

ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DE CONCRETO REFORÇADO COM FIBRAS NA REGIÃO NORTE DE MATO GROSSO

MARIA EDUARDA AGUIAR XAVIER¹
BRUNO RODRIGUES DOS SANTOS²

RESUMO: Inserir novos materiais à rotina da construção civil é sempre um desafio, que cabe a nós, profissionais da engenharia civil, embasados no conhecimento técnico, buscar atualização sobre os métodos construtivos e transferi-los aqueles que irão de fato os executar. Nesse contexto, surge como uma solução vantajosa um material conhecido como fibra. Fibras são elementos descontínuos, com comprimento consideravelmente maior do que a largura. Podem ser macrofibras, utilizadas com finalidade estrutural, ou microfibras, que atuam no controle de retração e microfissuras. Esse trabalho tem como objetivo estudar o uso dessa solução na região Norte do Mato Grosso. Para isso, foi realizada pesquisa qualitativa via formulário elaborado pela plataforma *Google Forms*, aplicado a engenheiros civis responsáveis técnicos por empresas do ramo da construção civil da região. Complementarmente, foram realizados ensaios de tração na flexão, comparando concreto reforçado com aço a um concreto com adição de macrofibras de polipropileno da marca BarChip, ambos com finalidade de reforço de pisos industriais. A partir dos resultados obtidos na pesquisa, foi possível apontar que mais da metade dos profissionais entrevistados já utilizou fibras, a maioria aplicadas à execução de pavimentos industriais. Também se apontou que em 100% dos casos de utilização o objetivo foi alcançado, mostrando-se o material eficiente entre os profissionais entrevistados. Nos ensaios, o teor de fibra testado mostrou-se insuficiente para a substituição proposta, apontando necessário um novo estudo. Por fim, as contribuições visaram dar maior visibilidade ao uso de fibras ao passo em que destaca a necessidade de dimensionamento específico para cada estrutura.

Palavras chaves: concreto modificado, substituição, tecnologia.

STUDY ON THE USE OF FIBER REINFORCED CONCRETE IN THE NORTH REGION OF MATO GROSSO

ABSTRACT: Inserting new materials into the civil construction routine is always a challenge, which is up to us, civil engineering professionals, based on technical knowledge, to seek updates on the construction methods and transfer them to those who will actually perform them. In this context, a material known as fiber appears as an advantageous solution. Fibers are discontinuous elements, with length considerably greater than the width. They can be macrofibers, used for structural purposes, or microfibras, which act in the control of shrinkage and microfissures. This work aims to study the use of this solution in the northern region of Mato Grosso. For this, qualitative research was carried out via a form prepared by the Google Forms platform, applied to civil engineers responsible for technical matters in the construction industry in the region. In addition, flexural tensile tests were performed, comparing steel-

¹ Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: meduardaxavier@outlook.com;

² Professor Mestre em Engenharia Civil, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Endereço eletrônico: brunorodriguessantos@hotmail.com

reinforced concrete to a concrete with the addition of BarChip polypropylene macrofibers, both with the purpose of reinforcing industrial floors. From the results obtained in the research, it was possible to point out that more than half of the interviewed professionals have already used fibers, most of them applied to the execution of industrial floors. It was also pointed out that in 100% of the use cases the objective was achieved, showing the efficient material among the interviewed professionals. In the tests, the fiber content tested proved to be insufficient for the proposed substitution, indicating the need for a new study. Finally, the contributions aimed to give greater visibility to the use of fibers while highlighting the need for specific dimensioning for each structure.

Keywords: modified concrete, substitution, technology.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil evolui conforme a sociedade. Alguns elementos podem manter-se e outros ser substituídos e/ou aprimorados (MOURA; JUNIOR; 2013). Hugon (2004) afirma que os materiais variam segundo a época, os recursos locais, os meios de transporte, a estética, entre outros fatores.

O concreto, utilizado como molde das mais diversas construções, é um exemplo de material que, desde sua criação, foi ganhando popularidade, devido às suas boas características como fácil aplicação, matéria prima disponível, bom desempenho estrutural e durabilidade. Essa popularização trouxe consigo uma crescente dedicação a fim de incorporar novos elementos a essa mistura, com o intuito de aprimorar ou até mesmo acrescentar características as quais e não possui em sua concepção convencional.

Nesse contexto, especialistas têm se empenhado cada vez mais no propósito de introduzir novos materiais que otimizem a produção e apresentem o melhor custo-benefício para a obra, agregando resistência, economia, durabilidade e sustentabilidade. Se tratando do concreto, é possível compensar limitações de sua matriz frágil utilizando materiais em seu reforço (FIGUEIREDO, 2011). Um exemplo disso são as fibras.

O conceito inicial da incorporação de fibras ao concreto era somente reforçar a resistência mecânica e evitar a retração. Atualmente, o mercado oferece fibras para diversas finalidades, de diversos materiais, que podem ser agregadas de forma isolada ou combinada a outros materiais, como o aço, possuindo diversas aplicações (LEITE, 2018).

As fibras estão subdivididas em dois grandes grupos: micro e macrofibras. As microfibras trabalham na cura do concreto como redutor de retração, minimizador de aparição de fissuras, para aumentar a vida útil e melhorar a resistência ao fogo. É considerada como um aditivo ao concreto armado. Quanto ao material pode ser de náilon, vidro ou polipropileno.

Já as macrofibras têm como principal função substituir as amaduras até um determinado grau de solitação. Geralmente, são utilizadas em pré-fabricados, pisos de alta resistência, revestimentos de túneis, canais e pavimentos com um número expressivo de tráfego. A correta utilização desse material adiciona características ao concreto como resistência a impactos, supressão de fissuras, melhor trabalhabilidade, aumento da vida útil e o torna mais dúctil com aumento da tenacidade (OLIVEIRA, 2016). São comumente fabricadas com aço ou polipropileno.

As vantagens desse material, aliadas aos crescentes estudos na área podem ser responsáveis por um aumento significativo do uso do Concreto Reforçado com Fibras - CRF

para fins estruturais. Sua forma mais conhecida de aplicação é na moldagem de pisos industriais. Através de sua utilização é possível dar fim ao trabalhoso método convencional de construção, que abrange o encaixe de telas de aço soldadas a espaçadores, para que garantam um revestimento nominal seguro. Além do cuidado durante a concretagem para não danificar a montagem previamente feita.

Apesar disso, a inserção de tecnologias como essa no mercado da construção civil no Brasil ainda enfrenta dificuldades, porque, em geral, a prioridade é manter o baixo custo na execução ao invés de buscar as melhores soluções. Um relevante exemplo são as patologias, que são vistas como um fato normal e inerente ao serviço executado e não como algo que precisa ser evitado. Outra explicação para a baixa utilização de fibras é a falta de regulamentação normativa brasileira, que se dá em parte por haver poucos pesquisadores atuando de forma sistemática na área do CRF (FIGUEIREDO, 2011).

Concernindo à região em estudo, a técnica de adição de fibras pode ser uma alternativa potencial a ser adotada em breve. O Norte do Mato Grosso ilustra um local com altos índices de desenvolvimento econômico e populacional. Segundo Sebrae (2019) o PIB per capita da região cresceu 16% anualmente entre 2010 e 2016, registrando no último ano um valor de R\$51.528,00 (cinquenta e um mil, quinhentos e vinte e oito reais). Em consequência desse avanço, os investidos no ramo da construção vivem constante alta, causando latente crescimento do mercado.

Esse avanço da construção civil ocasiona a busca por aprimoramento dos profissionais da engenharia civil no quesito desenvolvimento de técnicas que apresentem agilidade e praticidade nos métodos construtivos. Atender à demanda torna-se um desafio entre manter a qualidade e diminuir o tempo de execução. Nesse sentido, a inserção de fibras, principalmente quando em substituição ao aço, é um bom exemplo de tecnologia desenvolvida para a facilitação do dia a dia das obras.

Pautado no exposto, esse trabalho tem como objetivo conhecer a popularidade das fibras na região Norte do Mato Grosso, além de testar uma dosagem sugerida por um fabricante fornecedor da região para a aplicação de fibras em pisos industriais e focar no material como uma solução de praticidade para essa estrutura em obras de grande porte.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Concreto convencional

O concreto transformou o modo como o homem projeta e constrói suas estruturas. Pode-se considerar o concreto como um dos materiais mais utilizados atualmente em construções civis e o motivo para isso é a sua facilidade de execução, a disponibilidade dos seus componentes e a sua durabilidade. Atualmente ele é o segundo material de maior consumo no planeta, ficando somente atrás da água (BUNDER, 2016).

Define-se como concreto a mistura homogênea entre cimento, água, agregados miúdos (areia) e graúdos (pedra brita), com ou sem o acréscimo de aditivos. Dividido entre matriz e elementos de reforço, a primeira define-se como a parte que estrutura o composto, com a função de preencher os vazios entre os materiais de reforço e mantê-los imóveis em suas posições. Os segundos são aqueles que acentuam as propriedades mecânicas do concreto em sua totalidade (LUCENA, 2017).

É considerado concreto estrutural convencional pela NBR 8953:2015, o fib Model Code 2010 e o EHE-08, aquele cuja resistência característica à compressão, aos 28 dias, está entre 20 MPa e 50 Mpa (LEITE,2018).

O concreto convencional no estado fresco tem como principal característica a trabalhabilidade, dada pela capacidade de moldar estruturas a partir da mistura sem perder a homogeneidade. Para avaliar a trabalhabilidade do concreto, dois aspectos são analisados: consistência e coesão (MEHTA; MONTEIRO, 2014). A consistência é definida pela facilidade de escoamento do concreto, convencionalmente medida pelo ensaio de abatimento de tronco de cone. A coesão está ligada à tendência de retenção de água (resistência à exsudação) e à de reter os agregados graúdos na argamassa fresca (resistência à segregação) (LEITE, 2018).

Ainda durante o início de cura, transição entre a fase fresca e a endurecida, já podem aparecer microfissuras. Geralmente, são causadas pela diferença de comportamento entre as fases matriz e agregado graúdo, decorrente dos seus diferentes coeficientes de dilatação. Além disso, a perda de água por evaporação pode contribuir (LEITE, 2018).

Já na fase endurecida, sua principal característica é a alta resistência à compressão e a baixa resistência a tração. Mehta e Monteiro (2014) afirmam que a baixa capacidade de resistência à tração do concreto está relacionada à facilidade que o material possui de permitir a propagação de fissuras quando exposto a este tipo de sollicitação, principalmente na zona de transição entre suas fases.

2.2. Fibras: um breve relato da origem

Segundo Grossi (2006), uma das primeiras utilizações de algum tipo de fibra como material de construção civil foi constatada em 1898, quando Hatschek incorporou fibras de amianto em pasta de cimento. O material teve sua eficiência comprovada de tal forma que até hoje é popularmente empregado na fabricação de telhas, tubos e caixas d'água.

Acerca da utilização de fibras como reforço do concreto, seu início foi marcado no ano de 1911, por meio de uma proposição de Graham de adicionar fibras de aço ao concreto a fim de aumentar sua resistência mecânica e conferir maior estabilidade. Porém mais tarde, Meischke-Smith, em 1920 e Etheridge, em 1933 constataram que seria necessário um novo formato para as fibras, que melhor aderisse ao concreto (VELASCO, 2008). No entanto, apenas na década de 1960 houve notáveis avanços nas pesquisas sobre o concreto reforçado com fibras. A partir de então, diversos tipos de fibras foram sendo criadas e lançadas ao mercado, amplificando suas possibilidades de aplicações práticas (MEDEIROS, 2012).

Logo em 1971, em Londres, foi registrada a primeira aplicação do concreto reforçado com fibras como reforço estrutural, com um teor de 3% de fibras de aço em massa. A mistura foi empregada na fabricação de painéis desmontáveis, destinados a um estacionamento do aeroporto de Heathrow. Ainda 71, foram ensaiadas lajes de pistas de concreto reforçado com fibras em Vicksburg, Mississippi. Na ocasião, notou-se que as lajes de CRF de 15 cm de espessura suportaram maior número de carregamentos até a abertura da primeira fissura do que as lajes de concreto simples de 25 cm de espessura (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

2.3. Concreto reforçado com fibras

O acréscimo de macrofibras ao concreto, conforme ilustrado na figura 1, tornou possível a substituição da armadura distribuída convencional (CRISTELLI, 2010 apud CHODOUNSKY, 2007). Sua capacidade de deformação aliada a distribuição aleatória e descontínua na matriz cimentícia faz com que resista aos esforços de tração e sejam responsáveis pela diminuição das fissuras, reduzindo a exposição do concreto ao ambiente conforme afirmado por Di Prisco, Plizzari e Vandewalle (2009) e reafirmado por Baliero

(2015), que ainda complementa que com o aumento da tenacidade, o composto resulta em um material dúctil.

Figura 1: concreto reforçado com macrofibras em estado fresco



Fonte: CRISTELLI (2010)

Analisando a inserção de fibras ao concreto, visualiza-se um cenário de avanço tecnológico dentro da construção civil, em que um novo material apresenta ao mercado uma gama de vantagens, especialmente quando utilizado como reforço estrutural. Baliero (2015) as elenca subdividas entre vantagens técnicas e econômicas. Na primeira lista encontram-se o aumento da resistência à fadiga, alto controle de fissuras, aumento da tenacidade e melhor redistribuição das tensões. Com relação as vantagens econômicas, são citadas o menor tempo para execução, redução de quantidade e tempo de mão de obra, possibilidade de redução da espessura em pisos industriais, maior distância entre juntas, melhor acabamento de superfície e menor necessidade de manutenção.

2.4. Utilização de fibras no Brasil

A respeito da prática de utilização do concreto reforçado com fibras no Brasil, o que se pode afirmar é que pode ser descrita como uma atividade basicamente empírica, pois, em geral, são utilizados teores fixos de fibras e não há nenhum tipo de controle de qualidade (FIGUEIREDO, 2011). Ao contrário disso, para garantir a qualidade da aplicação, é fundamental a existência de um método de controle de tenacidade que seja confiável, econômico e adaptável aos padrões de dimensionamento (MONTE; TOALDO; FIGUEIREDO, 2014).

Essa chegada da tecnologia do concreto reforçado com fibras, na década de 1990, promoveu expressivo avanço no setor de pisos industriais, permitindo o aprimoramento de técnicas de dimensionamento utilizando as premissas da escola europeia (CRISTELLI, 2010 apud RODRIGUES et al. 2003).

Apesar de ainda serem menos utilizadas quando comparadas às modalidades convencionais, elas vêm aos poucos ocupando uma posição significativa como material componente do concreto, assim como os aditivos líquidos (JACOSCKI et al., 2014).

2.5. A história da Construção Civil brasileira

A Construção Civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social de um país. Ela é responsável pela geração de grande número de empregos, uma vez que seu acontecimento engloba desde a extração das matérias

primas, produção dos materiais e execução das obras em si. Garante aos cidadãos o cumprimento do direito humano da moradia, contido no artigo 6º do capítulo II, da Constituição Federal de 1988. Movimenta o mercado através da valorização imobiliária e produz os bens de maiores dimensões físicas do planeta (JOHN, 2000).

Historicamente falando, a Construção Civil no Brasil é marcada por uma alternância entre o positivo incentivo governamental e o investimento maior da iniciativa privada, que reflete desde o século XX até os dias atuais. O setor sobrevive de forma instável, devido a essa suscetibilidade às relações políticas, que trazem períodos de altos e baixos.

Seu primeiro grande crescimento aconteceu na década de 1940, durante o governo do presidente Getúlio Vargas, marcado por um forte investimento estatal. A década foi considerada o auge da Construção Civil brasileira (GONÇALVES, ARAÚJO, KAMIMURA, 2014).

Com a eleição de Juscelino Kubitschek, na década de 50, o setor da construção civil passou a ter maior expressão econômica e social para o país (CUNHA, 2012). O presidente implementou durante o seu governo o que ficou conhecido como Plano de Metas que tinha como objetivo o desenvolvimento de vários setores econômicos, dentre eles a construção civil. O plano não obteve o sucesso esperado por Juscelino, mas para a construção foi de vital importância.

Durante quase toda a década de 60, quando recebeu menor incentivo do Estado, o mercado foi movimentado majoritariamente pela iniciativa privada. Foi um período de dificuldade econômica para o país, que afetou a todos os setores. A promulgação dos componentes pré-fabricados, aliado ao estímulo crescente da industrialização da construção, comparece como solução central ao problema habitacional brasileiro (REVISTA MOM, 2010).

Segundo Gonçalves, Araújo e Kamimura (2014), no período de 1980 a aplicação do capital privado começa a retornar e, em 1990, inicia-se a execução de obras com uma preocupação maior com a qualidade do produto, o que fez com que as empresas do ramo da construção civil tivessem a necessidade de qualificar melhor sua mão de obra.

Desde então, esse mercado caminha paralelamente à evolução tecnológica mundial, sempre em busca do aprimoramento profissional e do desenvolvimento de novas técnicas e materiais para a construção.

2.6. Mercado da construção civil no Norte do Mato Grosso

Ao observar o setor da construção civil da região Norte do Mato Grosso facilmente percebe-se sua ligação direta com a economia local. Predominantemente composta pelo agronegócio, a economia gira em torno da produção, processamento, estocagem e comercialização de produtos agrícolas, como grãos e insumos. Como consequência, as grandes obras civis estão, em sua maioria, ligadas a essas atividades. Pode-se citar como exemplos silos de estocagem de grãos, armazéns graneleiros, galpões de armazenamento de insumos, usinas de geração de etanol a base de milho etc.

Outro ponto importante é o crescimento econômico acelerado da região. Em 2016, o Produto Interno Bruto (PIB) da região foi de R\$ 14.763.621, o que representa 12% do PIB do estado de Mato Grosso, com taxa de crescimento anual de 19% desde 2010 (SEBRAE, 2019). Diante de tal fato, a construção civil também demonstra significativo avanço, tanto no ramo de construções de grande porte citadas acima, quanto nos ramos advindos do consequente aumento de população, como obras residenciais, comerciais e de infraestrutura. Uma amostra desse crescimento dá-se pelos números divulgados no dia 30 de setembro de 2020 pelo Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (Caged), apontando que no mês de agosto no estado do Mato Grosso foi gerado saldo de 3,9 mil novos empregos formais, dentre os quais 1.177 foram na construção civil (CAGED, 2020).

Quando se fala sobre a utilização de fibras na região, em pesquisa sobre a disponibilidade do material, encontrou-se apenas fornecedores de outros estados, que fazem a distribuição do material sob encomenda. Em contato com o representante da marca BarChip, fornecedora de fibras de polipropileno para a região, a informação obtida foi de que para adquirir esse tipo, é necessário verificar a disponibilidade de seu material de fabricação, que é importado e, portanto, varia seu valor de acordo com o dólar. Na data, um quilograma de macrofibra tinha o custo de aproximadamente R\$24,60 (vinte e quatro reais e sessenta centavos), não incluindo valor de transporte.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Com objetivo de conhecer a utilização de fibras na região Norte do Mato Grosso, foi realizada pesquisa qualitativa durante o mês de outubro de 2020 através da plataforma *Google Forms*, pela qual foi direcionado questionário eletrônico a engenheiros civis em cargos de responsabilidade técnica de 12 empresas dos municípios de Sorriso e Sinop, contendo as seguintes perguntas e opções de respostas (demonstradas entre parênteses):

- Você já ouviu falar sobre a adição de fibras ao composto do concreto? (Sim/Não)
- Sobre qual tipo de fibras você ouviu falar? (Microfibras/ macrofibras/ as duas opções)
- Você já viu a aplicação de fibras em alguma estrutura de concreto? (Sim/Não)
- Você já adicionou fibras ao concreto em alguma situação? (Sim/Não)
- Em que tipo de estrutura você utilizou fibras? (Aberta - descritiva)
- Qual tipo de fibras você utilizou e qual era a finalidade? (Aberta - descritiva)
- O objetivo foi atingido ao utilizar fibras? (Sim/Não)

As empresas escolhidas para amostra são dos segmentos de construções de médio e grande porte, execução de pisos de alto desempenho, fábricas de artefatos de concreto e elementos pré-moldados, e usinas de concreto. As escolhas foram pautadas no motivo de que essas executam em seu dia a dia estruturas de concreto cuja utilização de fibras já é usualmente citada em outras pesquisas, além de serem consideradas de grande relevância na movimentação da indústria da construção na região.

Em complemento, foram realizados ensaios de tração na flexão, com o intuito de comparar concreto armado para piso industrial, com concreto reforçado com fibras para a mesma finalidade, através da moldagem e posterior rompimento de quatro corpos de prova prismáticos com dimensões de 100X100X400 mm, ambos conforme prevê a norma NBR 5738 (ABNT 2015). As amostras em pequena quantidade justificam-se pela quantidade de fibras disponível para ensaio e foram igualmente divididas entre concreto convencional e concreto modificado com fibras, sendo que aos corpos de provas sem fibras foram adicionadas frações de Tela Q196 – aço CA 60,5 mm, convencionalmente utilizada para o reforço de pisos, adaptadas às dimensões das formas.

Quanto ao concreto, foi adotado traço dosado pelo método ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), comumente adotado para pisos de alta resistência, com proporção 1:2,37:1,71:0,45, com adição de aditivo super plastificante a taxa de 0,05% para o concreto convencional. Para o concreto com fibras, foi adotada proporção de 1:2,37:1,71:0,41, com a mesma taxa de adição de aditivo e acréscimo de fração proporcional de fibras referente à taxa indicada pelo fabricante, de 5,00 kg/m³ de concreto. As fibras testadas eram do tipo macrofibras de polipropileno MQ58, fabricante BarChip, com comprimento de 58 mm.

Após o recebimento das respostas na plataforma e os resultados dos ensaios obtidos aos 7 e 21 dias de cura, deu-se início à compilação e processamento de dados a fim de gerar resultados passíveis de análises e discussões.

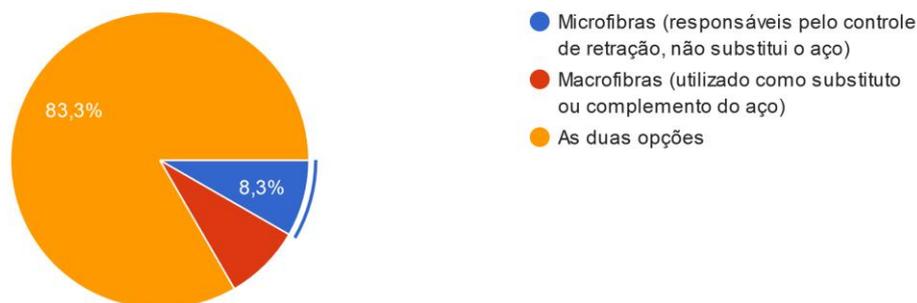
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Iniciando a busca por compreender um pouco sobre a utilização de fibras na região, a primeira resposta obtida foi acerca do conhecimento ou não do material. Entre os 12 engenheiros questionados, 100% deles afirmaram já ter ouvido falar sobre elas de alguma forma. Isso aponta um passo importante para o futuro crescimento da técnica: a existência de noção básica sobre o assunto. Doravante esse conhecimento prévio, aliado a trabalhos de divulgação das vantagens de utilização, abre-se uma oportunidade da dispersão da aplicação real do material como solução em obras.

Em continuidade à pesquisa, a figura 2 demonstra a divisão acerca desse conhecimento afirmado, na qual 8,3% sabem apenas sobre a existência apenas de microfibras, 8,3% apenas sobre macrofibras e 83,3% conhecem ambas as opções.

Figura 2: Gráfico sobre conhecimento dos tipos de fibras

Sobre qual tipo de fibras você ouviu falar?
12 respostas

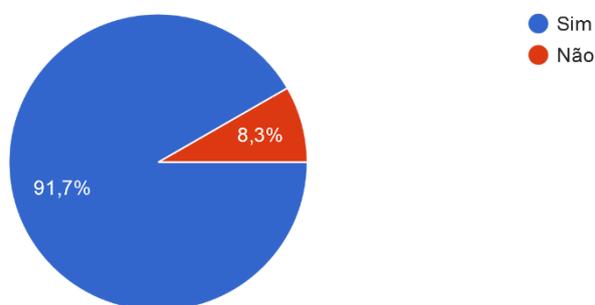


Fonte: própria (2020)

Sobre a utilização das fibras, 91,7% já presenciaram a aplicação delas em alguma estrutura, mesmo que não como responsável técnico, enquanto apenas 8,3% só as conhecem a partir de apresentação literária ou comunicação verbal (figura 3). Por outro lado, a pesquisa aponta que 33,3% nunca foram responsáveis pela concretagem de estrutura utilizando fibras, enquanto 66,7% sim (figura 4). A partir desses profissionais, que já testaram a técnica, encontra-se uma possibilidade de solucionar um recorrente entrave disposto por Figueiredo (2011), que é a confirmação dessa aplicação como técnica confiável do ponto de vista da engenharia, por via de embasamento técnico partindo de especialistas do assunto. Faz-se necessário, portanto, ser objetivo dos Engenheiros Civis fazer com que pesquisas existentes já consolidadas sejam adequadamente transferidas ao mercado da construção.

Figura 3: gráfico de ilustração de conhecimento presencial das fibras

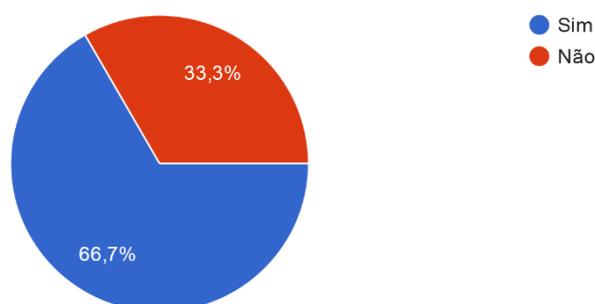
Você já viu a aplicação de fibras em alguma estrutura de concreto?
12 respostas



Fonte: própria (2020)

Figura 4: gráfico demonstrativo de adição própria de fibras ao concreto

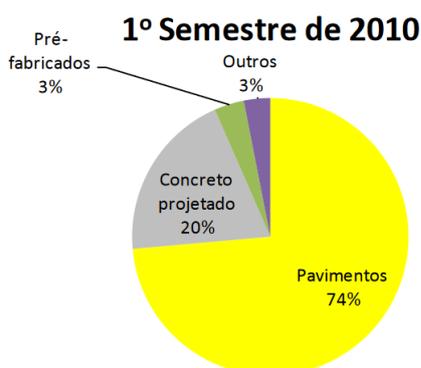
Você já adicionou fibras ao concreto em alguma situação?
12 respostas



Fonte: própria (2020)

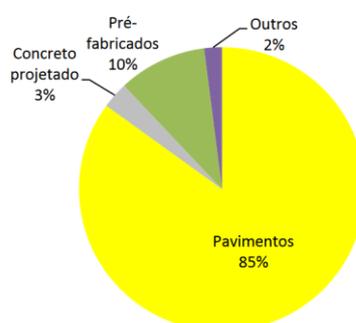
Dentre a maioria que já trabalhou com a técnica, o local de aplicação mais comum foi em pisos de alta resistência, demonstrando que a região é reflexo do padrão do Brasil todo, conforme as figuras 5 e 6. Segundo Figueiredo (2011), já no ano de 2010 o setor com maior volume de utilização de Concreto Reforçado com Fibras no país era o de pavimentos, o que se mantém no local do estudo. O autor ainda levanta questionamento relatando sobre esse tipo de aplicação, em geral, ocorrer de forma empírica, apenas embasado em orientações do fabricante, sem qualquer tipo de controle tecnológico ou sequer dimensionamento específico. Em especulações extra oficiais aos profissionais entrevistados e breves pesquisas locais, confirmou-se o fato citado pelo autor, ficando clara a carência de profissionais habilitados para elaboração de projetos na região e ainda de laboratórios para realização de ensaios específicos que identifiquem as características do compósito formado pelo conjunto fibras-concreto. Com relação às outras aplicações, em menores quantidades, foram citadas paredes e tubos de concreto.

Figura 5: Distribuição do mercado brasileiro de fibras de aço por tipo de aplicação no primeiro semestre de 2010



Fonte: FIGUEIREDO, 2011

Figura 6: Distribuição do mercado brasileiro de macrofibras poliméricas por tipo de aplicação entre o ano de 2009 e no primeiro semestre de 2010.



Fonte: FIGUEIREDO, 2011

Em sequência, as respostas apresentaram quais os tipos de fibras já utilizados e qual a finalidade da aplicação delas. Nesse aspecto, foram citadas macrofibras de polipropileno e aço com finalidade de substituição do aço convencional para fins estruturais e microfibras para controle de retração, combate às micro fissuras e melhora de propriedades mecânicas. Essas respostas tornaram visível o conhecimento técnico dos engenheiros sobre a finalidade de cada tipo de fibra e adequação a cada situação necessária. E por esse motivo, entre esses que adotaram em suas obras a solução de Concreto Reforçado com Fibras, 100% teve seu objetivo atingido. Portanto, o nível absoluto de satisfação comprova que a inserção de fibras ao concreto é viável tanto em substituição do aço, quanto como complemento dele, abrangendo o aspecto técnico.

Complementar às pesquisas, foram obtidos os seguintes resultados referentes aos ensaios de tração na flexão, ilustrados na figura 8, realizados aos 7 e 21 dias de cura dos corpos de prova de concreto, conforme apresentado na tabela 1:

Tabela 1: Resultados obtidos através de ensaios de tração na flexão, realizados aos 7 e 21 dias de cura dos concretos analisados

Tipo da amostra	Resistência aos 7 dias (MPa)	Resistência aos 21 dias (MPa)
Concreto c/ adição de fibras	0,39	1,42
Concreto convencional	1,02	1,88

Fonte: própria (2020)

Como pode ser observado, o concreto modificado obteve resistência menor que o concreto armado convencional em ambos os ensaios, o que demonstra que o material não

poderia, nesse caso, ser utilizado como substituto do aço. Porém, nota-se considerável aumento de resistência, de aproximadamente 364%, dos 7 para os 21 dias de cura.

Uma possibilidade para melhorar o desempenho do CRF seria aumentar o teor de fibra por m³ de concreto e testar novamente sua resistência, o que pode ser via de estudos para o atendimento das necessidades de pisos industriais, objeto desses ensaios.

Analisando o uso de Concreto Reforçado com Fibras de polipropileno em questão, do ponto de vista econômico, diversos itens podem ser citados como benéficos. Entre eles estão a eliminação do posicionamento e ajuste de telas de aço, bem como da necessidade de espaçadores e cuidados com cobrimento nominal, antes e durante a concretagem. Apresentam-se também como vantagens a distribuição homogênea do material de reforço por toda a extensão da estrutura, diminuição do tempo de preparação da estrutura para concretagem e a mínima probabilidade de fissuração, eliminando problemas com reformas.

Os fatos citados, fundamentados pelas pesquisas, reafirmam o que disse Figueiredo (2011), que a viabilidade da tecnologia não deixa dúvidas, falta somente embasamento técnico, para que ela seja otimizada e obtenha efetivamente sua melhor relação custo-benefício.

Portanto, esse trabalho tem como objetivo dar visibilidade a uma tecnologia ainda não tão explorada e desse modo, incentivar os profissionais da Engenharia Civil a dar continuidade às pesquisas sobre CRF, buscando utilização desse método a fim de usufruir de todos os benefícios aos quais ele dispõe, agregando facilidade ao processo executivo, especialmente de pisos industriais e inibição de patologias inerentes das fragilidades da matriz do concreto.

5. CONCLUSÃO

Em análise panorâmica da região Norte do Mato Grosso, tratando-se da construção civil em geral, seja no mercado formal ou informal, especialmente direcionado às construções residenciais, as fibras são vistas como um material não popularizado, ao qual grande parte das construtoras ainda não está habituada. Porém, quando se direciona a pesquisa às empresas de maiores portes/ especializadas em estruturas que exigem alta resistência, como pré-moldados, infraestrutura e pisos industriais, encontra-se facilmente profissionais bem informados e capacitados tecnicamente para a utilização dessa promissora tecnologia.

Diante disso, pautando-se na constatada eficiência do material, um novo horizonte se abre para o ramo da construção civil regional, apontando que, apesar de exigirem dedicação e investimento, as possibilidades de aperfeiçoamento são reais. A utilização de fibras como reforço estrutural do concreto mostra-se como uma alternativa de fácil manuseio operacional, já que quase não há interferências na preparação do concreto, mas sim uma atenção maior na dosagem e adensamento, a fim de não haver acúmulo das fibras em “bolos” e mantê-las de forma homogênea.

Para concretização desse fato, a abordagem desse trabalho confirma a necessidade de pesquisas contínuas sobre propriedades e aplicações de fibras com o intuito de que a qualidade de seus resultados seja mantida e até mesmo aprimorada. Em auxílio a isso é necessário que o Brasil estabeleça normas e orientações para seu uso, dando respaldo aos profissionais que desejarem adotar fibras como solução em suas obras. Até hoje somente foi criada a norma ABNT NBR 15530 (2007), referente ao uso de fibras de aço.

Outra circunstância desfavorável apontada foi a falta de matéria prima para produção especialmente de fibras de polipropileno, já que essa é exclusivamente importada e nem sempre

disponível. Cabe ao país o incentivo da produção nacional desse material para que seja facilitada a distribuição e o torne algo popularizado, como é o aço, por exemplo.

Por fim, ao avaliar os prós e contras, o material é visto como uma alternativa viável principalmente para pisos industriais, de execução prática e rápida, desde que haja um planejamento da obra, necessário para programação de encomenda do material e busca por um responsável técnico a fim de se elaborar projeto específico para cada estrutura, dimensionando-se a quantidade e o tipo de fibras a serem inseridas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova** - NBR 5738:2015.

BALIERO, Lorena D. O., **Soluções para pisos industriais em concreto armado**. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção. Belo Horizonte, 2015.

BUNDER, Jeferson, **O concreto: sua origem, sua história**, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, SP, 2016.

CRISTELLI, Rafael, **Pavimentos industriais de concreto – Análise do sistema construtivo**. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, 2010

CAGED, **Informativo econômico - agosto 2020**. Secretaria de Política Econômica (SPE). Setembro de 2020

CUNHA, Gabriel de C. **A importância do setor de Construção Civil para o desenvolvimento da economia brasileira e as alternativas complementares para o funding do crédito imobiliário no Brasil**. Universidade Federal do Rio de Janeiro Instituto de Economia, 2012.

DI PRISCO, M.; PLIZZARI, G.; VANDEWALLE, L. **Fibre reinforced concrete: new design perspectives**. Materials and Structures, Netherlands, v.42, n.9, p.1261-1281, 2009.

FIGUEIREDO, Antonio D, **Concreto reforçado com fibras**, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2011.

GONÇALVES, Francisco A, Filho; ARAÚJO, Elvira A. S.; KAMIMURA, Quésia P. **O Crescimento da Construção Civil em Imperatriz e Demandas de Empregos na Educação Profissional de Nível Técnico**. III Congresso Internacional de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento. Universidade de Taubaté, 2014.

GROSSI, B. F. **Uma contribuição para a modelagem numérica do concreto com fibras curtas de aço**. 2006. 227 f. Tese Doutorado em Engenharia de Estruturas – Departamento de Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

HUGON, A. **Técnicas de construção**. São Paulo: Hemus/Imagem Digital, 2004.

JACOSCKI, Claudio A.; GUARNIERI, Gustavo; TONETI, Leonardo, GEHLEN, Mateus, **Prospecção tecnológica de concreto com adição de fibras**, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, UNOCHAPECÓ, Chapecó, SC, Brasil, 2014.

JOHN, Vanderley M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, fevereiro, 2000.

LUCENA, Júlio C. T., **Concreto reforçado com fibras de polipropileno: estudo de caso para aplicação em painel alveolar de parede fina.** Departamento de Engenharia de Estruturas da EESC-USP. São Carlos, 2017.

MEDEIROS, A. **Estudo do comportamento à fadiga em compressão do concreto com fibras.** 2012. 201 f. Tese Doutorado em Engenharia Civil – Centro Técnico Científico, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2012.

MEHTA, K.; MONTEIRO P. J. M. **Concreto. Microestrutura, Propriedades e Materiais.** 4ª ed. São Paulo: Ibracon, 2014.

MONTE, Renata; TOALDO, Guilherme S.; FIGUEIREDO, Antonio D., **Avaliação da tenacidade de concretos reforçados com fibras através de ensaios com sistema aberto,** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2014.

MOURA, Guilherme R.; SOARES JR., WALDIR S. **Transformações e tendências na história da Engenharia Civil: do trabalho manual à sustentabilidade.** Encontro Internacional de Produção Científica. Outubro, 2013.

OLIVEIRA, Gilson C., **Análise das propriedades mecânicas das fibras adicionadas ao concreto.** Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos – SP. Junho, 2016.

REVISTA MORAR DE OUTRAS MANEIRAS (MOM), Departamento de Projetos da EAUFMG, 2010.

SEBRAE, **Mercado e Negócios – Região de Sinop.** Sinop-MT, 2019.