos de produção de cal são compostos por cal com óxidos totais na base não volátil ($\text{CaO} + \text{MgO}$) < 88%, i.e. com teor total de outros elementos químicos, calcário mal queimado, etc., mais do que 12% (NBR-6453). Resíduos de produção de cal usado neste estudo têm mais do que 18% de CaCO_3 . Porém, o teor de CaCO_3 pode ser diferente e depende de qualidade de queima

30 de calcário, do tempo após a fabricação da cal e das condições de sua armazenagem. O destino final desse resíduo tem gerado grandes problemas ambientais e econômicos.

A tecnologia de fabricação dos "concretos" de MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMO COMPONENTE

35 PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE CERÂMICAS E NOVO TIPO DE MATERIAL

SEMELHANTE AO CONCRETO inclui a homogeneização de componentes em percentagem dos componentes até chegar ao produto final, que apresente as melhores características requeridas para sua aplicação. O teor de lodo de ETA pode atingir o nível até 80% em peso com umidade de lodo real até 85% sem secagem preliminar.

Os processos tecnológicos de fabricação de materiais semelhantes ao concreto desta patente incluem as operações seguintes:

1. dosagem de componentes de mistura em percentagem desejável, que depende de valores das propriedades esperáveis dos produtos finais;
2. homogeneização de mistura de componentes acima citados;
3. compactação de mistura homogeneizada com pressão de formação experimentalmente determinada;
4. depósito dos materiais compactados no ar aberto com temperatura de meio ambiente ou autoclavagem em condições (temperatura e pressão antecipadamente determinados) no caso de uso como ligantes de cal residual ou cal virgem de mercado; depósito dos materiais compactados no meio ambiente úmido (no caso de uso como ligante o cimento Portland ou escórias siderúrgicas).

A mistura homogeneizada será compactada pelo método de prensagem com diferentes forças de compactação de um lado ou (muito melhor) de dois lados. A compactação de mistura pronta de dois lados aumenta as propriedades mecânicas de produto final. A força de compactação neste estudo foi 10 MPa com pressão tradicional uniaxial de um lado. Os valores de propriedades mecânicas aumentam com tempo de cura no ar aberto.

A resistência à compressão uniaxial de amostras de diferentes composições deste estudo na 3ª dia de cura usualmente oscila entre 3 e 5 MPa, no 14º dia – 7-8 MPa e no 28º dia entre 9 – 11 MPa. A resistência continua crescer até um ano ou mais.

Conforme a NBR 7170 (1983) a resistência uniaxial dos tijolos maciços deve ser as seguintes: Classe A < 2,5 MPa;

Classe B 2,5 < 4,0 MPa;

Classe C > 4,0 MPa.

O valor de resistência deste material pode ser aumentando com a mudança de percentagem dos componentes de misturas iniciais, especialmente de teor de resíduos de produção de cal, de cal comercial ou de cimento Portland de mercado, ou escórias siderúrgicas e outros materiais ligantes, ou com mudança

de processos tecnológicos (aumento do grau de granulometria na moagem de resíduos de produção de cal ou escórias siderúrgicas, pressão de formação, ou o uso de método de prensagem de materiais de dois lados, etc.), análogo ao concreto.

- 5 Os materiais têm altos valores da resistência à água e baixo coeficiente de dilatação.

O segundo material patenteado nos MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE CERÂMICAS E NOVO TIPO DE MATERIAL
10 SEMELHANTE AO CONCRETO são os materiais cerâmicos, desenvolvidos de misturas de lodo de ETA com umidade de lodo real (até 75-80%) sem secagem preliminar e com teor de lodo até 80% em peso de misturas iniciais.

Os processos tecnológicos de fabricação de materiais cerâmicos desta patente incluem as seguintes operações:

- 15
- dosagem de componentes de mistura em percentagem desejável, que depende dos valores das propriedades esperáveis dos produtos finais;
 - homogeneização de mistura de componentes;
 - compactação de mistura homogeneizada com pressão de formação experimentalmente determinada;
- 20
- secagem até peso constante;
 - queima com temperatura e regime antecipadamente escolhidos.

O lodo de ETA foi misturado com outros tipos de resíduos industriais sempre disponíveis e ambientalmente puros (sem metais pesados acima de NBR) acima nomeados como componentes de produção de materiais semelhantes a
25 concretos e outros absorventes de água de lodo de ETA relativamente baratos, incorporando argila natural.

A mistura homogeneizada deve ser compactada pelo método de prensagem ou de extrusão e secada até peso constante. Produtos secos devem ser queimados com temperatura aproximada de 700 a 950° C durante 6 horas na temperatura
30 máxima.

Os valores de resistência a flexão de três pontos das amostras queimadas variam de 4 até 12 MPa. Conforme a NBR 7171 (1992) a resistência uniaxial dos blocos cerâmicos devem ser as seguintes: Classe 15 = $1,5 < 2,5$ MPa,

Classe 25 = $2,5 < 4,5$ MPa.

- 5 Resultados experimentais desta patente demonstram, que os materiais obtidos com o método desta patente pode substituir todos tijolos maciços de classes A, B e C e blocos cerâmicos das classes 15 e 25.

A comparação de resistências de novas cerâmicas com cerâmicas convencionais demonstra a vantagem de cerâmicas de MÉTODOS DE
10 UTILIZAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE CERÂMICAS E NOVO TIPO DE MATERIAL SEMELHANTE AO CONCRETO.

A capacidade de absorção de água (de 10,3 até 16,2%) também corresponde à demanda pela NBR 7171 para bloco cerâmico para alvenaria (não deve ser
15 menor de 8% nem superior a 25%).

Todos os materiais cerâmicos desenvolvidos têm lixiviação de metais pesados muito menor que as exigências definidas em normas brasileiras e internacionais. O baixo custo de matérias - primas (resíduos industriais) garante um grande efeito econômico para a produção destes materiais.

- 20 Os valores das resistências e outras propriedades mecânicas destes materiais podem ser aumentados com a mudança de percentagem dos componentes de misturas iniciais e com mudança de processos tecnológicos (pressão de compactação, temperatura e duração de queima na temperatura máxima, regime de aquecimento e resfriamento, etc) conforme as demandas da
25 construção civil ou da NBR.

O aproveitamento dos compósitos de resíduos industriais acima citados, usados como matéria-prima para fabricação de "concretos" e cerâmicas desta patente permite a obtenção de materiais de construção civil com características iguais ou superiores às dos materiais tradicionais (tijolos, telhas, etc.) apresentando,
30 portanto, menor preço de custo.

O aproveitamento destes compósitos de resíduos industriais permite a obtenção de materiais de construção com características iguais e/ou melhores às características dos materiais de construção civil convencionais produzidas à base de matérias primas tradicionais naturais (pedras naturais, areia, silte, etc)
35 com ligantes de maior custo comercial (cimento Portland).

As maiores vantagens de MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE CERÂMICAS E NOVO TIPO DE MATERIAL SEMELHANTE AO CONCRETO em comparação com métodos tradicionais de produção de tijolos maciços e blocos cerâmicos são:

1. energético: para produção de materiais semelhantes ao concreto desenvolvido não são necessárias altas temperaturas de fabricação de tijolos maciços com a perda de grande energia;
2. resistência mecânica: os resultados experimentais desta patente incluem somente resultados de pesquisa exclusivamente com lodo de ETA e resíduos de produção de cal. Sem dúvida, materiais ligantes tradicionais (cimento Portland e cal de mercado) podem aumentar significativamente os valores de resistência de novos materiais;
3. econômica: um custo muito baixo de matérias-primas - resíduos industriais (lodo de ETA, cinzas de diferentes combustíveis, escórias siderúrgicas e resíduos de produção de cal) garantindo um alto efeito econômico de produção destes materiais;
4. ambiental: o método desenvolvido nesta patente é baseado na utilização máxima de vários resíduos industriais e por isso tem forte contribuição para as questões que envolvem a proteção do meio ambiente;
5. social: utilização de todos resíduos de aterros industriais como os componentes de novos materiais sem dúvida podem melhorar a qualidade de vida de população local. Além disso, para a produção dos novos materiais desenvolvidos é necessário criar uma rede de novas empresas com geração de novos empregos.

Os produtos obtidos pelas tecnologias de MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE CERÂMICAS E NOVO TIPO DE MATERIAL SEMELHANTE AO CONCRETO são compósitos baseados na utilização máxima de resíduos industriais não perigosos de classe II e, portanto tem forte contribuição para as questões que envolvem a proteção do meio ambiente.

REINVIDICAÇÕES

MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE CERÂMICAS E NOVO TIPO DE MATERIAL SEMELHANTE AO CONCRETO trata-se de várias composições e tecnologias caracterizadas por ser obtido através de misturas dos seguintes materiais:

1. lodo de ETA com de umidade usual (até 75 – 80% de teor de água) sem secagem preliminar,
2. resíduos de produção de cal (ou cal virgem de mercado, ou escorias siderúrgicas de diferentes processos tecnológicos, ou cimento Portland),
3. cinza de queima de madeira (ou cinza de xisto betuminoso, ou cinza de carvão mineral, ou cinza de queima de casca de arroz ou outras gramíneas e outros absorventes de água de lodo de ETA relativamente baratos e localmente disponíveis),
4. areia ou argila naturais.

Os processos tecnológicos de fabricação de materiais semelhantes ao concreto desta patente incluem as operações seguintes:

1. dosagem de componentes de mistura em percentagem desejável, que depende de valores das propriedades esperáveis dos produtos finais;
2. homogeneização de mistura de componentes;
3. compactação de mistura homogeneizada com pressão de formação experimentalmente determinada;
4. depósito dos materiais compactados no ar aberto com temperatura de meio ambiente ou autoclavagem em condições (temperatura e pressão antecipadamente determinados) no caso de uso como ligantes de cal residual ou cal virgem de mercado; depósito dos materiais compactadas no meio ambiente úmido (no caso de uso como ligante o cimento Portland ou escorias siderúrgicas).

Os processos tecnológicos de fabricação de materiais cerâmicos desta patente incluem as operações seguintes:

1. dosagem de componentes de mistura em percentagem desejável, que depende dos valores das propriedades esperáveis dos produtos finais;
2. homogeneização de mistura de componentes;

3. compactação de mistura homogeneizada com pressão de formação experimentalmente determinada;
4. secagem até peso constante;
5. queima com temperatura e regime antecipadamente escolhidos.

RESUMO

MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE CERÂMICAS E NOVO TIPO DE MATERIAL SEMELHANTE AO CONCRETO refere-se a

5 composições e tecnologias de fabricação de novos materiais como tijolos e cerâmicas para aplicação na construção civil, à base de resíduos de estações municipais e industriais de tratamento de água (lodo de ETA) com alto nível de umidade (usualmente até 80% ou mais). O teor de lodo de ETA como

10 componente principal de misturas iniciais pode atingir o nível de 60% ou mais, dependendo das propriedades e percentagens dos outros componentes usados para preparação destas misturas iniciais e de exigências às propriedades mecânicas de materiais fabricados. Para diminuir a umidade de misturas pode

15 ser usados cinza de queima de madeira (ou cinza de xisto betuminoso, ou cinza de carvão mineral, ou cinza de queima de casca de arroz ou outras gramíneas e outros absorventes de água). Para produção de materiais semelhantes ao concreto como ligantes de lodo de ETA podem ser usados rejeitos de produção de cal ou escórias siderúrgicas ou cimento Portland, de forma independente ou em combinação. Para produção de cerâmicas é necessário incorporar argila natural, usualmente na faixa de 10 – 20%.