

COMO OS IMPACTOS ECONÔMICOS GERADOS PELA PANDEMIA DO COVID-19 PODEM INFLUENCIAR NA UTILIZAÇÃO DE FIBRAS METÁLICAS E SINTÉTICAS NA CONSTRUÇÃO DE PISOS INDUSTRIAIS EM PERNAMBUCO

HOW THE ECONOMIC IMPACTS GENERATED BY THE COVID-19 PANDEMIC CAN INFLUENCE THE USE OF METALLIC AND SYNTHETIC FIBERS IN THE CONSTRUCTION OF INDUSTRIAL FLOORS IN PERNAMBUCO

Joice Ferreira Nunes de Araujo¹
Martônio José Marques Francelino²

RESUMO

A pandemia do COVID-19 gerou uma série de consequências, dentre elas pode-se destacar a necessidade do isolamento social e com isso o aumento da demanda pelas compras online. Isso fez com que as empresas do e-commerce necessitassem otimizar os seus processos de entrega e, conseqüentemente, investir em infraestrutura compatível com as demandas. Assim sendo, muitas instituições demandaram o seu capital para investimentos na construção de galpões logísticos em pontos regionais estratégicos, em um período de crise econômica, que se refletiu no aumento dos preços dos insumos da construção civil. Diante da demanda por novas construções e o aumento dos custos, os profissionais da engenharia necessitaram encontrar soluções técnicas que menos impactassem nos orçamentos das obras. Deste modo, este trabalho consiste numa pesquisa bibliográfica, referendada num estudo de caso, através da viabilidade técnica e econômica entre a utilização de macrofibra de polipropileno e fibra metálica, utilizadas normalmente para a execução de pisos de galpões industriais. Além disso, esse também aponta a influência da pandemia do Covid-19 na variação dos preços desses materiais no mercado. O estudo de caso apresentado servirá de agente quantificador na análise econômica, considerando a diferença de preço entre a utilização desses tipos de fibra no piso de um galpão refrigerado construído no estado de Pernambuco. Dessa forma, dentro do cenário atual escolhido, concluiu-se que a utilização dos dois tipos de fibras é possível tecnicamente, no entanto, nos aspectos econômicos, baseados em pesquisas junto aos fornecedores desses materiais, associados ao estudo de caso, a macrofibra de polipropileno se apresentou como a opção de menor custo.

Palavras-chave: Macrofibra de polipropileno. Fibra de aço. Custo. Viabilidade técnica.

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic generated a series of consequences, among them the need for social isolation and with it the increased demand for online shopping can be highlighted. This made e-commerce companies need to optimize their delivery processes and, consequently, invest in

¹ Bacharelada em Engenharia Civil - Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho. 2021.

² Mestre em Geotecnia – Docente da Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho. 2021

infrastructure compatible with the demands. Therefore, many institutions demanded their capital for investments in the construction of logistics warehouses in strategic regional points, in a period of economic crisis, which was reflected in the increase in the prices of civil construction inputs. Faced with the demand for new constructions and rising costs, engineering professionals needed to find technical solutions that had less impact on construction budgets. Thus, this work consists of a bibliographical research, supported by a case study, through the technical and economic feasibility between the use of polypropylene macrofiber and metallic fiber, normally used for the execution of floors in industrial sheds. In addition, this also points to the influence of the Covid-19 pandemic on the variation in the prices of these materials in the market. The case study presented will serve as a quantifying agent in the economic analysis, considering the price difference between the use of these types of fiber on the floor of a refrigerated warehouse built in the state of Pernambuco. Thus, within the current scenario chosen, it was concluded that the use of both types of fibers is technically possible, however, in economic aspects, based on research with suppliers of these materials, associated with the case study, the polypropylene macrofiber presented itself as the lowest cost option.

Keywords: Polypropylene Macrofiber. Steel fiber. Cost. Technical viability.

INTRODUÇÃO

Uma das consequências gerada pelo isolamento social estabelecido desde o início da pandemia do COVID-19 no Brasil, em março de 2020, foi o aumento das compras online, uma vez que as pessoas necessitavam consumir produtos tanto para necessidades pessoais, quanto profissionais, mas não deveriam sair de suas residências.

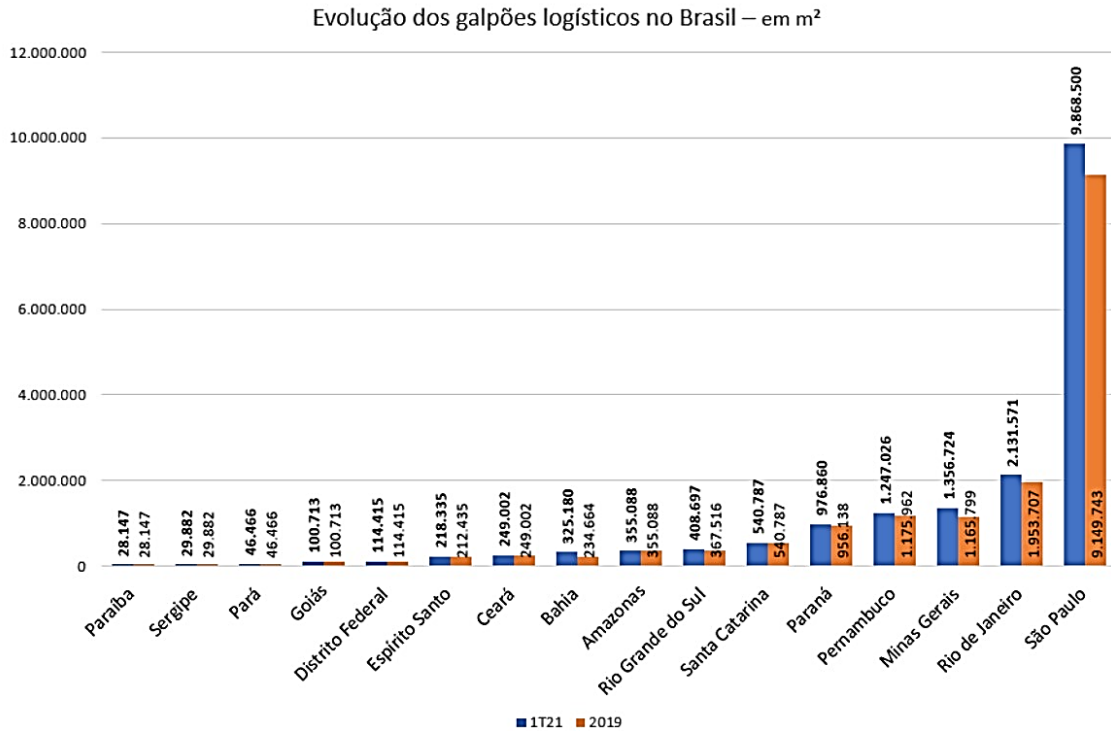
Mesmo que as vendas por lojas virtuais já estivessem em ascensão, esse cenário gerou um aumento inesperado em um curto intervalo de tempo, de tal forma que esse status se mantém até hoje. Ainda, segundo Santos (2020), esse crescimento tende a se manter, visto que os consumidores já desenvolveram o hábito de comprar online. Essa alta demanda no e-commerce também estimula a otimização do setor logístico, com o propósito de tornar as empresas mais competitivas no mercado, reduzindo custo e prazo de entrega, aumentando a qualidade do serviço, assim como a satisfação do cliente.

Para isso, essas empresas contam com estratégias, tais como o *last mile*, que visa criar uma rede flexível e ágil de entrega, por meio de pontos estratégicos de distribuição e adequada capacidade de entrega. No entanto, segundo o Camodal Digital também em 2021, essa logística também depende da quantidade de motoristas, condições de infraestrutura da cidade, condições climáticas etc.

Dessa forma, o mercado dos galpões logísticos também passa por um período de ascensão, devido à necessidade de centros de recebimento, separação, armazenagem e distribuição para atender aos objetivos apontados anteriormente.

Carvalho (2021) afirma que entre janeiro e setembro de 2021 o volume de novos galpões entregues alcançou 1,1 milhão de m², vale ressaltar o destaque de expansão para as regiões de Cajamar-SP, Extrema-MG e a região Nordeste do país, que, segundo SiiLA (2021, *apud* LIMA, 2021), no primeiro trimestre de 2021 superou a produção gerada em todo o ano de 2020, como pode ser observado no Gráfico 1.

Gráfico 1- Evolução dos galpões logísticos no Brasil.



Fonte: Lima (2021).

Apesar da pandemia ter estimulado a expansão da quantidade de galpões logísticos, esse cenário também trouxe impactos econômicos para a construção civil, que, de acordo com Nascimento (2021), estão evidenciados pela baixa disponibilidade de materiais da construção e o aumento tanto do custo dos insumos, quanto da taxa de juros. Vasconcelos

(2021) afirma que a alta no custo dos insumos pode ser comprovada pelo Índice Nacional de Custo da Construção (INCC) de materiais e equipamentos que nos últimos quatro trimestres apresentou o acumulado de 30,24%, como está evidenciado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - INCC de materiais e equipamentos.



Fonte: Vasconcelos (2021).

Diante disso, Vasconcelos (2021) também indica que 54,2% dos empresários da construção apontam a falta dos insumos e seus respectivos custos como o principal problema do setor. Assim, esses necessitam encontrar soluções tecnicamente viáveis e com o menor custo, diante da situação do mercado, para atender a demanda e prazos das obras.

Para os galpões industriais, especificamente para a execução dos pisos, é fundamental analisar qual a opção técnica e financeira mais favorável, uma vez que o aço, presente no reforço estrutural, teve aumento de aproximadamente 130% entre os anos de 2020 e 2021, segundo Bonardi (2021).

Bonarkdar e Mahoney (s.d.), indicam que o reforço de pisos de concreto pode ser realizado em barras ou tela de aço, ou então com CRF (Concreto Reforçado com Fibras) especificamente com fibras de aço ou sintética. Assim, cabe aos responsáveis técnicos da elaboração e execução do projeto analisar qual a alternativa de melhor desempenho. Visto que, segundo Figueiredo (2011), o CRF pode ser utilizado em substituição ao concreto armado para elementos estruturais como pisos industriais.

Macêdo Leite (2018) afirma que as fibras de aço são tradicionalmente mais utilizadas para o reforço estrutural do concreto, mas que nos últimos anos as macrofibras sintéticas veem ganhando espaço nesse mercado e demonstrando desempenho técnico semelhante ao de aço, segundo as pesquisas da VIAPOL (2021).

Diante disso, este trabalho realiza o estudo comparativo da viabilidade técnica e econômica entre a dosagem de CRF com fibra metálica e com macrofibra de polipropileno para a execução de pisos industriais em Pernambuco.

Com relação aos critérios econômicos foram avaliados pontos como o custo de cada fibra, seu consumo médio por m³ e disponibilidade no mercado. Já nos parâmetros técnicos, abordou-se pontos como propriedades mecânicas, afloramento de fibras e qualidade do acabamento.

METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma pesquisa do mercado atual do estado de Pernambuco com relação à produção de pisos industriais com CRF, assim como a análise da influência da pandemia do COVID-19 na variação dos preços das macrofibra metálica e de polipropileno. Para isso, foi realizada uma pesquisa de campo quantitativa-descritiva, a qual baseou-se na coleta de dados, através de cotações com empresas fornecedoras de fibra metálica e macrofibra de polipropileno em Pernambuco, que possibilitaram a montagem das tabelas de preços.

Para interpretação dos valores obtidos, fez-se uso da análise descritiva, que segundo o conteúdo do blog da FIVE ACTS “é um instrumento imprescindível quando se busca retratar comportamentos e tendências a partir de fenômenos reais” (ANÁLISE..., 2021) a fim de entender como os preços variaram ao longo da pandemia, visto que foram coletados dados do 1º trimestre de 2020 e primeiro e quarto trimestres de 2021.

Em paralelo, a fim de analisar a viabilidade técnica da utilização de cada uma das fibras, foi realizada uma revisão bibliográfica (que se encontra detalhada no tópico “Resultados e Discussões” deste artigo), para analisar o estado da arte da substituição da fibra metálica pela macrofibra de polipropileno, apontando as principais propriedades do concreto nos estados fresco e endurecido.

Após a obtenção dessas informações, realizou-se um estudo de caso no qual foi elaborado o comparativo de custo da

dosagem do CRF com fibra metálica e macrofibra sintética para um piso industrial de um galpão refrigerado construído em Pernambuco, cujo projeto encontra-se no Anexo I. A área analisada, denominada **antecâmara**, corresponde a cerca de 2.973m², a qual foi projetada para suportar cerca de 6t/m² e cujo dimensionamento estrutural considerou o reforço do concreto com 5kg/m³ de macrofibra de polipropileno. Para viabilizar a comparação equalizada entre os dois tipos de fibras, o projetista desse piso também apontou que para a utilização da fibra metálica seriam necessários 22,5kg/m³ dessa fibra para suportar a mesma carga e apresentar o mesmo desempenho do projeto original.

Dessa forma, com base nos consumos de fibras apontados pelo projetista do piso, também foram elaboradas tabelas apresentando o custo (apenas com a fibra) para a execução da antecâmara do galpão para cada uma das opções apontadas pelo projetista (Fibra de aço ou macrofibra de polipropileno). Isso viabilizou analisar a melhor opção financeira e como o custo total com fibra variou ao longo da pandemia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como foi apresentado anteriormente, este comparativo de viabilidade aborda dois critérios principais: o técnico e o financeiro. Dessa forma, a seguir serão apresentados cada um desses itens.

VIABILIDADE TÉCNICA

De acordo com Macêdo Leite (2018), o CRF pode ser utilizado em estruturas com alta capacidade de distribuição de tensões, como por exemplo, o revestimento de túneis, radiers e pisos industriais. Para esse último, tem-se a opção da utilização de concreto reforçado com tela ou barras de aço, assim como as fibras de aço ou macrofibras de polipropileno.

Bonakdar e Mahoney (2022-?) afirmam que o CRF pode ser produzido com diferentes tipos de fibras, dependendo principalmente da função que a peça deva desempenhar. No caso de concreto para pisos de galpão, as macrofibras de aço e sintéticas (polipropileno) são as mais utilizadas, visto que melhoram propriedades como controle de fissuras por retração/temperatura, proporcionam resistência pós-fissuração, resistência à flexão e tensão ao concreto, sendo capazes de substituir as telas de aço e os vergalhões.

Apesar da fibra de aço ter mais tradição na execução do concreto reforçado com fibra para pisos no Brasil, nos últimos anos a aplicação da macrofibra de polipropileno está amplamente difundida no mercado brasileiro, segundo Salvador e Figueiredo (2013). Esses também relatam que, apesar do aumento da utilização desse material, o comportamento mecânico desse concreto deveria ser mais bem avaliado.

Diante da crise econômica gerada pela pandemia do COVID – 19 e da necessidade de encontrar soluções técnicas e economicamente viáveis, empresas fabricantes de fibras para concreto investiram em pesquisas como forma de garantir a continuação das atividades diante da crise. Pode-se citar empresas como a VIAPOL que se destacou na fabricação de macrofibras sintéticas devido às inovações apresentadas ao mercado, como apresentado pelo Engenheiro Gustavo Polidoro, durante a 25ª semana de Engenharia do IEP, quando inferiu sobre as patentes desenvolvidas pela empresa a fim de aperfeiçoar o desempenho das macrofibras sintéticas: sistema de fibrilação pra ancoragem, que visa melhorar a união entre fibra e concreto, e o sistema twist, que tem o objetivo de ajudar na melhor distribuição da fibra no concreto evitando a formação de “ouriços”.

No Brasil, estudos de Figueiredo (2000; 2011) apontam a eficiência da fibra de aço na utilização de reforço estrutural de pisos. Outro exemplo que se pode citar é a NBR 15530 2019) que trata sobre os requisitos e métodos de ensaios para esse tipo de concreto. De acordo com Figueiredo (2011) as fibras de aço, que possuem alta resistência e alto módulo de elasticidade, atuam como reforço do concreto, podendo substituir a armadura convencional em algumas aplicações.

Salvador e Figueiredo (2013, p.1) apontam que os principais parâmetros que

influenciam no desempenho do CRF são o tipo de fibra (material constituinte, geometria e propriedades de interface com a matriz) e a sua fração volumétrica. De tal forma que, através dos seus estudos, eles indicam que a macrofibra de polipropileno pode ter o mesmo desempenho mecânico que a fibra de aço, desde que seja realizada a dosagem adequada do CRF para se atingir o mesmo resultado, sendo indispensável levar em consideração as propriedades e características de cada um desses materiais.

Tabela - Resistência à compressão.

PROPRIEDADE	MACROFIBRA SINTÉTICA	FIBRA DE AÇO
Material	copolímero de polipropileno virgem	aço
Forma	monofilamento / fibrilado	Tipo A1 [21]
Número de filamentos por quilograma	221.000	4.600
Comprimento / mm	54	60
Diâmetro equivalente / mm	0,32	0,75
Massa específica / g/cm ³	0,91	7,85
Módulo de elasticidade / GPa	5	210
Resistência à tração / MPa	570 - 660	1100

Fonte: Salvador e Figueiredo (2013).

Com relação às propriedades do compósito no estado fresco, principalmente no que se refere à abatimento e trabalhabilidade, Macêdo Leite (2018) destaca que a relação dessa propriedade entre o concreto com fibra de aço e a macrofibra sintética dependerá do consumo utilizado, mas que o abatimento do compósito utilizando a macrofibra de polipropileno acaba sendo maior do que com a fibra de aço, isso pode ser explicado pelo fato dessa fibra ser mais maleável do que a outra.

Segundo a VIAPOL (2020-?), a dosagem da macrofibra sintética fica em média entre 1,8

kg/m³ e 12 kg/m³, já a de aço, de acordo com a MACCAFERRI (2020-?), estaria entre 20kg/m³ (não devendo ser menor que isso para pisos) e 80kg/m³. Essa diferença de consumo é justificada principalmente pela quantidade de filamentos por quilograma para cada um desses materiais, uma vez que, segundo Salvador e Figueiredo (2013), a macrofibra apresenta em média 221.000 filamentos/kg, enquanto a de aço possui cerca de 4.600 filamentos/kg.

Segundo o Engenheiro Gustavo Polidoro, em sua apresentação durante a 25ª semana

de Engenharia do IEP, essa quantidade maior de filamento/kg da macrofibra sintética aumenta o número de “pontes de transferência de tensão”, o que compensaria o módulo de tenacidade menor do que a do aço. Outra característica relevante é que mesmo apresentado maior quantidade de filamentos, o concreto com macrofibra ainda assim possui trabalhabilidade melhor do que a do aço, uma vez que é mais maleável, dificultando a formação de “ouriços” no concreto, de afloramento durante do lançamento e acabamento.

VIABILIDADE ECONÔMICA

No que se refere a viabilidade econômica, foram analisados os seguintes itens: Custo

da fibra no primeiro trimestre de 2020, primeiro e no quarto trimestre de 2021.

A pesquisa de preço foi realizada com empresas que fornecessem material para Pernambuco: Kratos, Arcelor Mittal, Top Fibras, Etúria, Viapol e Jal Indústria. Assim, o Quadro 1 apresenta a variação dos preços da macrofibra de polipropileno e o Quadro 2 a dos preços da fibra metálica. Todos esses preços foram obtidos através de cotações com as empresas citadas. Para resguardar as informações dessas, nas tabelas a seguir, as empresas foram designadas de A à F, ordem essa que não se correlaciona com a ordem dos nomes acima citados.

Quadro 1- Variação de preços da macrofibra sintética.

DESCRIÇÃO	EMPRESA	PREÇO /KG		
		1º TRI 2020	1º TRI 2021	4º TRI 2021
MACROFIBRA SINTETICA (FR4>2,0MPA-K90%)	A	R\$ 6,80	R\$ 7,00	R\$ 8,05
	B	R\$ 6,31	R\$ 6,48	R\$ 7,08
	C	R\$ 5,80	R\$ 6,20	R\$ 6,95
	D	R\$ 4,80	R\$ 5,60	R\$ 6,00
	Média	R\$ 5,93	R\$ 6,32	R\$ 7,02

Fonte: Autores (2021).

Analisando o Quadro 1, tem-se que o preço médio por quilograma de macrofibra de polipropileno sofreu o aumento de 15,56% entre março 2020 e novembro de 2021 e 11,08% entre o primeiro e o quarto trimestre de 2021. Enquanto a inflação no período foi de 10,67% e 6,11% respectivamente.

Já o preço da macrofibra de aço está indicado no Quadro 2. Vale ressaltar que apenas foram identificadas duas empresas que realizavam entrega desse material em Pernambuco.

Quadro 2 - Variação de preços da macrofibra de aço.

DESCRIÇÃO	EMPRESA	PREÇO /KG		
		1º TRI 2020	1º TRI 2021	4º TRI 2021
MACROFIBRA DE AÇO	E	R\$ 9,80	R\$ 11,62	R\$ 13,60
	F	R\$ 12,68	R\$ 16,86	R\$ 18,00
	Média	R\$ 11,24	R\$ 14,24	R\$ 15,80

Fonte: Autores deste artigo.³

³ Joice Ferreira Nunes de Araujo e Martônio José Marques Francelino.

Observando o Quadro 2 percebe-se que no primeiro trimestre de 2020 o valor médio da macrofibra de aço era de R\$11,24 e que em novembro de 2021 essa média foi para R\$15,80, representando um aumento 28,86%. Observa-se também que entre o primeiro e o quarto trimestre de 2021 esse material teve aumento de 9,87%.

Com base nos Quadros 1 e 2, nota-se que, entre o 1º trimestre de 2020 e 4º trimestre de 2021, o aumento percentual do preço da macrofibra de polipropileno foi 13,29% menor do que o da fibra metálica. No entanto, entre o primeiro e o quarto trimestre de 2021 esse cenário se inverte e o aumento percentual do custo da macrofibra metálica representou 1,2 % a mais do que o da fibra de aço.

A primeira situação apontada pode ser justificada pelo aumento de cerca de 130% do aço entre 2020 e 2021. Já a segunda condição, pode ser explicada pela alta procura da macrofibra de polipropileno no mercado, o que acarreta a sua baixa disponibilidade. De tal forma que alguns

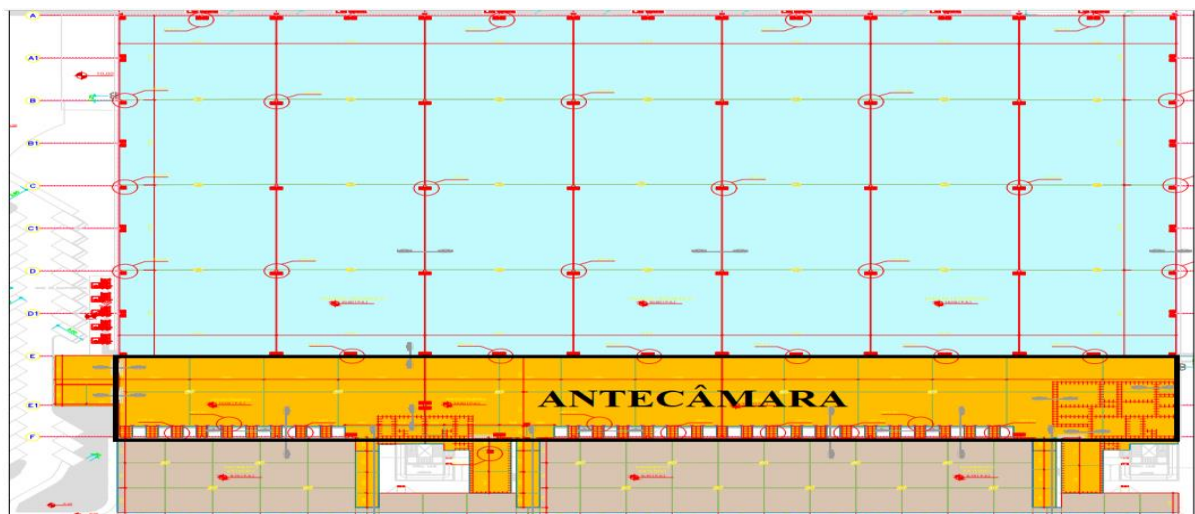
orçamentistas chegam a falar que fibra para concreto é “ouro” no mercado. No entanto, mesmo assim o quilograma dessa fibra ainda acaba sendo mais barato que a de aço.

Estudo de caso

O projeto utilizado neste estudo de caso está presente no Anexo I deste artigo e consiste em um galpão refrigerado com cerca de 20.000m² que foi executado em Pernambuco. Esse tem basicamente três tipos de pisos diferentes: Câmara fria – na cor azul- (concreto reforçado com tela e com microfibra de polipropileno); Antecâmara – na cor laranja - (Concreto reforçado com Macrofibra e microfibra de polipropileno) e o piso externo – na cor cinza – (concreto reforçado com macrofibra e microfibra de polipropileno).

Para este estudo de caso será analisada a área da Antecâmara que corresponde a 2.973m² e espessura do piso de 14 cm, totalizando cerca de 416,22 m³ de concreto, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 - Antecâmara utilizada para análise do estudo de caso.



Fonte: Confidencial (2021).⁴

⁴ A empresa não autoriza a exposição do nome da marca de forma público.

No projeto original o consumo de macrofibra de polipropileno para a Antecâmara é de 5kg/m^3 o que resulta em um total de 2.081,1 kg (esse valor não considera perdas) desse material para concretar a área em estudo. A fim de realizar o comparativo de custo, o projetista do piso foi consultado e esse especificou que, caso a área da Antecâmara tivesse sido projetada com fibra de aço, o consumo de $22,5\text{kg/m}^3$ seria o necessário para suportar 6t/m^2 , assim seriam utilizados 9.364,95 kg

(Esse valor não considera perdas) desse material para concretar a Antecâmara.

Dessa forma, o Quadro 3 apresenta a diferença de custo com fibra entre as duas opções para a Antecâmara do Galpão. Para a composição de custo, foi adotado o menor valor de cada trimestre estudado e apresentado nos Quadros 1 e 2 para macrofibra de polipropileno e de aço, respectivamente.

Quadro 3 - Comparativo de custo com fibra para a Antecâmara.

TIPO DE FIBRA	PREÇO		
	1º TRI 2020	1º TRI 2021	4º TRI 2021
MACROFIBRA DE POLIPROPILENO	R\$ 9.989,28	R\$ 11.654,16	R\$ 12.486,60
MACROFIBRA DE AÇO	R\$ 91.776,51	R\$ 108.820,72	R\$ 127.363,32
Diferença de preço	R\$ 81.787,23	R\$ 97.166,56	R\$ 114.876,72

Fonte: Autores (2021).

Assim, de acordo com o Quadro 3, a diferença de custo, levando em consideração apenas o consumo de fibra, seria R\$ 81.787,23 para o primeiro trimestre de 2020, de R\$ 97.166,56 para o primeiro trimestre de 2021 (Aumento de 18,80% comparado com o primeiro trimestre de 2020) e de R\$ 114.876,72 para o quarto trimestre de 2021 (elevação de 40,46% em comparação com o primeiro de 2020).

Outra análise que pode ser feita com base nos dados apresentados no Quadro 3 é a questão da assertividade do orçamento. A instabilidade do mercado influencia a flutuação dos preços. Para o caso específico da obra em questão, o orçamento inicial para a compra da macrofibra de polipropileno foi realizado no primeiro trimestre de 2021, no entanto, o piso apenas

foi realizado no quarto trimestre de 2021, o que representaria uma diferença de R\$832,44 do valor inicial estimado (caso a fibra tivesse sido comprada apenas quando o piso estivesse próximo à execução). No entanto, se o piso fosse executado com fibra metálica, essa diferença representaria R\$18.542,60, o que geraria um aditivo maior.

Dessa forma, a opção da utilização da macrofibra de polipropileno apresenta-se atualmente como a opção mais viável economicamente.

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Diante de todo respaldo técnico discutido neste artigo, a macrofibra de polipropileno pode ser considerada uma opção

tecnicamente viável para a utilização em pisos de galpões em substituição da fibra metálica, valendo ressaltar que essa análise deve ser validada pelo projetista responsável, tendo em vista a singularidade de cada projeto estrutural.

Dentre essas características técnicas do concreto no estado fresco e endurecido, constatou-se que as duas opções são viáveis, necessitando apenas ajustes da especificação da dosagem devido as propriedades de cada um desses materiais, demandando maior atenção na trabalhabilidade e afloramento de fibra quando da utilização do concreto reforçado com fibras de aço.

Apesar de ainda vivenciarmos os impactos socioeconômicos da pandemia gerada pelo Covid-19, o mercado da construção civil, vem se adaptando dentro do possível dos efeitos danosos da inflação. Alta do dólar e das commodities, interferem diretamente nos custos, e no que tange a viabilidade econômica realizada na presente pesquisa, a macrofibra de polipropileno, apesar de todas as considerações acima, apresenta-se como melhor opção, levando em consideração o menor custo e maior disponibilidade de material e fornecedores no mercado.

Dessa forma, este artigo evidencia a viabilidade técnica dos dois tipos de fibras estudados. No entanto, destaca que, tendo em vista o atual cenário da economia mundial, para Pernambuco, a utilização da fibra de aço não é viável quando existir a opção de se utilizar a macrofibra de polipropileno.

Assim, próximos trabalhos poderiam ser realizados considerando a variação de custo, devido à pandemia, de todos os itens de um orçamento para a execução de um piso industrial, tais como: cimento, aditivos, mão de obra, cura química, tratamento de juntas construtivas.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15530**: Fibras de aço para concreto: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2019. em: Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/26583/abnt-nbr15530-fibras-de-aco-para-concreto-requisitos-e-metodos-de-ensaio>. Acesso em: 02 set. 2021.

ANÁLISE descritiva: o que é e como interpretar os dados. **FIVE ACTS**, 15 jan. 2021. Disponível em: <https://www.fiveacts.com.br/analise-descritiva/>. Acesso em: 02 dez. 2021

BONARKDAR, Amir ; MAHONEY, Michael. **Guia de engenharia para concreto reforçado com fibras**. Ohio: EUCLID GROUP, [2022-?].

CARVALHO, Wellington. Novos galpões somam 1,1 milhão de m² no ano e igualam número de 2020 com um trimestre de antecedência. **InfoMoney**, out. 2021. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/onde-investir/novos-galpoes-somam-11-milhao-de-m2-no-ano-e-igualam-numero-de-2020-com-um-trimestre-de-antecedencia/>. Acesso em: 20 out. 2021.

FIGUEIREDO, Antonio Domingues de. **Concreto com fibras de aço**. 2000. (Boletim Técnico) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00260.pdf. Acesso em: 15 nov. 2021.

FIGUEIREDO, Antonio Domingues de. **Concreto reforçado com fibras**. 2011. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.phd.eng.br/wp->

[content/uploads/2014/07/TD10.pdf](#) .
Acesso em: 20 nov. 2021.

GALHARDI, Raul. Preço do aço afeta retomada da indústria e construção civil. **TRENDSCE**, 30 ago. 2021. Disponível em:
<https://www.trendsce.com.br/2021/08/30/p-reco-do-aco-afeta-retomada-da-industria-e-construcao-civil/>. Acesso em: 26 out. 2021

LAST mile: o que é e como otimizar a operação logística. **INTERMODAL DIGITAL**, 03 ago. 2021. Disponível em:
<https://digital.intermodal.com.br/intralogistica/last-mile-o-que-e-e-como-otimizar-operacao-logistica> . Acesso em: 25 out. 2021.

LIMA, Monique. Demanda do e-commerce por entrega rápida define os novos galpões de logística. **SUNO**, 11 set. 2021. Disponível em:
<https://www.suno.com.br/noticias/ecommerce-galpoes-fiis-logistica/> . Acesso em: 20 out. 2021.

MACCAFERRI. **Fibras como elemento estrutural para reforço de concreto.** [2020-?]. Disponível em:
[https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/maccaferri/Fibras como elemento estrutural para reforço de concreto opt.pdf](https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/maccaferri/Fibras%20como%20elemento%20estrutural%20para%20refor%C3%A7o%20de%20concreto%20opt.pdf) . Acesso em: 09 nov. 2021.

MACÊDO LEITE, Alex. **Avaliação do uso de macrofibra polimérica na composição de concreto para fins estruturais.** 2018. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em Engenharia Civil (Engenharia de Estruturas) e área de concentração em Estruturas – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

NASCIMENTO, Luciano. Falta de material e custos impactam a indústria da construção. **Agência Brasil**, 25 out. 2021. Disponível em:
<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/>

[noticia/2021-10/falta-de-material-e-custos-impactam-industria-da-construcao](#). Acesso em: 01 nov. 2021.

SALVADOR, Renan Pícolo ; FIGUEIREDO, Antonio Domingues de. **Análise comparativa de comportamento mecânico de concreto reforçado com macrofibra polimérica e com fibra de aço.** 2013. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível:
<https://doi.org/10.1590/S1517-70762013000200003> . Acesso em: 10 nov. 2021.

SANTOS, Simone. Galpões logísticos têm ano perfeito, com vários setores alavancando o crescimento. **Associação Brasileira de Logística**, 09 nov. 2020. Disponível em:
<https://www.abralog.com.br/noticias/galpoes-logisticos-tem-ano-perfeito-com-varios-setores-alavancando-o-crescimento/>. Acesso em: 10 out. 2021.

VASCONCELOS, Leda. Desempenho Econômico da Indústria da Construção Civil e perspectivas: 3º Trimestre de 2021. **Câmara Brasileira da Indústria da Construção**, out. 2021. Disponível em:
<https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2021/10/desempenho-const-civil-3o-tri-2021-final.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2021.

VIAPOL. **TUF-STRAND:** Concreto reforçado com fibra. São Paulo: Euclid Group, [2020-?]. Disponível em:
<http://viapol.com.br/media/132840/apre-fibrascompressed.pdf> . Acesso em: 10 nov. 2021.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho ao meu Deus e agradeço por ele ter colocado pessoas tão abençoadas em minha vida, em especial: minha mãe (Marileide Gomes), meu pai (Jailton Nunes), meus irmãos (Mário Nunes e Jandis Nunes), minha pérola (Maysa Nunes), sem dúvidas vocês são fundamentais nessa história. Não poderia deixar de citar: Isaíres Kayla, Hortência Duarte e Jéssica Siqueira, vocês foram irmãs de Faculdade e agora serão irmãs que levarei para a vida. Especial agradecimento aos meus tios e tias: Frei Nunes, Gicélia Ferreira, Josefa Ferreira. Agradeço também ao meu orientador e professor Martônio Francelino por todos os ensinamentos, por ser um exemplo de profissional para mim e por ter aceitado esse desafio. Por fim, meus agradecimentos a todos que contribuíram para a realização do sonho da graduação em Engenharia Civil.

