

ANÁLISE MECÂNICA DE PLACA CIMENTÍCIA COM ADIÇÃO DE RESÍDUOS DE BORRACHA

¹Laryssa Alves dos Santos (Engenheira Civil pela Universidade de Gurupi-UnirG) E-mail: estudoslary@gmail.com

²Julierme Siriano da Silva (Professor da Universidade de Gurupi-UnirG; Engenheiro Civil pelo Centro Universitário Luterano de Palmas/TO – CEULP/ULBRA; Mestre de Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Tocantins - UFT) E-mail: julierme_piu@uft.edu.br

Resumo: À medida em que a construção civil se inova, a quantidade de resíduos gerados no meio ambiente cresce simultaneamente. O sistema construtivo Light Steel Frame vem avançando no mercado brasileiro, trazendo consigo novos produtos, técnicas e conhecimento. Um desses novos produtos corresponde a Placa Cimentícia, utilizada na vedação interna e externa das construções, proporcionando versatilidade e ótimo custo-benefício. A ideia do aproveitamento de resíduos de borracha proveniente de pneus inservíveis tornou-se uma ótima alternativa para concepção de novos materiais, favorecendo ao meio ambiente e, em alguns casos, mais viáveis financeiramente e tecnicamente do que os materiais convencionais. Neste sentido, este estudo busca apresentar propriedades de uma placa cimentícia com a substituição parcial do agregado miúdo por resíduos de borracha. Além de realizar análises físicas e mecânicas normatizadas pela NBR 15498 (2016), e compara-las aos resultados das placas comercializadas no mercado, para verificar a viabilidade deste produto na construção civil.

Palavras-chave: Light Steel Frame; Material Reciclado; Construção Civil; Meio ambiente.

MECHANICAL ANALYSIS OF CEMENT BOARDS WITH THE ADDITION OF RUBBER RESIDUES

Abstract: As the construction industry innovates, the amount of waste generated in the environment grows simultaneously. The Light Steel Frame construction system has been advancing in the Brazilian market, bringing with it new products, techniques and knowledge. One of these new products corresponds to the cement board, used in the internal and external sealing of the constructions, providing versatility and great cost-benefit. The idea of using rubber waste from waste tires has become a great alternative for designing new materials, favoring the environment and in some cases more financially and technically feasible than conventional materials. In this sense, this study seeks to present properties of a cement board with the partial replacement of the small aggregate by rubber residues. In addition to performing physical and mechanical analyzes normalized by NBR 15498 (2016), and comparing them to the results of the plates commercialized in the market, to verify the viability of this product in civil construction.

Keywords: Light Steel Frame; Recycled material; Civil Construction; Environment.

1. Introdução

A procura por soluções ecologicamente sustentáveis e viáveis é um dos grandes desafios dos profissionais da engenharia civil. Tendo em vista que as atividades ligadas à construção civil tem forte impacto no meio ambiente.

Veronezzi (2016) afirma que aproximadamente 35% de todos os materiais extraídos da natureza anualmente, como madeira, metais, areia, e pedras, são usados pela construção civil.

Pneus inservíveis, que consistem em materiais de decomposição muito lenta, são rotineiramente descartados de forma inadequada na natureza. Atualmente, várias pesquisas estão sendo desenvolvidas para o aproveitamento dos mesmos, tais como em blocos de concreto, misturas asfálticas, telhas, entre outros.

Segundo Mittal e Gill (2018), os pneus usados estão sendo inseridos em diversas aplicações de obras geotécnicas devido às suas propriedades serem viáveis ao que a área deseja, como baixo peso unitário, bom isolamento térmico, amortecimento de vibrações e baixo custo.

Já Oda e Fernandes Junior (2001), afirmam que muitas são as vantagens da adição de borracha pneus descartados ao cimento asfáltico, tais como aumento da durabilidade, flexibilidade, aumento do ponto de amolecimento e redução da susceptibilidade térmica.

Adicionado ao concreto, a borracha fragmentada apresenta menor peso unitário em relação ao concreto simples e boa trabalhabilidade. No entanto, os resultados dos ensaios de compressão e flexão indicaram uma maior redução das propriedades mecânicas da borracha na substituição do agregado graúdo em vez do agregado fino (SOFI, 2017).

Para Barbuta et al. (2016) o uso de resíduos em materiais de construção é um domínio interessante e necessário na construção civil. No caso do concreto, diferentes tipos de resíduos podem ser usados como agregados, como reposição de cimento ou como filler.

Neste contexto, este trabalho visa apresentar uma placa cimentícia, utilizada em sistemas construtivos como o Light Steel Frame, com resíduos de borracha de pneus. Onde serão avaliadas as propriedades físicas e mecânicas da placa com a substituição parcial da areia pela borracha de pneu, o que conseqüentemente diminuirá a extração de areia da natureza.

2. Metodologia

Com embasamento em revisões bibliográficas, periódicos técnicos e principalmente a Associação Brasileira de Normas Técnicas, esta pesquisa tem como objetivo a produção de placas cimentícias com borracha de pneus inservíveis incorporadas em sua composição para análise qualitativa e quantitativa. Onde neste item será abordada toda a sequência de execução dos trabalhos para validação da hipótese enunciada no trabalho, a Figura 1 mostra de maneira sucinta as etapas da execução.

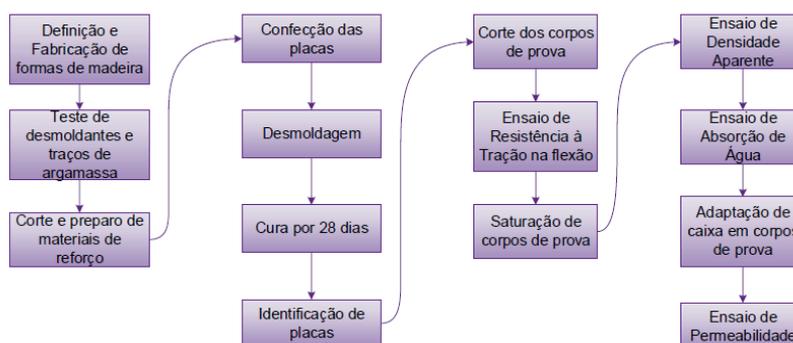


Figura 1 – Fluxograma de execução da hipótese.

2.1. Caracterização da placa (corpo de prova)

As amostras de placas cimentícias tiveram respectivamente três porcentagens de adição de borracha em sua composição, que são 5%, 7,5% e 10%, com quatro peças para cada, totalizando 12 placas cimentícias para análises físicas e mecânicas.

Quanto à dimensão e geometria, a NBR 15498 (2016) afirma que o comprimento e largura da peça devem ser determinados pelo fabricante, podendo ter até 30 mm de espessura atendidos pela norma. Já os corpos de prova devem atender a necessidade de cada ensaio.

A placa é constituída de uma espessura total de 2,5 cm, lembrando que a camada de fibra de vidro, em formato de tiras para melhor reforço quanto à tração na flexão das placas e aglutinação das camadas, foi desconsiderada devido sua pequena espessura, podendo assim serem distribuídos entre os componentes da placa as seguintes dimensões, respectivamente:

Tabela 1 – Espessura de cada camada da placa cimentícia.

Camadas	Espessura (cm)
Concreto de alta densidade	0,5
Fibra de vidro	-
Concreto com adição de borracha	1,5
Fibra de vidro (segunda camada)	-
Concreto de alta densidade (segunda camada)	0,5
TOTAL	2,5

Fonte: Autor (2018)

As demais medidas para fabricação da placa cimentícia com adição de resíduos de borracha, do qual teve como objetivo fazer os ensaios para determinação de sua viabilidade foi 100 x 25 x 2,5 cm, representando comprimento, largura e espessura respectivamente. Sendo que, a quantidade de amostras previstas para realizar essa análise foi de 4 unidades por tipo de placa.

As partículas de borracha utilizadas em materiais de construção civil variam conforme a sua trituração e a necessidade do material em que será adicionado. Humphrey et al., (1993), estudou as diferentes formas de uso dos pneus processados na construção civil, e quatro denominações são utilizadas (Figura 2). Na placa para estudo foram utilizados na composição do concreto leve aditivado, os desbastes de pneus.

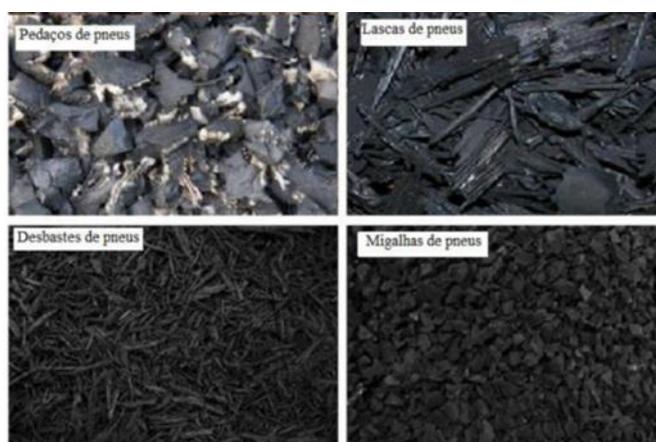


Figura 2 – Diferentes processamentos de pneus inservíveis.

Fonte: Edinçliler *et al.* (2010).

Com isso, foi definido o traço (cimento: areia) em 1:2 em massa, e fator a/c de 0,55 por peso, com a possibilidade de incorporação dos desbastes de pneu (aproximadamente 2cm de comprimento) em teores de 5%, 7,5% e 10% sobre o concreto, objetivando analisar o potencial de produção das placas de dimensão (100 x 25 x 2,5) cm, com o auxílio de formas de madeira. Lembrando que para as camadas de concreto de alta densidade, será adicionado a este mesmo traço 2,5% de aditivo plastificante.

2.2. Propriedades Mecânicas e Físicas

Com a placa fabricada foi realizada a determinação das características mecânicas, através do ensaio de resistência quanto à tração na flexão. E para a obtenção das

propriedades físicas foram realizados os ensaios de densidade aparente, absorção de água e permeabilidade.

2.2.1. Resistência à tração na flexão

Este ensaio avalia as tensões de resistência à tração na flexão em estado saturado e de equilíbrio de placas cimentícias reforçadas com fibras, fios, filamentos ou telas. E para estudo está sendo definido o estado de equilíbrio.

Para efetuar o ensaio necessita-se de quatro corpos de prova de cada placa, sendo 2 para ensaios longitudinalmente e os outros 2 para os ensaios transversais. A dimensão para as amostras é dada, segundo a NBR 15498, na tabela a seguir:

Tabela 2 – Dimensões dos Corpos de prova

Forma do corpo de prova	Comprimento (mm)	Largura (mm)
Quadrado	250 ± 20	250 ± 20
Retangular	Distância entre apoios de ensaio +40	≥ 100

Fonte: NBR 15498 (Adaptada pelo autor).

O dispositivo usado para o ensaio de resistência à tração na flexão contém dois suportes paralelos, um fixo, outro com alinhamento livre, e uma barra de carregamento. O ensaio foi feito no dispositivo da empresa TETO, onde a distância entre os eixos de suporte é de 30cm, e devido este fato ficam definidas as dimensões de 50 x 25 cm (comprimento x largura), portanto um corpo de prova retangular.

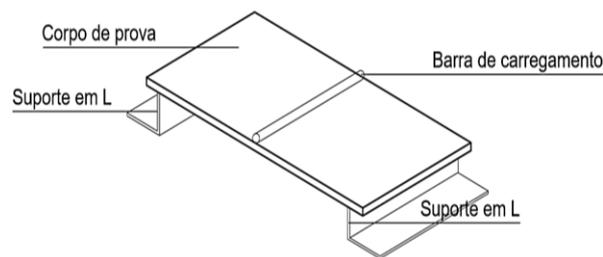


Figura 3 – Dispositivo de ensaio por flexão.

Fonte: Adaptado da NBR 15498 (2016).

O corpo de prova é apoiado nos suportes, com a face a ser exposta na instalação voltada para cima, com a barra de carregamento sendo aplicada ao longo da sua linha mediana. É ideal que a ruptura do corpo de prova ocorra entre 10s e 30s, e posteriormente é calculada a resistência à tração pela expressão dada:

Equação 1 – Resistencia à tração na flexão

$$R_f = \frac{3P_{max} \times L}{2b \times e^2}$$

Sendo:

R_f = Resistencia à tração na flexão

P_{max} = Carga de ruptura por flexão

L = Distancia entre eixos dos suportes

b = Largura do corpo de prova

e = Espessura média do corpo de prova

A resistência à tração na flexão deve atender aos valores indicados na Tabela 3, do qual os valores médios não podem ser menores que 70% dos valores especificados:

Tabela 3 – Requisitos de resistências à tração na flexão

Categoria	Placas da classe A (Mpa)	Placas da classe B (Mpa)
1	-	4
2	4	7
3	7	10
4	13	16
5	18	22

Fonte: Adaptado de NBR 15498 (2016)

2.2.2. Densidade Aparente

Para a determinação da densidade aparente das placas cimentícias, serão necessários quatro corpos de prova, que devem ter pelo menos 20 cm² de área superficial cada. Estes corpos de prova podem ser extraídos das amostras do ensaio feito para determinação da tração na flexão. A área superficial dos corpos de prova tirados para o ensaio varia de 120 a 130 cm², assim sendo atendido pela norma.

Neste ensaio foram usados a estufa ventilada com capacidade de temperatura de 100°C a 110°C, e uma balança com resolução de 0,01 g, com capacidade para estabelecer a massa das amostras imersas e não imersas.

Na execução do ensaio, segundo a NBR 15498 (ABNT, 2016), no caso da placas com espessura acima de 20mm o corpo de prova deve ser previamente saturado por 48h, e após isso serem retirados e enxugados com um pano úmido. A determinação da massa úmida saturada (Mu) é feita pela pesagem do corpo de prova saturado, e logo após é feita a pesagem da amostra imersa para descobrir a massa imersa (Mi).

Em seguida o corpo de prova é mantido em estufa a uma temperatura de 100°C a 110°C por cerca de 24h, com a finalidade de determinar a massa final (Mf).

A densidade aparente é dada pela equação:

Equação 2 – Densidade aparente.

$$\rho = \frac{Mf}{V}$$

ρ = Densidade aparente (g/cm³);

Mf = Massa do corpo de prova após secagem (g);

V = Volume do corpo de prova (cm³), que é dado pela diferença entre Mu e Mi .

2.2.3. Absorção de água

Com a mesma técnica de amostragem utilizada pelo ensaio de densidade aparente, e a mesma aparelhagem, o ensaio de absorção de água trata-se da saturação do corpo de prova, para determinação da massa inicial (Mi), e a secagem do mesmo em estufa para definir a massa final (Mf). A equação utilizada é:

Equação 2 – Absorção de água.

$$abs = \frac{(Mi - Mf)}{Mf} \times 100$$

Onde:

Abs = absorção de água (%);

Mi = massa inicial (g);

Mf = massa final (g).

2.2.4. Permeabilidade

São retirados três corpos de prova de placas diferentes, podendo ser as mesmas dos outros ensaios. E para a execução deste ensaio é necessária uma caixa adaptada que deve ser selada sobre o corpo de prova, que deve ser suspenso por um dispositivo que permite a ventilação e observação em ambas as faces. Esta caixa deve ter dimensões entre 50 mm e 100 mm da borda do corpo de prova.

A caixa deve ser selada sobre a face superior da amostra, e encher de água em um nível superior a 20 mm. E então deve ser mantido à uma temperatura de 23 ± 10 °C e umidade relativa de $50\pm 20\%$ por 24h.

Após as 24h deve-se observar a face inferior da placa. Nela podem aparecer traços de umidade na face inferior, mas não deve haver formação de gotas de água, pois isso não é característica para placas com acabamento ou revestidas.

3. Resultados e Discussão

Para confecção das placas foram construídas formas de madeira com as dimensões definidas na metodologia, conforme podemos verificar na Figura 4. Tendo como espessura interna, exatamente os 2,5 cm de espessura da placa. Para então com o método “sanduíche”, todas as amostras serem feitas no mesmo dia, para que não houvesse interferência em sua composição devido tempo e clima. E a fibra de vidro utilizada foi a manta, que devido à pouca aderência entre as camadas, foi adaptada para o formato de tiras.

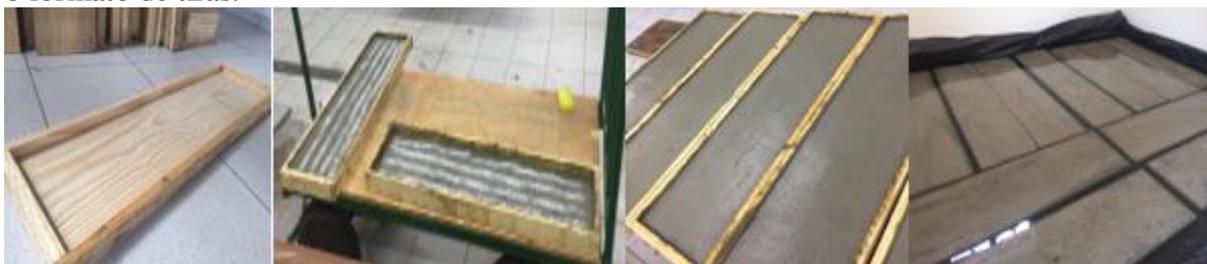


Figura 4 – Confecção de placas.
Fonte: Autor (2019)

3.1. Resistência à tração na flexão

O primeiro ensaio feito após a cura, foi o ensaio de resistência à tração na flexão, e que as mesmas foram cortadas para o tamanho necessário para ensaio, que foi feito no dispositivo da Empresa TETO, em Gurupi-TO, que dispunha de uma distância de 30cm entre os eixos de suporte e operação manual (Figura 5).



Figura 5 – Ensaio de Resistência à Tração na Flexão.
Fonte: Autor (2019)

Os resultados estão dispostos na Tabela 4:

Tabela 4 – Resultados do ensaio de Resistência à Tração na Flexão.

%	CORPO DO PROVA	ESPESSURA MEDIA	Pmax (kg)	Pmax (N)	L (mm)	b (mm)	Fr (Mpa)	MÉDIA Fr
5	5a	25	156	1529,84	300	250	4,40593	4,43
	5b	25	166	1627,9	300	250	4,68836	
	5c	25	141	1382,74	300	250	3,98228	
	5d	25	165	1618,1	300	250	4,66012	
7,5	7,5a	25	123	1206,22	300	250	3,47391	3,16
	7,5b	25	115	1127,76	300	250	3,24796	
	7,5c	25	107	1049,31	300	250	3,02202	
	7,5d	25	103	1010,08	300	250	2,90904	
10	10a	25	126	1235,64	300	250	3,55864	3,86
	10b	25	151	1480,8	300	250	4,26472	
	10c	25	109	1068,92	300	250	3,0785	
	10d	25	160	1569,06	300	250	4,5189	

Fonte: Autor (2019)

Comparando os resultados obtidos no ensaio mecânico (Tabela 4), tivemos pouca diferença para cada porcentagem de adição de borracha, levando-nos à acreditar que conforme temos o aumento de resíduos de borracha na composição de placas cimentícias, não temos uma diminuição tão significativa em sua característica mecânica:

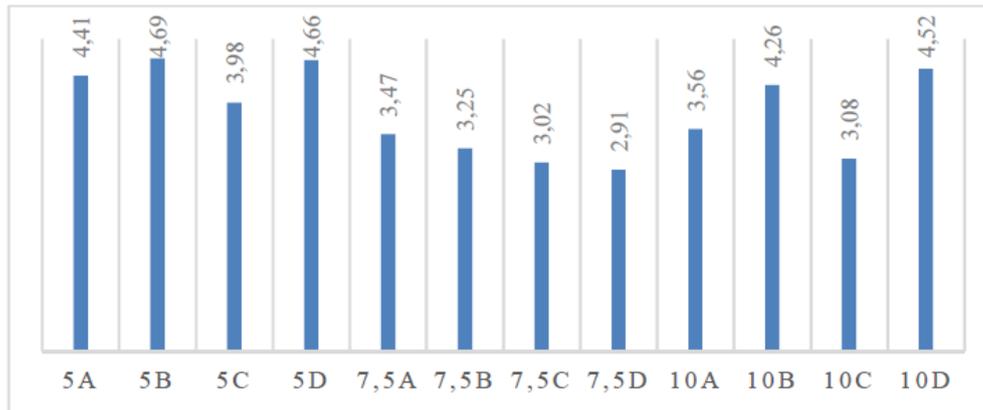


Figura 6 – Efeito comparativo dos resultados de resistência à tração na flexão (Mpa).

Fonte: Autor (2019)

Os resultados observados na Figura 6 mostram a influência que a utilização da borracha tem na resistência mecânica da placa, onde observa-se claramente que seu papel nesse quesito foi ineficiente, e que a porcentagem de 7,5 teve valores inferiores às demais placas cimentícias. O que pode ter levado a queda de resistência desta porcentagem em relação às demais pode abranger diversos fatores.

É importante ressaltar que estas placas já apresentavam características inferiores, devido a ocorrência constante de fissuras em suas superfícies. Como afirma Medeiros (2008), os principais fatores que desencadeiam esta ocorrência são: cura debilitada por condições ambientais agressivas, retração excessiva da argamassa, aplicação de rejunte para junta fina em junta larga e vice-versa, excesso de água de amassamento, movimentação excessiva do substrato, e fadiga do rejunte por ciclos higrotérmicos.

Levando em consideração os dados mostrados em norma para classificar quanto à sua resistência (Tabela 3), é válido observar que os números classificam todas as placas, em condição de equilíbrio, como de Classe B, e Categoria 1. Sendo assim ideais para uso interno e externo quando não sujeita à ação direta do sol, chuva, calor e umidade.

3.2. Densidade Aparente

No caso do ensaio de densidade aparente, as peças foram cortadas para facilitar o desenvolvimento do teste, em dimensões que variam de 120 a 130cm².

Tabela 5 – Resultados do Ensaio de Densidade Aparente.

PORCENTAGENS	CORPO DE PROVA	AREA	MASSA ÚMIDA	MASSA IMERSA	MASSA FINAL	VOLUME (CM ³)	DENSIDADE APARENTE	MÉDIA DENSIDADE
5,0%	5a	130	676	229	626	447	1,40	1,29
	5b	125	663	169	616	494	1,25	
	5c	129	674	180	625	494	1,27	
	5d	120	609	156	566	453	1,25	
7,5%	7,5a	130	529	140	491	389	1,26	1,25
	7,5b	124	546	142	509	404	1,26	
	7,5c	125	631	158	589	473	1,25	
	7,5d	130	672	166	628	506	1,24	
10,0%	10a	130	657	165	603	492	1,23	1,22
	10b	128	609	150	557	459	1,21	
	10c	130	628	157	575	471	1,22	
	10d	120	568	144	521	424	1,23	

Fonte: Autor (2019)

Os resultados de ambas as propriedades avaliadas não têm requisitos mínimos estipulados pela NBR 15498 (2016), logo os valores devem ser comparados com produtos comerciais e estudos feitos com o produto.

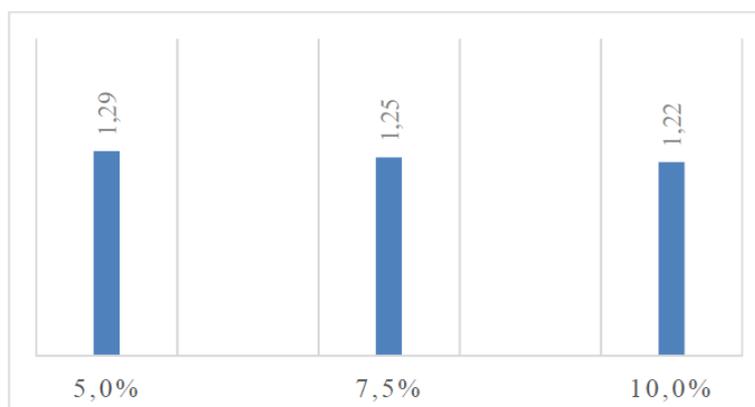


Figura 7 – Efeito comparativo dos resultados médios do ensaio de Densidade Aparente.
 Fonte: Autor (2019)

Observa-se na Figura 7 que a densidade aparente média diminui à medida que a porcentagem de borracha em sua composição aumenta, este fator confirma que a introdução de borracha torna as placas mais leves, sendo essa uma propriedade favorável para seu uso como elemento de vedação.

E comparando os resultados de Densidade Aparente com o estudo feito por Azevedo (2018), que trata da incorporação de Lodo Primário em Placas Cimentícias, temos valores inferiores aos do estudo citado, onde os valores do mesmo variam entre 1,41 a 1,75 g/cm³. Provando assim que a borracha tem melhor benefício em relação à densidade aparente.

3.3. Absorção de água

Utilizando as mesmas amostras do ensaio anterior, ocasionaram-se os seguintes números:

Tabela 6 – Resultado do Ensaio de Absorção de Água.

ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA				
CORPO DE PROVA	MASSA INICIAL	MASSA FINAL	ABSORÇÃO DE ÁGUA	MÉDIA DE ABSORÇÃO
5 ^a	676	626	7,99	7,76
5b	663	616	7,63	
5c	674	625	7,84	
5d	609	566	7,60	
7,5 ^a	529	491	7,74	7,29
7,5b	546	509	7,27	
7,5c	631	589	7,13	
7,5d	672	628	7,01	
10a	657	603	8,96	9,13
10b	609	557	9,34	
10c	628	575	9,22	
10d	568	521	9,02	

Fonte: Autor (2019).

Novamente podemos observar a variação de valor que os corpos de prova de 7,5% apresentam, se mostrando inferiores aos demais. Entretanto observando-se as demais porcentagens, temos que quanto menor a densidade pode-se sugerir que venha a ter

maior absorção de água, e isto pode vir a ser prejudicial para elementos expostos ao ambiente.

Comparando estes resultados com o estudo feito por Azevedo (2018), as placas com adição de borracha de pneu, ensaiadas neste estudo tiveram melhores resultados de absorção de água, tendo uma diferença média inferior de 6,14%.

3.4. Permeabilidade

E o ultimo ensaio feito foi o de permeabilidade, em que tivemos resultado positivo, devido a não formação de gotas na parte inferior das placas após 24 h de teste, como mostra na Figura 9. A NBR 15498 (2016), determina que pode haver umidade na parte inferior da peça, desde que não tenha formação de gotas. Isso faz com que a placa esteja apta no quesito permeabilidade para uso em vedações interiores e exteriores.



Figura 8 – Parte superior dos corpos de prova após 24h.

Fonte: Autor (2019)

Apesar de existir umidade em alguns corpos de prova, ela ocorreu devido à percolação pelas fissuras formadas nas mesmas (Figura 8), principalmente nas de 7,5%. E a umidade presente na parte inferior, veio dessa percolação e não por infiltração na peça. Então é possível dizer que sem estas fissuras, nenhuma umidade teria chegado à parte inferior.



Figura 9 – Resultado do ensaio de permeabilidade.

Fonte: Autor (2019)

4. Considerações Finais

O estudo realizado sobre a viabilidade da confecção de Placas Cimentícias com adição parcial de borracha de pneu reaproveitado, teve resultados positivos e viáveis, quantos aos parâmetros de densidade e absorção, para a possibilidade de comercializar um produto benéfico à natureza.

Centralizando todos os valores encontrados temos que a Resistência à Tração na

Flexão caracterizou a placa na Classe A e Categoria 1, de acordo a NBR 15498 (2016), uma densidade e absorção de água abaixo do que as caracterizadas por placas de outros estudos, e a Permeabilidade seguindo os parâmetros normativos.

Assim como em outros materiais da construção civil, a borracha é adaptável como matéria-prima sustentável em nosso meio. As propriedades físicas da placa cimentícia, ganham um bônus em seus resultados, levando em conta que a densidade aparente é menor, comparada a outros estudos e placas já comercializadas, e a absorção de água também é baixa e atende os parâmetros de mercado.

A baixa permeabilidade da peça mostra mais uma das vantagens do reaproveitamento de materiais descartados, onde vemos que os resultados dos estudos podem ser iguais ou até melhores que as peças comumente utilizadas.

É válido ressaltar que para estudos futuros, a resistência da peça pode ser aperfeiçoada, podendo ter como objetivo placas de classe A, com outros elementos descartados na natureza associados à borracha, e assim poupar o uso de agregados e o crescimento da poluição na natureza. E ter mais estudos voltados para este tema é de suma importância para o futuro da construção civil em conjunto com a sustentabilidade.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 11768: Aditivos para concreto de Cimento Portland, especificação. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 13278: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15498: Placa de fibrocimento sem amianto – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro. ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 9778: Argamassa e concreto endurecidos. Determinação da absorção de água por imersão - Índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

AZEVEDO, A. R. G. Desenvolvimento de Placas Cimentícias reforçadas com incorporação de Lodo Primário da Indústria de Papel de Celulose. Campos dos Goytacazes – RJ. UENF, 2018.

BARBUTA, M., DIACONU, D., SERBANOIU, A.A., BURLACU, A., TIMU, A., GRADINARU, C. M. Effects of Tire Wastes on the Mechanical Properties of Concrete. Romania. 10th International Conference Interdisciplinarity in Engineering, 2016.

EDINÇLILER, A., BAYKAL, G. & SAYGILI, A. Influence of Different Processing Techniques on the Mechanical Properties of Used Tires in Embankment Construction. Waste Management, 30: 1073-1080. 2010.

ETERNIT. INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA. FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. Light Steel Framing, versatilidade, rapidez na montagem e um excelente acabamento. 2009. Disponível em <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=8&Cod=484>> Acesso em: 26 de Outubro de 2018.

FIBERTEX – Louveira Produtos Têxteis. Construção Civil. 2010. Disponível em <www.fibertex.com.br> Acesso em: 03 de Novembro de 2018.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Densidade"; Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/densidade.htm>>. Acesso em 10 de novembro de 2018.

FREITAS, A. T. H. Uso dos resíduos da construção e demolição em pavimento no campus da UFERSA - Mossoró/RN. Mossoró: UFERSA, 2013.

GAVA, G.V. Ensaio de Flexão em Corpos-de-Prova Prismáticos de Concreto Reforçados com Fibras de Aço e Fibra de Vidro. Trabalho acadêmicos da disciplina 'Instrumentação de Ensaios' – PPGEC-UFSC. 2003.

HELENE, P., TERZIAN, P. Manual de dosagem e controle de concreto. São Paulo, 1993.22

HERNANDES, H. Palestra Sistema Construtivo Steel Framing, CBCA, 2004.

HOFMANN, G. A. A. Tratamentos De Juntas Invisíveis Em Placas Cimentícias No Fechamento De Sistemas Light Steel Framing. Ouro Preto/MG, 2015.

JUNIOR, J. K. Sistemas Estruturais e Tecnologia da Construção. 2006.

KAMINSKI, J. Construções em Light Steel Frame. ECC8058 – SISTEMAS ESTRUTURAIS E TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO VIII. 2006.

KIRBY, R. S., WITHINGTON, S., DARLING, A. B., KILGOUR, F. G. Engineering in History. Dover Publications, 1990.

LABUTO, L. V. Parede seca – Sistema Construtivo de Fechamento em Estrutura de Drywall. Belo Horizonte. 2014.

MANO, E. B. Introdução a Polímeros. Ed. Edgard Blücher Ltda. 2005.

MARTINS, I. R. F. Concreto de Alto Desempenho com Adição de Resíduos de Borracha de Pneu. Ilha Solteira – SP. UNESP, 2005.

NUNES, H. P. Estudo da aplicação do Drywall em edificação vertical. 2015. 65 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

ODA, S., FERNANDES JUNIOR, J. L. Borracha de pneus como modificador de cimentos asfálticos para uso em obras de pavimentação. Maringá, v. 23, n. 6, p. 1589-1599, 2001.

SERCEL. SOLUÇÕES EM FIBRAS. Fibra de vidro: o que é e para que serve. 2015. Disponível em <<http://www.sercel.com.br/blog/fibra-de-vidro-blog/fibra-de-vidro-o-que-e-para-que-serve.html>> Acesso em 22 de Outubro de 2018.

SOFI, A. Effect of waste tyre rubber on mechanical and durability properties of concrete – A review. Ain Shams Eng J (2017).

TÉCHNE. Revista de tecnologia da construção: Placas Cimentícias – Uso e características. Ano 17, N° 109. Jun-jul. 2008. Pg.43.

VERONEZZI, Felipe. INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA. FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. O Impacto da Construção Civil no Meio Ambiente. 2016. Disponível em <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/>> Acesso em: 02 de Novembro de 2018.