



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA - UNIPAMPA
CADASTRO DE PROJETO INSTITUCIONAL



Dados do Projeto

Número de Registro:	2023.PE.AL.2058	Código:	2058
Coordenador:	Ederli Marangon	Controle:	71124
Área:	Pesquisa	Unidade Origem:	CAMPUS ALEGRETE
Modalidade:	Projeto de Pesquisa	Telefone:	55981048065
Título:	Caracterização Mecânica/Estrutural de Concretos Autoadensáveis Reforçados com Altas Frações Volumétricas de Fibras de Aço		
Execução:	De 03/04/2023 a 02/04/2027	Nº de Registro no SIPPEE:	Não consta
Autoriza Publicação Resumo:	Não	Área de Conhecimento:	Engenharias
Formação Continuada:	Não informado		
Grupo de Pesquisa:	MAEC - Modelagem e Análise Experimental de Compósitos	Possui interação com o setor produtivo:	Sim
Cooperação interinstitucional dentro do país:	Sim	Cooperação interinstitucional fora do país:	Sim
Palavras-chave:	Concretos Autoadensáveis Fibrosos / Dosagem de Concretos usando o MEC / Interação Fibra/Barra de Aço		

Resumo do Projeto

O conceito de concreto autoadensável (CAA) vem abrindo novos horizontes nas possibilidades de aplicação de um material que desde sua criação tem se revelado versátil e eficaz. Ao longo dos anos, passou a existir uma preocupação com o desenvolvimento tecnológico do concreto como material estrutural que se concentra no aperfeiçoamento das suas aptidões em termos de comportamento mecânico e de durabilidade. No entanto, com as evoluções na tecnologia de plastificantes e superplastificantes, abriram-se novos horizontes no trajeto evolutivo do concreto, o que permitiu acrescentar uma nova dimensão no seu desenvolvimento, que é a do seu comportamento como material fluído, enquanto no estado fresco. Ao lado dessa evolução, a indústria da construção revela-se cada vez mais exigente no que tange a versatilidade, qualidade e desempenho do concreto. Os processos construtivos evoluem no sentido de uma otimização constante de recursos e a complexidade das estruturas realizadas cresce continuamente. Dessa forma, o desenvolvimento de concretos autoadensáveis fibrosos (CAAF) representa um novo marco na indústria da construção civil no que se refere à melhora da qualidade e eficiência dos concretos. Um concreto autoadensável fibroso que se espalhe e preencha todos os espaços das fôrmas homogeneamente sob seu próprio peso, sem nenhuma necessidade de energia de compactação adicional e sem o acúmulo de ar, torna-se competitivo em comparação aos concretos tradicionais. Da mesma maneira que o CAA melhora a produtividade no campo, o uso de fibras no concreto propicia melhorias nas suas propriedades mecânicas/estruturais. Neste contexto, as misturas autoadensáveis fibrosas podem gerar um concreto mais homogêneo no estado endurecido, uma vez que ocorre uma melhor dispersão das fibras e redução na orientação preferencial destas, já que não é necessária a vibração. Assim, o concreto autoadensável fibroso combina os benefícios do concreto autoadensável no estado fresco com o melhor desempenho do concreto fibroso no estado endurecido. Além disso, permite que elevadas frações volumétricas de fibras (1 % - 2 %) sejam adicionadas sem introduzir danos a matriz. Portanto, ao apresentar essas características especiais, novos campos de aplicação se abrem para esse tipo de material. Para a obtenção de concretos autoadensáveis fibrosos, se faz necessária a utilização de uma grande quantidade de materiais finos, o que pode apresentar um comportamento diferenciado com relação às propriedades ao longo do tempo, tais como retração e fluência, propriedades relevantes no projeto de estruturas, estando diretamente relacionadas com a durabilidade e segurança das construções. No que se refere ao processo construtivo das estruturas de concreto, em geral, uma das etapas mais trabalhosas é a montagem das armaduras, principalmente quando estas são muito densas ou quando as peças são pouco espessas. Nesses casos, o lançamento e o adensamento do concreto tornam-se complexos, implicando em uma concretagem bastante difícil, o que pode comprometer a qualidade do elemento estrutural. Assim, o uso do concreto autoadensável fibroso pode possibilitar a diminuição da taxa de armadura de elementos estruturais densamente armados e favorecer o aumento da mecanização e da produtividade, com possíveis vantagens em relação ao custo e qualidade final da obra. Ainda, em estudos preliminares, foi possível observar uma melhor aderência entre concreto autoadensável com fibras e barras, sendo esse comportamento de grande interesse em projetos de estruturas.

Introdução e Justificativa

Todas as figuras estão em anexo conforme orientação da PROPPI:

O concreto autoadensável (CAA) é considerado um concreto que apresenta alta fluidez e coesividade, sendo capaz de preencher completamente as formas, atingindo compactação total, mesmo na presença de densa armadura. O concreto obtido é denso, homogêneo e tem as mesmas propriedades de engenharia do concreto convencional. O CAA diminui o tempo de construção, mão-de-obra, necessidade de equipamentos no canteiro de obras, exposição dos trabalhadores a ruídos e vibrações, além de possibilitar a obtenção de superfícies com melhor acabamento. A adição de reforço fibroso aumenta os benefícios técnicos do concreto autoadensável, pois proporciona incremento na sua tenacidade, resistência à flexão, impacto, cisalhamento e durabilidade. Um dos problemas comumente relacionado com o uso de fibras no concreto convencional é a redução na sua trabalhabilidade, especialmente quando altas frações volumétricas são utilizadas como reforço. Primeiramente, é difícil dispersar no concreto normal um grande volume de fibras, devido ao agrupamento de fibras e consequente formação de novelos. Adicionalmente, tanto o processo de vibração interna quanto a externa dos concretos com fibras podem influenciar a qualidade do produto final no estado endurecido. A vibração interna não é recomendada porque esse método de consolidação produz alinhamento preferencial e distribuição não uniforme das fibras. A vibração externa também pode conduzir a uma orientação preferencial das fibras. Se o tempo de vibração utilizado no processo de consolidação for muito curto, apenas um pequeno alinhamento é observado. No entanto, para misturas que necessitem de um maior tempo de vibração para que ocorra uma boa consolidação, uma forte orientação das fibras pode ser observada. A figura 1 mostra duas imagens de raios x de concretos contendo fibras. A figura 1a mostra um concreto convencional com fibras e na figura 1b um concreto autoadensável com fibras.

É possível observar na figura 1a que o concreto convencional possui falhas na dispersão das fibras, não se apresentando homogênea, provavelmente devido ao processo de vibração. Essas falhas na homogeneidade prejudica o desempenho estrutural do concreto com fibras, pois esses pontos onde não são observadas fibras são pontos frágeis das estruturas, o que torna o material pouco eficiente. Ao contrário, pode-se observar na figura 1b que as fibras estão dispersas homogeneamente em toda a seção da imagem, sendo este o material muito eficiente em termos de desempenho mecânico.

Desenvolver um concreto com fibras capaz de ser lançado, compactado e que preencha todos os espaços das formas por si só em estruturas densamente armadas é de grande importância, devido a uma maior eficiência na concretagem, possibilitando produzir elementos estruturais mais compactos, redução do custo energético, benefícios tecnológicos e ambientais. Uma vez que se adicionarmos fibras ao concreto, ela pode possibilitar a redução da densidade de armadura principal, ou simplesmente a utilização das mesmas como reforço secundário melhorando assim a adesão da armadura contínua e a matriz. A figura 2 mostra imagens das armaduras utilizadas em barragens. Na figura 2a é possível observar a alta densidade de armadura utilizada no munhão que fixa a comporta do vertedouro. Na figura 2b é mostrada a calha divisora do vertedouro. Cabe salientar que essa taxa de armadura, normalmente é a taxa mínima ($r=1\%$), necessária para o controle da fissuração das barragens. Muitas pesquisas tem demonstrado uma maior eficiência das fibras no controle de fissuração. Além disso, a possibilidade de reduzir a taxa de armadura sem perder o desempenho estrutural poderá proporcionar muitos benefícios, dentre eles, pode-se citar a redução no tempo de construção, elementos mais homogêneos e com um controle de fissuração que proporcionará aumento na vida útil das estruturas, entre outros.

A obtenção de um concreto autoadensável fibroso exige uma dosagem correta e a realização de ensaios de caracterização que possibilitem avaliar a sua estabilidade, ou seja, avaliar sua resistência à segregação, exsudação e capacidade de fluir. Ainda que os componentes deste concreto sejam os mesmos que os de um concreto convencional, as proporções utilizadas em sua dosagem são distintas, principalmente no que se refere ao conteúdo de finos, imprescindíveis para evitar os riscos de segregação e exsudação. As influências das adições de finos (inertes ou ativos) ou dos aditivos empregados nas misturas devem ser analisadas, considerando suas inter-relações e as variações decorrentes dos materiais utilizados. No que tange as propriedades mecânicas, a redução de armaduras e uma melhor interação entre o concreto e as barras de aço, em termos de aderência e distribuição de tensões, são as propriedades desejadas em termos de um projeto estrutural.

Objetivos

Objetivo Geral

O trabalho tem como objetivo principal a caracterização de concretos autoadensáveis reforçados com altas frações volumétricas de fibras de aço, assim como o levantamento das leis constitutivas dos mesmos através de ensaios mecânicos/estruturais.

Objetivos Específicos

Objetivos específicos a serem alcançados:

- (i) □ Caracterizar as propriedades físicas, químicas e mecânicas dos materiais utilizados para a dosagem dos concretos autoadensáveis.
- (ii) □ Dosar misturas de concretos autoadensáveis fibrosos através do Método de Empacotamento Compressível (MEC).
- (iii) □ Realizar ensaios reológicos no estado fresco através de testes de fluidez na caixa □L□ e no funil □V□, além de ensaios de espalhamento no cone de Abrams.
- (iv) □ Realizar ensaios mecânico para o levantamento das leis constitutivas através de testes sob esforços de compressão, flexão e tração direta.
- (v) □ Realizar ensaios de tração direta em tirantes e em prismas contendo barras de aço com a melhor mistura dos concretos produzidos.
- (vi) □ Realizar a simulação numérica dos resultados.

Materiais e Métodos

Todas as Figuras estão em anexo conforme orientação da PROPPI.

A dosagem para a obtenção da matriz de concreto autoadensável será realizada seguindo o conceito do método do empacotamento compressível (MEC) utilizado no Brasil, de forma pioneira, para dosagem de concretos normais e concretos de alto desempenho (Silva 2004) e de concreto de altíssimo desempenho (Formagini 2005). Neste trabalho, a dosagem do concreto será realizada através do programa computacional BetonlabPro3. O BetonlabPro3 permite a simulação de diferentes composições para a seleção adequada dos materiais de forma a que se obtenham as propriedades requeridas do concreto, tanto no estado fresco como no estado endurecido. Os detalhes do MEC podem ser obtidos nos trabalhos de De Larrard (1999), Silva (2004), Formagini (2005) e Marangon (2006). Cabe salientar que a versão inicial do programa é o BetonlabPro2, o qual foi estudado para a criação dessa proposta. Dessa forma, os dados serão descritos de acordo com a versão do programa BetonlabPro2, mas uma versão mais atual é a comercializada BetonlabPro3.

Procedimentos de Dosagem Utilizando o BetonlabPro2:

Os procedimentos para a otimização de concretos utilizando o BetonlabPro2 são realizados em três etapas. Primeiramente faz-se a elaboração de um banco de dados com as propriedades dos materiais. A segunda etapa consiste na otimização do esqueleto granular dos agregados. Por fim, realiza-se a otimização da pasta da mistura com base nas propriedades desejadas para o concreto. Mais detalhes referentes à dosagem utilizando o programa BetonlabPro2 podem ser encontrados nos trabalhos de Silva (2004) e Marangon (2006).

Esses procedimentos para a dosagem e otimização de um concreto utilizando o BetonlabPro2 são descritos nesse item. A Figura 3 mostra a sequência utilizada para o preenchimento do banco de constituintes, sequência essa que se refere à primeira etapa. A ordem de grandeza das propriedades e parâmetros dos materiais pode ser obtida no trabalho de Sedran et al. (1999).

Primeiramente, deve-se criar um arquivo para armazenar o banco de constituintes (Figura 3a), como agregados, aglomerante, fílers e aditivos químicos. Para cada tipo de constituinte, com exceção do aditivo químico, deve-se determinar o número de classes com seus respectivos diâmetros. Essa divisão pode ser feita em no máximo quatro classes (limite do programa) (Figura 3b).

Ao se gerar a curva granulométrica, é necessária verificar se as peneiras utilizadas experimentalmente são as mesmas peneiras do

programa BetonlabPro2. Caso as peneiras não sejam as mesmas, interpola-se a granulometria obtida no ensaio experimental para ajustar a granulometria de acordo com as peneiras do programa.

Para os materiais aglomerantes e fílers, as sequências (Figura 3c, Figura 4a e Figura 4b) são as mesmas dos agregados, havendo diferença somente nas propriedades físicas e mecânicas. Para o cimento deve-se informar a resistência à compressão conforme a NBR 7215. Além dessas propriedades, a massa específica, a capacidade térmica e as composições químicas são necessárias. Para o dispersante, as informações necessárias são a massa específica e o teor de sólidos (Figura 4c).

Os parâmetros P e Q são definidos por De Larrard como necessários para a estimativa da influência da aderência dos grãos à pasta de cimento (P) e da resistência intrínseca do agregado (Q). Detalhes sobre os parâmetros estão em De Larrard (1999). Os parâmetros P, Q e os coeficientes pozolânicos são calibrados com o auxílio do BetonlabPro2. Para a calibração desses parâmetros é necessário que se tenham caracterizadas as propriedades mecânicas de duas misturas produzidas com os materiais que serão usados na dosagem, sendo utilizadas também as quantidades das misturas e as resistências à compressão aos 7 e 28 dias (Figura 4d).

Antes de se iniciar a simulação da dosagem é necessário selecionar os materiais que serão utilizados, que se encontram no arquivo com os constituintes.

A Figura 5 mostra a sequência para a seleção dos materiais e a dosagem do concreto. Na barra de ferramentas encontra-se o ícone [seleção] que abrirá uma janela na qual estão os arquivos disponíveis contendo os materiais caracterizados (Figura 5a). Após a seleção dos materiais, retorna-se à barra de ferramentas onde se encontra o ícone [cálculo] que abrirá uma janela com opções desejadas para a dosagem, onde estão os parâmetros que deverão ser encontrados no arquivo de saída, tais como abatimento, tensão de cisalhamento, viscosidade plástica, resistência à compressão do concreto aos 7 e 28 dias, entre outros (Figura 5b).

Dosagem:

Após a seleção dos materiais inicia-se a simulação de dosagem do concreto. De uma das dosagens realizadas para a calibração dos parâmetros P e Q obtém-se a primeira composição do concreto (Figura 5c). Inicia-se a dosagem com a otimização da composição dos materiais sólidos (agregados), fixando o teor de pasta do concreto e calculando-se o esqueleto granulométrico dos agregados, procurando minimizar o índice de colocabilidade $K[] \leq 7$. O índice de colocabilidade corresponde ao empacotamento máximo que pode ser obtido com a mistura granular fornecida, mantendo certa facilidade de lançamento e adensamento. Esse procedimento refere-se a segunda etapa da dosagem.

Depois de definido o esqueleto granulométrico dos agregados, realiza-se o último procedimento da dosagem: procuram-se obter os parâmetros do concreto, tais como resistência e propriedades reológicas otimizando o teor de pasta e fixando os percentuais dos agregados obtidos anteriormente (etapa dois) (Figura 5d).

Processo de Mistura:

Na produção dos concretos autoadensáveis será utilizado o misturador do tipo planetário. Um exemplo desse tipo de misturador é mostrado na Figura 6. Este tipo de misturador foi utilizado com sucesso na produção de concretos de alto desempenho e concretos fibrosos de altíssimo desempenho produzidos com pós-reativos por Formagini (2005).

A sequência de produção adotada será:

- Umedecimento do misturador com água, retirando-se o excesso com um pano.
- Lançamento dos materiais secos; agregado miúdo e agregado graúdo no misturador. Os materiais serão misturados por 60 segundos para homogeneização.
- Em seguida, serão adicionados os materiais cimentícios e misturados por mais 60 segundos para a devida homogeneização.
- Após a mistura dos materiais secos, se adicionará cerca de 80 % da água de mistura.
- Em seguida adiciona-se todo o aditivo químico.
- Após a adição do aditivo químico será colocado o restante da água.
- Concluída a adição de todos os materiais secos e os líquidos (água e dispersante), o tempo de mistura será de 8 minutos, para que haja a total ação do aditivo químico na mistura.
- Quando produzidos os CAAF, as fibras serão adicionadas ao final dos 8 minutos e misturados por mais 4 minutos.

A Figura 7 mostra um exemplo da sequência de produção que será utilizada no estudo.

Ensaio de Abatimento e Espalhamento:

O ensaio de abatimento e espalhamento (slump test), utilizando o cone de Abrams, é o mais comumente empregado para determinar as propriedades do concreto no estado fresco, tanto em laboratório quanto no campo. O ensaio consiste em medir o espalhamento máximo da circunferência formada pelo concreto em duas direções, sendo que a média desses valores é tomada como o valor final de espalhamento. A Figura 7 ilustra uma imagem da medida do abatimento e do espalhamento de uma mistura.

Outro ensaio que estima a capacidade de fluidez do concreto é o do tronco de cone invertido, em que o cone de Abrams é posicionado de forma invertida, conforme ilustrado na Figura 8a. Após a retirada do cone, procede-se à medida do espalhamento da mistura de concreto (ver Figura 8b).

Fluidez na Caixa [L]:

O aparato deste ensaio consiste em uma caixa de seção retangular em forma de [L], com seções horizontal e vertical separadas por uma tampa removível. São dispostas barras de aço verticais na frente da tampa, com a finalidade de restringir o fluxo do concreto após a abertura da mesma. Podem ser usadas barras de diversos diâmetros, espaçadas com diferentes comprimentos. O valor adequado de espaçamento livre entre barras é de cerca de três vezes o diâmetro máximo do agregado ou da fibra de aço. A Figura 9 mostra a caixa [L] (a) e as configurações de barras para o estudo (b).

As dimensões da caixa [L] e as distâncias entre barras para as configurações de duas e três barras estão de acordo com a norma NBR 15823-4. Terminado o escoamento da mistura de concreto, são medidas as alturas finais H1 e H2 e o tempo total de fluxo. Quanto mais elevada a relação H2/H1 e quanto menor o tempo de fluxo, maior a facilidade de escoamento apresentada pela mistura.

Fluidez no Funil [V]:

O teste no funil [V] é utilizado para estimar a viscosidade e a capacidade de fluidez de concretos autoadensáveis. O aparato de ensaio consiste em um funil em forma de [V], com abertura inferior retangular (6,5 x 7,5 cm), conforme mostra a Figura 10. As dimensões do funil seguem a norma NBR 15823-5.

Este ensaio avalia a facilidade com que o concreto flui. Um valor baixo de tempo de escoamento indica grande fluidez, enquanto um valor alto indica baixa fluidez. A ocorrência de entupimento da abertura inferior aponta dificuldades de lançamento e de adensamento do concreto.

Comportamento à Compressão:

Através dos ensaios de compressão, realizados em corpos-de-prova cilíndricos (diâmetro 100 mm, altura 200 mm), serão determinados a resistência à compressão e o módulo de elasticidade dos concretos, de acordo com a prescrição da norma NBR 5739. Os ensaios de resistência à compressão serão realizados em corpos-de-prova com idade de 28 dias, a uma taxa de deformação axial de 0,01 mm/min. A deformação axial do corpo-de-prova será tomada como a média de valores medidos por dois LVDTs, que serão acoplados à região central do corpo-de-prova, através de anéis metálicos. As deformações e o carregamento aplicado serão registrados por um sistema de aquisição de dados [SPIDER8], da marca HBM. A instrumentação dos corpos-de-prova utilizados no ensaio de compressão é mostrada na Figura 11.

Comportamento à Tração Direta:

Um sistema rígido (condição com extremidades fixas) será empregado para a efetuação dos ensaios de tração direta no concreto com e sem fibras. O aparato inicial para este tipo de ensaio foi desenvolvido por Velasco (2008), consistindo de dois acessórios ligados entre si por rótulas esféricas, para assegurar o alinhamento da amostra, e por placas de aço coladas na amostra através de uma resina epóxi.

Um esquema do aparato utilizado para a realização dos ensaios de tração direta está ilustrado na Figura 12. Feito de aço maciço, ele é mantido preso entre as garras da máquina de ensaio, evitando o contato da amostra com a máquina e impedindo o esmagamento da mesma. Para fixar o aparato à amostra, foi desenvolvido um segundo acessório com placas de aço, ligado ao sistema rígido por três pinos de aço. A transferência de cargas para a amostra é feita através de placas de aço coladas na lateral da mesma por meio de um adesivo epóxi de alta resistência.

Os deslocamentos axiais do corpo-de-prova serão medidos através de dois LVDT's acoplados (ou régua potenciométricas), por meio de anéis, à região central do mesmo. A Figura 13 ilustra a configuração para ensaios de tração direta. Com os dados de deslocamento axial, obtém-se a deformação axial do corpo-de-prova, sob uma base de leitura de 100 mm.

Serão obtidas, a partir dos ensaios, curvas tensão x deformação para as matrizes, e curvas tensão x deslocamento para os concretos fibrosos.

Tração Direta em Elementos Estruturais:

Os ensaios de tração direta em elementos estruturais serão realizados de duas formas: o primeiro será considerado tração direta em tirante, onde é moldado um corpo de prova contendo uma barra de aço e o concreto com e sem fibras. A segunda proposta é realização ensaios de tração direta tracionando o concreto contendo uma barra de aço, verificando assim a distribuição de tensões concreto barra de aço e vice-versa.

O ensaio de tirante será baseado no projeto de Rangel (2017) para aplicação da força de tração. Uma imagem do esquema é mostrado na Figura 14. Conforme pode ser visto da Figura 14, os deslocamentos axiais serão medidos através de 4 LVDT's (ou régua potenciométricas), sendo dois instalados na barra de aço e dois no concreto. O sistema para medida da deformação no aço e concreto é constituído por barras de alumínio com seção quadrada de 2cm. No aço, o sistema será fixado por meio de abraçadeiras e no concreto serão coladas porcas rosqueáveis com poxipol onde serão acopladas barras rosqueáveis que farão a fixação do sistema/LVDT's. Ainda, será utilizado strain gages colados no comprimento médio na barra de aço, afim de fazer uma melhor instrumentação do sistema e obter dados que possam ser mais confiáveis, fazendo comparações entre eles.

Na Figura 15 é mostrado uma configuração do sistema projetado para realizar os ensaios com tração no concreto contendo um barra de aço em seu interior. Duas chapas metálicas serão utilizadas em cada lado da amostra para fazer a aplicação do carregamento de ensaio entre a máquina e o corpo de prova. Essas chapas metálicas serão fixadas através de parafusos passantes na amostra. Os parafusos serão ajustados com o mesmo torque, afim de proporcionar uma aderência constante e uniforme entre as chapas e o concreto. A instrumentação para a medida dos deslocamentos será feita através de 4 LVDT's. Dois deles serão fixados no terço central da amostra, que possui seção reduzida, e servirão para medida dos deslocamento do concreto. O procedimento de fixação e sistema dos LVDT's será semelhante ao do tirante, sendo a única diferença o comprimento de leitura. Os outros dois LVDT's serão colocados no aço externamente e o sistema será fixado por meio de abraçadeiras. Ainda, será usado um strain gage colado no comprimento médio da barras de aço.

Com esses ensaios será possível obter as leis constitutivas para simulação numérica, conforme o trabalho de Congro et. al. (2019). Ainda, no que tange materiais compósitos, será possível obter mais dados para a confirmação do resultados obtidos por Toledo Filho et. al. (2014).

Comportamento à Flexão:

Para os ensaios de flexão, o teste será realizado com controle de deslocamento do travessão da máquina a uma taxa de 0,5 mm/min. As amostras prismáticas utilizadas para o teste de flexão têm dimensões 100x100x400 mm, e serão ensaiadas a uma idade de 28 dias. A distância entre apoios (vão livre) foi de 300 mm. Assim, obter-se-á uma relação entre vão livre e altura da amostra igual a 3, conforme prescreve a norma NBR NM 55. A máquina impõe duas cargas concentradas, cada uma delas à distância de L/3 (um terço do vão livre) até o apoio mais próximo. A deflexão vertical do ponto central da amostra, ou seja, a flecha, será medida por meio de um transdutor elétrico de deslocamento acoplado a um dispositivo tipo Yoke, posicionado à altura média da amostra prismática. Na Figura 16, é mostrada a instrumentação dos corpos-de-prova utilizados no ensaio de flexão.

Os resultados provenientes do ensaio possibilitam a determinação da tensão de primeira fissura (tensão correspondente ao início do processo de fissuração da amostra) e da resistência à flexão (tensão máxima pós-fissuração) do concreto.

Resultados Esperados

Obter dosagens de concretos através do BetonLabPro3 de altíssimo desempenho com o uso da menor quantidade de cimento possível, de forma a reduzir os impactos ambientais relacionados a fabricação do mesmo.

Espera-se obter o comportamento reológico dos concretos condizentes com os parâmetros especificados para concretos autoadensáveis (CAA) e concretos autoadensáveis fibrosos homogêneos, sem segregação e exsudação para todas as frações volumétricas a serem estudadas.

Obter propriedades mecânicas de interesse científico, de forma que as empresas apliquem esse material na construção de obras especiais com segurança.

Além disso, ao final da pesquisa, almeja-se alcançar muitos benefícios econômicos, ambientais e científicos. O estudo proporcionará uma integração entre a universidade e a indústria da construção civil, que trará como maior benefício a inserção dos alunos na pesquisa e na realidade do mercado de trabalho.

Os resultados obtidos nesses estudos serão apresentados e divulgados na forma de artigos, pôsteres e encontros científicos, sejam eles simpósios, congressos, mostras ou palestras, nacionais ou internacionais.

Dessa forma almeja-se:

* Divulgação dos resultados obtidos em eventos nacionais e internacionais;

* Publicação de pelo menos três artigos científicos, com os resultados obtidos ao longo da execução da proposta, em periódicos nacionais ou internacionais indexados, e com fator de impacto ou qualis superior a B1.

Relação Ensino, Pesquisa, Extensão

A integração ocorrerá de forma sistemática e contínua nos diversos laboratórios do curso, que atuam como elos entre as dimensões (ensino/pesquisa/extensão), sendo os principais espaços da produção e da difusão do conhecimento. O aluno que desenvolverá essas atividades estará aplicando conhecimentos adquiridos desde o segundo semestre do curso de Engenharia Civil, como por exemplo, Química, Probabilidade e Estatística, Resistência dos Materiais e Materiais de Construção Civil. Quando determinado o desempenho técnico, o processo poderá ser levado para a indústria, o que proporcionará uma integração entre as várias cadeias produtivas, na forma de extensão.

Aderência às áreas de Tecnologias Prioritárias do MCTI

O projeto possui aderência com duas das áreas prioritárias do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), no que tange o desenvolvimento de

materiais avançados e inovadores, dentro de um quadro de tecnologia sustentável de materiais com o uso de resíduos sólidos de alto impacto ambiental, como precursores de contaminação de solos e lenções freáticos. O uso de resíduos, industriais ou do agronegócio, trazem alguns benefícios aos materiais a base de cimento Portland, tais como o aumento da durabilidade. Nesse sentido, o uso desses resíduos sólidos proporcionam as argamassas alto desempenho em relação a durabilidade. Com maior durabilidade as edificações necessitam de menor manutenção, aumenta o ciclo de vida das construções, sendo esse um dos critérios para ser considerada uma edificação sustentável. Ainda o uso de fibras em materiais cimentícios têm-se demonstrado muito eficiente, dando a esse tipo de produto um status de material avançado, tanto em termos técnicos como de sustentabilidade.

Geração de Resíduos

Não se aplica.

Outras Informações Relevantes

Para a execução do projeto é necessário a aquisição de régua potenciométrica de 10 ou 25 mm para obtenção dos valores de deslocamento externos dos corpos de prova. Ainda, são necessários strain gages para serem colados nas barras de aço (normalmente ficam internamente, ou seja, envoltos por concreto), e de preferência em quantidade suficiente para fazer uma comparação entre as deformações e obter uma análise estatística confiável.

Além da contribuição prevista na formação de recursos humanos e possíveis parcerias entre diferentes instituições, o desenvolvimento de conhecimento na área de concretos autoadensáveis fibrosos é a principal contribuição científica desta proposta.

O estudo desse material proporcionará estudos mais apurados em relação à construção, principalmente de barragens, pois as leis constitutivas servirá de subsídio para a modelagem numérica de novos empreendimentos nesse segmento.

Ainda pode-se citar as seguintes metas para o projeto:

Orientação de pelo menos dois trabalhos de conclusão de curso no tema da proposta;

Orientação de pelo menos três dissertações de mestrado no tema da proposta;

Ministrar cursos e palestras para a comunidade acadêmica como forma de inserção dos estudantes no tema objeto de estudo;

Referências

AITCIN, P. C. Concreto de Alto Desempenho. Editora Pini, São Paulo, 2000, 669 pag.

ALCANTARA, M. A. M.; MOURET, M.; PONS, G.; GRANJU, J. L. Concreto Autoadensável com adição de Fibras Metálicas-Parâmetros de Dosagem e Características no Estado Fresco e Endurecido. 46º Congresso Brasileiro do Concreto (IBRACON/2004). v. II □ Construções em Concreto □ Trabalho CBC0401 □ p. II498-II511.

ALMEIDA FILHO, F. M., EL DEBS, M. K., EL DEBS A. L. H. C. Bond-Slip Behavior of Self-Compacting Concrete and Vibrated Concrete Using Pull-Out and Beam Test. Materials and Structures, (2008) 41. p. 1073-1089.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. NBR 6118 □ Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

BALAGURU, P. N.; SHAH, S. P. Fiber Reinforced Cement Composites, McGraw Hill Book Co. New York/1992. 530 pg.

BARROS, J., LOURENÇO, L., GONÇALVES, D., DURÃES, B., ALVES, N., NUNES, A. Avaliação da Heterogeneidade das Propriedades Mecânicas de um BACRFA em Elementos Estruturais. 2º Congresso Ibérico-Betão Auto-Compactável/Hormigón AutoCompactante. Guimarães 1-2 Julho. Editado: Joaquim Barros, J. Sena-Cruz, R. Miguel Ferreira, Aires Camões. 10 pg. 2010.

BENTUR, A.; MINDESS, S. Fiber Reinforced Cementitious Composites. London and New York: Taylor & Francis, 601 p. 2007.

BIGAS, J. P., PELLERIN, B., DESCHRYVER, F., MASSINARI, P., OLIZZARI, G. Synthetic Macro-Fibers Reinforced Self Compacting Concrete for Lightweight Precast Elements. A Case Study. In: 5th International RILEM Symposium on Self-compacting Concrete: September 3-5/2007. Ghent, Belgium. Ed. SHUTTER, G., BOEL, V. p. 1013-1018.

BOULAY, CLAUDE, PIERRE ROSSI AND JEAN-LOUIS TAILHAN. □ Uniaxial Tensile Test on a New Cement Composite Having a Hardening Behaviour□. In: 6th RILEM Symposium on Fibre-Reinforced Concretes (FRC), pp 61-68, Italy, 2004.

BUILELAAR, PETER. Ultra High Performance Concrete: Developments and Applications During 25 Years□. Plenary Session International Symposium on UHPC. Kassel, Germany, 2004.

BUILELAR, P. Ultra High Performance Concrete: Developments and Applications During 25 Years. Plenary Session International Symposium on UHPC. Kassel, Germany, 2004.

BUTTIGNOL, T. E. T., FERNANDES, J. F., BITTENCOURT, T. N., SOUSA, J. L. A. O., □ Design of reinforced concrete beams with steel fibers in the ultimate limit state,□ Rev. IBRACON Estruturas e Mater., vol. 11, no. 5, pp. 997□1024, 2018.

CONGRO, M., SANCHEZ E. C. M., ROEHL D., MARANGON E. Fracture modeling of fiber reinforced concrete in a multiscale approach. Compos. Part B Eng., vol. 174, 2019.

CARNIO, M. A. Propagação de Trinca por Fadiga do Concreto Reforçado com Baixos Teores de Fibras. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas □ UNICAMP. Campinas. 145 pg. 2009.

CASTRO, A. L. Aplicação de Conceitos de Reológicos na Tecnologia dos Concretos de Alto Desempenho. Universidade de São Paulo Interunidades Ciência e Engenharia dos Materiais. Tese Apresentada como Requisito de Obtenção do Título de Doutor em Ciências e Engenharia dos Materiais. 302 p., 2007.

DANCYGIER, A.N. SAVIR, Z. Flexural Behavior of HSFRC with Reinforcement Ratios. Engineering Structures. Israel, Elsevier, p.1-10. 2006.

DE LARRARD, F. Concrete Mixture Proportioning: A Scientific Approach, Modern Concrete Technology Series, vol. 9, E&FN SPON, London, 1999, 421 pages.

DELUCHE, J., LEE, S. C., VECCHIO, F. J. Crack formation in FRC structural elements containing conventional reinforcement. In: Sixth International Workshop on High Performance Fiber Reinforced Cement Composites (HPFRCC6), pp 58-65, Ann Arbor, USA, June 19-22. 2011.

DESTRÉE, X., MANDL, J. Steel fibre only reinforced concrete in free suspended elevated slabs: Case studies, design assisted by testing route, comparison to the latest SFRC standard documents□, Tailor Made Concrete Structures □ Walraven & Stoelhorst (eds), Taylor & Francis Group, London, pp. 437-443. 2008

DING, Y., LIU, S., ZHANG, Y., THOMAS, A. The Investigation on the Workability of Fibre Cocktail Reinforced Self-Compacting High Performance Concrete. Construction and Building Materials, 22. (2008). p. 1462-1470.

DING, Y.; THOMASETH, D.; NIEDEREGGER, C.; THOMAS, A.; LUKAS, W. The Investigation on The Workability and Flexural Toughness of Fiber Cocktail Reinforced Self-Compacting High Performance Concrete. In: RILEM Symposium on Fiber-Reinforced Concretes (FRC). BEFIB 2004, 20-22 September 2004, Varenna, Italy.

effect of steel fibers on the tensile creep and shrinkage of ultra-high performance

ESTELLÉ P., PERROT, A., LANOS, C., AMZIANE, S. Rheological Characterisation of Self Compacting Concrete from Vane Shear Flow Measurement. In: 5th International RILEM Symposium on Self-compacting Concrete: September 3-5/2007. Ghent, Belgium. Ed. SHUTTER, G., BOEL, V. p. 291-296.

FORMAGINI, S. Dosagem científica e caracterização mecânica de concretos de altíssimo desempenho. Tese de doutorado, COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005, 284 pg.

GERMANO, F., PLIZZARI G. A. Post-peak cyclic behavior of steel fiber reinforced concrete under bending. In: Sixth International Workshop on High Performance Fiber Reinforced Cement Composites (HPFRCC6), pp 58-65, Ann Arbor, USA, June 19-22. 2011.

GOMES, P., C., C. BARROS, A., R. Método de Dosagem de Concreto Autoadensável. Editora PINI Ltda. 1ª Edição. 165 p. 2009.

GRÜNEWALD S. [Performance-Based Design of Self-Compacting Fibre Reinforced Concrete]. 165 p. Thesis of Doctorate [Delf University Press. 2004.

GRUNEWALD S., LARANJEIRA, F., WALRAVEM, J., MOLINS C., AGUADO, A. Improved tensile performance with fiber reinforced self-compacting concrete. In: Sixth International Workshop on High Performance Fiber Reinforced Cement Composites (HPFRCC6), pp 50-57, Ann Arbor, USA, June 19-22. 2011.

GUNEYISI, E., GESOGLU, M. Properties of Self-Compacting Mortars with Binary and Ternary Cementitious Blends of Fly Ash and Metakaolin. Materials and Structures/2008, v. 41. p. 1519-1531.

KRAGE G., WALLEVIK, O. H. Rheology of Synthetic-Fiber Reinforced SCC. In: 5th International RILEM Symposium on Self-compacting Concrete: September 3-5/2007. Ghent, Belgium. Ed. SHUTTER, G., BOEL, V. p. 347-352.

kuder, K. G., OZYURT, N., MU, E. B., SHAH, S. P. Rheology of Fiber-Reinforced Cementitious Materials. Cement and Concrete Research. 37 (2007). P.191-199.

LAPPA, E. S.; BRAAM, C. R.; WALRAVEN, J. C. Bending Performance Of High Strength Steel Fibre Reinforced Concrete: Static and fatigue loading condition. Measuring, Monitoring and Modeling Concrete Properties, p.133-138, 2006.

LARANJEIRA, F., GRUNEWALD S., MOLINS C., AGUADO, A. A Sinergia Estrutural do Betão Auto-Compactável Reforçado com Fibras. 2º Congresso Ibérico-Betão Auto-Compactável/Hormigón AutoCompactante. Guimarães 1-2 Julho. Editado: Joaquim Barros, J. Sena-Cruz, R. Miguel Ferreira, Aires Camões. 10 pg. 2010.

LEE, M. K., BARR, B. I. G. An Overview of the Fatigue Behaviour of Plain and Fibre Reinforced Concrete. Cement and Concrete Composites, v. 26, pp. 299-305, 2004.

LIMA, P. R. L. Análise teórica e experimental de compósitos reforçados com fibras de sisal. Tese de doutorado, PEC/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

LOPES, M. M. Substituição Parcial de Armaduras de Flexão em Vigas de Concreto. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil). COPPE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005, 130 p.

MAALEJ, M. Structural applications of hybrid fiber engineered cementitious composites - a review. In: Sixth International Workshop on High Performance Fiber Reinforced Cement Composites (HPFRCC6), pp 58-65, Ann Arbor, USA, June 19-22. 2011.

MARANGON E. Desenvolvimento e Caracterização de Concretos Autoadensáveis Reforçados Com Fibras de Aço. Dissertação de Mestrado, COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006, 128 p.

MARANGON E., VELASCO, R., ROSA, L. F. L., TOLEDO FILHO, R., FAIRBAIRN, E. M. R. Rheological and Study of Self-Consolidating Fiber Concrete with High Content of the Steel Fibre. 6 p. COMAT 2007. 4th International Conference on Science and Technology of Composite Materials. December 9-12, 2007, Rio de Janeiro.

MARANGON E., VELASCO, R., ROSA, L. F. L., TOLEDO FILHO, R., FAIRBAIRN, E. M. R. Estudo Reológico e Mecânico de Concretos Fibrosos Autoadensáveis. 50º Congresso Brasileiro do Concreto (IBRACON/2008). 04 a 09 de setembro de 2008, Salvador [Bahia [Trabalho R50CBC0582 [10 p.

MEDA, A. PLIZZARI, G. A. RIVA, P. Fracture behavior of SFRC slabs on grade. Materials and Structures, vol. 37, n. 6 (July), pp. 405-411. 2004.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto [Microestrutura, Propriedades e Materiais. 3ª ed. São Paulo. IBRACON, 2008.

MENEGHETTI, L. C. Análise do Comportamento à Fadiga de Vigas de Concreto Armado Reforçadas com PRF de Vidro, Carbono e Aramida. Tese de doutorado Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 275 pg. 2007.

MESBAH, H. A., KASSIMI, F., YAHIA, A., KHAYAT, K. H. Flexural Performance of Reinforced Concrete Beams Repaired with Fiber-Reinforced SCC. In: 5th International RILEM Symposium on Self-compacting Concrete: September 3-5/2007. Ghent, Belgium. Ed. SHUTTER, G., BOEL, V. p. 637-643.

MORENO, D. M., TRONO, W., JEN, G., OSTERTAG, C., BILLINGTON. Tension-stiffening in reinforced high performance fiber-reinforced cement-based composites under direct tension. In: Sixth International Workshop on High Performance Fiber Reinforced Cement Composites (HPFRCC6), pp 58-65, Ann Arbor, USA, June 19-22. 2011.

NAAMAN, A. E., 2008. [Development and evolution of tensile strain-hardening FRC composites], In: Proceedings of the Seventh RILEM International Symposium (BEFIB). Fibre Reinforced Concrete: Design and Applications, pp. 1-28, India.

NBR 15823-2, Concreto Autoadensável Parte 2: Determinação do Espalhamento e do Tempo de Escoamento [Método do Cone de Abrams. ABNT, 2010.

NBR 15823-4, Concreto Autoadensável. Parte 4 [Determinação da Habilidade Passante. Método da Caixa [L]. ABNT, 2010.

NBR 15823-4, Concreto Autoadensável. Parte 4 [Determinação da Viscosidade. Método do Funil [V]. ABNT, 2010.

NBR 5739, Concreto [Ensaio de Compressão de Corpos-de-prova Cilíndricos. ABNT, 1994.

NBR 6152, Materiais Metálicos [Determinação das propriedades mecânicas à tração - Método de ensaio. ABNT, 2002.

NBR 7217, Agregados [Determinação da Composição Granulométrica. ABNT. Agosto, 1987.

NBR 8224. Concreto Endurecido - Determinação da Fluência. Rio de Janeiro. ABNT. 1983.

NBR 9778, Argamassas e Concreto Endurecidos [Determinação da Absorção de Água por Imersão [Índice de Vazios e Massa Específica. ABNT. Março, 1987.

NBR NM 23, Cimento Portland e Outros Materiais em Pó - Determinação de Massa Específica. ABNT. Março, 2001.

NBR NM 52, Agregado miúdo - Determinação da Massa Específica e Massa Específica Aparente. ABNT. Julho, 2003.

NBR NM 53, Agregado graúdo - Determinação de Massa Específica, Massa Específica Aparente e Absorção de Água. ABNT. Julho, 2003.

NBR NM 55. Concreto [Determinação da resistência à Tração na Flexão de Corpos-de-prova Prismáticos. 1996.

NBRNM47, Concreto fresco - Determinação do teor de ar pelo método pressométrico. ABNT. Dezembro, 2002.

NEHDI, M.; LADANCHUK, J. D. Fiber synergy un Fiber-Reinforced Self-Consolidating. ACI [Materials Journal/November-December 2004. 101-157. Pg. 508-517.

NEHME, S. G., LÁSZLÓ, R., EL MIR, A., [Mechanical Performance of Steel Fiber Reinforced Self-compacting Concrete in Panels,] Procedia Eng., vol. 196, no. June, pp. 90-96, 2017.

NEVILLE, A. M. Propriedades do concreto, 2ª Edição, Editora PINI. 1997.

NUNES, F. G. T. Análise Experimental de Vigas de Concreto Reforçado com Fibras de Aço Submetidas a Esforços de Cisalhamento. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil - UFG), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006. 218p.

OLIVEIRA, C. A. S. Avaliação da Redução de Armadura Mínima de Flexão em Vigas de Concreto Armado com Adição de Fibras de Aço. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Maio, 2007, 213 p.

OLIVEIRA, S. L. de. Taxa de Armadura Longitudinal Mínima em Vigas de Concreto de Alta Resistência com Fibras de Aço. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) [COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

PARANT, E., ROSSI, P., BOULAY, C. Fatigue Behavior of a Multi-Scale Cement Composite. Cement and Concrete Research. v. 37, p. 264-269,

2007.

PEREIRA, E. N. B., BARROS, J. A. O., CAMÕES, A. Steel Fiber-Reinforced Self-Compacting Concrete: Experimental Research and Numerical Simulation, Journal of Structural Engineering, vol. 134, n. 8 (August), pp. 1310-1321. 2008.

REVIRON, N., NAHAS, G., TAILHAN, J.-L., LE MAOU, F., BENBOUDJEMA, F., MILLARD, A. Experimental study of uniaxial tensile creep of concrete. In: CONCREEP 2008, Creep, Shrinkage and Durability Mechanics of Concrete and Concrete Structures, v.1, pp. 453-457. 2008.

ROSSI, P., PARANT, E. Damage Mechanisms Analysis of a Multi-Scale Fibre Reinforced Cement-Based Composite Subjected to Impact and Fatigue Loading Conditions. Composite. Cement and Concrete Research. v. 38, p. 413-421, 2008.

SAHMARAM, M.; YAMAN I. O. Hybrid Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete with a High-Volume Coarse Fly Ash. Construction and Building Materials June 2005. In Press.

SAHMARAN, M., YAMAN, I. O. Hybrid Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete with a High-Volume Coarse Fly Ash. Construction and Building Materials, 21 (2007). P. 150-156.

SAHMARAN, M.; YURTSEVEN, A.; YAMAN, I. O. Workability of Hybrid Fiber Reinforced Self- Compacting Concrete. Building and Environment/2005, v. 40, p. 1672-1677.

SIMÕES, T., COSTA, H., DIAS-DA-COSTA, D., JÚLIO, E., [Influence of fibres on the mechanical behaviour of fibre reinforced concrete matrixes, Constr. Build. Mater., vol. 137, pp. 548-556, 2017.

RANGEL, C. S., AMARIO M., PEPE M., YAO Y., MOBASHER B., Toledo Filho R. D. [Tension stiffening approach for interface characterization in recycled aggregate concrete, Cem. Concr. Compos., vol. 82, pp. 176-189, 2017.

SEDRAN, T. DE LARRARD, F. Optimization of Self-Compacting Concrete Thanks to Packing Model. In: RILEM Symposium on Self-compacting Concrete: Ed. SKARENDAHL, A., PETERSSON, O. Proceedings PRO 7. 321-332 p., 1999.

SEDRAN, T.; DE LARRARD, F. BétonlabPro2, Logiciel de formulation des béton, version 2.0 exécutable sous Windows, logiciel et notice, Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, 2000.

SEDRAN, T.; de LARRARD, F. Optimization of Self Compacting Concrete thanks Packing Model. Ist. International RILEN Symposium on Self-Compacting Concrete. 13-14 September 1999. Ed. SKARENDAHL, Å. PETERSSON, Ö. p. 321-332.

SILVA FILHO, J.F. Análise Experimental de Vigas [T] em Concreto Armado Reforçadas à Flexão com FRP Submetidas a Carregamentos Pseudo-Estáticos e Cíclicos. Tese de doutorado. Universidade de Brasília. Brasília. 308 pg. 2005.

SILVA, A. S. M. da, Dosagem de Concreto Pelos Métodos de Empacotamento Compressível e Aitcin-Faurty Modificado. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Março, 2004.

SILVOSO, M. M. Manual de utilização do programa MEC-COPPE 1.0 [Simulador de compacidade de misturas granulares secas através do Método de Empacotamento Compressível (MEC), Rio de Janeiro. 2008.

SONG, P. S., HAWANG, S. Mechanical Properties of High-strength Steel Fiber-Reinforced Concrete. Construction and Building Materials. v. 18. p. 669-673. 2004.

TAVALLALI, H., LEPAGE, A., RAUTENBERG, J., PUJOL, S. Drift Limits of Concrete Frame Members Reinforced with High-Performance Steel Bars and Fibers . In: Sixth International Workshop on High Performance Fiber Reinforced Cement Composites (HPFRCC6), pp 58-65, Ann Arbor, USA, June 19-22. 2011.

TOLEDO FILHO, R. D., MARANGON, E., DE ANDRADE SILVA, F., MOBASHER, B., [Effect of steel fibres on the tensile behaviour of self-consolidating reinforced concrete blocks, in American Concrete Institute, ACI Special Publication, 2014, vol. 2014-July, no. SP 310.

VAN MIER, JAN G. M. [Cementitious Composites with High Tensile Strength and Ductility Through Hybrid Fibres], In: 6th Symposium on Fibre-Reinforced Concretes (FRC), pp 219-233, Verenna, Italy, 2004.

WUSTHOLZ, T., REINHARDT H. W. Deformation Behaviour of Self-Compacting Concrete Under Tensile Loading. Materials and Structures. v. 40. pg 965-977. 2006.

YAZICI, S., INAN, G., TABAK, V., Effect of Aspect Ratio and Volume Fraction of Steel Fiber on the Mechanical Properties of SFRC, Construction and Building Materials, Article in Press. 2006.

ZHU, W., SONEBI, M., BARTOS, PJM. Bond and Interfacial Properties of Reinforced in Self-Compacting Concrete. Materials and Structures/2004, v. 37. p. 442-448.

ZIJL, G. P. A. G. V., ZERANKA S. The impact of rheology on the mechanical performance of steel fiber reinforced concrete. In: Sixth International Workshop on High Performance Fiber Reinforced Cement Composites (HPFRCC6), pp 58-65, Ann Arbor, USA, June 19-22. 2011.

Possui Bolsistas

Sim, já possuo

Unidades e Cursos

Unidade	Curso
Campus Alegrete	Engenharia Civil (ALEC)

Equipe Executora

Nome	E-mail	Tipo	Função	CH Semanal	Período Participação
Deane de Mesquita Roehl	deane@tecgraf.puc-rio.br	Colaborador Externo	Colaborador	2	De 03/04/2023 a 02/04/2027
Ederli Marangon	ederlimarangon@unipampa.edu.br	Docente	Coordenador	8	De 03/04/2023 a 02/04/2027
Flávio de Andrade Silva	fsilva@puc-rio.br	Colaborador Externo	Colaborador	2	De 03/04/2023 a 02/04/2027
Ian Baddo da Mota	ianmota.aluno@unipampa.edu.br	Discente	Discente - Voluntário	20	De 13/05/2024 a 02/04/2027
Jaime Carlos Renck Neto	jaimerenck.aluno@unipampa.edu.br	Discente	Discente - Voluntário	20	De 03/04/2023 a 02/04/2027
Jonathan Duarte Oliveira	jonathanoliveira.aluno@unipampa.edu.br	Discente	Discente - Voluntário	4	De 13/05/2024 a 02/04/2027
Leandro Ferreira Friedrich	leandrofriedrich@unipampa.edu.br	Docente	Pesquisador	2	De 03/04/2023 a 02/04/2027
Leticia Larre de Oliveira	leticiaoliveira.aluno@unipampa.edu.br	Discente	Discente - Voluntário	4	De 13/05/2024 a 02/04/2027
Luan Rodrigues Garcia	luangarcia.aluno@unipampa.edu.br	Discente	Discente - Bolsista	20	De 03/04/2023 a 02/04/2027
Luis Eduardo Kostascki	luiskostascki@unipampa.edu.br	Docente	Co-coordenador	4	De 03/04/2023 a 02/04/2027
Matheus Machado Costa	matheuscosta.aluno@unipampa.edu.br	Discente	Discente - Bolsista	20	De 03/04/2023 a 02/04/2027
Pedro Henrique de Omena Jucá	pedrohojuca@gmail.com	Colaborador Externo	Colaborador	2	De 03/04/2023 a 02/04/2027
Robson Nery	robsonnery.aluno@unipampa.edu.br	Discente	Discente - Voluntário	20	De 13/05/2024 a 02/04/2027
Rubens Silveira Meichtry	rubensmeichtry.aluno@unipampa.edu.br	Discente	Discente - Bolsista	20	De 03/04/2023 a 02/04/2027
Stefano Taina Silva Alves	stefanoalves.aluno@unipampa.edu.br	Discente	Discente - Voluntário	20	De 13/05/2024 a 02/04/2027
Wagner Dambros Fernandes	wagnerfernandes.aluno@unipampa.edu.br	Discente	Discente - Voluntário	5	De 13/05/2024 a 02/04/2027

Parcerias

Instituição	Descrição	Acordo de Parceria?	Convênio Firmado?	Número do Convênio
PUC-RIO	A parceira se dará com os professores Flávio de Andrade Silva e com a professora Deane Mesquita Roehl. Os professores são cadastrados e fazem parte do Grupo de Pesquisa Materiais Aplicados à Engenharia Civil. O professor Flávio possui o programa Software BetonLabPRO3 o qual será usado para desenvolvimento da pesquisa. O software será usado de forma remota. A professora Deane possui alto conhecimento em modelagem numérica, inclusive com materiais compósitos a base de cimento Portland, e assim fará parte da etapa de modelagem dos dados.	Não	Não	

Cronograma

Data Início	Data Fim	Atividade	Carga Horária	Local	Membros
03/04/2023	02/04/2027	Revisão Bibliográfica sobre o assunto de forma contínua.		Campus Alegrete	Ederli Marangon, Flávio de Andrade Silva, Jaime Carlos Renck Neto, Leandro Ferreira Friedrich, Luan Rodrigues Garcia, Luis Eduardo Kostascki, Matheus Machado Costa, Pedro Henrique de Omena Jucá, Rubens Silveira Meichtry
03/04/2023	30/09/2023	Caracterização dos materiais que serão utilizados nos concretos.		Campus Alegrete	Rubens Silveira Meichtry, Jaime Carlos Renck Neto, Luan Rodrigues Garcia
03/04/2023	31/03/2024	Simulação dos concretos utilizando o BetonLabPro3.		Campus Alegrete	Ederli Marangon, Flávio de Andrade Silva, Jaime Carlos Renck Neto, Luan Rodrigues Garcia, Pedro Henrique de Omena Jucá, Rubens Silveira Meichtry
03/04/2023	02/04/2027	Análise dos resultados.		Campus Alegrete	Deane de Mesquita Roehl, Ederli Marangon, Flávio de Andrade Silva, Jaime Carlos Renck Neto, Leandro Ferreira Friedrich, Luan Rodrigues Garcia, Luis Eduardo Kostascki, Matheus Machado Costa, Pedro Henrique de Omena Jucá, Rubens Silveira Meichtry
01/10/2023	30/09/2024	Mistura dos concretos dosados para os ajustes necessários, e retro análise dos resultados.		Campus Alegrete	Ederli Marangon, Jaime Carlos Renck Neto, Luan Rodrigues Garcia, Pedro Henrique de Omena Jucá, Rubens Silveira Meichtry
02/10/2023	02/04/2027	Preparação de artigos, participação em congressos e palestras. Atividades complementares: Montagem de convênios para fomentar possibilidades de missões de trabalho. Fomentar parcerias com professores de diferentes centros de ensino		Campus Alegrete	Deane de Mesquita Roehl, Ederli Marangon, Pedro Henrique de Omena Jucá, Rubens Silveira Meichtry, Flávio de Andrade Silva, Jaime Carlos Renck Neto, Leandro Ferreira Friedrich, Luan Rodrigues Garcia, Luis Eduardo Kostascki, Matheus Machado Costa
02/01/2024	01/12/2026	Avaliação reológica dos concretos e moldagem dos corpos de prova (compressão, tração e flexão).		Campus Alegrete	Jaime Carlos Renck Neto, Luan Rodrigues Garcia, Matheus Machado Costa, Rubens Silveira Meichtry
02/01/2024	01/12/2026	Ensaio mecânicos (compressão, tração e flexão).		Campus Alegrete	Ederli Marangon, Jaime Carlos Renck Neto, Luan Rodrigues Garcia, Luis Eduardo Kostascki, Matheus Machado Costa, Rubens Silveira Meichtry
01/10/2024	31/08/2026	Moldagem e ensaios estruturais		Campus Alegrete	Ederli Marangon, Jaime Carlos Renck Neto, Luan Rodrigues Garcia, Pedro Henrique de Omena Jucá, Rubens Silveira Meichtry
06/01/2025	30/12/2026	Simulação numérica dos resultados.		Campus Alegrete/Puc_Rio	Deane de Mesquita Roehl, Ederli Marangon, Flávio de Andrade Silva, Jaime Carlos Renck Neto, Leandro Ferreira Friedrich, Luis Eduardo Kostascki, Matheus Machado Costa

Pareceres Solicitados

Parecer
Não necessita parecer

Dados do Fomento

Código	Agência de Fomento	Edital	Total Fomento (R\$)
441	FAPERGS	EDITAL FAPERGS 07/2021 - PROGRAMA PESQUISADOR GAÚCHO □ PqG	R\$ 61.000,00

Planejamento de Despesas

Despesas de Custeio	Opção	Valor Estimado (R\$)	Fonte de Financiamento	Especificações
Auxílio a Estudantes (Bolsas)	Já Possui	10.800,00	Edital Interno	
Diárias	Necessita	3.200,00	Sem Fonte de Financiamento	
Passagens	Necessita	5.000,00	Sem Fonte de Financiamento	
Material de Consumo	Já Possui	50.000,00	Sem Fonte de Financiamento	Materiais Obtidos de em editais e pricipalmente por doações
Serviços de Terceiros (Pessoa Física)	Não Necessita	0,00		
Serviços de Terceiros (Pessoa Jurídica)	Não Necessita	0,00		
Outros	Não Necessita	0,00		
Total		69.000,00		

Despesas de Capital	Opção	Valor Estimado (R\$)	Fonte de Financiamento	Especificações
Equipamentos e Material Permanente	Já Possui	61.000,00	Edital Externo	EDITAL FAPERGS 07/2021 PROGRAMA PESQUISADOR GAÚCHO □ PqG

Total Geral de Despesas (R\$): **130.000,00**

Alternativas caso a fonte de financiamento não se confirme: A execução do projeto não será afetada caso não se confirme algumas fontes de recursos, uma vez que os materiais para a execução já foram adquiridos e estão no campus Alegrete.

Documento gerado por: Ederli Marangon Data/Hora: 27/08/2024 às 14:18:20