(11) Número de Publicação: **PT 105666 B**

(51) Classificação Internacional:
C04B 28/04 (2006.01) ***C04B 28/28*** (2006.01)

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: **2011.04.29**

(30) Prioridade(s):

(43) Data de publicação do pedido: **2012.10.29**

(45) Data e BPI da concessão: **2021.03.08**
49/2021

(73) Titular(es):
SECIL - COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO, S.A.
OUTÃO, APARTADO 71 2901-864 OUTÃO **PT**

(72) Inventor(es):
ÂNGELA MARIA JESUS DE SEQUEIRA SERRA NUNES **PT**
PEDRO EUSÉBIO LOPES GAGO **PT**

(74) Mandatário:
JOÃO PEREIRA DA CRUZ
RUA VITOR CORDON, 10-A 1249-103 LISBOA **PT**

(54) Epígrafe: **BETÃO BRANCO OU COLORIDO DE ELEVADAS PRESTAÇÕES ARQUITECTÓNICAS, SECO, PRÉ-DOSEADO, DE PRESA MUITO RÁPIDA E AUTOCOMPACTÁVEL**

(57) Resumo:
A PRESENTE INVENÇÃO DIZ RESPEITO A UM MICRO-BETÃO OU BETÃO NORMAL, BRANCO OU COLORIDO, DE ELEVADAS PRESTAÇÕES ARQUITECTÓNICAS, DE FORMULAÇÃO SECA, PRÉ-DOSEADO, DE PRESA MUITO RÁPIDA E AUTOCOMPACTÁVEL. ESTE BETÃO COMPREENDE, EM PERCENTAGEM EM PESO DOS COMPONENTES RELATIVAMENTE AO PESO TOTAL DA COMPOSIÇÃO, A) 10,0% A 70% CIMENTO PORTLAND BRANCO; B) 1,0% A 10,0% DE REGULADOR DE PRESA; C) 26,5% A 55% AGREGADOS CALCÁRIOS; D) 9,0% A 20% DE AGREGADO NATURAL SILICIOSO; E) 10% A 40% DE AGREGADO BRITADO; F) 0,01% A 1,0% DE SUPERPLASTIFICANTE; G) 0,08% A 1,3% DE CLORETO DE CÁLCIO (CACL2); H) 0,1% A 3,2% DE FORMIATO DE CÁLCIO (CA(COOH)2); I) 0% A 5% DE ALUMINATO SÓDICO (NAALO2); J) 0% A 20% DE METACAULINOS; K) 0% A 5% DE NANO-SÍLICAS; L) 0% A 10% DE MICRO-SÍLICAS; M) 0% A 4% DE FIBRAS DE ÁLCOOIS POLIVINÍLICOS (PVA); N) 0% A 5% DE DISPERSANTES DE COPOLÍMEROS DE ACETATO VINÍLICO E ETILENO; O) 0% A 5% DE NEOPENTILGLICOL; P) 0% A 5% DE NANO-ANATASE; E FACULTATIVAMENTE Q) 0,3% A 15% DE PIGMENTOS INORGÂNICOS.

RESUMO

"BETÃO BRANCO OU COLORIDO DE ELEVADAS PRESTAÇÕES ARQUITECTÓNICAS, SECO, PRÉ-DOSEADO, DE PRESA MUITO RÁPIDA E AUTOCOMPACTÁVEL"

A presente invenção diz respeito a um micro-betão ou betão normal, branco ou colorido, de elevadas prestações arquitectónicas, de formulação seca, pré-doseado, de presa muito rápida e autocompactável. Este betão compreende, em percentagem em peso dos componentes relativamente ao peso total da composição, a) 10,0% a 70% cimento Portland branco; b) 1,0% a 10,0% de regulador de presa; c) 26,5% a 55% agregados calcários; d) 9,0% a 20% de agregado natural silicioso; e) 10% a 40% de agregado britado; f) 0,01% a 1,0% de superplastificante; g) 0,08% a 1,3% de cloreto de cálcio ($CaCl_2$); h) 0,1% a 3,2% de formiato de cálcio ($Ca(COOH)_2$); i) 0% a 5% de aluminato sódico ($NaAlO_2$); j) 0% a 20% de metacaulinos; k) 0% a 5% de nano-sílicas; l) 0% a 10% de micro-sílicas; m) 0% a 4% de fibras de álcoois polivinílicos (PVA); n) 0% a 5% de dispersantes de copolímeros de acetato vinílico e etileno; o) 0% a 5% de neopentilglicol; p) 0% a 5% de nano-anatase; e facultativamente q) 0,3% a 15% de pigmentos inorgânicos.

DESCRIÇÃO

"BETÃO BRANCO OU COLORIDO DE ELEVADAS PRESTAÇÕES ARQUITECTÓNICAS, SECO, PRÉ-DOSEADO, DE PRESA MUITO RÁPIDA E AUTOCOMPACTÁVEL"

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção insere-se no campo dos novos materiais de construção, nomeadamente nos micro-betões e betões normais brancos ou coloridos fornecidos secos de forma pré-doseada, com aplicação preferencial nos campos da prefabricação, superestruturas betonadas *in-situ*, mobiliário urbano e outros elementos decorativos, com características estruturais e arquitectónicas excelentes, nomeadamente presa e endurecimento rápidos, autocompactável, classe de resistência à compressão elevada e boa resistência à exposição ambiental agressiva.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

O betão branco á vista, isto é com elevados desempenhos ao nível arquitectónico é hoje um material muito usado na Arquitectura e Engenharia Civil, por permitir responder a muitos desafios técnicos e estéticos exigidos pelas tendências arquitectónicas actuais.

De facto a betonagem de paramentos de edifícios em betão branco á vista exige hoje do material uma enorme qualidade ao nível do acabamento, mantendo-se todos os restantes requisitos funcionais do material, pois tratando-se de um material estrutural a resistência mecânica, durabilidade e manutenção da aparência ao longo do tempo são propriedades muito importantes.

Por outro lado sendo exigente o resultado final a obter-se pela sua utilização, a facilidade de betonagem e aplicação é outra condicionante importante para valorização do produto. Assim sendo a sua trabalhabilidade tem de ser excelente e manter-se por tempo útil até ao final da aplicação.

Outro aspecto importante é que para reunir os efeitos mencionados, isto é uma boa trabalhabilidade, mantida em tempo útil, um bom acabamento das superfícies betonadas, a necessidade de por vezes aplicar o betão em situações extremas de peças muito esbeltas ou na presença de elevadas densidades de armaduras ou mesmo condições climatéricas desfavoráveis, levam á utilização de elevadas quantidades de adjuvantes que retardam consideravelmente a presa e endurecimento do material, conduzido á dilatação dos prazos de execução/desmoldagem.

Actualmente o betão branco é produzido em central

de betão, normalmente por via húmida apresentando as características habituais dos betões correntes, excepção do acabamento que de facto possibilita a obtenção de superfícies muito lisas e de excelente acabamento.

Os produtos actuais, descritos na patente francesa com número de publicação FR 2929270, de betões autocompactáveis de presa e endurecimentos rápidos, mas fornecidos por vias diferentes da seca pré-doseada, para obter desempenhos semelhantes ao campo de aplicação desta invenção. Por outro lado, os descritos na patente FR 2929270, ao utilizar cimentos aluminosos, o betão com ela obtido apresenta uma durabilidade, na presença de meios agressivos mais sensível, dando potencialmente lugar a reacções expansivas, ao contrário dos apresentados nesta invenção pela utilização apenas de cimentos Portland.

O pedido de patente chinês CN 101328043 descreve um método para a preparação de um betão branco altamente brilhante com elevada capacidade de resistência às condições ambientais mas com uma constituição bastante diferente do betão da presente invenção.

A patente espanhola ES 2018744 revela um betão branco contendo cimento Portland branco, carbonato de cálcio, quartzo e dióxido de titânio, para construção e pavimentação.

A patente americana US 3,666,509 divulga uma mistura seca para a produção de betão branco contendo cimento branco, um agregado à base de sílica ou de alumina, e dióxido de titânio.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

O problema técnico que esta invenção permite solucionar é o de permitir ter pré-doseado um material que apresenta propriedades equivalentes aos betões brancos arquitectónicos correntes, mas com presas muito rápidas, permitindo a desmoldagem de peças em 1 hora e propriedades de auto-limpeza. Por outro lado a sua utilização é muito fácil, bastando usar água e misturar, não exigindo grandes meios para a sua aplicação.

A solução técnica encontrada permitiu a partir de agregados classificados, cimentos brancos modificados e adjuvantes e adições diversas produzir um betão branco seco, com propriedades de auto-limpeza e presa muito rápida, fácil de aplicar e com elevadas prestações arquitectónicas.

DESCRIÇÃO PORMENORIZADA DA INVENÇÃO

A presente invenção diz respeito a micro-betões e betões normais, com base em cimento Portland branco, de elevada homogeneidade e prontos a usar, com elevada prestação estrutural e de exposição ambiental, bastando

adicionar água, misturar convenientemente com recurso a uma betoneira ou misturador e aplicar sobre o molde ou cofragem. Em menos de 60 minutos endurece e permite a desmoldagem e movimentação da peça.

Ao nível arquitectónico, apresentam excelente trabalhabilidade, variados acabamentos de cor, de presa muito rápida, permitindo a desmoldagem de peças de elevada exigência rapidamente após betonagem.

A sua garantia de resultados e facilidade de utilização são vantagens importantes pois a mistura encontra-se pré-preparada, bastando adicionar água.

Processos genéricos e Aplicações gerais destacam-se:

- Paredes e pavimentos, ou outros elementos estruturais betonados *in situ* ou pré-fabricados em betão ou outros materiais, como cerâmicos, gessos, painéis diversos.
- Fachadas de edifícios (grandes elementos de fachada ou painéis prefabricados),
- Super estruturas de viadutos e vigas de bordadura
- Pavimentos rodoviários, pedonais, aeronáuticos em betão, urbanos e não urbanos.
- Sinalética
- Mobiliário urbano
- Elementos decorativos interiores e exteriores
- Coberturas e materiais de cobertura

Comparativamente aos produtos de desempenho semelhante, os descritos nesta invenção destacam-se pela sua colocação seca e pré doseada em obra, com vantagens imediatas em tempo de aplicação, de homogeneidade, económicas e ambientais.

Trata-se de um produto de valor acrescentado ao apresentar uma maior facilidade de utilização, exige poucos meios na sua preparação e possibilita uma presa em 60 minutos, pois possui um endurecimento muito rápido, para além da cor branca e elevadas prestações arquitectónicas e estruturais que apresenta.

Estas vantagens traduzem-se numa poupança de meios e recursos, permitindo uma elevada produtividade durante a produção de peças em betão branco, possibilitando a adopção da solução, mesmo quando na zona da instalação/obra não existam os meios habituais disponíveis (central de betão).

O efeito de auto-limpeza permite ainda dotar as peças de uma elevada durabilidade de aparência poupando-se assim nos meios de limpeza e manutenção das construções.

Os agregados utilizados são agregados classificados, de origem calco-siliciosa cumprindo todos os

requisitos para o fabrico de betão branco arquitectónico, no respeitante ao calibre, estado de pureza e limpeza, resistência, forma de grão de entre outras propriedades.

Os ligantes utilizados são cimentos brancos de elevada brancura e resistência modificados no respeitante á sua presa e endurecimento através de uma série de modificações químicas e mineralógicas, adições e adjuvantes para esse fim.

De facto foi objectivo procurar um início e fim de presa tão perto quanto possível (< 10 minutos) sendo que o início de presa teria de possibilitar a desmoldagem de peças em 60 minutos.

Por outro lado as resistências iniciais são muito elevadas para que seja possível manusear peças de grandes dimensões no mínimo tempo possível (< 3 horas – 5 MPa e 4 horas > 12 MPa).

Ajustando a mineralogia dos cimentos, nomeadamente os teores de C_3S que se afiguram, elevados e superiores a 65% e de elevada reactividade dada a sua cristalização e tamanho de grão (< 30 mícron), procurou-se ajustar os teores de CaSO4 de forma a maximizar a reactividade das fases de aluminato nomeadamente de C_3A de forma a obter-se uma presa eficiente. Adicionalmente ao juntarem-se adições diversas de elevada reactividade e

finura como sejam metacaulinos, pozolanas de alta actividade, hidróxidos de cálcio reactivos, sulfatos de cálcio de elevada finura e aceleradores de presa diversos á base aluminatos de cálcio, formiatos de cálcio, micromateriais e nanomateriais á base de sílica reactiva, anatase e outros óxidos como zinco obteve-se o efeito pretendido e uma retracção e fissuração controlada.

Por outro lado a adição de uma série de superplastificantes á base de policarboxilatos, melaminas e outros de efeito impermeabilizante como sejam os estearatos de cálcio e zinco possibilitaram uma eficaz redução de água de amassadura e a obtenção de uma elevada compacidade compatível coma a performance mecânica desejada.

Definição

Ao longo da presente descrição e nas reivindicações o termo betão, quando não melhor especificado, pretende incluir tanto os betões normais (granulometrias a partir de 4 mm) como os micro-betões (granulometrias inferiores a 4 mm).

Objecto da Invenção

O objecto da presente invenção é um betão branco ou colorido seco pré-doseado, de presa rápida, auto

compactável, que compreende, em percentagem em peso dos componentes relativamente ao peso total da composição:

a) 10,0 a 70% cimento Portland branco;
b) 1 a 10% de regulador de presa;
c) 26,5 a 55% agregados calcários;
d) 9 a 20% de agregado natural silicioso;
e) 10 a 40% de agregado britado;
f) 0,01 a 1% de superplastificante;
g) 0,08 a 1,3% de cloreto de cálcio ($CaCl_2$);
h) 0,1 a 3,2% de formiato de cálcio ($Ca(COOH)_2$);
i) 0 a 5% de aluminato sódico ($NaAlO_2$);
j) 0 a 20% de metacaulinos;
k) 0 a 5% de nano-sílicas;
l) 0 a 10% de micro-sílicas;
m) 0 a 4% de fibras de álcoois polivinílicos (PVA);
n) 0 a 5% de dispersantes de copolímeros de acetato vinílico e etileno;
o) 0 a 5% de neopentilglicol;
p) 0 a 5% de nano-anatase;

e facultativamente

q) 0,3 a 15% de pigmentos inorgânicos.

O regulador de presa referido com componente b) é preferencialmente CaO numa percentagem em peso de 2,2 a 5%.

O componente c) é normalmente uma areia ou

mistura de areias com granulometrias compreendidas entre 0,065 e 3,5 mm, de preferência uma granulometria de 0,065 a 0,25 mm ou de 0,6 a 1,5 mm ou de 1,5 a 3,5 mm, ou suas misturas.

Habitualmente o componente d) é constituído por areias naturais, com granulometrias compreendidas entre 0,065 e 2 mm.

No caso de se tratar de um betão normal o componente e) é vantajosamente constituído por britas com granulometrias compreendidas entre 4 e 10 mm.

O superplastificante referido como componente f) é em geral constituído por condensados de melamina sulfonada, ou equivalentes.

Nos betões preferidos o componente g) está presente numa percentagem em peso de 0,15 a 0,40%, o componente (h) está presente numa percentagem em peso de 0,25 a 0,65% e o componente (i) está presente numa percentagem em peso de 0,05 a 1%.

No caso de se tratar de um betão colorido o componente q) está presente e é geralmente constituído por pigmentos de óxidos metálicos.

O betão de acordo com a invenção, apresenta normalmente um resistência mecânica à compressão 4 horas > 12 MPa.

Exemplos de Preparação

São em seguida apresentados exemplos de preparação de betões brancos e coloridos, de acordo com a invenção. Estes exemplos destinam-se a ilustrar melhor a invenção, sem qualquer carácter limitativo sobre o conteúdo da mesma.

Exemplo 1:

Micro-betão branco seco pré doseado de presa rápida, autocompactável de elevado desempenho arquitectónico

	Componente	% Peso
1	Areia Calcária (1,5/3,5)mm	29,08
2	Areia Calcária (0,6/1,5)mm	14,71
3	Areia Calcária < 250 µm	8,49
4	Agregado natural silicioso (0,065/1,2)mm	17,60
5	Condensado de melamina sulfonada	0,25
6	$CaCl_2$	0,29
7	$Ca(COOH)_2$	0,49
8	Cimento Portland branco I 52,5R	25,15
9	CaO	3,92
10	Aluminato sódico	0,02

Etapas de fabrico:

Introduzir 1, 2, 3 e 4 no misturador, posteriormente adicionar 5, 6 e 7 e misturar durante mínimo 120 s. Adicionar 8, 9 e 10 e misturar durante 120 s.

Exemplo 2:

Micro-betão colorido pré doseado, de presa rápida, autocompactável de elevado desempenho arquitectónico

	Componentes	% Peso
1	Areia Calcária (1,5/3,5)mm	28,43
2	Areia Calcária (0,6/1,5)mm	14,71
3	Areia Calcária < 250 µm	7,84
4	Agregado natural silicioso (0,065/1,2)mm	17,60
5	Condensado de melamina sulfonada	0,25
6	$CaCl_2$	0,29
7	$Ca(COOH)_2$	0,49
8	Pigmentos Inorgânicos	1,96
9	Cimento Portland branco I 52,5R	24,51
10	CaO	3,92

Etapas de fabrico:

Introduzir 1, 2, 3 e 4 no misturador, posteriormente adicionar 5, 6, 7 e 8 e misturar durante mínimo 120 s. Adicionar 9 e 10 e misturar durante 120 s.

Exemplo 3:

Betão normal branco pré doseado, de presa rápida, auto-compactável de elevado desempenho arquitectónico

	Componentes	% Peso
1	Areia Calcária (1,5/3,5)mm	20,30
2	Areia Calcária (0,6/1,5)mm	10,50
3	Areia Calcária < 250 µm	5,60
4	Agregado natural silicioso (0/1,)mm	12,56
5	Agregado calcário britado (4/10)mm	30,00
6	Condensado de melamina sulfonada	0,17
7	$CaCl_2$	0,21
8	$Ca(COOH)_2$	0,35
9	Cimento Portland branco I 52,5R	17,50
10	CaO	2,80
11	Aluminato sódico	0,01

Etapas de fabrico:

Introduzir 1, 2, 3, 4 e 5 no misturador, posteriormente adicionar 6, 7, 8 e 9 e misturar durante mínimo 120 s. Adicionar 10 e 11 e misturar durante 120 s.

Características do betão de acordo com a invenção

As principais características obtidas resumem-se no quadro seguinte para uma composição tipo:

Micro-betão branco ou colorido	
Propriedade	**Resultados**
Água Pasta (%)[1]	25,1
Início presa (min)[1]	40,0
Fim presa (min)[1]	50,0
Tempo desmoldagem (min)	60[2]; 35[3]; 70[4]
Espalhamento (mm)	195
A/C	0,4
Resistências à compressão (MPa)	
2 dias	51,1
7 dias	62,4
28 dias	65,0

Betão normal branco ou colorido	
Propriedade	**Resultados**
A/C	0,47
Espalhamento (mm)	550
Tempo desmoldagem (min)[5]	180
Tempo desmoldagem (min)	60[2]; 35[3]; 70[4]
Módulo de Elasticidade dinâmico (GPa)	
2 dias	43,5
7 dias	49,3
28 dias	52,2
Resistências à compressão (MPa)	
2 horas	0,6
4 horas	12,5
8 horas	26,7
1 dia	43,7
2 dias	47,2
7 dias	64,2
28 dias	72,1

Legenda:

(1) Ensaios efectuados sob pasta;

(2) Desmoldagem faces laterais em provetes de 4x4x16 cm;

(3) Desmoldagem faces laterais em cubos de 15 cm;

(4) Manuseamento do provete em cubo de 15 cm;

(5) Completa desmoldagem da cofragem em PVC de cilindros de 150x300 mm.

Aplicação Industrial

Damos em seguida alguns dos exemplos possíveis de aplicação da tecnologia:

Prefabricação ligeira de artefactos de cimento branco:

Produção de peças prefabricadas em betão branco de formas difíceis e esbelteza considerável, possibilitando um elevado efeito de parede e uma elevada rotatividade da produção.

Produção de peças estruturais em betão branco prefabricado e *in situ*:

Possibilita a betonagem a partir de um misturador local de peças de elevada exigência mecânica, obtendo-se um efeito de acabamento excelente, peças autolimpáveis de baixa retracção e elevada durabilidade com desmoldagem rápida, menos de 60 minutos e movimentação em função do tipo e solicitação da peça, na maioria dos casos em 2 horas (5 MPa).

Pavimentações em betão branco rápidas com entrada em serviço urgente em pavimentos industriais, aeronáuticos, rodoviários e pedonais.

Reparações estruturais rápidas ou com entrada em serviço rápidas.

Lisboa, 29 de Abril de 2011

REIVINDICAÇÕES

1. Betão branco ou colorido seco pré-doseado, de presa rápida, auto compactável, caracterizado por compreender, em percentagem em peso dos componentes relativamente ao peso total da composição:

a) 10,0 a 70% cimento Portland branco;
b) 2,2 a 5% em percentagem de peso de CaO;
c) 26,5 a 55% agregados calcários;
d) 9 a 20% de agregado natural silicioso;
e) 10 a 40% de agregado britado;
f) 0,01 a 1% de superplastificante;
g) 0,08 a 1,3% de cloreto de cálcio ($CaCl_2$);
h) 0,1 a 3,2% de formiato de cálcio ($Ca(COOH)_2$).

2. Betão de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente, em percentagem em peso dos componentes relativamente ao peso total da composição:

i) 0 a 5% de aluminato sódico ($NaAlO_2$);
j) 0 a 20% de metacaulinos;
k) 0 a 5% de nano-sílicas;
l) 0 a 10% de micro-sílicas;
m) 0 a 4% de fibras de álcoois polivinílicos (PVA);
n) 0 a 5% de dispersantes de copolímeros de acetato vinílico e etileno;

o) 0 a 5% de neopentilglicol;

p) 0 a 5% de nano-anatase;

e facultativamente

q) 0,3 a 15% de pigmentos inorgânicos.

3. Betão de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado por o componente c), agregados calcários, ser uma areia ou mistura de areias com granulometrias compreendidas entre 0,065 e 3,5 mm.

4. Betão de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por a referida areia ter uma granulometria de 0,065 a 0,25 mm ou de 0,6 a 1,5 mm ou de 1,5 a 3,5 mm, ou suas misturas.

5. Betão de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado por o componente d) ser constituído por areias naturais, com granulometrias compreendidas entre 0,065 e 2 mm.

6. Betão de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado por o componente e) ser constituído por britas com granulometrias compreendidas entre 4 e 10 mm.

7. Betão de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado por o componente f) ser constituído por condensados de melamina sulfonada, ou equivalentes.

8. Betão de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado por o componente g) estar presente numa percentagem em peso de 0,15 a 0,40%, o componente (h) estar presente numa percentagem em peso de 0,25 a 0,65% e o componente (i) estar presente numa percentagem em peso de 0,05 a 1%.

9. Betão de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado por o componente q) ser constituído por pigmentos de óxidos metálicos.

10. Betão de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado por apresentar um resistência mecânica à compressão 4 horas > 12 MPa.

Lisboa, 22 de Fevereiro de 2021