

(12) PEDIDO INTERNACIONAL PUBLICADO SOB O TRATADO DE COOPERAÇÃO EM MATÉRIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organização Mundial da
Propriedade Intelectual
Secretaria Internacional



(43) Data de Publicação Internacional
02 de Julho de 2020 (02.07.2020)

WIPO | PCT

(10) Número de Publicação Internacional
WO 2020/132721 A1

(51) Classificação Internacional de Patentes:

C04B 14/04 (2006.01) C04B 7/13 (2006.01)
C04B 14/22 (2006.01) C04B 7/19 (2006.01)
C04B 14/36 (2006.01) C04B 7/26 (2006.01)
C04B 18/04 (2006.01) C04B 7/28 (2006.01)
C04B 7/02 (2006.01)

(21) Número do Pedido Internacional:

PCT/BR2018/050486

(22) Data do Depósito Internacional:

28 de Dezembro de 2018 (28.12.2018)

(25) Língua de Depósito Internacional:

Português

(26) Língua de Publicação:

Português

(71) **Requerentes:** INTERCEMENT BRASIL S.A. [BR/BR]; Av. das Nações Unidas, 12495, 13 e 14 andares, Torre Nações Unidas - Torre A, 04578-000 São Paulo (BR). UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP [BR/BR]; R. da Reitoria, 374, Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira" - Butantã, 05508-220 São Paulo (BR).

(72) **Inventores:** MENEZES, Mariana Figueira Lacerda de;

R. Cayowaá, 1924 - apto. 61, Perdizes, 01258-010 São Paulo (BR). SAKANO, Victor Keniti; Av. Prof. Francisco Morato, 4880 - apto. 283, Vila Sônia, 05520-200 São Paulo (BR). PILEGGI, Rafael Giuliano; R. Eugênio Betarello, 55 - apto. 162D, Vila Progredior, 05616-090 São Paulo (BR). REBMANN, Markus Samuel; R. Tonelero, 214 - apto. 74 Bl A, Vila Ipojuca, 05056-000 São Paulo (BR). ROMANO, Roberto Cesar de Oliveira; R. Conde Luiz Eduardo Matarazzo, 250 - apto. B43, Rio Pequeno, 05356-000 São Paulo (BR). JOHN, Vanderley Moacyr; R. Afonso Vaz, 261 - C 9, Vila Pirajussara, 05580-000 São Paulo (BR). SUZUKI, Seiiti; R. Tabor, 647 - apto. 154, Ipiranga, 04202-021 São Paulo (BR). CARDOSO, Fábio Alonso; Av. Presidente Wilson, 23 - apto. 43, Gonzaga, 11065-200 Santos (BR). MASSUCATO, Carlos José; Av. das Nações Unidas, 12.495 - 14º andar, 04578-000 São Paulo (BR). QUATTRONE, Marco; Av. Escola Politécnica, 2395 - apto. 56A, Rio Pequeno, 05350-000 São Paulo (BR).

(74) **Mandatário:** RICCI & ASSOCIADOS PROPRIEDADE INTELLECTUAL S/S LTDA.; Rua Domingos de Mo-

(54) **Title:** MIXTURE OF FINES, FRESH OR HARDENED CONCRETE, PROCESS FOR MIXING AND HOMOGENIZING SAID MIXTURE OF FINES AND PROCESS FOR PRODUCING SAID FRESH CONCRETE

(54) **Título:** MISTURA DE FINOS, CONCRETO FRESCO OU ENDURECIDO, PROCESSO DE MISTURA E HOMOGENEIZAÇÃO DA DITA MISTURA DE FINOS E PROCESSO DE PRODUÇÃO DO DITO CONCRETO FRESCO

(57) **Abstract:** The present invention relates to the more efficient use of concrete in order to mitigate CO₂ emissions from the concrete/cement chain. The present invention discloses a mixture of fines, comprising a Portland cement and a first filler or a second filler or a mixture thereof. The Portland cement comprises a proportion of 50-90% of the mixture, preferably of 60-80%, and more preferably still, the proportion of Portland cement in the mixture is 65-75%. One or both of the fillers comprise a proportion of 10-50% of the mixture, said proportion preferably being 20-40%, and more preferably still, the proportion of one or both of the fillers in the mixture is 25-35%. The filler of the present invention is an inorganic material obtained by grinding or particle-size sorting the raw material thereof. The first filler has a BET surface area of less than or equal to 6 m²/g and particle-size distribution with an average area defined by the range 4 μm < d₉₈ < 40 μm, and a second filler has a BET surface area of less than or equal to 2.3 m²/g and particle size distribution of average area of 6 μm < d₈₅ < 40 μm. The packing porosity of the mixture is at least 0.5 percent less than the packing porosity of the Portland cement used in the present mixture. The present invention also relates to concrete prepared from said mixture, the process for preparing said mixture and said concrete.

(57) **Resumo:** A presente invenção trata do uso mais eficiente de concretos a fim de mitigar as emissões de CO₂ na cadeia do concreto/cimento. A presente invenção revela uma mistura de finos, compreendendo um cimento Portland e um primeiro filer ou um segundo filer ou uma mistura dos mesmos. O cimento Portland compreende uma fração de 50 a 90% da mistura, sendo preferencialmente de 60 a 80%, sendo de forma ainda mais preferível, a fração de 65 a 75% de cimento Portland na mistura. Um ou ambos os fileres compreendem uma fração de 10 a 50% da mistura, sendo preferencialmente a referida fração de 20% a 40%, sendo de forma ainda mais preferível, a fração de 25% a 35% de um ou ambos os fileres na mistura. O filer da presente invenção é um material inorgânico proveniente da moagem de sua matéria prima ou obtido por classificação granulométrica da sua matéria prima. O primeiro filer possui uma área superficial BET menor ou igual a 6 m²/g e possui distribuição granulométrica com área média definida pela faixa de 4 μm < d₉₈ < 40 μm, e, um segundo filer possui uma área superficial BET menor ou igual a 2,3 m²/g e uma distribuição granulométrica de área média de 6 μm < d₈₅ < 40 μm. A porosidade do empacotamento da mistura é pelo menos 0,5 ponto percentual menor que a porosidade do empacotamento do cimento Portland, utilizado na presente mistura. A presente invenção trata ainda de um concreto elaborado a partir da presente mistura, do processo de obtenção da dita mistura e do dito concreto.

rais, 2781 – Conj. 1001, Vila Mariana, 04035-001 São Paulo (BR).

(81) Estados Designados (*sem indicação contrária, para todos os tipos de proteção nacional existentes*): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados Designados (*sem indicação contrária, para todos os tipos de proteção regional existentes*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasiático (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), Europeu (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicado:

— com relatório de pesquisa internacional (Art. 21(3))

MISTURA DE FINOS, CONCRETO FRESCO OU ENDURECIDO, PROCESSO DE MISTURA E HOMOGENEIZAÇÃO DA DITA MISTURA DE FINOS E PROCESSO DE PRODUÇÃO DO DITO CONCRETO FRESCO

CAMPO DA INVENÇÃO

5 [001] A presente invenção pertence ao campo do uso de materiais inorgânicos especialmente adaptados para melhorar propriedades de materiais cimentícios. Mais especificamente, a presente invenção trata do uso mais eficiente, de ligantes em materiais cimentícios, como os concretos, a fim de mitigar as
10 emissões de CO₂ na cadeia do concreto/cimento.

 [002] Os objetivos da presente invenção são alcançados com as características de empacotamento e mobilidade de partículas que proporcionam comportamento reológico adequado à aplicação com redução das emissões de CO₂ e com a diminuição no
15 teor de água da mistura.

 [003] De forma ainda mais específica, a presente invenção trata de uma mistura de finos composta por um cimento Portland e um fíler; de um concreto fresco ou endurecido composto pela dita mistura; de um processo de mistura e
20 homogeneização da dita mistura de finos e de um processo de produção do dito concreto fresco.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

 [004] A indústria do cimento é responsável por aproximadamente 5 a 8% das emissões antrópicas mundiais de gases
25 de efeito estufa. Assim, a redução do impacto ambiental ao mesmo tempo em que se aumenta a produção de cimento é uma necessidade da indústria do cimento.

 [005] As principais estratégias de redução de emissões são: substituição de clínquer por materiais cimentícios
30 suplementares, aumento da eficiência de fornos e uso de combustíveis alternativos, estes, porém apresentam limitações para atingir o objetivo do cenário de teto de aumento da temperatura do planeta em 2°C.

[006] Uma alternativa interessante para a redução da pegada de carbono do concreto é o aumento da eficiência no uso de ligante no concreto, ou seja, atingir melhores propriedades com menor consumo de cimento. Além disso, como o cimento
5 representa a fração mais significativa do custo do concreto, o aumento da eficiência do concreto também permite redução de custos.

Intensidade do ligante

[007] Foram levantados 1.584 dados de literatura e de
10 mercado sobre concretos de 29 países, calculando a intensidade de ligante (IL) e de cada concreto (Eq. 1):

$$IL = l/rc \quad (\text{Eq. 1})$$

onde:

IL = Intensidade de ligante, em kg/m³/MPa

15 *l = quantidade total de ligante, em kg/m³,*

rc = requisito de desempenho, resistência à compressão aos 28 dias (MPa).

[008] Foi constatado que para concretos com resistência à compressão aos 28 dias de 30 MPa, o IL mínimo é 8 kg/m³/MPa, geralmente devido ao uso de cimentos puros, porém, a
20 média é 12 kg/m³/MPa. A mera substituição de clínquer no cimento não necessariamente reduz a intensidade de carbono, alguns concretos com cimento puro exibem intensidade de carbono mais baixas que com alta substituição de clínquer. Dessa forma, verificou-se que há no estado da técnica uma necessidade de
25 aumento da eficiência de concretos, com benefícios ambientais e econômicos.

[009] A fim de atingir uma melhor eficiência do concreto, a presente invenção utiliza os conceitos de empacotamento e mobilidade.

30 *Empacotamento das partículas*

[010] A compacidade ou densidade de empacotamento (Eq. 2) é a proporção de sólidos contidos em certo volume total.

Já a porosidade (Eq. 4) do empacotamento é o seu complemento, ou seja, a quantidade de vazios em um certo volume total. O volume aparente (Eq. 3) é o inverso da densidade de empacotamento.

$$\rho_{emp} = \frac{V_{sol}}{V_{tot}} \quad (\text{Eq. 2})$$

5 ρ_{emp} = densidade de empacotamento
 V_{sol} = Volume de sólidos
 V_{tot} = Volume total

$$V_{ap} = \frac{1}{\rho_{emp}} \quad (\text{Eq. 3})$$

V_{ap} = Volume aparente

10 $\varepsilon = 1 - \rho_{emp} \quad (\text{Eq. 4})$

ε = porosidade

[011] Há duas possibilidades de empacotamento: distribuição bimodal e distribuição polimodal. Na distribuição bimodal há mais vazios, já na distribuição polimodal, menos
 15 vazios.

[012] A porosidade do empacotamento do sistema depende basicamente de três fatores: a curva granulométrica dos grãos, a morfologia dos mesmos e o método de compactação.

[013] O modelo de Westman e Hugill (WESTMAN, A. E.
 20 R.; HUGILL, H. R. *The packing of particles*. Journal of the American Ceramic Society, [s.l.], v.13, n.10, p.767-779, 1930) utiliza o conceito de fração dominante. As partículas mais finas que a fração dominante se acomodam em seus vazios e não aumentam o volume ocupado pela mistura. As mais grossas, por sua vez,
 25 adicionam apenas seu volume de sólidos ao volume aparente. O modelo é apresentado na Eq. 5.

$$V_{ai} = a_i x_i + \sum_{j=1}^{i-1} x_j \quad (\text{Eq. 5})$$

onde:

a_i = volume aparente de uma distribuição discreta da faixa de tamanho i , com i variando
 30 de 1 a n , sendo $i = 1$ a faixa mais grossa e n o total de faixas da mistura;
 x_i = fração volumétrica da classe de tamanho i

V_{ai} = volume aparente com referência a classe i

[014] Como a priori, não se sabe qual é a fração dominante, na presente invenção se calculou o volume aparente para todos os casos e, pela restrição de impenetrabilidade (o volume aparente da mistura é sempre maior ou igual ao da fração dominante pura), o volume aparente real é o maior valor obtido.

Mobilidade

[015] Define-se a distância de separação entre partículas como: "distância média entre duas partículas adjacentes quaisquer na mistura, admitindo que todas as partículas são entidades separadas, ou seja, que não existem aglomerados".

[016] Um modelo para cálculo desta distância em suspensões, chamado IPS (*Interparticle Separation Distance*), é descrito pela Eq. 6 (FUNK, J. E.; DINGER, D. *Predictive Process Control of Crowded Particulate Suspensions Applied to Ceramic Manufacturing*. 1.ed. Clemson: Springer Verlag, 1994).

$$IPS = 2/VSA[1/Vsol - (1/(1-\varepsilon))] \quad (\text{Eq. 6})$$

onde:

IPS = distância de separação entre partículas (μm);

VSA = área superficial volumétrica ($\text{m}^2/(\text{cm}^3)$);

$Vsol$ = fração volumétrica de sólidos finos;

ε = porosidade do empacotamento dos finos.

$$VSA = SSA \rho_{sol} \quad (\text{Eq. 7})$$

onde:

SSA = área superficial específica (m^2/g) e

ρ_{sol} = densidade do sólido (g/m^3)

[017] O IPS afeta o comportamento reológico da suspensão, pois a água precisa recobrir a superfície das partículas, preencher os vazios e espaçar as partículas. Esse espaço entre as partículas é o que vai permitir que a suspensão

concentrada flua. Nota-se, assim, que quanto maior o IPS, menor é a viscosidade da suspensão.

[018] O IPS mostra que os fatores que afetam o comportamento reológico englobam a distribuição granulométrica, ou seja, a fração volumétrica de sólidos e a fração de poros no sistema, bem como a morfologia das partículas, refletida na área superficial volumétrica e o volume de água.

[019] Quanto menor a porosidade do empacotamento, maior é o IPS e, dessa forma, menor é a sua resistência ao movimento. E ainda, quanto mais porosas forem as partículas, representando maior área superficial volumétrica, menor será o IPS e maior sua viscosidade.

[020] Destaca-se que o IPS é avaliado em volume, apesar dos materiais serem quantificados em massa. Isso se dá porque o estudo de empacotamento é um problema espacial e as massas por si só não são relevantes, pois, o que impacta as propriedades de porosidade do empacotamento são os volumes.

[021] Em um concreto, o IPS se aplica à pasta, no qual as partículas são finas e o fluído que as afasta é a água. Neste contexto, as forças predominantes são as superficiais. Porém, no concreto, além da suspensão (que é a matriz do mesmo), há também os agregados. Nesse contexto, as forças mais relevantes são as mássicas. Assim, define-se o diâmetro de 100 µm como a fronteira entre partícula fina e grossa, pois nesse diâmetro está a região de transição entre o predomínio de cada tipo de força: superficiais e mássicas.

Área superficial - BET

[022] A superfície de uma partícula real não é lisa, ela contém poros, que influenciam em sua interação com o meio, por exemplo, com a água em uma suspensão concentrada. O estudo da superfície de uma partícula é feito através da análise do processo isotérmico de adsorção de gás na superfície, analisando-se a variação do volume em função da pressão parcial do gás.

[023] Para as areias, é tomada a premissa de que o fator de forma da amostra inteira é o mesmo. Assim, calcula-se o fator de forma dos finos baseado na área superficial específica e na curva granulométrica e, considerando este fator para todas as frações, determina-se a área superficial específica da areia.

Massa específica - Picnometria

[024] A picnometria de gás Hélio determina a massa específica de uma amostra através da comparação da pressão exercida pelo gás Hélio em um recipiente fechado com a amostra e outro de referência. Assim, determina-se o volume real da amostra, considerando que não existam poros fechados nas partículas. Pesando-se a amostra, calcula-se a massa específica.

Distribuição granulométrica

[025] A granulometria a laser determina a distribuição granulométrica de materiais finos, abaixo da ordem de 355 μm . O princípio da técnica é lançar um feixe de laser na amostra e medir a variação angular da luz que difrata nas partículas. Com base na teoria da difusão de Mie, é possível correlacionar o padrão de dispersão da amostra com o diâmetro de suas partículas.

Análise de Imagens Dinâmicas (AID)

[026] A análise de imagens dinâmicas é feita através do movimento da amostra em frente de lentes de câmeras digitais que captam suas imagens projetadas por uma fonte de luz. O movimento pode ser gerado por gravidade ou fluxo de um fluido carreador. Como as câmeras digitais têm uma alta frequência de captura de imagens, é possível obter diversas imagens de uma mesma partícula, em posições diferentes. Então, apesar de cada imagem ser captada em 2D, é possível fazer uma projeção da terceira dimensão baseada nas diversas imagens da partícula. O tratamento das imagens é realizado para descartar imagens desfocadas e sobreposições. Essa análise permite o cálculo de

parâmetros geométricos e da distribuição granulométrica da amostra.

[027] Além da distribuição granulométrica, é possível calcular a área volumétrica teórica, baseada nesse diâmetro. Com esse resultado, é possível calcular o Fator de Forma, uma relação entre a área específica BET e a área volumétrica teórica. Esse fator indica quão distante a área superficial real das partículas está da área teórica de esferas.

[028] Na presente invenção, foram realizadas as seguintes caracterizações:

- Agregados
 - Análise Dinâmica de Imagem: para Brita 1 e demais agregados;
 - Picnometria;
 - BET para agregados miúdos e finos dos graúdos.
- Finos
 - Granulometria a laser;
 - Picnometria;
 - BET

Reometria de pasta e concreto

[029] O objetivo da reometria é correlacionar a tensão com a taxa de cisalhamento no concreto. O ensaio de reometria rotacional utiliza um dispositivo com geometria de placa placa no reômetro de pasta e no reômetro de concreto, sendo o mesmo acoplado ao eixo planetário no reômetro de concreto.

ESTADO DA TÉCNICA

[030] Usualmente, na dosagem de concreto pelo método convencional, objetiva-se a redução de finos (partículas menores que 100 μm) na formulação do concreto. O conceito é que estes finos têm a área superficial específica muito elevada, comparada com os agregados e, por isso, demandam um volume maior de água para recobrir suas partículas e, assim, prejudicam a

trabalhabilidade do concreto. Porém, os trabalhos de pesquisa e desenvolvimento, que acarretaram na presente invenção, mostraram que este é apenas uma parte do problema.

[031] O empacotamento dos finos é um fator importante
5 nesta análise. Como mostrado pela fórmula do IPS, a mobilidade depende, para além da área superficial específica, do empacotamento das partículas. Ou seja, no P&D da presente invenção, a distribuição granulométrica do fíler foi escolhida de maneira a reduzir a porosidade do empacotamento dos finos e
10 garantir um aumento de mobilidade, que se reflete na redução da demanda de aditivos ou redução da demanda de água e ganho de resistência.

[032] Os resultados do P&D da presente invenção foram inesperados, se considerada a lógica de dosagem convencional,
15 que foi criada baseada em uso de fíleres com granulometrias que não reduziam de forma relevante a porosidade do empacotamento dos finos e, desta forma, o impacto negativo da área específica se sobrepunha.

[033] Com relação à literatura patentária, o
20 documento US 8246739 revela uma composição de clínquer, gesso e um material suplementar, sendo este material suplementar definido por $D_{90} < 200\mu\text{m}$. Esta definição de material suplementar é genérica e engloba todos os cimentos compostos, ou seja, composição clínquer, gesso e um material suplementar,
25 comercializados atualmente.

[034] Por outro lado, observou-se nos exemplos de materiais suplementares apresentados na referida patente, que todos consistem em materiais com $d_{98} > 70\mu\text{m}$ (conforme mostrado na Figura 2 do documento de patente americano). Assim, materiais
30 suplementares com $d_{98} < 70\mu\text{m}$ não foram avaliados pelos autores, que não mencionam em nenhum momento, a faixa ótima com os efeitos inesperados alcançados com a presente invenção. A invenção da referida patente americana tem como foco a granulometria do clínquer de Portland com um D_{v97} de 10 a 30 μm

ou com uma superfície específica de Blaine maior ou igual a 5300 cm²/g. Ou seja, uma característica vital da patente americana é a característica do clínquer. Usualmente, o clínquer Portland é mais grosso que esta faixa, apresentando $d_{97} > 30\mu\text{m}$. A vantagem de se ajustar a curva granulométrica do fíler e não do clínquer é o controle da área específica. Como o clínquer é um material reativo, sua área específica aumenta de maneira relevante quando entra em contato com a água, entretanto, este efeito é muito menor com o fíler. Assim, utilizando o fíler fino é possível aumentar a mobilidade através da porosidade do empacotamento planejada e da área superficial específica baixa, o que reduz vantajosamente a demanda de aditivos, água e aumenta a eficiência de ligantes.

[035] O documento de patente US 2012/0012034 revela o uso de um cimento com a curva granulométrica mais estreita que a do cimento Portland convencional. Esta curva desse documento americano foi obtida em todos os exemplos através do peneiramento de cimento Portland convencional e cominuição das partículas retidas – definida por $d_{90} < 25\mu\text{m}$ e $d_{90}/d_{10} < 17,5$, sendo que o maior d_{90} citado é menor que 30 μm . Ou seja, a característica principal deste documento de patente, assim como a patente americana US 8246739, é a característica do clínquer. Usualmente o clínquer Portland é mais grosso que esta faixa apresentando $d_{97} > 30\mu\text{m}$. A presente invenção utiliza o cimento Portland convencional e os exemplos contam com cimentos com $d_{90} > 30\mu\text{m}$. A vantagem de ajustar o fíler e não o cimento é devido ao fato de o clínquer ser um material reativo, sua área específica aumenta de maneira relevante quando entra em contato com a água, este efeito é muito menor com o fíler.

[036] A patente americana US 9238591 também menciona uma invenção composta por um cimento com faixa granulométrica estreita. O documento menciona uma fração de material suplementar cimentício com diâmetro médio maior que o cimento, fração esta que a presente invenção não contempla. Essa patente

americana utiliza o conceito de empacotamento de partículas da pasta. É importante mencionar que, na presente invenção, o conceito de porosidade do empacotamento é diferente, pois essa é uma característica que se refere apenas às partículas da
5 mistura, enquanto que na patente US 9238591 a referência é sobre o conjunto de partículas mais a água. Estes dois conceitos são diferentes e não podem de forma alguma terem seus valores comparados.

[037] O documento de patente brasileiro PI0711469
10 revela necessariamente o uso na composição da mistura de um material de classe granulométrica ultrafina com $d_{90} < 1\mu\text{m}$ e área superficial específica BET $> 6\text{m}^2/\text{g}$. A produção deste material, por ser ultrafino, demanda uma alta energia de cominuição, bem como um equipamento específico, em geral, com baixa
15 produtividade e, em muitos casos, um processo de moagem por via úmida, o que exige uma operação de secagem do material após a moagem. É possível encontrar resíduos de processos com esta especificação, porém sua disponibilidade é limitada e seu valor elevado. Posto isso, nota-se que o material revelado no
20 documento brasileiro é mais complexo e nobre que o material da presente invenção. Dessa forma, o fíler da presente invenção possui vantajosamente uma granulometria mais grossa que demanda menos energia para a sua obtenção. Ou seja, a presente invenção apresenta granulometria balanceada a fim de maximizar as
25 propriedades do cimento.

[038] O documento de patente WO 93/21122 revela uma mistura constituída por um material carbonático com partícula $d_{50} < 14\mu\text{m}$. Esta especificação define apenas metade da massa do material, a fração de 50% abaixo de $14\mu\text{m}$. Sabe-se que,
30 dependendo das propriedades do material, tipo de equipamento de cominuição, tecnologia de separação e ajustes de processo, a curva granulométrica do material de saída pode variar muito. Assim, para a presente invenção é de vital importância garantir que 98% do material seja abaixo do diâmetro limite, para que

certamente ocorra o fenômeno de empacotamento apresentado. No documento de patente WO 93/21122 é mostrado em seu exemplo (Tabela 10), a utilização da mesma quantidade de aditivo para ambas as misturas, não atingindo a redução da demanda de aditivos vantajosamente obtida pela presente invenção.

[039] Em todos os documentos de patentes analisados, não foi apresentado, observado, tampouco quantificado a redução da demanda de aditivos proveniente do uso de materiais suplementares cimentícios puros ou misturados com o cimento, conforme apresentado na presente invenção.

[040] Em nenhum documento de patente do estado da técnica é mencionada a viscosidade dos concretos destas formulações. É importante notar que, o ensaio monoponto (como o abatimento de tronco de cone) é inadequado para fluidos complexos (como estes concretos) pois suas respostas a taxas de cisalhamentos diferentes são distintas. Um ensaio monoponto só é satisfatório para um fluido newtoniano que tem um comportamento descrito por uma função linear passando pela origem. Como normalmente o concreto tem uma tensão de cisalhamento, é impossível descrevê-lo com apenas um ponto de ensaio. O comportamento do concreto descrito como pesado, coeso, tendo-se dificuldades de bombeamento e bolhas grosseiras na retirada na forma (possível quando mal dosadas estas formulações) está correlacionado com a viscosidade.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[041] A presente invenção revela uma mistura de finos, compreendendo um cimento Portland e um primeiro fíler ou um segundo fíler ou uma mistura dos mesmos.

[042] O cimento Portland compreende uma fração de 50 a 90% da mistura.

[043] O referido cimento é qualquer cimento Portland definido de acordo com a norma Europeia, tal como: uma fração de clínquer mais sulfato de cálcio de 5 a 100% do cimento e, alternativamente, uma fração de escória granulada de alto-forno

de 0 a 95% do cimento, uma fração de material pozolânico de 0 a 55% do cimento, uma fração de material carbonático de 0 a 35% do cimento, uma fração de xisto cozido de 0 a 35% do cimento Portland.

5 [044] Um ou ambos os fíleres compreendem uma fração de 10 a 50% da mistura.

 [045] O fíler da presente invenção é um material inorgânico proveniente da moagem de sua matéria prima ou obtido por classificação granulométrica da sua matéria prima, sendo a
10 referida matéria prima, incluindo mas não se limitando a, calcário ou quartzo ou sílica ou cristobalita ou nefelina ou dolomito ou granito ou pó do sistema de desempoeiramento do forno ou escórias ou cinza volante ou pozolanas ou resíduos de concreto ou resíduos de construção e demolição ou uma mistura
15 dessas.

 [046] O primeiro fíler possui uma área superficial BET menor ou igual a $6 \text{ m}^2/\text{g}$ e possui distribuição granulométrica com área média definida pela faixa de $4\mu\text{m} < d_{98} < 40\mu\text{m}$, e, um
20 segundo fíler possui uma área superficial BET menor ou igual a $2,3 \text{ m}^2/\text{g}$ e uma distribuição granulométrica de área média de $6\mu\text{m} < d_{85} < 40\mu\text{m}$.

 [047] Em qualquer uma das duas combinações de área superficial e granulometria, a porosidade do empacotamento da
25 mistura deve ser pelo menos 0,5 ponto percentual menor que a porosidade do empacotamento do cimento Portland, utilizado nesta mistura.

 [048] A presente invenção também tem como objeto um concreto fresco ou endurecido composto pela referida mistura, em
que:

- 30 - a quantidade da mistura é de 200 a 500 kg/m^3 ;
 - a quantidade de água é menor que 180 l/m^3 ;
 - teor de ar incorporado é de 0,5 a 5%;

- os agregados miúdos são dotados de uma distribuição granulométrica área média de $d_{10} > 90\mu\text{m}$ e $d_{90} < 5\text{mm}$: de 500 a 1200 kg/m^3 ;
- os agregados graúdos possuem uma distribuição granulométrica área média caracterizada por $d_{10} > 5\text{mm}$: de 600 a 1400 kg/m^3 ;
- aditivos químicos para concreto, incluindo, mas não se limitando a: aditivo redutor de água, incorporador de ar, redutor de viscosidade, acelerador ou retardador de pega, acelerador ou retardador de resistência: dosados entre 0,3% e 5% da massa da referida mistura.

[049] A invenção tem ainda como escopo um processo de mistura e homogeneização da referida mistura de finos em que, os elementos da dita mistura são misturados em uma misturadora de partículas em uma unidade, sendo que a referida unidade recebe, mistura, homogeneiza e despacha a dita mistura de finos. A mistura e homogeneização de finos também pode ocorrer na saída da moagem de um dos constituintes através de uma balança dosadora e alimentação ao fluxo de materiais moídos.

[050] A invenção ensina também um processo de produção do referido concreto fresco ou endurecido em que a produção é realizada em uma central dosadora ou misturadora de concreto, na qual o cimento Portland, um ou ambos os fíleres da referida mistura, são recebidos misturados ou separadamente, sendo que tanto o cimento Portland quanto um ou ambos fíleres são dosados, misturados e homogeneizados com os demais materiais.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[051] A Figura 1 apresenta a curva granulométrica discreta dos fíleres da presente invenção.

[052] A Figura 2 mostra a curva granulométrica acumulada dos fíleres.

[053] A Figura 3 mostra a curva de defloculação dos materiais puros (tensão de escoamento em função do teor de aditivo).

[054] A Figura 4 apresenta a curva de defloculação dos materiais puros (viscosidade aparente em função do teor de aditivo).

[055] A Figura 5 revela a curva de defloculação dos materiais puros (área de histerese em função do teor de aditivo).

[056] A Figura 6 mostra a alteração da tensão de escoamento (Figura 6a), viscosidade aparente (Figura 6b) e área de histerese (Figura 6c) em função da variação do teor de Fíler 2 (fíler de substituição) para diferentes teores de água.

[057] A Figura 7 apresenta a demanda de aditivo em função do teor de Fíler 2.

[058] A Figura 8 mostra a alteração da tensão de escoamento (Figura 8a), viscosidade aparente (Figura 8b) e área de histerese (Figura 8c) em função da variação da proporção de fíler de substituição (Fíler 2) e performance (Fíler 1).

[059] A Figura 9 mostra a viscosidade aparente das misturas em função da porosidade do empacotamento dos finos.

[060] A Figura 10 mostra o teor de aditivo em função do torque de escoamento do Fíler 1 no concreto.

[061] A Figura 11 mostra a curva de defloculação dos concretos, viscosidade aparente em função do teor de aditivo.

[062] A Figura 12 apresenta o teor de aditivo (em massa dos finos) necessário para atingir a viscosidade aparente de 0,025 N.m/RPM em função do teor de Fíler 1.

[063] A Figura 13 mostra a expansão relativa por reação álcali agregado, em função do teor de fíler.

[064] A Figura 14 mostra a retração em 28 dias, em função do teor de Fíler 2 da mistura, para dois volumes de pasta diferentes.

[065] A Figura 15 apresenta a curva de torque por rotação dos concretos.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Mistura

5 [066] A presente invenção revela uma mistura de finos, compreendendo um cimento Portland segundo a norma Europeia e um primeiro fíler, aqui chamado também de Fíler 1 e um segundo fíler, aqui também denominado de Fíler 2. O Fíler 1 pode ser ainda denominado fíler de preenchimento, já o Fíler 2,
10 fíler de substituição.

[067] O cimento Portland compreende uma fração de 50 a 90% da mistura, sendo preferencialmente de 60 a 80%, sendo de forma ainda mais preferível a fração de 65 a 75% de cimento Portland na mistura.

15 [068] O referido cimento é qualquer cimento Portland definido de acordo com a norma Europeia presente ou futura, tal como: uma fração de clínquer mais sulfato de cálcio de 5 a 100% do cimento e, alternativamente, uma fração de escória granulada de alto-forno de 0 a 95% do cimento, uma fração de material
20 pozolânico de 0 a 55% do cimento, uma fração de material carbonático de 0 a 35% do cimento, uma fração de xisto cozido de 0 a 35% do cimento Portland.

[069] Um ou mais fíler compreende uma fração de 10 a 50% da mistura, sendo preferencialmente a referida fração de 20%
25 a 40% do fíler, sendo de forma ainda mais preferível, a fração de 25% a 35% de fíler na mistura.

[070] Os referidos fíleres são compreendidos de um material inorgânico obtido a partir da moagem de sua matéria prima ou da sua classificação granulométrica, sendo a matéria
30 prima do fíler, incluindo, mas não se limitando a: calcário ou quartzo ou sílica ou cristobalita ou nefelina ou dolomito ou granito ou pó de eletrofiltro ou escórias ou cinza volante ou

pozolanas ou resíduos de concreto ou resíduos de construção e demolição ou uma mistura dessas.

[071] A presente invenção possui um primeiro fíler com uma área superficial BET menor ou igual a $6 \text{ m}^2/\text{g}$, e, possui
5 distribuição granulométrica com área média definida pela faixa de $4\mu\text{m} < d_{98} < 40\mu\text{m}$. O segundo fíler pode possuir uma área superficial BET menor ou igual a $2,3 \text{ m}^2/\text{g}$, com distribuição granulométrica de área média de $6\mu\text{m} < d_{85} < 40\mu\text{m}$.

[072] Em qualquer forma ou combinações de área
10 superficial e granulometria, a porosidade do empacotamento da mistura deve ser pelo menos 0,5 ponto percentual menor que a porosidade do empacotamento do cimento Portland, utilizado nesta mistura. De forma preferível, a porosidade do empacotamento da mistura é pelo menos 1 ponto percentual menor que a porosidade
15 do empacotamento do cimento Portland, sendo de forma ainda mais preferível a porosidade do empacotamento da mistura sendo pelo menos 2,5 pontos percentuais menor que a porosidade do empacotamento do cimento Portland.

[073] A mistura de finos da presente invenção
20 proporciona uma redução da demanda de aditivo no concreto ou na pasta, comparada ao cimento Portland de pelo menos 10%, sendo preferencialmente essa redução de pelo menos 20%, sendo de forma ainda mais preferível, a redução de pelo menos 40%.

[074] A mistura de finos da presente invenção reduz a
25 viscosidade no concreto ou na pasta. Essa redução comparada ao cimento Portland é maior ou igual a 10%, sendo preferencialmente maior ou igual a 20%, sendo mais preferivelmente, maior ou igual a 40%.

[075] De forma preferível, a mistura de finos da
30 presente invenção possui o primeiro fíler com área superficial BET menor ou igual a $6 \text{ m}^2/\text{g}$ e distribuição granulométrica com área média na faixa $5\mu\text{m} < d_{98} < 30\mu\text{m}$, sendo preferencialmente a faixa de $5\mu\text{m} < d_{98} < 20\mu\text{m}$.

[076] De forma ainda mais preferível, a mistura de finos possui o primeiro fíler de área superficial BET menor ou igual a $6 \text{ m}^2/\text{g}$ e distribuição granulométrica com área média definida pela faixa $6\mu\text{m} < d_{98} < 16\mu\text{m}$.

5 [077] A mistura de finos da presente invenção proporciona ainda uma redução da expansão pela reação álcali agregado em concreto, comparada ao cimento Portland, de pelo menos 10%, sendo preferencialmente a redução da expansão pela reação álcali agregado em concreto de pelo menos 25%, sendo de
10 forma ainda mais preferida, a redução da expansão pela reação álcali agregado em concreto de pelo menos 40%.

[078] A mistura de finos da presente invenção proporciona uma redução da retração em argamassa, comparada ao cimento Portland, de pelo menos 10%, sendo que, de forma
15 preferível, a invenção proporciona redução da retração em argamassa, comparada ao cimento Portland, de pelo menos 20%, sendo que, de forma ainda mais preferível, proporciona uma redução da retração em argamassa, comparada ao cimento Portland, de pelo menos 30%.

20 [079] A Figura 1 apresenta a caracterização dos fíleres de calcário, distribuição granulométrica discreta dos fíleres, segundo o método de granulometria a laser, bem como o cimento. Já a Figura 2 mostra a curva granulométrica acumulada dos fíleres.

25 [080] As massas específicas dos fíleres da presente invenção estão predominantemente na faixa de $2,6$ a $2,7 \text{ g/cm}^3$, entretanto, as massas específicas não se limitam a faixa utilizada para os fíleres de calcário, abrangendo outros fíleres, com diferentes massas específicas.

30 [081] A Tabela 1 mostra a massa específica (g/cm^3) e a área superficial específica BET (m^2/g) dos fíleres e do cimento de uma realização da presente invenção.

Tabela 1 - massa específica e área superficial específica dos fíleres

Característica	Cimento	Fíler 1	Fíler 2	Fíler 3	Fíler 4	Fíler 5	Fíler 6
Massa específica (g/cm ³)	3,06	2,60	2,60	2,71	2,70	2,70	2,71
Área Superficial Específica BET (m ² /g)	1,48	3,52	1,38	2,10	5,13	1,96	0,88

Demanda de aditivo na pasta da mistura com o uso de fíler

[082] A avaliação das propriedades das pastas no estado fresco foi realizada em duas etapas: determinação do teor ótimo de aditivo redutor de água para cada matéria-prima e determinação das propriedades reológicas das pastas mistas.

[083] Após a determinação do teor ótimo para cada matéria-prima pura, as pastas mistas foram avaliadas variando-se as proporções e utilizando-se a quantidade de aditivo ideal para cada caso.

[084] O teor otimizado de aditivo é obtido a partir dos parâmetros reológicos: tensão de escoamento, viscosidade aparente e área de histerese. A escolha do teor otimizado do aditivo foi feita após a estabilização da viscosidade, mas deve-se levar em consideração também a tensão de escoamento e, principalmente, a área de histerese o mais próximo possível de zero.

Redução da demanda de aditivo através do uso de fíler em pasta

[085] Nas matérias-primas avaliadas, os teores otimizados do aditivo superplastificante foram:

- Cimento = 1,0%
- Fíler 2 = 0,3%
- Fíler 1 = 0,5%

[086] A Figura 3 mostra a curva de defloculação dos materiais puros, tensão de escoamento em função do teor de aditivo. Já a Figura 4 mostra a curva de defloculação dos

materiais puros, viscosidade aparente em função do teor de aditivo. A Figura 5 mostra a curva de defloculação dos materiais puros, área de histerese em função do teor de aditivo.

[087] A avaliação das propriedades das pastas mistas, com o teor de aditivo otimizado, foi realizada em duas etapas: variação do teor de cimento, Fíler 2 e água e variação da proporção de cimento, Fíler 1 e Fíler 2.

[088] Todos os teores de aditivo foram dosados em massa e para a utilização nas pastas mistas, adotou-se o critério da média ponderada em função da proporção das matérias-primas em cada pasta. Por exemplo, para uma pasta com 70% de cimento, 10% de Fíler 2 e 20% de Fíler 1, utilizou-se o teor de 0,83% de aditivo ($0,7 \times 1,0\% + 0,1 \times 0,3\% + 0,2 \times 0,5\%$).

[089] Da análise das Figuras 3 e 4, fica muito nítido que a utilização de fíler resulta em alteração na tensão de escoamento e na viscosidade aparente. Enquanto na alteração na tensão de escoamento se observa a tensão mínima necessária para o início do fluxo, a viscosidade aparente indica a resistência do fluido ao fluxo (parâmetro de dissipação de energia).

[090] No entanto, observa-se na Figura 4 que a partir da substituição de cimento por 30% de Fíler 2, não há considerável redução da viscosidade, mesmo com queda na tensão de escoamento. Esse fato está atrelado à pequena alteração no empacotamento, visto que a substituição pelo Fíler 2 não potencializa tanto o empacotamento das partículas. Conforme será apresentado mais adiante, este alvo foi atingido utilizando-se o Fíler 1.

[091] A Figura 6 mostra as propriedades reológicas das pastas com diferentes teores de Fíler 2 e teores de água (0,75; 0,9; 1,05 e 1,20%). Deve ser salientado que os resultados para as pastas com 1,05 e 1,20% de água não indicaram consideráveis diferenças, visto que estas apresentaram-se muito fluidas e os testes foram realizados na escala detecção mínima do equipamento.

[092] A Figura 7 apresenta a demanda de aditivo em função do teor de fíler para as misturas apresentadas nas Figuras 6a, 6b e 6c. Nota-se que o aumento no teor de fíler resulta diretamente em uma redução na dosagem do aditivo de 1,0% para o cimento puro para 0,65% de aditivo com 50% de fíler. Mesmo com a redução significativa na dosagem do aditivo, em até 30% de teor de fíler, ainda foram observadas reduções na viscosidade e tensão de escoamento. Estes resultados mostram a redução da demanda de aditivo com o uso de fíler.

[093] No caso da utilização do Fíler 1 obteve-se melhor empacotamento das partículas e, conseqüentemente, as alterações nas propriedades reológicas foram intensificadas, conforme apresentado na Figura 8.

[094] As alterações mais consideráveis ocorreram na viscosidade com o aumento da quantidade de Fíler 1. Houve diminuição de uma ordem de grandeza na viscosidade aparente. Pode-se notar ainda uma correlação linear entre a porosidade do empacotamento dos finos e a viscosidade aparente das pastas, como mostrado na Figura 9.

[095] Da mesma forma, observou-se que a área de histerese diminuiu em duas ordens de grandeza conforme mostrado na Figura 8c, indicando a melhor dispersão das pastas e que, o perfil reológico tende a mudar de dilatante para pseudoplástico, com o aumento da quantidade do Fíler 1 de preenchimento.

[096] Com relação à alteração do perfil reológico, pode-se também obter pastas com comportamento pseudoplástico, aumentando-se a quantidade de água, mas não se trata de uma alternativa vantajosa, visto que, quanto maior a quantidade de líquido utilizada na mistura, maior a quantidade de poros e, conseqüentemente, menor a resistência mecânica.

Concreto fresco ou endurecido

[097] A presente invenção também tem como objeto um concreto fresco ou endurecido composto pela referida mistura em que:

- a quantidade da mistura é de 200 a 500 kg/m³, mais preferivelmente de 300 a 400 kg/m³;
- a quantidade de água ser menor que 180 l/m³, sendo mais preferível 165 l/m³, sendo ainda mais preferível 150 l/m³;
- do teor de ar incorporado ser de 0,5 a 5%;
- dos agregados miúdos serem dotados de uma distribuição granulométrica área média de d₁₀ > 90µm e d₉₀ < 5mm: de 500 a 1200 kg/m³;
- dos agregados graúdos possuírem uma distribuição granulométrica área média caracterizada por d₁₀ > 5mm: de 600 a 1400 kg/m³;
- aditivos químicos para concreto, incluindo, mas não se limitando a aditivo redutor de água, incorporador de ar, redutor de viscosidade, acelerador ou retardador de pega, acelerador ou retardador de resistência: dosados entre 0,3% e 5% da massa da referida mistura.

[098] No concreto fresco ou endurecido obtido por meio da mistura da presente invenção, os agregados miúdos são dosados em quantidades entre 700 e 900 kg/m³ e os agregados graúdos são dosados em quantidades entre 600 e 1400 kg/m³.

[099] O concreto fresco ou endurecido obtido por meio da mistura da presente invenção, possui resistência à compressão aos 28 dias entre 20 e 80 MPa no estado endurecido, e, viscosidade aparente do concreto abaixo de 0,06 N.m/rpm no estado fresco.

[0100] Mais especificamente, o concreto fresco ou endurecido obtido por meio da mistura da presente invenção, possui resistência a compressão aos 28 dias entre 35 e 70 MPa no estado endurecido e, viscosidade aparente do concreto abaixo de 0,05 N.m/rpm no estado fresco.

[0101] No concreto fresco ou endurecido, obtido por meio da mistura da presente invenção, a intensidade de ligante é

menor que 7 kg/m³/Mpa, preferivelmente menor que 6 kg/m³/MPa, sendo ainda mais preferível menor que 5 kg/m³/MPa.

Demanda de aditivo em concreto fresco com o uso de fíler e resistência à compressão do concreto endurecido

5 [0102] De forma exemplificativa, são mostradas na Tabela 2, a formulação de vários concretos da presente invenção. A porosidade do empacotamento da mistura dos finos utilizada nestes concretos é apresentada na Tabela 3. Os concretos F0 e A35 são referências e os PF50, PF10, PF35, PC35 são exemplos da
10 presente invenção.

Tabela 2 - Formulação de cada concreto proposto

Formulação		Concreto					
		F0	PF50	PF10	PF35	PC35	A35
Materiais (kg/m ³)	Cimento	400	191	356	252	252	252
	Fíler 1	0	191	40	135	0	0
	Fíler 2	0	0	0	0	135	0
	Areia Fina	488	488	488	488	488	565
	Areia Artificial	325	325	325	325	325	377
	Brita 0	257	257	257	257	257	257
	Brita 1	771	771	771	771	771	771
	Água	160	160	160	160	160	160
Teor de ar incorporado		1,7%	2,8%	1,2%	2,5%	0,5%	0,7%
Volume de pasta (l/m ³)		291,6	291,6	291,6	291,6	291,6	242,9

Tabela 3 - Porosidade do empacotamento da mistura de finos de cada concreto

Concreto	Porosidade do empacotamento da mistura dos finos
F0	15,43%
PF50	11,87%
PF35	10,15%
PF10	12,61%
A35	15,43%
PC35	14,71%

[0103] A avaliação das propriedades dos concretos no estado fresco foi realizada através da determinação das propriedades reológicas dos concretos com diferentes teores de aditivo. No estado endurecido, foi avaliada a resistência à compressão nas idades de 14 e 28 dias.

Redução da demanda de aditivo através do uso de fíler

[0104] Para cada concreto avaliado, o teor do aditivo redutor de água (em massa dos finos) para atingir a viscosidade aparente de 0,025 N.m/RPM foi:

- 10 • Concreto PF0 = 1,00%
- Concreto PF50 = 0,33%
- Concreto PF10 = 0,62%
- Concreto PF35 = 0,45%
- Concreto PC35 = 0,61%
- 15 • Concreto A35 = 0,88%

[0105] A Figura 10 mostra a curva de defloculação dos concretos, considerando o torque de escoamento em função do teor de aditivo. Já a Figura 11 mostra a curva de defloculação, considerando a viscosidade aparente em função do teor de aditivo.

[0106] A Figura 12 mostra o teor de aditivo (em massa dos finos) necessário para atingir a viscosidade aparente de 0,025 N.m/RPM em função do teor de Fíler 1 no concreto. Nota-se que o aumento no teor de fíler resulta diretamente em uma redução na dosagem do aditivo de 1,0% para o cimento puro para 0,33% de aditivo com 50% de fíler. Mesmo com a redução significativa na dosagem do aditivo, até 30% de teor de fíler ainda foram observadas reduções na viscosidade e tensão de escoamento. Estes resultados mostram a redução da demanda de aditivo com o uso de fíler.

[0107] A Fabela 4 mostra os resultados de resistência a compressão dos concretos avaliados e Tabela 5 a intensidade de ligante.

Tabela 4 - Resistência à compressão dos concretos propostos

Concreto	Resistência a compressão (MPa)	
	14 dias	28 dias
F0	76,1	74,11
PF50	34,2	36,16
PF10	69,2	66,98
PF35	49,4	53,31
PC35	49,2	49,91
A35	50,7	53,02

Tabela 5 - Intensidade de ligantes dos concretos

Concreto	Intensidade de ligantes (kg/MPa/m ³)
F0	5,4
PF50	5,3
PF10	5,3
PF35	4,7
PC35	5,0
A35	4,6

Durabilidade

Reação Álcali Agregado

5 Exemplos

[0108] Foi utilizado o Fíler 2 para este exemplo e os agregados utilizados nesta realização foi uma mistura de 85% de areia de quartzo padrão (agregados não reativos) com densidade de 2,65 g/cm³ e 15% de areia de vidro borossilicato (Pyrex: reativo). O uso de agregados de vidro borossilicato triturado foi justificado pela necessidade de detectar um claro sinal de expansão entre as misturas testadas.

Formulação

[0109] As formulações utilizadas são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Proporção da mistura das argamassas dessa corporificação

Mistura	C100	C65	C50
Teor de Fíler (%)	0	35	50
Cimento (g)	440,0	274,8	207,9
Fíler 2 (g)	0,0	148,0	207,9
Água (g)	206,8	206,8	206,8
Agregados miúdos (g)	990	990	990
Relação água/cimento	0,47	0,75	0,99
Relação água/sólidos	0,47	0,49	0,50

[0110] Neste ensaio, para todas as misturas produzidas, 3 barras (25 × 25 × 250 mm³) foram moldadas e curadas, de acordo com as prescrições da norma ABNT NBR 15577-4: 2008 e foi medida a expansão de cada barra.

[0111] A Figura 13 mostra a expansão relativa à mistura C100 em função do teor de fíler, indicando uma redução da expansão proveniente da reação álcali agregado, com o aumento do teor de fíler da mistura.

Retração

[0112] A areia normal de quartzo foi usada como agregados miúdo e para o fíler foi utilizado o Fíler 2.

15 Misturas

[0113] A Tabela 7 apresenta as quantidades em massa dos traços realizados para o planejamento desse exemplo com substituição de cimento pelo fíler calcário, bem dois volumes de pasta diferentes, definido de acordo com as explicações acima.

Tabela 7 - Proporção da mistura das argamassas do experimento

Mistura	F0V48	F30V48	F50V48	F0V57	F30V57	F50V57
Volume de pasta (%)	48,4	48,4	48,4	57,2	57,2	57,2
Teor de Fíler 2 (%)	0	30	50	0	30	50
Cimento (g)	394,1	299,5	227,4	664,0	427,9	324,5
Fíler (g)	0,0	128,5	227,4	0,0	183,5	324,5

Água (g)	221,8	205,8	193,3	283,0	293,2	275,5
Agregados miúdos (g)	990	990	990	990	990	990

[0114] Os ensaios de medição da retração foram realizados de acordo com as determinações das normas técnicas ASTM C157-08 e NBR 15261.

[0115] Foram moldados 3 corpos-de-prova de 25 x 25 x 285mm para cada mistura, com pinos de aço para realização das medidas nas extremidades. Os corpos-de-prova são desmoldados após 48 horas e passam à câmara seca com temperatura $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa $50 \pm 5\%$, e as medidas são realizadas (variação de tamanho e massa) após 1, 2, 7, 14 e 28 dias. Maiores detalhes sobre os procedimentos de ensaio e cálculos podem ser encontrados na NBR 15261.

[0116] Como mostrado na Figura 14, para as mesmas condições de volume de pasta, a retração foi diminuída nas pastas conforme o aumento do fíler calcário.

15 **Calor de hidratação**

[0117] O calor liberado na hidratação do cimento é proveniente das reações químicas de hidratação que acontecem ao misturá-lo com água (formação inicial de etringita, segunda formação de etringita, formação de C-S-H a partir da alita, transformação da etringita em monossulfoaluminato, hidratação da fase ferrita).

[0118] Como o fíler é um material inerte ou menos reativo que o cimento Portland, esse calor liberado é reduzido.

[0119] Para a determinação das variações na cinética de hidratação, foi realizado o ensaio de calorimetria isotérmica de condução. Esta técnica consiste na medida do calor gerado na amostra, devido às reações químicas exotérmicas de hidratação do cimento.

[0120] Foram realizados dois ensaios em pastas com relação água/sólidos constante. O primeiro consistiu em 100% cimento Portland (C100) e o segundo, uma mistura 70% cimento

Portland e 30% Fíler 2 (C70). Para ambas as pastas, mediu-se o calor liberado acumulado em 24h. A mistura C70 apresentou um calor de hidratação 23% menor que o da C100, conforme a Tabela 8, mostrando o efeito do fíler na redução na liberação de calor de hidratação.

Tabela 8 - Calor de hidratação acumulado para as misturas

Mistura	Calor acumulado (J/g de mistura)
C100	237,4
C70	183,4

[0121] Na mistura de finos da presente invenção a redução do calor de hidratação, comparada ao cimento Portland utilizado nesta mistura, foi de pelo menos 10%, preferencialmente de pelo menos 20%, sendo de forma ainda mais preferível de 30%.

Processo de mistura e homogeneização da dita mistura de finos

[0122] A presente invenção ensina um processo de mistura e homogeneização da mistura de finos da presente invenção, onde os elementos da dita mistura são misturados em uma misturadora de partículas em uma unidade, sendo que a referida unidade recebe, mistura, homogeneiza e despacha a dita mistura de finos.

Processo de produção do dito concreto fresco

[0123] O processo de produção do concreto fresco ou endurecido é realizado em uma central dosadora ou misturadora de concreto, na qual o cimento Portland e o fíler da mistura da presente invenção são recebidos: misturados ou separadamente, sendo que tanto o cimento Portland quanto o fíler são dosados, misturados e homogeneizados com os demais materiais.

Exemplo (F35)

Concreto aplicado em obra

[0124] Foi avaliada em escala real a dosagem de materiais, mistura, transporte, entrega, aplicação e performance do concreto (F35) exemplificado na presente invenção e comparado

a um concreto convencional (C). Os concretos avaliados são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Traços

	Descrição	C	F35
Materiais (kg/m ³)	Cimento	295	257
	Fíler 1	0	136
	Areia Fina	434	479
	Areia Artificial	358	320
	Brita 0	185	254
	Brita 1	902	762
	Água	177	160
	Aditivos	2,2	4,9
a/c		0,60	0,62
a/s		0,60	0,41
Teor de ar incorporado		2,9%	2,0%
Onde: a/s: água/sólidos. Essa relação é calculada por $\frac{\text{peso total de água}}{\text{peso total de finos}}$. Finos são materiais finos reativos ou inertes, por exemplo, fíler calcário, fíler quartzo, clínquer, escórias, pozolana e gesso.			

[0125] O resultado do comportamento reológico (torque) é apresentado na Figura 15 e na Tabela 10.

Tabela 10 - Parâmetros reológicos dos concretos aplicados em obra

Parâmetros reológicos	C	F35
Torque de escoamento (N.m)	6,79	5,82
Viscosidade aparente (N.m/rpm)	0,045	0,050

5 [0126] Os resultados de resistência à compressão do concreto endurecido são apresentados na Tabela 11 e a intensidade de ligante apresentados na Tabela 12.

Tabela 11 - Resultados de resistência à compressão dos dois concretos em diferentes idades

Idade (dias)	Resistência a compressão (MPa)	
	C	F35
1	15,2	15,4
3	26,6	37,4
7	35,7	48,3
28	40,8	54,5
63	48,3	58,8

Tabela 12 - Intensidade de ligante de cada concreto

Concreto	Intensidade de Ligante (kg/m ³ /MPa)
C	6,8
F35	4,3

REIVINDICAÇÕES

1. Uma mistura de finos, compreendendo: um cimento Portland, onde o referido cimento Portland compreende uma fração de clínquer mais sulfato de cálcio de 5 a 100% do cimento e, alternativamente, uma fração de escória granulada de alto-forno de 0 a 95% do cimento, uma fração de material pozolânico de 0 a 55% do cimento, uma fração de material carbonático de 0 a 35% do cimento, uma fração de xisto cozido de 0 a 35% do cimento Portland; compreendendo ainda um primeiro fíler e/ou um segundo fíler, caracterizada pelo cimento Portland possuir uma fração de 50 a 90% da mistura, tendo ainda o primeiro fíler ou o segundo fíler ou uma combinação dos mesmos uma fração de 10 a 50% da mistura; sendo um ou ambos os fíleres constituídos de material inorgânico proveniente da moagem de sua matéria prima ou obtido por classificação granulométrica da sua matéria prima, sendo a referida matéria prima, incluindo mas não se limitando a, calcário ou quartzo ou sílica ou cristobalita ou nefelina ou dolomito ou granito ou pó do sistema de desempoeiramento do forno ou escórias ou cinza volante ou pozolanas ou resíduos de concreto ou resíduos de construção ou de demolição ou uma mistura dessas, onde o primeiro fíler possui uma área superficial BET menor ou igual a $6 \text{ m}^2/\text{g}$ e possui distribuição granulométrica com área média definida pela faixa de $4\mu\text{m} < d_{98} < 40\mu\text{m}$ e um segundo fíler possui uma área superficial BET menor ou igual a $2,3 \text{ m}^2/\text{g}$ e uma distribuição granulométrica de área média de $6\mu\text{m} < d_{85} < 40\mu\text{m}$, sendo a porosidade do empacotamento da mistura pelo menos 0,5 ponto percentual menor que a porosidade do empacotamento do cimento Portland utilizado na presente mistura.

2. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a fração compreender preferencialmente 60 a 80% do cimento Portland e preferencialmente de 20% a 40% do fíler.

3. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a fração compreender de forma mais preferível de 65 a 75% do cimento Portland e de 25% a 35% do fíler.

5 4. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a porosidade do empacotamento da mistura ser pelo menos 1 ponto percentual menor que a porosidade do empacotamento do cimento Portland utilizado na presente mistura.

10 5. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a porosidade do empacotamento da mistura ser pelo menos 2,5 pontos percentuais menor que a porosidade do empacotamento do cimento Portland utilizado na presente mistura.

15 6. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a redução de demanda de aditivo no concreto ou na pasta, comparada ao cimento Portland utilizado na presente mistura ser de pelo menos 10%.

20 7. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a redução de demanda de aditivo no concreto ou na pasta, comparada ao cimento Portland utilizado na presente mistura ser de pelo menos 20%.

25 8. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a redução de demanda de aditivo no concreto ou na pasta, comparada ao cimento Portland utilizado na presente mistura ser de pelo menos 40%.

30 9. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a redução da viscosidade no concreto ou na pasta, comparada ao cimento Portland utilizado na presente mistura ser maior ou igual a 10%.

10. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a redução da viscosidade no concreto ou na pasta, comparada ao cimento Portland utilizado na presente mistura ser maior ou igual a 20%.

11. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a redução da viscosidade no concreto ou na pasta, comparada ao cimento Portland utilizado na presente mistura ser maior ou igual a 40%.

5 12. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de o primeiro fíler possuir área superficial BET menor ou igual a $6 \text{ m}^2/\text{g}$ e distribuição granulométrica com área média definida pela faixa de $5\mu\text{m} < d_{98} < 30\mu\text{m}$.

10 13. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de o primeiro fíler possuir área superficial BET menor ou igual a $6 \text{ m}^2/\text{g}$ e distribuição granulométrica com área média definida pela faixa de $5\mu\text{m} < d_{98} < 20\mu\text{m}$.

15 14. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de o primeiro fíler possuir área superficial BET menor ou igual a $6 \text{ m}^2/\text{g}$ e distribuição granulométrica com área média definida pela faixa de $6\mu\text{m} < d_{98} < 16\mu\text{m}$.

20 15. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a redução da expansão pela reação álcali agregado em concreto, comparada ao cimento Portland utilizado na presente mistura, ser de pelo menos 10%.

25 16. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a redução da expansão pela reação álcali agregado, comparada ao cimento Portland utilizado na presente mistura, ser de pelo menos 25%.

30 17. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a redução da expansão pela reação álcali agregado, comparada ao cimento Portland utilizado na presente mistura, ser de pelo menos 40%.

18. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a redução da

retração em argamassa, comparada ao cimento Portland utilizado na presente mistura, ser de pelo menos 10%.

19. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a redução da retração em argamassa, comparada ao cimento Portland utilizado na presente mistura, ser de pelo menos 20%.

20. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a redução da retração em argamassa, comparada ao cimento Portland utilizado na presente mistura, ser de pelo menos 30%.

21. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a redução do calor de hidratação, comparada ao cimento Portland utilizado nesta mistura, ser de pelo menos 10%.

22. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a redução do calor de hidratação, comparada ao cimento Portland utilizado nesta mistura, ser de pelo menos 20%.

23. A mistura de finos, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de a redução do calor de hidratação, comparada ao cimento Portland utilizado nesta mistura, ser de pelo menos 30%.

24. Um concreto fresco ou endurecido composto pela mistura da reivindicação 1, caracterizado pelo fato:

- de a quantidade da mistura ser de 200 a 500 kg/m³;
- de a quantidade de água ser menor que 180 l/m³;
- de o teor de ar incorporado ser de 0,5 a 5%;
- de os agregados miúdos serem dotados de uma distribuição granulométrica área média de $d_{10} > 90\mu\text{m}$ e $d_{90} < 5\text{mm}$: de 500 a 1200 kg/m³;
- de os agregados graúdos possuírem uma distribuição granulométrica área média caracterizada por $d_{10} > 5\text{mm}$: de 600 a 1400 kg/m³;

- aditivos químicos para concreto, incluindo, mas não se limitando a aditivo redutor de água, incorporador de ar, redutor de viscosidade, acelerador ou retardador de pega, acelerador ou retardador de resistência: dosados entre 0,3% e 5% da massa da mistura da reivindicação 1.

25. O concreto fresco ou endurecido, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pela quantidade da mistura da reivindicação 1 ser de 300 a 400kg/m³.

26. O concreto fresco ou endurecido, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pela quantidade de água ser menor que 165 l/m³.

27. O concreto fresco ou endurecido, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pela quantidade de água ser menor que 150 l/m³.

28. O concreto fresco ou endurecido, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de os agregados miúdos serem dosados em quantidades entre 700 e 900 kg/m³.

29. O concreto fresco ou endurecido, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de os agregados graúdos serem dosados em quantidades entre 600 e 1400 kg/m³.

30. O concreto fresco ou endurecido, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de possuir resistência a compressão aos 28 dias entre 20 e 80 MPa no estado endurecido e viscosidade aparente do concreto abaixo de 0,06 N.m/rpm no estado fresco.

31. O concreto fresco ou endurecido, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de possuir resistência a compressão aos 28 dias entre 35 e 70 MPa no estado endurecido e viscosidade aparente do concreto abaixo de 0,05 N.m/rpm no estado fresco.

32. O concreto fresco ou endurecido, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de a intensidade de ligante ser menor que 7 kg/m³/MPa.

33. O concreto fresco ou endurecido, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de a intensidade de ligante ser preferivelmente menor que $6 \text{ kg/m}^3/\text{MPa}$.

5 34. O concreto fresco ou endurecido, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de a intensidade de ligante ser mais preferivelmente menor que $5 \text{ kg/m}^3/\text{MPa}$.

35. Um processo de mistura e homogeneização da mistura de finos da reivindicação 1 caracterizado pelo fato de os elementos da dita mistura serem misturados em uma misturadora de partículas em uma unidade, sendo que a referida unidade recebe, mistura, homogeneiza e despacha a dita mistura de finos, sendo que alternativamente o processo de mistura e homogeneização de finos também pode ocorrer na saída da moagem de um dos elementos através de uma balança dosadora e
10 15 alimentação ao fluxo de materiais moídos.

36. O processo de produção do concreto da reivindicação 24 caracterizado pelo fato de a produção ser realizada em uma central dosadora ou misturadora de concreto, na qual o cimento Portland e o fíler da mistura da reivindicação 1
20 são recebidos misturados ou separadamente, sendo que tanto o cimento Portland quanto o fíler são dosados, misturados e homogeneizados com os demais materiais.

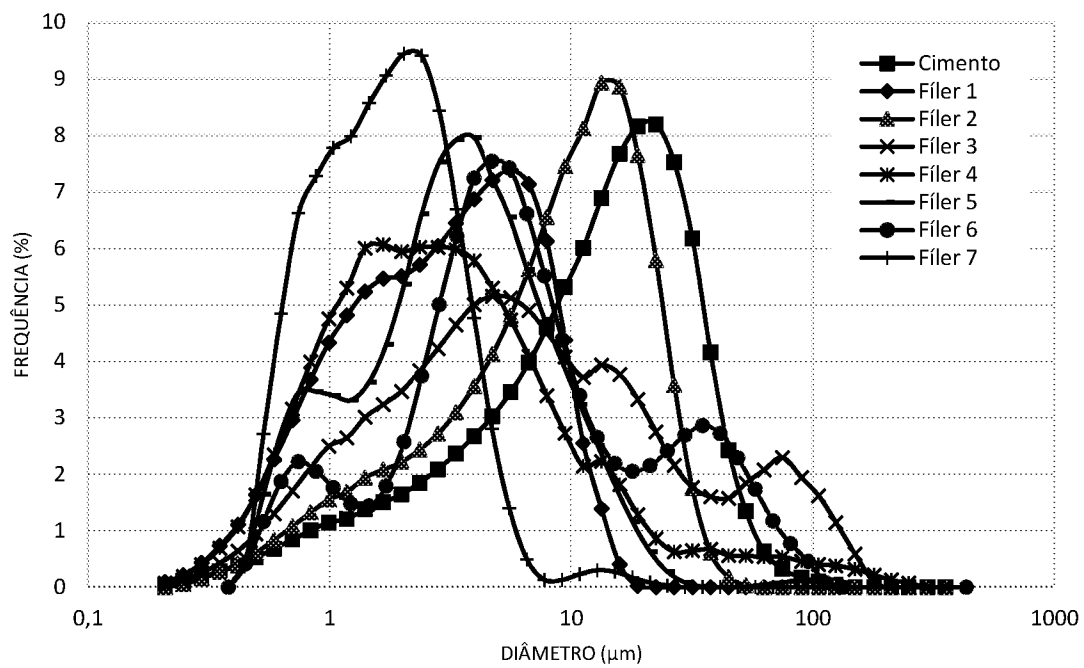


FIGURA 1

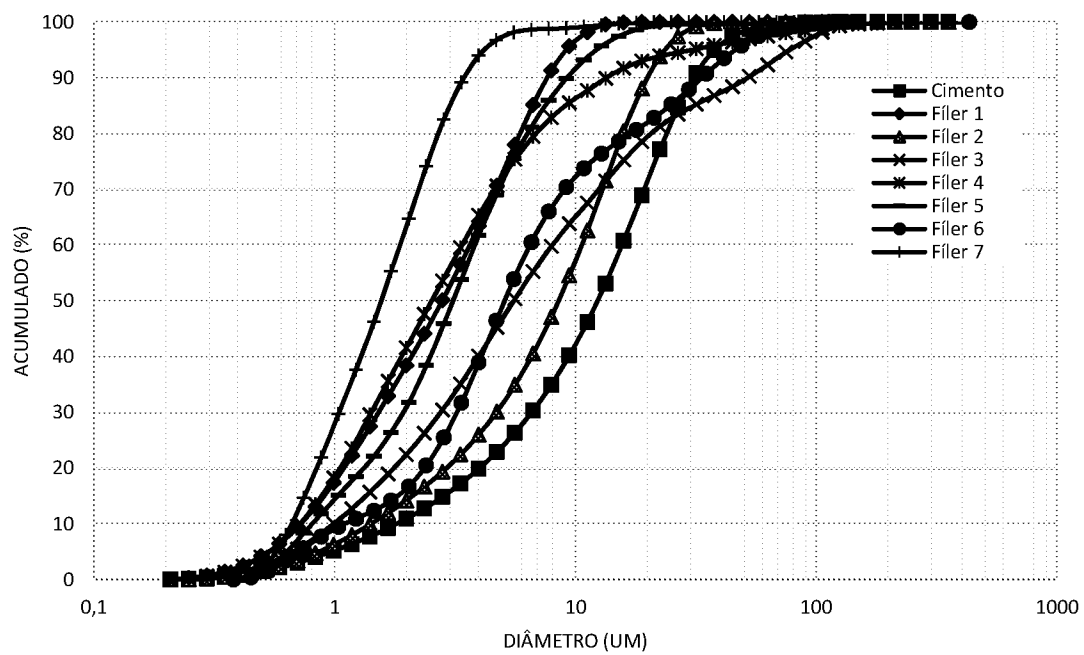


FIGURA 2

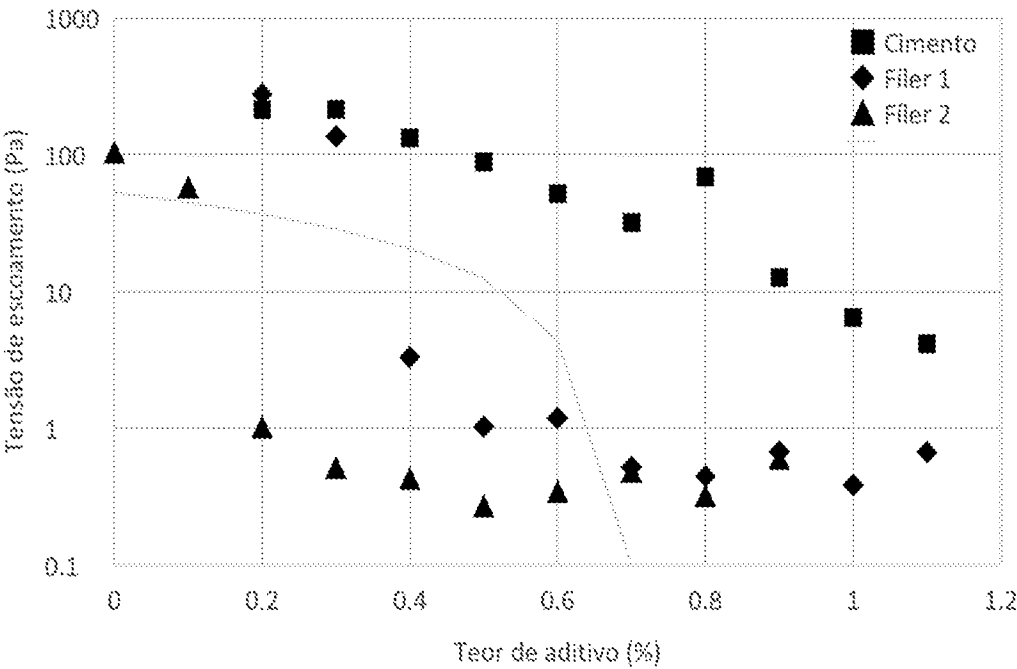


FIGURA 3

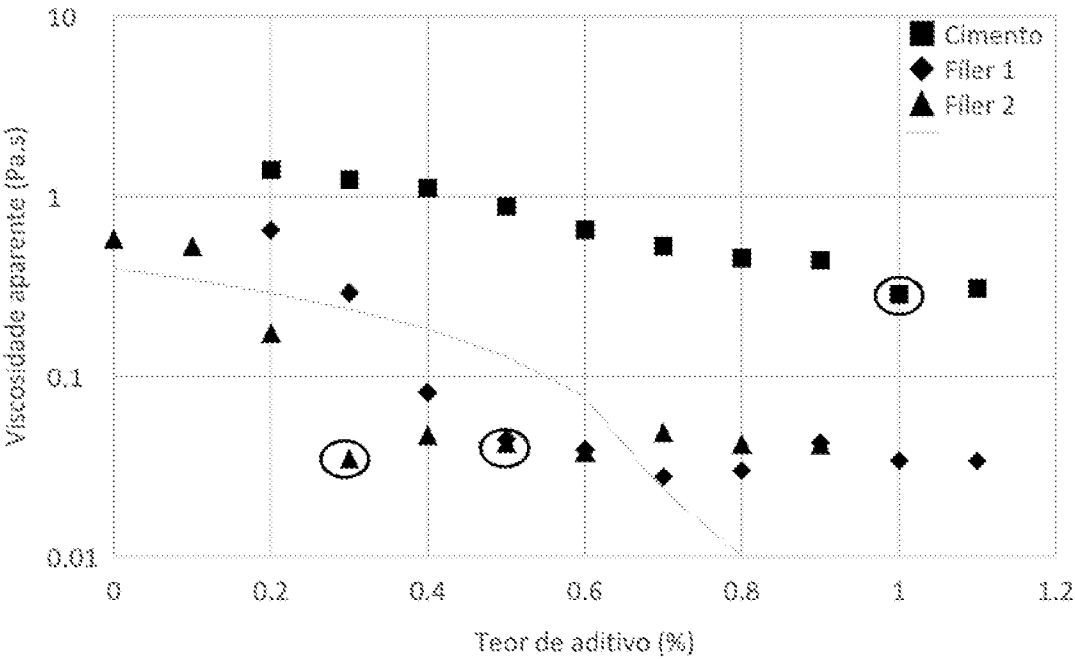


FIGURA 4

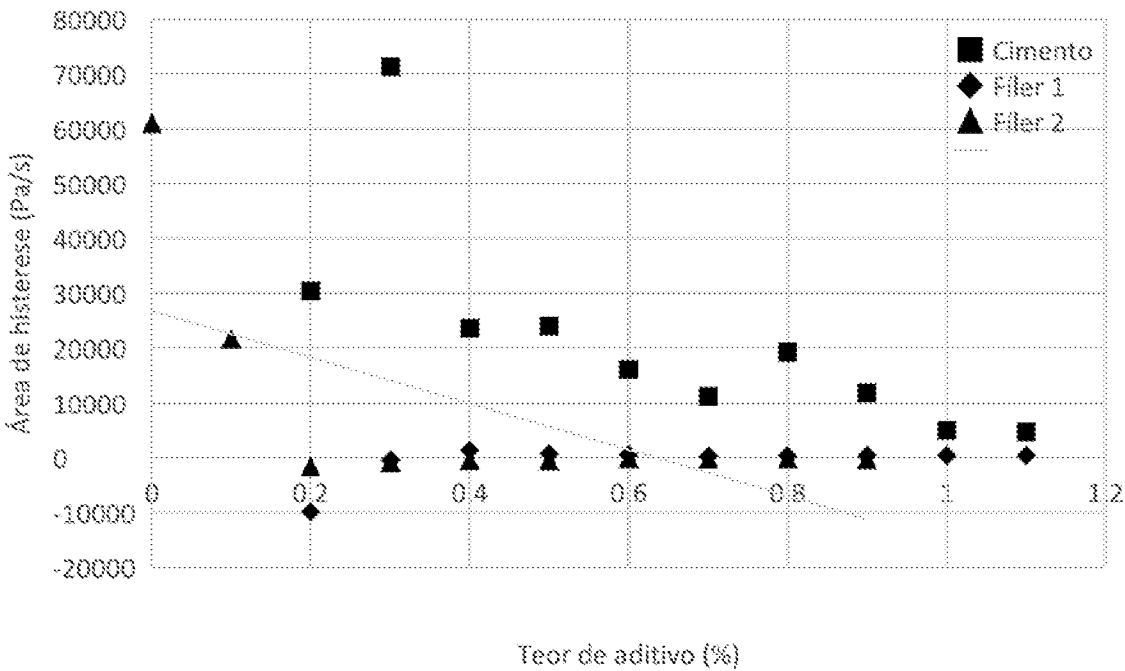


FIGURA 5

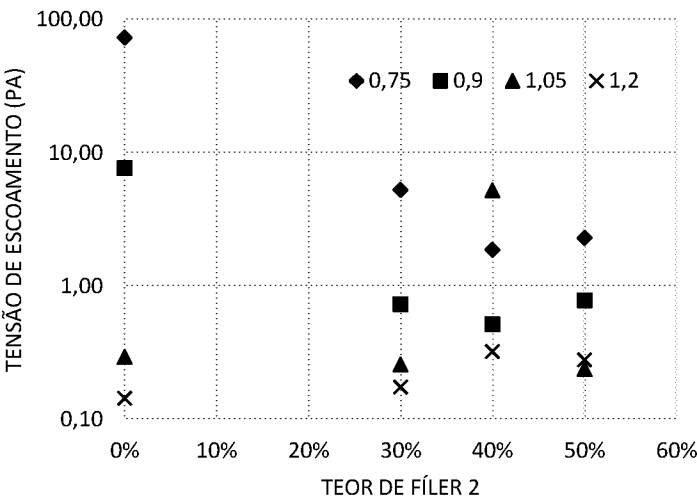


FIGURA 6A

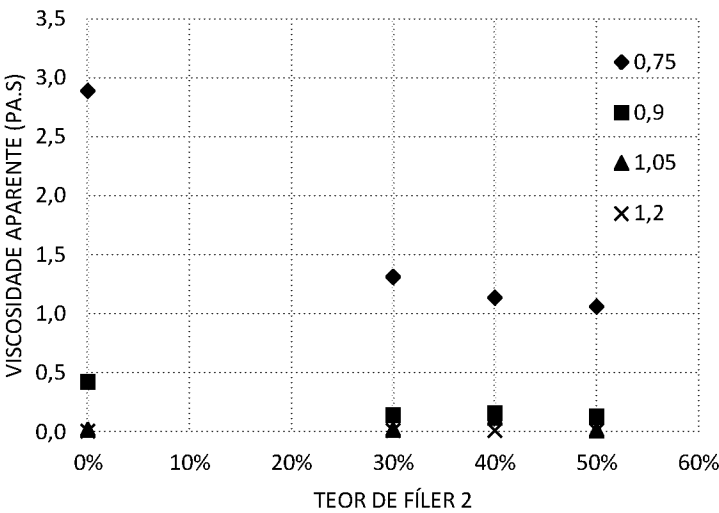


FIGURA 6B

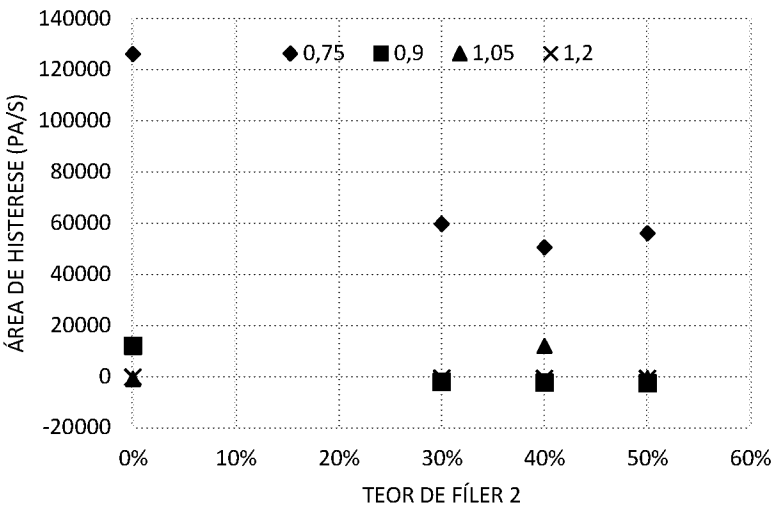


FIGURA 6C

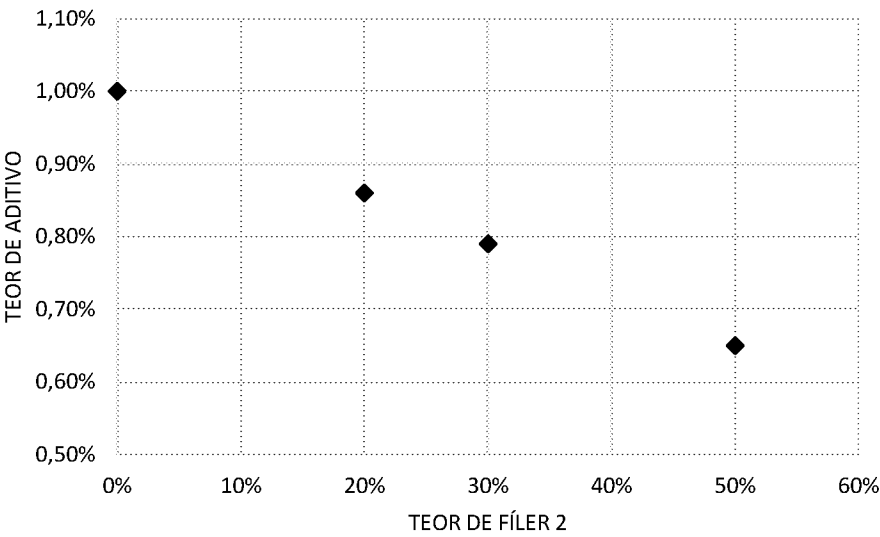


FIGURA 7

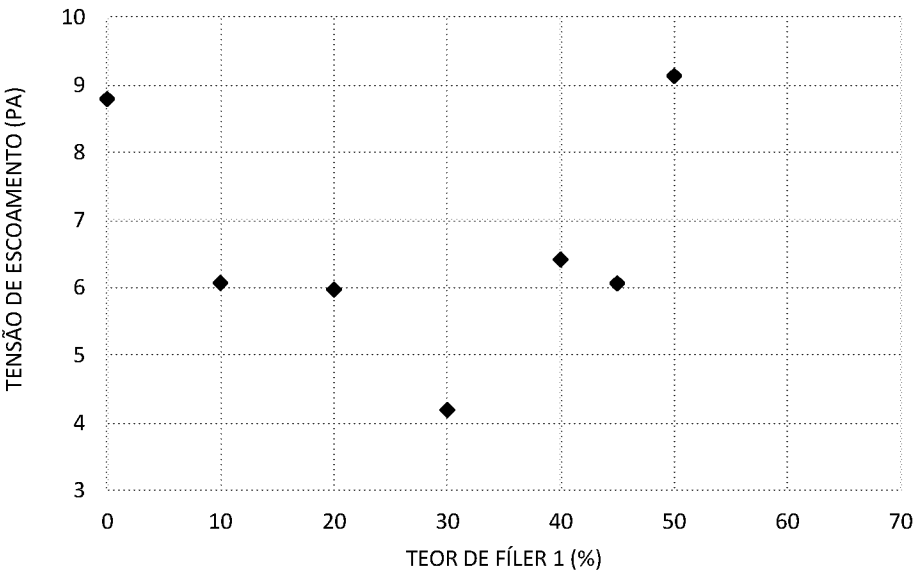


FIGURA 8A

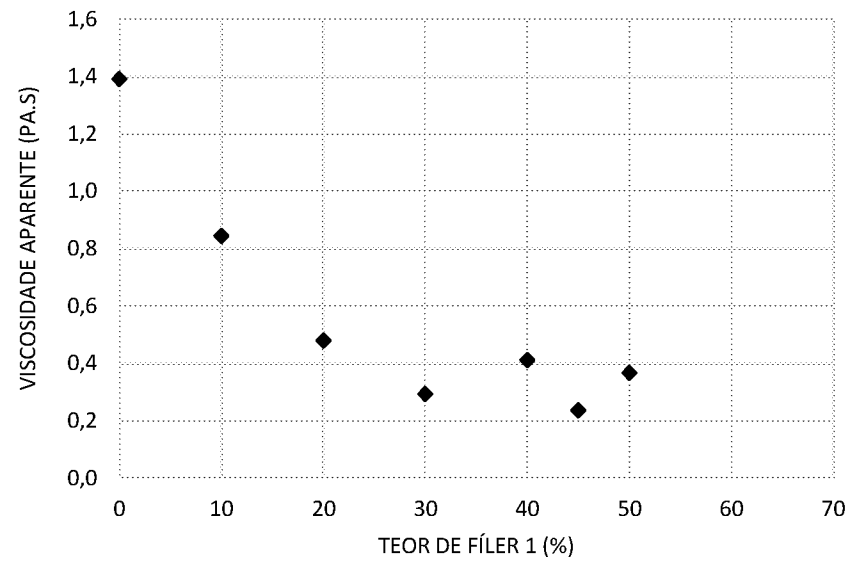


FIGURA 8A

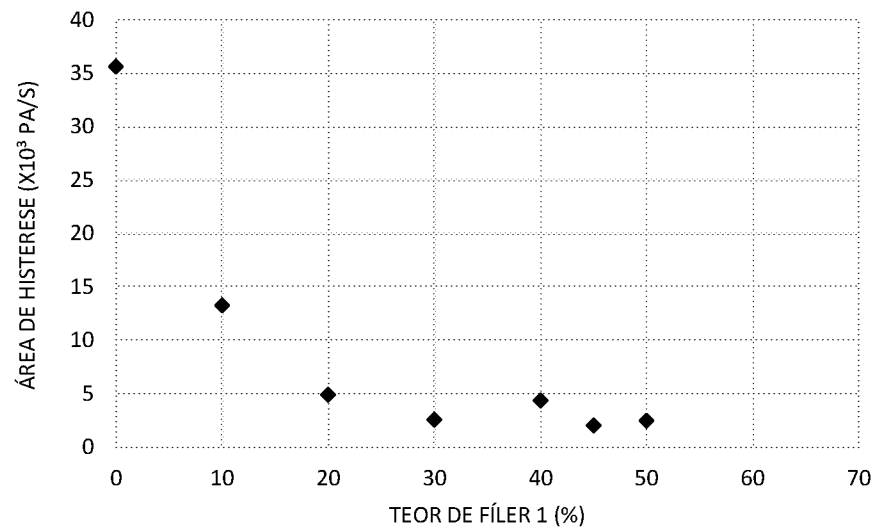


FIGURA 8C

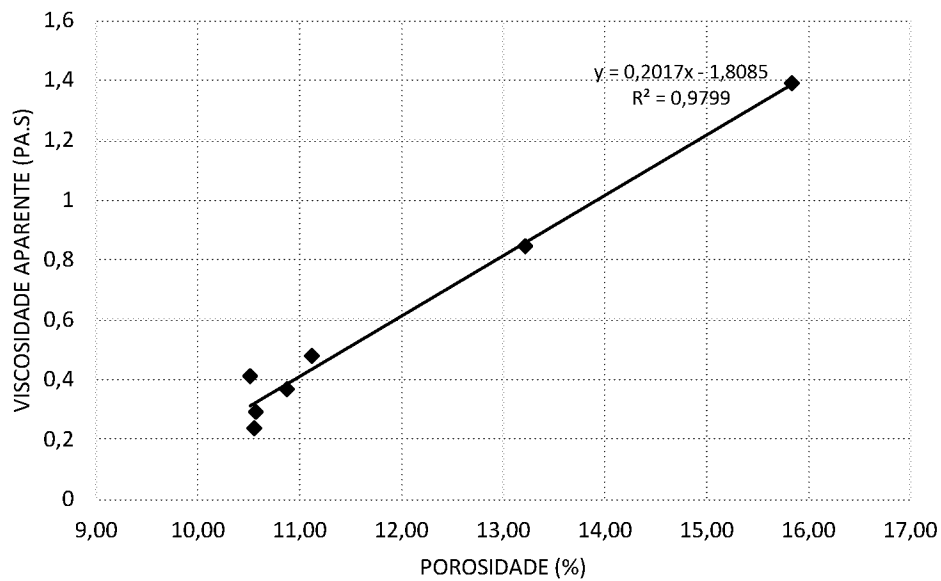


FIGURA 9

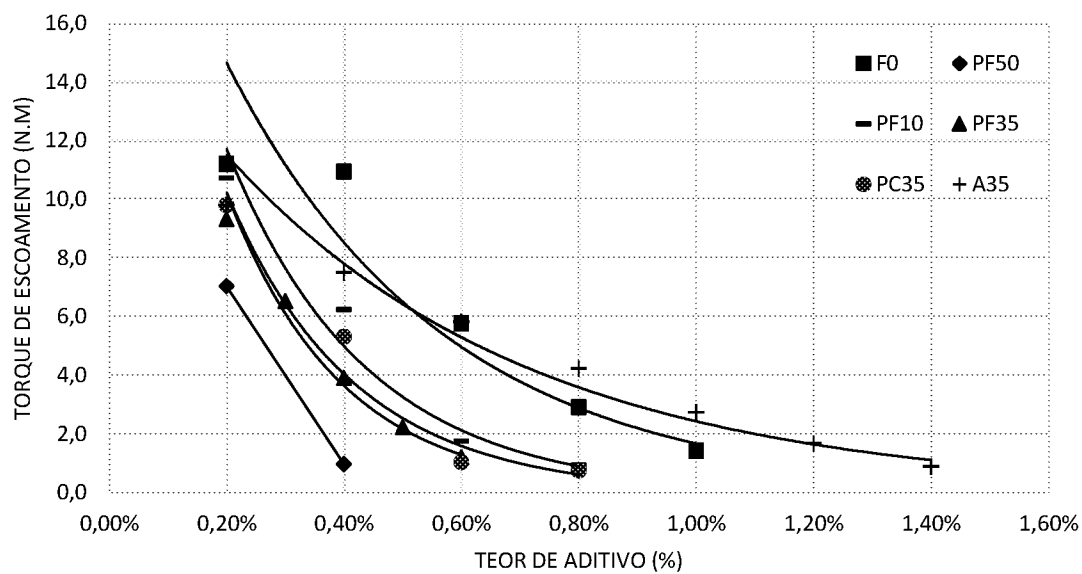


FIGURA 10

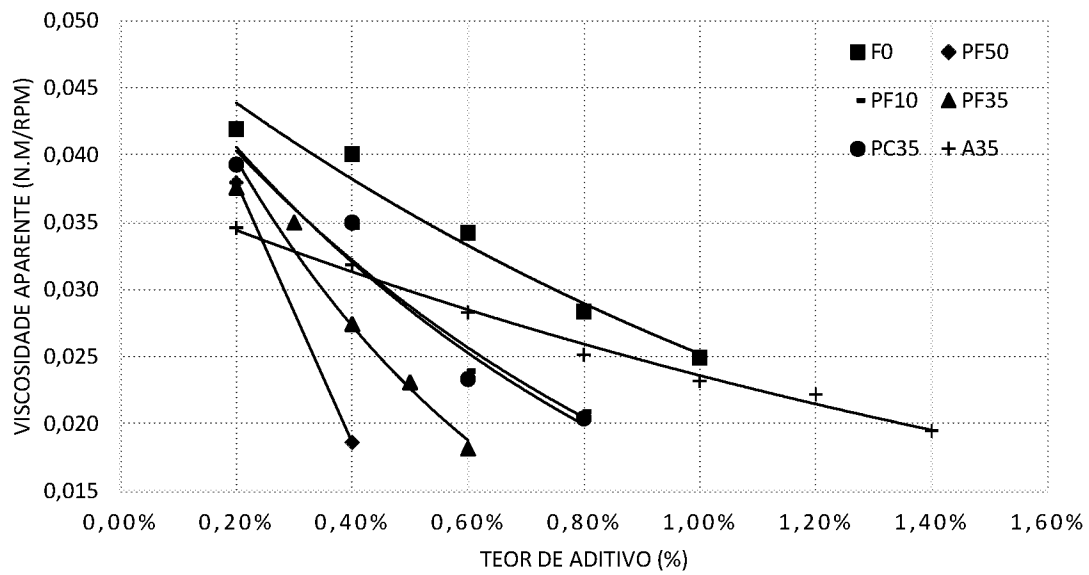


FIGURA 11

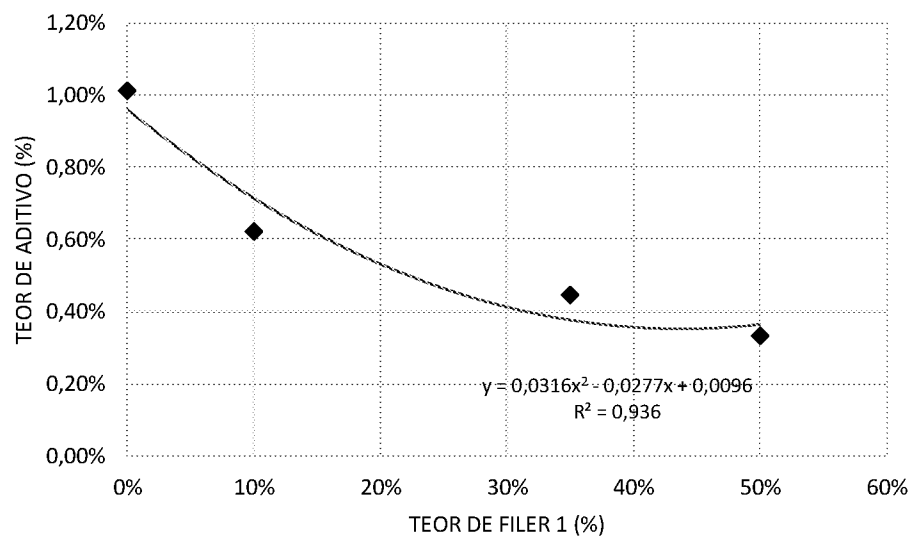
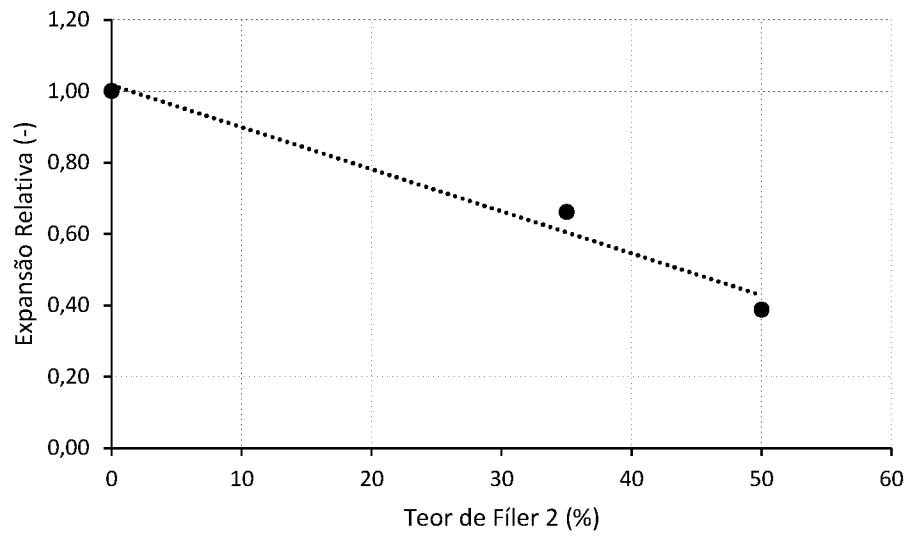
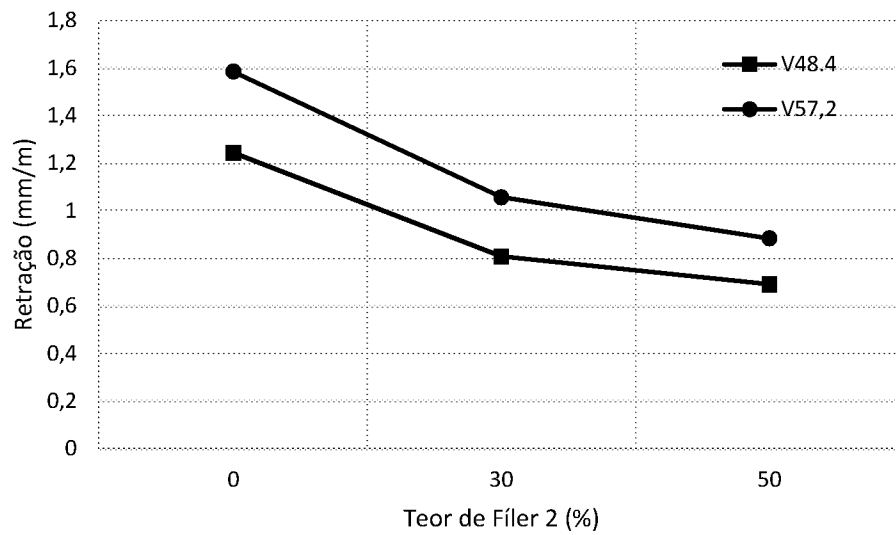


FIGURA 12

FIGURA 13FIGURA 14

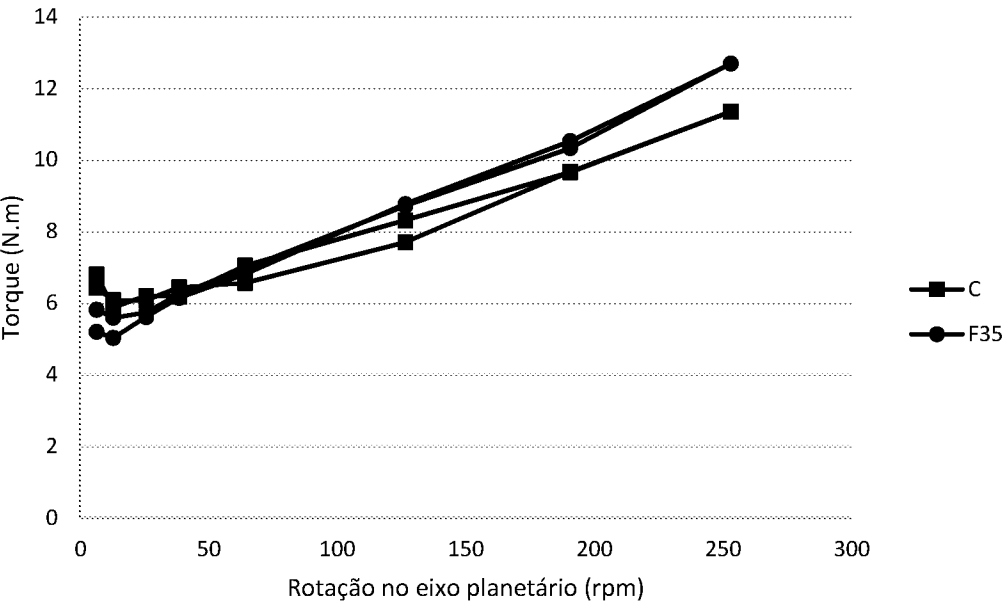


FIGURA 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/BR2018/050486

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC: C04B 14/04 (2006.01), C04B 14/22 (2006.01), C04B 14/36 (2006.01), C04B 18/04 (2006.01), C04B 7/02 (2006.01), C04B 7/13 (2006.01), C04B 7/19 (2006.01), C04B 7/26 (2006.01), C04B 7/28 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC **cont. extra sheet**

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C04B 14/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Science Direct, base de patentes do INPI-BR

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

Espacenet, Derwent (DWPI)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2018194679 AI (ROMAN CEMENT LLC [US]) 12 July 2018 (2018-07-12) paragraphs: [0003] to [0006], [0019], [0020], [0047], [0048]	1-36
A	CA 2186248 AI (KEMAN.V. [NL]) 19 October 1995 (1995-10-19) The whole document	1-36
A	US 2010043673 AI (LAFARGE [FR]) 25 February 2010 (2010-02-25) The whole document	1-36
A	US 2012037045 AI (LAFARGE [FR]) 16 February 2012 (2012-02-16) The whole document	1-36

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25/04/2019

Date of mailing of the international search report

03/05/2019

Name and mailing address of the ISA/



Facsimile No.

INSTITUTO NACIONAL DA
PROPRIEDADE INDUSTRIAL
Rua Mayrink Veiga nº 9, 6º andar
cep: 20090-910, Centro - Rio de Janeiro/RJ

Authorized officer

Nichele de Freitas Juchneski

Telephone No.

+55 21 3037-3493/3742

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/BR2018/050486

US 2018194679 A1	2018-07-12	US 10131575 B2	2018-11-20
		US 9957196 B1	2018-05-01
		US 2018230057 A1	2018-08-16
		US 2018312445 A1	2018-11-01
		US 2019071354 A1	2019-03-07
		WO 2018132429 A1	2018-07-19
		WO 2018140803 A1	2018-08-02
-----	-----	-----	-----
CA 2186248 A1	1995-10-19	EP 0758308 A1	1997-02-19
		JP H09511482 A	1997-11-18
		NL 9400564 A	1995-11-01
		WO 9527685 A1	1995-10-19
-----	-----	-----	-----
US 2010043673 A1	2010-02-25	US 7901504 B2	2011-03-08
		AU 2008208628 A1	2008-07-31
		BR PI0806782 A2	2011-09-13
		CA 2675945 A1	2008-07-31
		CN 101578244 A	2009-11-11
		CN 103922673 A	2014-07-16
		CN 104829194 A	2015-08-12
		EP 1958926 A1	2008-08-20
		EP 2121537 A2	2009-11-25
		JP 2010516611 A	2010-05-20
		JP 2014139135 A	2014-07-31
		JP 2014139136 A	2014-07-31
		KR 20090103920 A	2009-10-01
		KR 101387291 B1	2014-04-25
		RU 2009131696 A	2011-02-27
		WO 2008090481 A2	2008-07-31
-----	-----	-----	-----
US 2012037045 A1	2012-02-16	US 8974598 B2	2015-03-10
		AU 2010227375 A1	2011-10-20
		BR PI1011254 A2	2016-03-22
		CA 2754293 A1	2010-09-30
		CN 102361834 A	2012-02-22
		EP 2411342 A1	2012-02-01
		ES 2667022 T3	2018-05-09
		FR 2943663 A1	2010-10-01
		JP 2012521343 A	2012-09-13
		JP 2015078118 A	2015-04-23
		KR 20120015429 A	2012-02-21
		KR 101838757 B1	2018-03-14
		MA 33207 B1	2012-04-02
		WO 2010109095 A1	2010-09-30
		ZA 201106633 B	2012-05-30
-----	-----	-----	-----

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/BR2018/050486

CPC: C04B14/04, C04B14/22, C04B14/36, C04B18/04, C04B7/02, C04B7/13, C04B7/19, C04B7/26, C04B7/28

A. CLASSIFICAÇÃO DO OBJETO

IPC: C04B 14/04 (2006.01), C04B 14/22 (2006.01), C04B 14/36 (2006.01), C04B 18/04 (2006.01), C04B 7/02 (2006.01), C04B 7/13 (2006.01), C04B 7/19 (2006.01), C04B 7/26 (2006.01), C04B 7/28 (2006.01)
CPC: C04B14/04, C04B14/22, C04B14/36, C04B18/04, C04B7/02, C04B7/13, C04B7/19, C04B7/26, C04B7/28

De acordo com a Classificação Internacional de Patentes (IPC) ou conforme a classificação nacional e IPC

B. DOMÍNIOS ABRANGIDOS PELA PESQUISA

Documentação mínima pesquisada (sistema de classificação seguido pelo símbolo da classificação)

C04B 14/04

Documentação adicional pesquisada, além da mínima, na medida em que tais documentos estão incluídos nos domínios pesquisados

Science Direct, base de patentes do INPI-BR

Base de dados eletrônica consultada durante a pesquisa internacional (nome da base de dados e, se necessário, termos usados na pesquisa)

Espacenet, Derwent (DWPI)

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoria*	Documentos citados, com indicação de partes relevantes, se apropriado	Relevante para as reivindicações Nº
X	US 2018194679 A1 (ROMAN CEMENT LLC [US]) 12 julho 2018 (2018-07-12) parágrafos: [0003] a [0006], [0019], [0020], [0047], [0048]	1-36
A	CA 2186248 A1 (KEMA N.V. [NL]) 19 outubro 1995 (1995-10-19) documento inteiro	1-36
A	US 2010043673 A1 (LAFARGE [FR]) 25 fevereiro 2010 (2010-02-25) documento inteiro	1-36
A	US 2012037045 A1 (LAFARGE [FR]) 16 fevereiro 2012 (2012-02-16) documento inteiro	1-36

☐ Documentos adicionais estão listados na continuação do quadro C

☒ Ver o anexo de famílias das patentes

* Categorias especiais dos documentos citados:

“A” documento que define o estado geral da técnica, mas não é considerado de particular relevância.

“E” pedido ou patente anterior, mas publicada após ou na data do depósito internacional

“L” documento que pode lançar dúvida na(s) reivindicação(ões) de prioridade ou na qual é citado para determinar a data de outra citação ou por outra razão especial

“O” documento referente a uma divulgação oral, uso, exibição ou por outros meios.

“P” documento publicado antes do depósito internacional, porém posterior a data de prioridade reivindicada.

“T” documento publicado depois da data de depósito internacional, ou de prioridade e que não conflita como depósito, porém citado para entender o princípio ou teoria na qual se baseia a invenção.

“X” documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada nova e não pode ser considerada envolver uma atividade inventiva quando o documento é considerado isoladamente.

“Y” documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada envolver atividade inventiva quando o documento é combinado com outro documento ou mais de um, tal combinação sendo óbvia para um técnico no assunto.

“&” documento membro da mesma família de patentes.

Data da conclusão da pesquisa internacional

25/04/2019

Data do envio do relatório de pesquisa internacional:

03/05/2019

Nome e endereço postal da ISA/BR



INSTITUTO NACIONAL DA
PROPRIEDADE INDUSTRIAL
Rua Mayrink Veiga nº 9, 6º andar
cep: 20090-910, Centro - Rio de Janeiro/RJ

Nº de fax: +55 21 3037-3663

Funcionário autorizado

Nichele de Freitas Juchneski

Nº de telefone: +55 21 3037-3493/3742

RELATÓRIO DE PESQUISA INTERNACIONAL
 Informação relativa a membros da família de patentes

Depósito internacional Nº
PCT/BR2018/050486

Documentos de patente citados no relatório de pesquisa	Data de publicação	Membro(s) da família de patentes	Data de publicação
US 2018194679 A1	2018-07-12	US 10131575 B2 US 9957196 B1 US 2018230057 A1 US 2018312445 A1 US 2019071354 A1 WO 2018132429 A1 WO 2018140803 A1	2018-11-20 2018-05-01 2018-08-16 2018-11-01 2019-03-07 2018-07-19 2018-08-02
-----	-----	-----	-----
CA 2186248 A1	1995-10-19	EP 0758308 A1 JP H09511482 A NL 9400564 A WO 9527685 A1	1997-02-19 1997-11-18 1995-11-01 1995-10-19
-----	-----	-----	-----
US 2010043673 A1	2010-02-25	US 7901504 B2 AU 2008208628 A1 BR PI0806782 A2 CA 2675945 A1 CN 101578244 A CN 103922673 A CN 104829194 A EP 1958926 A1 EP 2121537 A2 JP 2010516611 A JP 2014139135 A JP 2014139136 A KR 20090103920 A KR 101387291 B1 RU 2009131696 A WO 2008090481 A2	2011-03-08 2008-07-31 2011-09-13 2008-07-31 2009-11-11 2014-07-16 2015-08-12 2008-08-20 2009-11-25 2010-05-20 2014-07-31 2014-07-31 2009-10-01 2014-04-25 2011-02-27 2008-07-31
-----	-----	-----	-----
US 2012037045 A1	2012-02-16	US 8974598 B2 AU 2010227375 A1 BR PI1011254 A2 CA 2754293 A1 CN 102361834 A EP 2411342 A1 ES 2667022 T3 FR 2943663 A1 JP 2012521343 A JP 2015078118 A KR 20120015429 A KR 101838757 B1 MA 33207 B1 WO 2010109095 A1 ZA 201106633 B	2015-03-10 2011-10-20 2016-03-22 2010-09-30 2012-02-22 2012-02-01 2018-05-09 2010-10-01 2012-09-13 2015-04-23 2012-02-21 2018-03-14 2012-04-02 2010-09-30 2012-05-30
-----	-----	-----	-----