CBPAT 2020 ANAIS
CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES
DE 15 A 17 DE ABRIL | FORTALEZA - CE
http://dx.doi.org/10.4322/CBPAT.2020.290
ISBN 978-65-86819-05-2

CONTRAPISO FLUTUANTE REFORÇADO COM FIBRAS POLIMÉRICAS

FRÖLICH, AUGUSTO
Engenheiro Civil
UNISC
Rio Grande do Sul; Brasil
augustofrolich@gmail.com

ELLWANGER, LUAN
Acadêmico de Engenharia Civil
UNISC
Rio Grande do Sul; Brasil
luan.ellwanger@gmail.com

SANTOS, MARCUS DANIEL FRIEDERICH DOS
Engenheiro Civil
UNISC
Rio Grande do Sul; Brasil
marcusds@unisc.br

MARTINS, DANIELE DOS SANTOS
Engenheira Civil
UNISC
Rio Grande do Sul; Brasil
dani_martins@hotmail.com

RESUMO

A norma ABNT NBR 15575 introduzida no Brasil em 2013 trouxe ao setor da construção civil uma grande revolução no âmbito de desempenho das edificações habitacionais. Um dos conceitos exigidos pela norma é o de conforto acústico, tendo em vista seu impacto na saúde das pessoas. Dessa maneira, disseminou-se o uso de mantas acústicas para atenuar os ruídos de impacto entre pisos. Porém, isso faz com que o contrapiso fique desvinculado à laje e assim surgem maiores esforços de tração no elemento, sendo necessário reforçá-lo. Nesse contexto, o trabalho buscou analisar o desempenho mecânico do contrapiso flutuante reforçado com fibras poliméricas para verificar se o mesmo pode ser utilizado sobre mantas acústicas, procurando evitar patologias e fornecer isolamento acústico. Foram realizados ensaios mecânicos em amostras reforçadas com dois tipos de macrofibras e em uma amostra de contrapiso autonivelante com fibras incorporadas para avaliar se a adição de fibras gera acréscimo de resistência em comparação com amostras sem reforço. O ensaio de flexão em placas, desenvolvido através da adaptação de uma norma europeia com o intuito de trazer resultados mais reais em relação às solicitações normalmente impostas ao contrapiso flutuante, demonstrou um aumento considerável na resistência à flexão dos exemplares reforçados com fibras. Do mesmo modo, os ensaios de tração por compressão diametral e de tração na flexão de prismas geraram resultados positivos. O ensaio de compressão também apresentou acréscimos na resistência à compressão dos elementos reforçados. Concluiu-se que o contrapiso flutuante reforçado com fibras poliméricas possui desempenho mecânico satisfatório e pode ser utilizado nesse sistema.
Palavras-chave: norma de desempenho, conforto acústico, contrapiso flutuante, fibras poliméricas.

ABSTRACT

The ABNT NBR 15575 standard introduced in Brazil in 2013 brought to the construction sector a major revolution in the context of dwellings' performance. One of the concepts required by the standard is acoustic comfort, given its impact on people's health. Thus, the use of acoustic underlay to attenuate impact noise between floors became widespread. However, this causes the floor screed to be disconnected from the slab and thus greater tensile forces arise in the element, and it is necessary to reinforce it. In this context, the aim of the work was to analyze the mechanical performance of the laying floor screed reinforced with polymeric fibers to verify if it can be used on acoustic underlay, trying to avoid pathologies and provide acoustic insulation. Mechanical tests were performed on samples reinforced with two types of macrofibers and on a sample of self-leveling floor screed with incorporated fibers to evaluate whether the addition of fibers generates an increase in strength compared to samples without fibers. The plate bending test, developed through the adaptation of a European standard in order to bring more real results in relation to the stresses normally imposed on the floating floor screed, showed a considerable increase in the flexural strength of specimens reinforced with fibers. Likewise, the tests of tensile strength by diametrical compression and tensile strength in flexion of prisms generated positive results. The compression test also showed increases in the compressive strength of reinforced elements. It was concluded that the floating floor screed reinforced with polymeric fibers has satisfactory mechanical performance and can be used in this system.
Keywords: performance standard, acoustic comfort, floating floor screed, polymeric fibers.

ISBN 978-65-86819-05-2

1. INTRODUÇÃO

A norma NBR 15575 (ABNT, 2013), introduzida no Brasil em 2013, estabeleceu requisitos para os diferentes sistemas construtivos de edificações habitacionais, entre eles o sistema de piso. O isolamento acústico acabou se tornando fundamental, já que ele oferece ao usuário bem-estar físico e psíquico.

Dessa maneira, para atenuar os ruídos de impacto entre pisos disseminou-se no Brasil a utilização de mantas acústicas posicionadas entre a laje e o contrapiso. Porém, esta técnica é considerada recente e com pouco estudo, podendo gerar patologias no sistema principalmente em relação ao contrapiso, visto que ele fica desvinculado à laje.

Com a finalidade de prevenir patologias, o contrapiso é reforçado com armadura de tela de aço ou com fibras. A adição de fibras pode oferecer o mesmo desempenho comparado com a tela de aço e ainda diminui a espessura da camada e aumenta a produtividade ao eliminar o processo de colocação da tela.

Neste contexto, é necessário verificar se o contrapiso com fibras sobre uma camada elástica pode oferecer um bom desempenho em comparação com o contrapiso com armadura de tela de aço, principalmente em relação à resistência à tração e à flexão do componente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O desempenho acústico em uma edificação é, sem dúvidas, um elemento de grande importância para o conforto do usuário. Vários estudos e pesquisas relatam que ruídos excessivos podem causar problemas de saúde nas pessoas, tanto fisiológicos quanto psicológicos. De fato, a Organização Mundial de Saúde (OMS) considera a poluição sonora um problema de saúde pública mundial (PIRES, 2016).

Consequentemente, com o intuito de trazer conforto acústico ao usuário de uma edificação, deve-se considerar formas de tratamento para a redução de ruídos, as quais variam conforme o tipo de ruído, que é classificado de acordo com a origem e propagação das ondas sonoras. Existem dois tipos de ruído: os ruídos aéreos, que são gerados e propagados através do ar, e os ruídos de impacto, produzidos por meio da percussão sobre um corpo sólido (PEREYRON, 2008).

O sistema de piso é de grande relevância nas edificações, já que este geralmente separa unidades autônomas diferentes e para garantir seu desempenho acústico é necessária a atenuação de ruídos de impacto e de ruído aéreo em caráter obrigatório. A NBR 15575-3 (ABNT, 2013) especifica que o sistema de piso é composto por um conjunto parcial ou total de camadas destinado a atender à função estrutural, de vedação e de tráfego (Figura 1).



Figura 1: Sistema de piso e seus componentes (ABNT, 2013)

As mantas acústicas instaladas em sistemas de piso flutuante são utilizadas para aumentar o isolamento acústico entre dois pavimentos consecutivos, tendo o objetivo de absorver e atenuar os ruídos de impacto gerados no piso. Esse tipo de piso é considerado a solução mais eficaz para reduzir o som de impactos (ZUCHETTO, NUNES e PATRÍCIO, 2016). O material deve possuir características de uma camada resiliente. Duas propriedades definem a eficiência da manta no isolamento acústico. Primeiramente a rigidez dinâmica, que quanto menor o seu valor, maior é o nível de redução sonora. Por último a fluência na compressão, que influencia a eficiência do material ao longo do tempo.

ISBN 978-65-86819-05-2

O contrapiso é considerado um componente do sistema de piso de um edifício e tem a função de regularizar a base para torná-la mais plana, nivelar a superfície, definir caimentos para ralos, servir para embutimento de instalações e melhorar o conforto acústico (SOUZA, 2007). Algumas propriedades importantes desta camada são a resistência mecânica e de aderência, a capacidade de absorver deformações e oferecer condições superficiais adequadas.

Quanto ao meio de aplicação, o contrapiso se diferencia em convencional, que é executado com argamassa seca, do tipo "farofa", e necessita de compactação, e do tipo autonivelante, que é capaz de preencher toda a área apenas com o peso próprio e a ação da gravidade, sem precisar de vibração ou compactação.

O contrapiso flutuante, objeto de estudo deste trabalho, é definido como sendo um sistema composto pelo contrapiso sobre um material resiliente que o desvincula dos elementos estruturais e de vedação da edificação. Neste caso, a camada deve ser reforçada com armadura ou fibras, devido aos maiores esforços de tração introduzidos ao elemento.

As patologias que ocorrem no sistema de pisos comprometem seu estado e prejudicam o desempenho, causando desconforto aos usuários. Muitas vezes essas patologias podem ser relacionadas ao contrapiso mal executado, com dosagens inadequadas ou o uso de técnicas inadequadas de execução. Geralmente as manifestações patológicas que ocorrem no contrapiso são percebidas após a execução do revestimento, ou seja, o tratamento é difícil e custoso, sendo necessário remover tudo e executar novamente. A seguir são definidas algumas manifestações patológicas referentes a contrapisos:

- Fissuras
- Desplacamento
- Esfarelamento e presença de pó na superfície
- Superfícies irregulares

As fibras utilizadas no reforço de elementos de concreto ou argamassa são divididas geralmente em três tipos básicos: as de aço, que são adequadas para o reforço de concretos para fins estruturais, as macrofibras, que são semelhantes às fibras de aço porém tem como vantagem a maior facilidade de homogeneização e distribuição durante a mistura e no acabamento superficial, maior flexibilidade, maior resistência química e durabilidade, e por último as microfibras, que possuem a função de controlar a propagação de fissuras por retração plástica nas idades iniciais do concreto ou da argamassa.

3. METODOLOGIA

O trabalho caracterizou-se pelo estudo experimental do desempenho de contrapisos reforçados com fibras, através da realização de ensaios mecânicos em corpos de prova de contrapisos do tipo "farofa" e do tipo autonivelante, com um traço previamente estabelecido e com diferentes espessuras para avaliar o seu uso em sistemas de pisos flutuantes.

Foi feita a caracterização dos materiais utilizados no contrapiso e dos tipos de fibras empregados para o reforço do compósito. A partir das características dos materiais, foram definidos o traço, o teor de fibras adicionadas e as espessuras do contrapiso a ser ensaiado, tendo base também em referências encontradas na literatura. Ainda, foram especificados os ensaios realizados nas amostras. Dessa maneira, foi possível proceder-se com a produção, moldagem e cura dos corpos de prova da pesquisa para os respectivos ensaios e assim, posteriormente foi feita a avaliação do desempenho dos contrapisos através da análise dos resultados obtidos nos ensaios.

3.1 Caracterização dos contrapisos e seus materiais

Foram utilizados dois tipos de contrapiso, o primeiro do tipo "farofa" produzido no local, e o segundo do tipo autonivelante produzido por uma empresa concreteira. Ambos são compostos por cimento, agregado miúdo e água, porém em diferentes dosagens. Neste item, cada material necessário para produzir o contrapiso convencional, além dos materiais utilizados para o reforço do compósito (fibras poliméricas) foram caracterizados. Como o contrapiso autonivelante é industrializado, suas especificações foram dadas conforme o respectivo fabricante.

3.1.1 Cimento

O cimento utilizado para os ensaios foi do tipo CP IV 32 RS – Cimento Portland Pozolânico. Ele tem baixo calor de hidratação e sua resistência é aumentada com o tempo.

ISBN 978-65-86819-05-2

3.1.2 Agregado miúdo

O agregado miúdo empregado no trabalho é constituído de areia natural e foi obtida em uma loja de materiais de construção localizada na cidade de Santa Cruz do Sul - RS. Para sua caracterização, foram feitos os ensaios de distribuição granulométrica e módulo de finura, de massa unitária e de inchamento.

3.1.3 Água

A água utilizada para a produção do contrapiso é proveniente da rede de abastecimento da Universidade de Santa Cruz do Sul.

3.1.4 Fibras poliméricas

Adotou-se dois tipos de fibras poliméricas para o reforço dos contrapisos, ambas definidas como macrofibras. Suas propriedades foram definidas de acordo com o fabricante do material, sendo que as duas são da empresa VIAPOL. A primeira fibra utilizada foi a TUF-STRAND-SF e a outra foi a TUF-STRAND Maxten. Suas características podem ser observadas na Tabela 1 (VIAPOL, 2018a, 2018b).

Tabela 1 – Características das fibras

Características	Fibra 1: TUF-STRAND-SF	Fibra 2: TUF-STRAND Maxten
Composição	Mistura de polietileno/polipropileno	Copolímero 100% puro
Densidade	0,92 kg/m³	0,91 kg/m³
Comprimento da fibra	40 mm e 51 mm	40 mm e 51 mm
Fator de forma	58 / 74	79 / 102
Resistência à tração	600 – 650 MPa	620 – 685 Mpa
Módulo de elasticidade	9,5 GPa	Não fornecido
Ponto de fusão	160 °C	160 °C
Condutividade térmica e elétrica	Baixa	Baixa
Absorção de água	Desprezível	Desprezível
Resistência aos álcalis e ácidos	Excelente	Excelente
Cor	Branca	Cinza

3.2 Contrapiso autonivelante

O contrapiso autonivelante fornecido pela empresa é fundamentado em tecnologia Italiana e possui como características ser autoadensável, bombeável e de fácil aplicação. O material possui fibras poliméricas incorporadas de dois diferentes tipos: microfibra e macrofibra. Não foi possível obter a especificação dos materiais, das fibras e dos aditivos utilizados neste contrapiso, visto que a tecnologia é patenteada. Entretanto, observou-se que a macrofibra é composta por diferentes materiais poliméricos reciclados.

3.3 Determinação do traço e das espessuras do contrapiso

Foi possível verificar através da literatura que o traço usual de contrapisos "farofa" varia entre 1:3 e 1:4 em volume de cimento e areia média úmida (AUBICON, 2015; FIORITO, 2009; RUBIN, 2015). A dosagem foi feita com os materiais secos, para facilitar o peneiramento do agregado miúdo. Visto que a areia utilizada em obra é proporcionada em estado úmido, foi necessário transformar o traço de acordo com o coeficiente de inchamento do agregado úmido. Optou-se por utilizar um traço de 1:3 em volume de cimento e areia média seca. Assim, convertido em areia úmida o traço ficou 1:3,81 em volume. O contrapiso autonivelante foi entregue pronto, restando apenas o procedimento de moldagem dos corpos de prova.

Para o trabalho, foram definidas as espessuras presentes na Tabela 2 para a moldagem dos corpos de prova em placas. Mesmo que na literatura foram encontradas espessuras utilizadas entre 4 e 8 cm (AUBICON, 2015; TECHNÉ, 2010), escolheu-se ensaiar amostras com 2 cm e 3 cm para verificar o comportamento frente aos esforços mecânicos e analisar se sua utilização seria possível em contrapisos flutuantes.

ISBN 978-65-86819-05-2

Na amostra de contrapiso reforçado com fibras poliméricas, definiu-se ainda o teor de fibras adicionadas ao compósito. Para isso, buscou-se em especificações e recomendações de fabricantes e associações a proporção indicada de fibras. Nesse contexto, a ANAPRE (2011) recomenda para pisos industriais a adição de uma quantidade compreendida entre 2 kg/m³ a 6 kg/m³ de fibras. A empresa VIAPOL (2018b) sugere na ficha técnica da fibra TUF-STRAND-SF a dosagem de 1,8 kg/m³ a 12 kg/m³. Por outro lado, na ficha da fibra TUF-STRAND Maxten a dosagem recomendada é de 1,8 kg/m³ a 6,0 kg/m³ (VIAPOL, 2018a).

Para atingir a consistência seca esperada, foi necessário adicionar água até que o material ganhasse trabalhabilidade para moldar os corpos de prova. Assim, a relação água/cimento foi obtida no momento da mistura dos materiais e resultou no valor de 0,68. Desse modo, na Tabela 2 são demonstrados o traço, a relação água/cimento, o teor de fibras e as espessuras utilizados no trabalho.

Tabela 2 – Características do contrapiso ensaiado

Tipo de contrapiso	Consistência	Traço (cimento:areia média seca)	Relação A/C	Teor de fibras	Espessuras (cm)
Farofa	Seca	1:3	0,68	2 kg/m³	2 / 3 / 4 / 5 / 6
Autonivelante	Fluída	Definido pelo fabricante			

3.4 Ensaios realizados para avaliação das amostras

3.4.1 Resistência à compressão

Como não existem normas específicas para contrapisos, neste trabalho decidiu-se realizar o ensaio de resistência à compressão de acordo com a norma NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos (ABNT, 2018), que trata sobre o ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos de concreto. Foram moldados 3 corpos de prova cilíndricos com diâmetro de 10 cm e altura de 20 cm para cada tipo de contrapiso. O ensaio de resistência à compressão foi feito apenas para a idade de 28 dias.

3.4.2 Resistência à tração por compressão diametral

O ensaio de resistência à tração por compressão diametral foi feito conforme a norma NBR 7222: Concreto e argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos (ABNT, 2011). As dimensões dos corpos de prova para este ensaio são iguais às dimensões dos exemplares do ensaio de compressão, ou seja, 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura. Foram moldados 3 corpos de prova e o ensaio foi feito na idade de 28 dias para cada tipo de contrapiso.

3.4.3 Resistência à tração na flexão e à compressão de prismas

Para o ensaio de flexão em prismas foi utilizada a norma NBR 13279 (ABNT, 2005) como base, que se refere à determinação da resistência à tração na flexão e à compressão de argamassas para assentamento e revestimento de paredes e tetos. A norma especifica as dimensões do corpo de prova em 4 cm de largura, 4 cm de altura e 16 cm de comprimento. Para cada tipo de contrapiso foram moldadas 3 amostras de prismas para executar o ensaio. Esse ensaio possibilita a análise do comportamento à tração na flexão, e após a ruptura do corpo de prova, pode-se utilizar as metades do mesmo para realizar o ensaio de compressão.

3.4.4 Flexão em placas

O ensaio de flexão em placas de contrapiso tem a finalidade de avaliar o seu comportamento à tração, de forma a obter um resultado mais real, já que esta solicitação é a que normalmente ocorre nos contrapisos flutuantes. Não há normatização brasileira a respeito do ensaio de flexão em placas. Por isso, foi adotada como referência a recomendação europeia EFNARC *Three point bending test on square panel with notch*, elaborada pela organização *Experts for Specialised Construction and Concrete Systems* (EFNARC, 2011). Nesta recomendação, é testada a resistência à flexão em amostras de concreto com fibras. Os corpos de prova possuem a geometria de uma placa quadrada com 60 cm de lado e 10 cm de espessura e uma carga linear é aplicada no centro do vão de um dos lados da placa através de um cilindro, conforme a Figura 2.

ISBN 978-65-86819-05-2

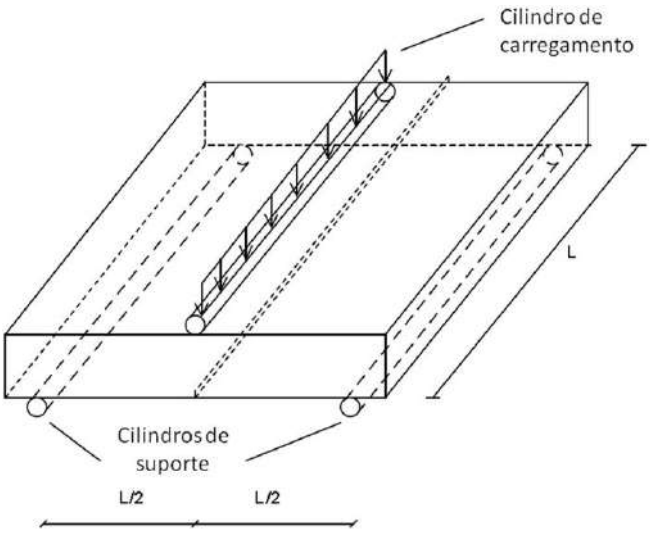

Figura 2: Esquema do ensaio de flexão em placas

Para os contrapisos analisados, as amostras foram adaptadas para as espessuras indicadas na Tabela 2, sendo que para cada espessura foram moldados 2 corpos de prova. A dimensão da placa também foi modificada, com o objetivo de facilitar a execução do ensaio e a concepção do gabarito de fôrmas para a moldagem dos corpos de prova. Por esse motivo, as placas têm 30 cm de lado, mantendo sua geometria quadrada. A resistência à flexão é dada pela Equação 1.

$$\sigma_r = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (1)$$

3.5 Análise dos resultados

Após a moldagem e cura, aos 28 dias de idade os corpos de prova foram submetidos aos ensaios especificados. Finalmente, foi possível proceder com a análise dos resultados destes ensaios para avaliar o desempenho das amostras de contrapiso. Foram analisadas as resistências de compressão, de tração por compressão diametral e tração na flexão. Como referência de desempenho adequado foram estabelecidos os requisitos presentes na Tabela 3, valores estes que são recomendados pela AUBICON (2015).

Tabela 3 – Requisitos para as amostras de contrapiso (AUBICON, 2015)

Ensaio	Requisito
Resistência à compressão (fck)	≥ 10,0 MPa
Resistência à tração por compressão diametral	≥ 1,0 MPa
Resistência à tração na flexão	≥ 1,0 MPa

4. RESULTADOS

Nesta seção, os resultados referentes aos ensaios propostos são demonstrados. Os resultados foram avaliados conforme os requisitos da Tabela 3 e foi realizada uma comparação entre os resultados de cada ensaio para verificar o efeito da adição de fibras no aumento ou diminuição da resistência.

4.1 Resistência à compressão

Os resultados do ensaio de resistência à compressão são apresentados na Figura 3. Analisando, pode-se observar que todas as amostras atenderam de forma satisfatória o requisito de 10 MPa de resistência à compressão estabelecido pela AUBICON (2015). A adição de fibras objetivou o aumento de resistência à tração e à flexão, mesmo assim houve um acréscimo de resistência de 4,97% e 13,53% através da adição das fibras 1 e 2, respectivamente. O contrapiso autonivelante apresentou melhores resultados, com resistência 23,39% maior que a amostra sem reforço, 17,55% maior que a fibra 1 e 8,69% maior que a fibra 2.

ISBN 978-65-86819-05-2

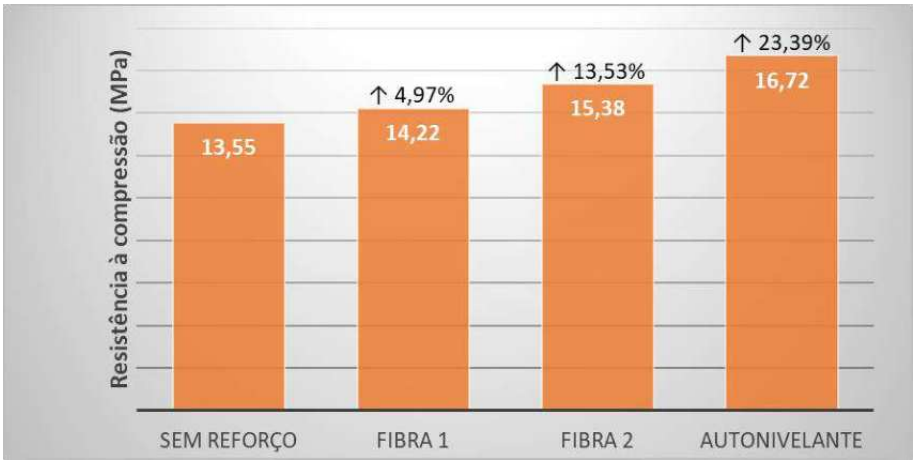

Figura 3: Resistência à compressão

4.2 Resistência à tração por compressão diametral

Na Figura 4 podem ser verificados os resultados do ensaio de resistência à tração por compressão diametral. Pode-se concluir que os valores de todas amostras atendem à exigência de 1 MPa (AUBICON, 2015), sendo que a fibra 1 apresentou um acréscimo de 5,57% na resistência e o autonivelante aumentou a resistência em 14,77%. A fibra 2 teve um melhor desempenho, com aumento de 26,13% na resistência em relação às amostras sem reforço, 19,47% em comparação com a fibra 2 e resistência 9,81% maior que o autonivelante.

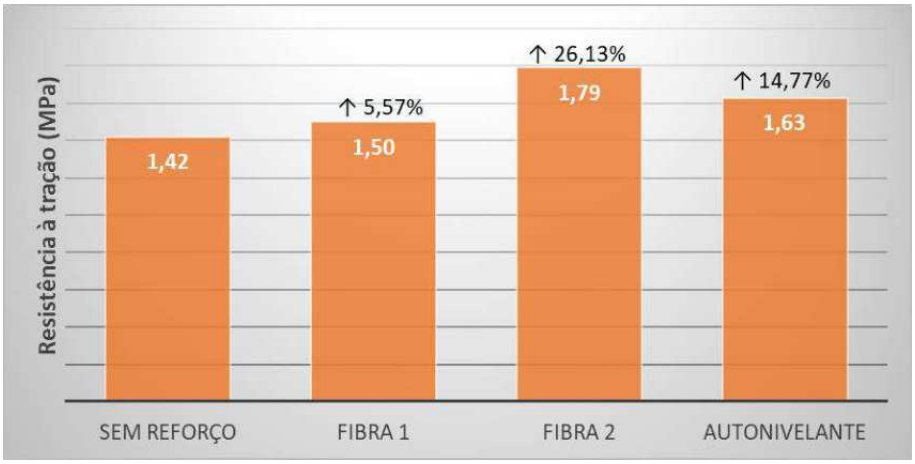

Figura 4: Resistência à tração por compressão diametral

4.3 Resistência à tração na flexão e compressão de prismas

Os resultados referentes à resistência à tração na flexão estão demonstrados na Figura 5 e apresentaram valores aceitáveis frente ao requisito de 1 MPa da AUBICON (2015). Em relação ao acréscimo de resistência, a adição da fibra 1 gerou aumento de 6,31% e a fibra 2 de 2,69%. O contrapiso autonivelante apresentou o melhor desempenho, aumentando em 41,56% a resistência, sendo 33,16% maior que a fibra 1 e 37,85% maior que a fibra 2.

ISBN 978-65-86819-05-2

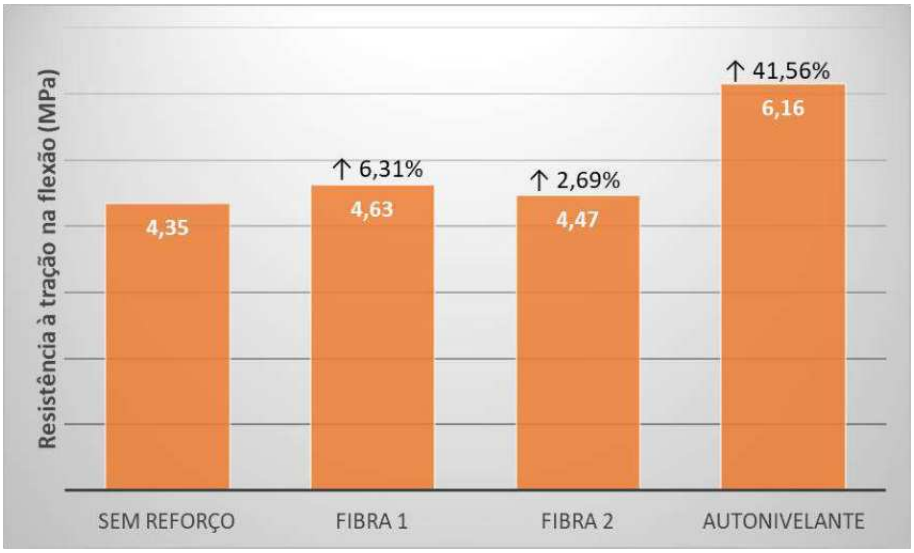

Figura 5: Resistência à tração na flexão de prismas

Os resultados da resistência à compressão podem ser observados na Figura 6. Os valores atenderam à exigência de 10 MPa (AUBICON, 2015). Porém, neste ensaio observou-se que a fibra 1 diminuiu a resistência em 6,10%. Acredita-se que o modo de compactação influenciou esta perda. Por outro lado, a fibra 2 concedeu um aumento de 16,00% e o autonivelante de 49,49%, sendo 59,19% maior que a fibra 1 e 28,87% maior que a fibra 2.

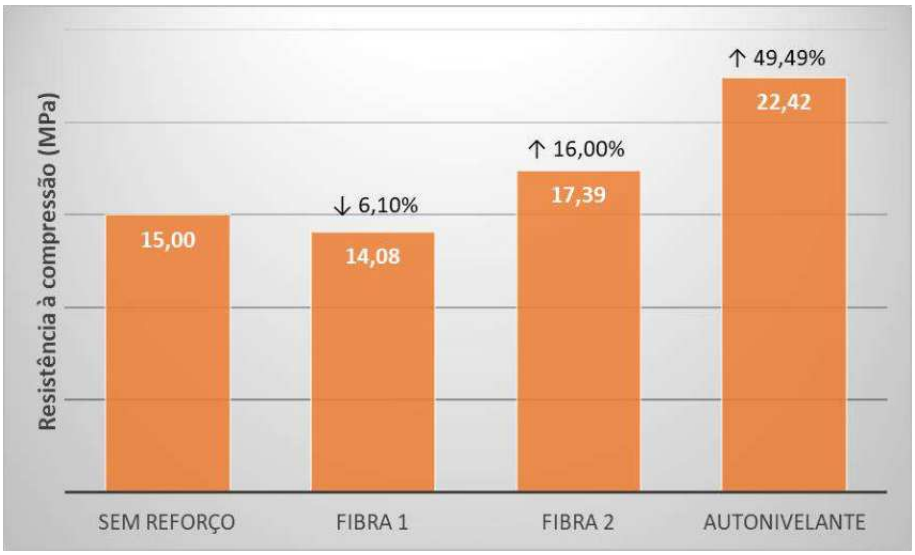

Figura 6: Resistência à compressão de prismas

4.4 Resistência à flexão em placas

O ensaio de flexão em placas forneceu dados que possibilitam entender melhor o comportamento do contrapiso flutuante em relação à solicitação de tração, que normalmente ocorre neste elemento. Através deste ensaio foram obtidos dados referentes à resistência à flexão do material e a relação entre a espessura e a carga de ruptura.

4.4.1 Carga de ruptura

As cargas de ruptura de cada placa encontradas através da realização do ensaio são demonstradas no gráfico da Figura 7, que relaciona a carga com a respectiva espessura da placa.

ISBN 978-65-86819-05-2

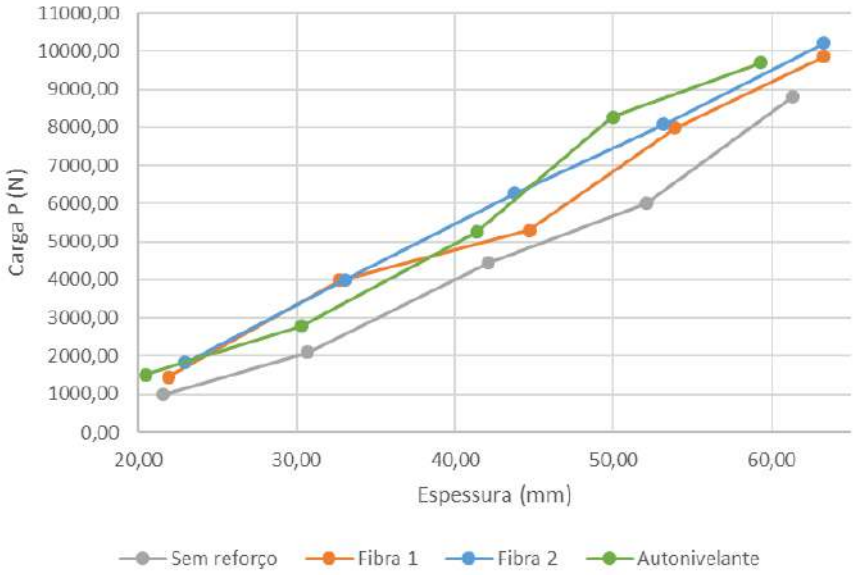

Figura 7: Comparação entre as relações de carga e espessura

Observando os valores do gráfico, pode-se concluir que ao aumentar a espessura do contrapiso, a estrutura passa a resistir mais carga. Isto já era esperado, visto que para proporcionar a mesma resistência à flexão quando um componente aumenta sua altura, a carga em que ocorre a ruptura deve ser maior, conforme a Equação 1. Além disso, todas as amostras reforçadas com fibra resistiram a maiores cargas. Assim, para uma mesma espessura pode-se atingir maiores cargas apenas com a adição de fibras.

4.4.2 Resistência à flexão

A resistência à flexão das placas foi calculada através da Equação 1, utilizando os valores das dimensões da placa e a respectiva carga de ruptura obtida no ensaio. Os resultados de cada amostra são exibidos na Figura 8.

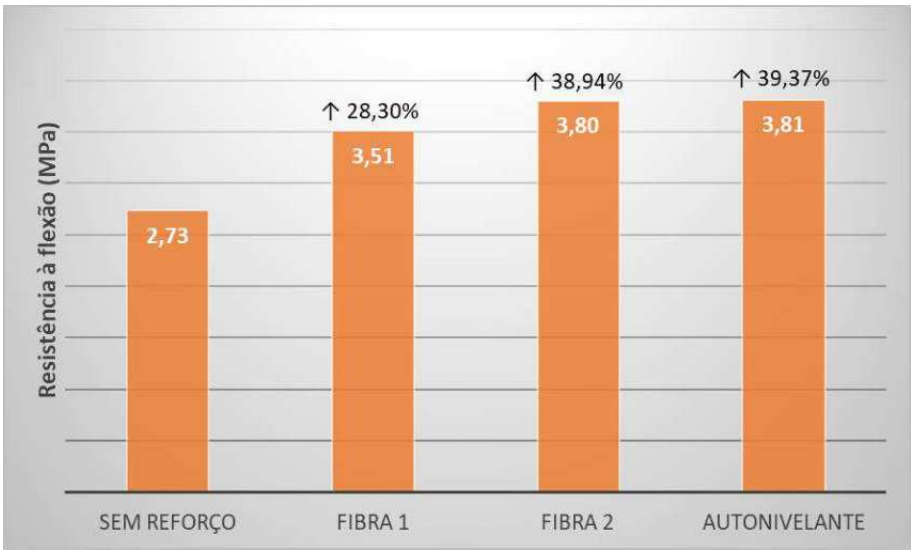

Figura 8: Resistência à flexão das placas

Os resultados demonstram que a adição da fibra 1 acarretou um aumento de 28,30% na resistência à flexão do contrapiso, a fibra 2 apresentou uma resistência 38,94% maior que as amostras sem reforço e o contrapiso autonivelante teve um desempenho 39,37% melhor em relação às amostras sem reforço. Ou seja, este fato comprova a eficiência das fibras no aumento da resistência deste elemento. Os resultados da fibra 2 e do autonivelante foram semelhantes e tiveram mais de 8% de aumento na resistência em comparação com a fibra 1.

ISBN 978-65-86819-05-2

4.4.3 Comportamento das placas

Após a ruptura do compósito, as amostras com fibras forneceram a capacidade de resistir cargas residuais, o que é uma característica de elementos reforçados com fibras. Neste momento ocorreu o fenômeno *strain softening*, onde as fibras se juntam em uma fissura principal e a capacidade de suportar carga é reduzida gradualmente. O contrapiso autonivelante não teve capacidade de suportar cargas residuais, visto que o comprimento das fibras incorporadas ao compósito era curto e com isso as placas não apresentavam resistência residual à tração assim que os corpos de provas rompiam, do mesmo modo que as amostras sem fibras.

5. CONCLUSÃO

O procedimento experimental deste trabalho avaliou o desempenho mecânico de amostras de contrapiso convencional reforçadas com dois tipos de fibra e de contrapiso autonivelante com fibras poliméricas incorporadas em relação aos requisitos estabelecidos pela AUBICON (2015). Ainda, foi feita uma comparação com uma amostra sem reforço para verificar se houve aumento ou diminuição da resistência do compósito.

O ensaio de flexão de placas foi realizado com o objetivo de analisar o comportamento do contrapiso de forma a obter resultados mais reais, visto que esta solicitação é a que normalmente ocorre em contrapisos flutuantes. Os resultados deste ensaio demonstraram que a fibra TUF-STRAND-SF aumentou em 28,30% a resistência à flexão do material, a fibra TUF-STRAND Maxten apresentou resistência 38,94% maior e o contrapiso autonivelante teve resistência 39,37% maior em relação ao contrapiso sem reforço. Além disso, o contrapiso convencional reforçado com fibras ofereceu capacidade de suporte mesmo após a fissuração, resistindo a cargas residuais após a ruptura.

O ensaio de tração na flexão de prismas, recomendado pela AUBICON (2015) para o cálculo da resistência do compósito, também apresentou resultados positivos. Houve um aumento de 6,31% na resistência à tração na flexão do contrapiso reforçado com a fibra TUF-STRAND-SF, 2,69% para a fibra TUF-STRAND Maxten e 41,56% para o contrapiso autonivelante.

A resistência à tração por compressão diametral teve um incremento de 26,13% para a fibra TUF-STRAND Maxten, de 5,57% para a TUF-STRAND-SF e de 14,77% para o autonivelante, demonstrando assim a eficiência do reforço com fibras para o compósito.

O ensaio de resistência à compressão foi realizado de duas formas, sendo o primeiro através de corpos de prova cilíndricos e o segundo por meio das amostras de prismas rompidas no ensaio de tração na flexão. Os exemplares cilíndricos reforçados com fibras tiveram um aumento na resistência à compressão de 4,97% para a fibra TUF-STRAND-SF, de 13,53% para a fibra TUF-STRAND Maxten e de 23,39% para o contrapiso autonivelante. As unidades prismáticas com adição da fibra TUF-STRAND Maxten apresentaram aumento de 16,00% e o contrapiso autonivelante teve desempenho 49,49% em comparação com as amostras sem reforço. De maneira oposta, observou-se que os corpos de prova prismáticos com a fibra TUF-STRAND-SF resultaram em diminuição de 6,10% na resistência à compressão. Este foi o único valor que diminuiu em todos os ensaios realizados.

Por fim, conclui-se que os resultados dos ensaios mecânicos efetuados no trabalho foram satisfatórios. O objetivo de aumentar a resistência à flexão do contrapiso ao adicionar fibras foi alcançado em todas amostras. Além disso, quase todos os exemplares também atingiram resistência à compressão superiores. Com isso, pode-se dizer que as fibras podem ser utilizadas como alternativa ao reforço da camada de regularização, oferecendo um desempenho mecânico adequado e ainda fornecer o benefício de aumento de produtividade na execução do sistema de piso, por eliminar a etapa de colocação da tela de aço.

ISBN 978-65-86819-05-2

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13279: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1: **Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-3: **Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: **Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7222: **Concreto e argamassa — Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2011.

ANAPRE. **Macrofibras sintéticas para pisos industriais – especificações (CF 001/2011)**. São Paulo, 2011.

AUBICON. **Manual técnico – Argamassa de regularização sobre mantas acústicas**. São Paulo, 2015.

EFNARC. **EFNARC Three point bending test on square panel with notch: Flexural tensile strength of fibre concrete on sprayed test specimen**. Reino Unido, 2011.

FIORITO, Antonio José Salvador Ítalo. **Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução**. 2ª ed. São Paulo: Editora PINI, 2009.

PEREYRON, Daniel. **Estudo de tipologias de lajes quanto ao isolamento ao ruído de impacto**. 2008. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

PIRES, Andréa. **Poluição sonora já é considerada um problema de saúde pública mundial**. 2016. Disponível em: <https://www.segs.com.br/saude/13685-poluicao-sonora-ja-e-considerada-um-problema-de-saude-publica-mundial>. Acesso em: 16 fev. 2020.

RUBIN, Ariane Prevedello. **Argamassas autonivelantes industrializadas para contrapiso: análise do desempenho físico-mecânico frente às argamassas dosadas em obra**. 2015. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

SOUZA, Ubiraci Espinele Lemes de. **Argamassa para contrapiso**. Equipe de Obra, 2007. Disponível em: <http://equipedeobra17.pini.com.br/construcao-reforma/12/artigo56461-1.aspx>. Acesso em: 03 dez. 2019.

TÉCHNE. **Contrapiso flutuante**. Ed. 164. São Paulo: Editora PINI, 2010. Disponível em <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/164/artigo286762-1.aspx>. Acesso em 03 dez. 2019.

VIAPOL. **Ficha técnica de produto – TUF STRAND Maxten**. Caçapava, 2018a. Disponível em: <http://www.viapol.com.br/produtos/viapol/fibras/macro-fibra/tuf-strand-max-ten/>. Acesso em: 05 dez. 2019.

VIAPOL. **Ficha técnica de produto – TUF STRAND SF**. Caçapava, 2018b. Disponível em: <http://www.viapol.com.br/produtos/viapol/fibras/macro-fibra/tuf-strand-sf/>. Acesso em: 05 dez. 2019.

ZUCHETTO, L. K; NUNES, M. F. O.; PATRÍCIO, J. V. **Influência das condições de compressão da camada resiliente no desempenho acústico de pisos**. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ACOUSTICS, 22., Buenos Aires, 2016.