(11) Número de Publicação: **PT 107170 A**

(51) Classificação Internacional:
C04B 28/28 (2006.01) ***C04B 40/00*** (2006.01)

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

(22) Data de pedido: **2013.09.20**

(30) Prioridade(s):

(43) Data de publicação do pedido: **2015.03.20**

(45) Data e BPI da concessão: /

(73) Titular(es):
INSTITUTO POLITÉCNICO DE SETÚBAL
EDIFÍCIO SEDE - CAMPUS DO IPS 2910-761 ESTEFANILHA **PT**

(72) Inventor(es):
ANA MARGARIDA ARMADA BRÁS **PT**
PEDRO FAUSTINO MARQUES **PT**

(74) Mandatário:
NUNO MIGUEL OLIVEIRA LOURENÇO
RUA CASTILHO, Nº 50 - 9º 1269-163 LISBOA **PT**

(54) Epígrafe: **BETÕES E ARGAMASSAS, SEU MÉTODO DE OBTENÇÃO E UTILIZAÇÃO**

(57) Resumo:
O PRESENTE PEDIDO DESCREVE ARGAMASSAS E BETÕES DE APLICAÇÃO ESTRUTURAL COM INCORPORAÇÃO DE CINZAS DE FUNDO COMO LIGANTE, SEU MÉTODO DE OBTENÇÃO E UTILIZAÇÃO. O PRESENTE PEDIDO DESCREVE A CONCEÇÃO DE BETÕES E ARGAMASSAS COM UTILIZAÇÃO DE CINZAS DE FUNDO COMO PARTE INTEGRANTE DO LIGANTE. O PEDIDO DIVULGA AINDA UM PROCESSOPARA A PREPARAÇÃO DOS REFERIDOS BETÕES E ARGAMASSAS UTILIZANDO ADIÇÕES COM ORIGEM EM SUBPRODUTOS DE CENTRAISTERMO ELÉCTRICAS E OUTROS PRODUTOS AUXILIARES. AS CINZAS DE FUNDO SÃO UM SUB-PRODUTO DA INDÚSTRIA DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ATRAVÉS DA COMBUSTÃO DO CARVÃO E A SUA ACUMULAÇÃO CONSTITUI UM PROBLEMA AMBIENTAL E DE ARMAZENAMENTO AINDA POR RESOLVER. A INCORPORAÇÃO DAS CINZAS DE FUNDO COMO MATERIAL COM CAPACIDADE DE SE CONSTITUIR COMO LIGANTE SUBSTITUINDO PARCIALMENTE O CIMENTO PORTLAND NORMAL NÃO SÓ REDUZ O CONSUMO DESTE E DA ENERGIA NECESSÁRIA PARA O PRODUZIR, COMO PERMITE MELHORAR DETERMINADAS PROPRIEDADES EM BETÕES E ARGAMASSAS EM ESTADO FRESCO E ENDURECIDO. O BETÃO E A ARGAMASSA AGORA DESCRITAS PODEM SER UTILIZADAS EM REPARAÇÃO E REFORÇO ESTRUTURAL.

RESUMO

Betões e argamassas, seu método de obtenção e utilização

O presente pedido descreve argamassas e betões de aplicação estrutural com incorporação de cinzas de fundo como ligante, seu método de obtenção e utilização.

O presente pedido descreve a conceção de betões e argamassas com utilização de cinzas de fundo como parte integrante do ligante. O pedido divulga ainda um processo para a preparação dos referidos betões e argamassas utilizando adições com origem em subprodutos de centrais termoeléctricas e outros produtos auxiliares. As cinzas de fundo são um sub-produto da indústria de produção de energia elétrica através da combustão do carvão e a sua acumulação constitui um problema ambiental e de armazenamento ainda por resolver. A incorporação das cinzas de fundo como material com capacidade de se constituir como ligante substituindo parcialmente o cimento Portland normal não só reduz o consumo deste e da energia necessária para o produzir, como permite melhorar determinadas propriedades em betões e argamassas em estado fresco e endurecido.

O betão e a argamassa agora descritas podem ser utilizadas em reparação e reforço estrutural.

DESCRIÇÃO

Betões e argamassas, seu método de obtenção e utilização

Campo Técnico

O presente pedido descreve argamassas e betões de aplicação estrutural com incorporação de cinzas de fundo como ligante, seu método de obtenção e utilização.

Antecedentes

A necessidade crescente de soluções ecológicas e energeticamente eficientes na construção leva a que se opte por desenvolver o estudo e implementação de materiais e sistemas [1] alternativos. Em estruturas de betão armado, sendo o betão o material mais amplamente utilizado na construção, uma das principais estratégias preconizada até agora é a substituição parcial de clínquer por subprodutos da indústria.

Como material com composição química semelhante à das cinzas volantes, as cinzas de fundo são hoje um subproduto que tem na sua acumulação, deixadas sem uso ao longo de décadas, a grande preocupação para as indústrias de produção de energia eléctrica a carvão, designadamente na Europa. Este subproduto é, por conseguinte, um objecto de estudo para a sua inclusão na produção de betão, uma vez que pode ser adequadamente reciclado e pode ainda reduzir adicionalmente a utilização de clínquer, cuja produção gera a emissão significativa de CO_2 para além do custo energético associado.

A bibliografia disponível [4-9] tem contribuído para mostrar que existe uma possibilidade de incluir estes subprodutos em pastas, argamassas e betões de modo a que menos quantidade de clínquer seja utilizado, tanto no seu desempenho em estado fresco, no que se refere à facilidade de aplicação, como em estado endurecido.

Dada a necessidade de empregar e consumir as cinzas de fundo, reciclando-as, existem já registos que preconizam o uso deste subproduto em betões e argamassas como substituinte parcial de agregado. É exemplo disto o documento KR20030027531 (A) no qual é divulgada uma composição de betão com resistência e durabilidade semelhantes às de betões que usam agregados naturais. A composição inclui cimento, brita, areia, e 5-40% de cinza de fundo como substituinte de areia natural, água, aditivo redutor de água. A composição de betão resulta em 21 a 30 MPa de resistência à compressão tendo cinza de fundo com forma esférica de dimensão inferior a 5 mm de diâmetro.

Quanto à substituição parcial do ligante, existem dois documentos referentes a esta utilização: KR20130048482 (A) e KR20130048482 (A). O documento KR20130048482 (A) preconiza uma composição de betão com uma mistura de diferentes adições que inclui cinzas de fundo, cinzas volantes, escórias de alto-forno com cimento Portland normal. A composição do ligante para betões inclui: 10-30% em massa de cinzas, das quais 5-50% são cinzas de fundo e 50-95% de cinzas volantes; 30-50% em massa de escórias de alto-forno e 30-40% em massa de cimento Portland normal. A superfície específica da cinza de fundo varia entre 6000 e 8000 cm^2/g.

O documento KR20130048482 (A) refere-se a um ligante inorgânico não-sinterizado amigo do ambiente e uma composição usando o mencionado ligante como substituinte do cimento cuja produção emite produção de CO_2 e consome elevada energia. A composição inclui cinzas de fundo e um material inorgânico alcalino e de silicato como ligante numa proporção em peso de 70:30-20:80 sódio. O material inorgânico alcalino e de silicato de sódio estão incluídos numa proporção em peso de 80:20-20:80. O grau de pulverização das cinzas de fundo é de 2000-4000 cm^2/g. O material inorgânico alcalino é um hidróxido de 6-16M de sódio, hidróxido de potássio, e carbonato de sódio ou a sua mistura.

Sumário

O presente pedido descreve um betão que compreende, em massa por metro cúbico de betão, as seguintes dosagens:

- 300 a 450 kg/m^3 de cimento Portland normal;
- 40 a 120 kg/m^3 de cinza de fundo;
- 700 a 1000 kg/m^3 de agregado silicioso;
- 0,3 a 4,5 kg/m^3 de um superplastificante;
- 600 a 800 kg/m3 de Brita calcária.

Numa forma de realização, o agregado silicioso usado no betão é uma areia siliciosa.

Numa outra forma de realização, o superplastificante usado no betão tem base em policarboxilatos.

O presente pedido descreve ainda um método de obtenção do betão que compreende os seguintes passos:

- Os componentes são devidamente pesados;

- Segue-se a colocação dentro da betoneira do agregado silicioso e da brita, ligando-se em seguida o equipamento;
- Adiciona-se o cimento, a cinza de fundo e 80% a 90% da água necessária para elaboração do betão;
- Inicia-se a mistura mecânica dos componentes;
- Adiciona-se o superplastificante;
- Adiciona-se a restante porção de água de amassadura no interior de uma misturadora, ou seja os 10% a 20% da água de amassadura;
- Desliga-se a betoneira;
- Retira-se o betão obtido da betoneira.

O presente pedido descreve a utilização do betão em reparação e reforço estrutural.

O presente pedido descreve ainda uma argamassa que compreende, em massa por metro cúbico de argamassa, as seguintes dosagens:

- 400-520 kg/m^3 de cimento Portland;
- 50-150 kg/m^3 de cinzas de fundo;
- 1400-1600 kg/m^3 de agregado silicioso;
- 1,5 - 18 kg/m^3 de superplastificante.

Numa forma de realização, o agregado silicioso usado na argamassa é uma areia siliciosa.

Numa outra forma de realização, o superplastificante usado na argamassa tem base em policarboxilatos.

O presente pedido descreve ainda um método de obtenção da argamassa que compreende os seguintes passos:

- Os componentes são devidamente pesados;

- Todos os componentes não líquidos são misturados até obter-se, por observação visual, uma mistura uniforme e homogénea;
- Coloca-se entre 80% a 90% da água de amassadura no interior de uma misturadora e adiciona-se a mistura uniforme e homogénea dos componentes não líquidos obtidos anteriormente;
- Inicia-se a mistura mecânica dos componentes;
- Adiciona-se o superplastificante;
- Adiciona-se a restante porção de água de amassadura no interior de uma misturadora, ou seja os 10% a 20% da água de amassadura;
- Desliga-se a misturadora;
- Retira-se a argamassa obtida da misturadora.

O presente pedido descreve a utilização da argamassa em reparação e reforço estrutural.

Descrição Geral

O presente pedido descreve argamassas e betões com utilização de cinzas de fundo como parte integrante do ligante, constituindo-se como substituinte parcial do clínquer. As cinzas de fundo são um subproduto das centrais termoeléctricas - indústria de produção de energia elétrica através da combustão do carvão - e a sua acumulação constitui um problema ambiental e de armazenamento ainda por resolver.

Desta forma, esta tecnologia encontra-se no domínio dos materiais de construção mais eficientes do ponto de vista económico e ambiental. A incorporação de cinzas de fundo, considerado desperdício ou subproduto industrial, tem como

objectivo contribuir para a redução do consumo de clínquer, cimento Portland normal, contribuindo assim para uma poupança energética e ambiental, bem como introduzir uma melhoria significativa de desempenho, tanto no estado fresco, para a aplicação, como no estado endurecido.

A incorporação das cinzas de fundo como material com capacidade de se constituir como ligante substituindo parcialmente o cimento Portland normal, à base de clínquer, não só reduz o consumo deste e da energia necessária para o produzir, como permite melhorar determinadas propriedades em betões e argamassas em estado fresco e endurecido, de resistência e durabilidade.

As cinzas de fundo utilizadas podem ser obtidas antes da sua sinterização ou obtidas após este processo através da moagem.

A substituição parcial de cimento Portland por cinzas de fundo origina um ligante em betões e argamassas com excelente resposta em estado fresco. Tanto estas argamassas como os betões apresentam trabalhabilidades superiores, com valores de consistência mais estáveis ao longo da primeira hora após a sua produção, em comparação com uma argamassa tradicional de cimento ou de um betão de cimento Portland normal (CPN).

A incorporação de cinzas de fundo nestes betões de base cimentícia permite a sua utilização na betonagem de lajes e paredes, onde domina a pressão sobre a cofragem. Estes betões apresentam baixa resistência a elevadas velocidades de bombagem, ou seja uma baixa viscosidade plástica. Esta característica dos betões e argamassas agora apresentadas

tornam-na especialmente interessante para utilização na construção de construções em altura onde haja a necessidade de bombear o betão ou argamassa para uma altura elevada.

Devido à adição de cinzas de fundo, as argamassas e betões apresentam resistências mecânicas e rigidez equivalente às soluções convencionais, como sejam por exemplo argamassas tradicionais e betão CPN, tornando-se menos suscetíveis à absorção de água por capilaridade contribuindo para o aumento da durabilidade.

Toda a combinação de propriedades que estes materiais de base cimentícia apresentam, manifesta boa compatibilidade química, física e mecânica com sistemas construtivos de estrutura em betão armado, sejam eles antigos ou recentes, tornando estas composições mais apropriadas para casos de reparação e reforço estrutural.

A argamassa de base cimentícia com cinzas de fundo contém os seguintes componentes, em massa dos componentes relativamente ao metro cúbico de argamassa no estado fresco:

- 400-520 kg/m^3 de cimento Portland;
- 50-150 kg/m^3 de cinzas de fundo;
- 1400-1600 kg/m^3 de agregado silicioso;
- 1,5 - 18 kg/m^3 de superplastificante, o qual pode ter base em policarboxilatos.

O agregado silicioso utilizado por ser uma areia siliciosa.

O betão com cinzas de fundo contém os seguintes componentes, em massa dos componentes relativamente ao metro cúbico de betão no estado fresco:

- 300 a 450 kg/m^3 de cimento Portland normal
- 40 a 120 kg/m^3 de cinza de fundo;
- 700 a 1000 kg/m^3 de agregado silicioso;
- 0,3 a 4,5 kg/m^3 de um superplastificante;
- 600 a 800 kg/m3 de Brita calcária.

O superplastificante utilizado na obtenção do betão com cinzas de fundo pode ser o policarboxilato.

O método de obtenção da argamassa compreende os seguintes passos:

- A mistura é realizada após a pesagem dos diversos componentes. Todos os componentes não líquidos são misturados numa primeira fase até obter-se, por observação visual, uma mistura uniforme e homogénea;
- Coloca-se entre 80% a 90% da água de amassadura no interior de uma misturadora e adiciona-se a mistura uniforme e homogénea dos componentes não líquidos obtidos anteriormente;
- Inicia-se a mistura mecânica dos componentes;
- Um minuto após o início da amassadura, adiciona-se o superplastificante;
- Dois a três minutos após o início da amassadura, aplica-se a restante porção de água de amassadura no interior de uma misturadora, ou seja os 10% a 20% da água de amassadura;
- Três a seis minutos após o início da amassadura desliga-se a misturadora.

A argamassa aqui obtida deverá apresentar uma massa volúmica no estado fresco entre 1900 a 2400 kg/m^3. A adição de água de amassadura referida anteriormente deverá ser ajustada em função dos valores da tensão de cedência, que

deverá apresentar um valor no intervalo entre os 10 Pa e os 200 Pa e uma viscosidade plástica entre os 0,5 e os 50 Pa.s. Neste ponto a mistura apresenta um aspecto fluido, consoante a composição, e homogéneo.

O método de obtenção do betão compreende os seguintes passos:

- A mistura é realizada após a pesagem dos diversos componentes. Segue-se a colocação dentro da betoneira da areia fina, da areia grossa e da brita, ligando-se em seguida o equipamento. Este primeiro passo consiste na correta e faseada homogeneização dos elementos;
- Passado um minuto após o início da mistura mecânica dos componentes adicionou-se o cimento, a cinza de fundo e 80% a 90% da água;
- Passados dois minutos após o início da mistura mecânica dos componentes adiciona-se o superplastificante;
- Passados cinco minutos após o início da mistura mecânica dos componentes adicionou-se os restantes 10% a 20% de água e misturou-se durante mais quatro minutos;
- Uma vez a amassadura terminada, o que acontece apenas se no fim do período estipulado o betão apresentar-se homogéneo e sem depósitos de sólidos no fundo do balde da betoneira, o betão é vertido para uma ferramenta de transporte.

O betão aqui obtido deverá apresentar uma massa volúmica no estado fresco entre 2000 a 2500 kg/m^3. A adição de água de amassadura referida anteriormente deverá ser ajustada em função dos valores da tensão de cedência, que deverá apresentar um valor no intervalo entre os 40 Pa e os 600 Pa e uma viscosidade plástica entre os 5 e os 500 Pa.s. Neste

ponto a mistura apresenta um aspeto fluido, consoante a composição, e homogéneo.

Exemplos de aplicação

Exemplo de Argamassa

Para a preparação de 1 m^3 de argamassa conforme a descrita no ponto anterior pode-se recorrer à composição apresentada na seguinte tabela:

Tabela 1 – Elementos e quantidades da composição de argamassa.

Elementos	kg de material /m^3 de argamassa
Cimento Portland	412,5
Cinza de fundo	103
Areia siliciosa	1562,5
Policarboxilato	1,70

Os resultados dos ensaios laboratoriais da argamassa do presente exemplo são apresentados na seguinte tabela:

Tabela 2 – Propriedades físicas e mecânicas determinadas em laboratório, referentes à composição de argamassa definida na Tabela 1.

Propriedades da argamassa	Resultados dos ensaios com cinzas de fundo	Resultados dos ensaios da argamassa de referência só com cimento	Normas de referência
Consistência 0 min após a produção da argamassa (mm)	175	190	EN 1015-3
Consistência 30 min após a produção da argamassa (mm)	175	155	EN 1015-3
Massa volúmica no estado fresco (kg/m^3)	1900	2200	EN 1015-6
Massa volúmica no estado endurecido (kg/m^3)	2000	2330	EN 1015-10
Resistência à tração aos 28 dias (N/mm^2)	10	8	EN 1015-11
Resistência à tração aos 120 dias (N/mm^2)	12	11	EN 1015-11
Resistência à compressão aos 28 dias (N/mm^2)	55	90	EN 1015-11
Resistência à compressão aos 120 dias (N/mm^2)	65	81	EN 1015-11

Coef. de Capilaridade aos 28 dias ($Kg/m^2.min^{0,5}$)	0,03	0,04	EN 1015-18
Coef. de Capilaridade aos 120 dias ($Kg/m^2.min^{0,5}$)	0,1	0,1	EN 1015-18

A baixa evolução das propriedades mecânicas ao longo do tempo revela uma estabilidade na rigidez e compatibilidade na ligação da argamassa ao suporte, contribuindo para uma maior durabilidade do sistema.

Exemplo de Betão

Para a preparação de 1 m^3 de betão pode-se recorrer à composição apresentada na seguinte tabela:

Tabela 3 – Elementos e quantidades da composição de betão

Elementos	kg de material /m^3 de betão
Cimento Portland	330
Cinza de fundo	90
Areia siliciosa 0,125-1 mm	309
Areia siliciosa 0,25-2 mm	525
Brita calcária 4-8 mm	771
Policarboxilato	1,3

Os resultados dos ensaios laboratoriais do betão do presente exemplo são apresentados na seguinte tabela:

Tabela 4 – Propriedades físicas e mecânicas determinadas em laboratório, referentes à composição de betão definida na Tabela 3.

Propriedades do betão	Resultados dos ensaios do betão com cinzas de fundo	Resultados dos ensaios do betão de referência só com cimento	Normas de referência
Massa volúmica no estado fresco (kg/m³)	1900	2100	EN 1015-6
Massa volúmica no estado endurecido (kg/m³)	2000	2120	EN 1015-10
Tensão de cedência em estado fresco 0 min após a produção do betão (Pa)	150	20	-
Tensão de cedência em estado fresco 60 min após a produção do betão (Pa)	450	350	-
Resistência à tração por compressão diametral aos 28 dias (N/mm²)	4,5	3,9	NP EN 12390-6
Resistência à compressão aos 28 dias (N/mm²)	50	64	NP EN 12390-3
Resistência à tração	4,2	3,8	NP EN

por compressão diametral aos 60 dias (N/mm²)			12390-6
Resistência à compressão aos 60 dias (N/mm²)	58	49	NP EN 12390-3
Módulo de elasticidade dinâmico aos 28 dias (GPa)	46	49	-
Módulo de elasticidade dinâmico aos 60 dias (GPa)	41	47	-

Referências

[1] F. Torgal, A. Shasavandi, S. Salali. Eco-Efficient concrete Using Industrial Wastes: A Review. Materials Science Forum, Trans Tech Publications, Vols 730-732 pp 581-586, Switzerland, 2013.

[2] Lothenbach B, Scrivener K, Hooton RD. Supplementary cementitious materials. Cem Concr Resear 2011; 41: 1244-1256

[3] A. S. Coutinho, A. Gonçalves, Production and Properties of Concrete - Vol. III, LNEC, Lisbon, 1994 (in portuguese)

[4] Cheriaf, M., J. C. Rocha, Pera, J. Pozzolanic properties of pulverized coal combustion bottom ash. Cement and Concrete Research 29(9): 1387-1391, 1999.

[5] F. Canpolat, K. Yilmaz, M. M. Kose, M. Sumer, M.A Yurdusev, Use of zeolite, coal bottom ash and fly ash as replacement materials in cement production. Cement and Concrete Research, 34, 731-736, 2004.

[6] Rajamma, R., R. J. Ball, et al, Characterisation and use of biomass fly ash in cement-based materials, Journal of Hazardous Materials 172(2-3): 1049-1060, 2009.
[7] S. Z. Wang, E. Llamazos, et al., Durability of biomass fly ash concrete: Freezing and thawing and rapid chloride permeability tests. Fuel 87(3): 359-364, 2008.
[8] Wang, S. Z., A. Miller, et al., Biomass fly ash in concrete: Mixture proportioning and mechanical properties, Fuel 87(3): 365-371, 2008.
[9] Maschio, S., G. Tonello, et al., Fly and bottom ashes from biomass combustion as cement replacing components in mortars production: Rheological behaviour of the pastes and materials compression strength, Chemosphere 85(4): 666-671, 2011.

A presente realização não é, naturalmente, de modo algum restrita às realizações descritas neste documento e uma pessoa com conhecimentos médios da área poderá prever muitas possibilidades de modificação da mesma sem se afastar da ideia geral, tal como definido nas reivindicações.

Todas as realizações acima descritas são obviamente combináveis entre si. As seguintes reivindicações definem adicionalmente realizações preferenciais.

Lisboa, 03 de Julho de 2014

REIVINDICAÇÕES

1. Betão caracterizado por compreender, em massa por metro cúbico de betão, as seguintes dosagens:

- 300 a 450 kg/m^3 de cimento Portland normal;
- 40 a 120 kg/m^3 de cinza de fundo;
- 700 a 1000 kg/m^3 de agregado silicioso;
- 0,3 a 4,5 kg/m^3 de um superplastificante;
- 600 a 800 kg/m^3 de Brita calcária.

2. Betão de acordo com a reivindicação anterior, caracterizado por o agregado silicioso ser uma areia siliciosa.

3. Betão de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por o superplastificante ter base em policarboxilatos.

4. Método de obtenção do betão descrito em qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por compreender os seguintes passos:

- Os componentes são devidamente pesados;
- Segue-se a colocação dentro da betoneira do agregado silicioso e da brita, ligando-se em seguida o equipamento;
- Adiciona-se o cimento, a cinza de fundo e 80% a 90% da água necessária para elaboração do betão;
- Inicia-se a mistura mecânica dos componentes;
- Adiciona-se o superplastificante;
- Adiciona-se a restante porção de água de amassadura no interior de uma misturadora, ou seja os 10% a 20% da água de amassadura;
- Desliga-se a betoneira;

- Retira-se o betão obtido da betoneira.

5. Utilização do betão descrito em qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado por ser utilizado em reparação e reforço estrutural.

6. Argamassa caracterizada por compreender, em massa por metro cúbico de argamassa, as seguintes dosagens:

- 400-520 kg/m^3 de cimento Portland;
- 50-150 kg/m^3 de cinzas de fundo;
- 1400-1600 kg/m^3 de agregado silicioso;
- 1,5 - 18 kg/m^3 de superplastificante.

7. Argamassa de acordo com a reivindicação 6, caracterizada por o agregado silicioso ser uma areia siliciosa.

8. Argamassa de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 e 7, caracterizada por o superplastificante ter base em policarboxilatos.

9. Método de obtenção da argamassa descrita em qualquer uma das reivindicações 6 a 8, caracterizado por compreender os seguintes passos:

- Os componentes são devidamente pesados;
- Todos os componentes não líquidos são misturados até obter-se, por observação visual, uma mistura uniforme e homogénea;
- Coloca-se entre 80% a 90% da água de amassadura no interior de uma misturadora e adiciona-se a mistura uniforme e homogénea dos componentes não líquidos obtidos anteriormente;
- Inicia-se a mistura mecânica dos componentes;
- Adiciona-se o superplastificante;

- Adiciona-se a restante porção de água de amassadura no interior de uma misturadora, ou seja os 10% a 20% da água de amassadura;
- Desliga-se a misturadora;
- Retira-se a argamassa obtida da misturadora.

10. Utilização da argamassa descrita em qualquer uma das reivindicações 6 a 8, caracterizada por ser utilizada em reparação e reforço estrutural.

Lisboa, 03 de Julho de 2014