

ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA DA UTILIZAÇÃO DE TELHAS DE CONCRETO LEVE COM ADIÇÃO DE EPS COMO AGREGADO MIÚDO EM SINOP- MT

TECHNICAL FEASIBILITY ANALYSIS OF THE USE OF LIGHTWEIGHT CONCRETE TILES WITH ADDITION OF EPS AS FINE AGGREGATE IN SINOP- MT

MULLER, Hyago Maurício Bremm

Engenheiro Civil, Universidade do Estado de Mato Grosso, Sinop-T, Brasil.
hyagomuller@gmail.com

SCHNEIDER, Karen Wrobel Straub

Professora Mestra, Universidade do Estado de Mato Grosso, Sinop-MT, Brasil.
karen.straub@unemat.br

RESUMO

A geração de resíduos é um dos grandes problemas ambientais existente, grande parte desse material é descartado sem qualquer controle, causando problemas como inundações, poluição de mananciais e ocupação dos lixões. No Brasil cerca de 35% de todo lixo produzido pode ser reciclável ou reutilizável, sendo que 33% desse material é originário da construção civil. Um dos materiais descartados abundantemente por esta e outras indústrias, com grande potencial de reciclagem é o Poliestireno Expandido (EPS). Esta pesquisa buscou verificar a viabilidade técnica da utilização do resíduo de EPS como agregado miúdo, componente do concreto leve para a fabricação de telhas. Foram realizados ensaios para dosagens de telhas sem adição e com adição de 25%, 35% e 50% de EPS, desta forma pôde-se concluir que adição de EPS não interferiu nas características físicas como empenamento, esquadro e espaço “gap” entre as telhas, em contrapartida influenciou na diminuição da massa seca das telhas, com redução de aproximadamente 14,60% para as telhas com adição de 25% de EPS. Verificou-se também que as telhas com 35% e 50% apresentaram falhas no processo de produção e que todas as amostras com adição de EPS não obtiveram resultados satisfatórios para resistência à flexão conforme o mínimo estabelecido pela NBR 13858-2. Entretanto, quando comparadas com as telhas cerâmicas que possuem resistência a flexão entre 1000N e 1300N, as telhas com adição de EPS apresentaram resultados superiores que variam entre 1237.07N a 1987.42N, o que evidencia um produto com potencialidade para novos estudos a fim de viabilizar tecnicamente sua produção.

Palavras-chave: Cobertura. Concreto Leve. Materiais de Construção. Resíduos. Poliestireno Expandido (EPS).

ABSTRACT

The generation of waste is one of the major existing environmental problems, most of this material is discarded without any control, causing problems like floods, pollution of water sources and occupation of open air dumps. In Brazil about 35% of all waste produced can be recyclable or reusable, and 33% of this material is originates of civil construction. One of the discarded materials plenty for this and another industries, with great potential for recycling is the Expanded Polystyrene (EPS). This research sought to verify the technical feasibility using the EPS waste as fine aggregate, lightweight concrete component for the manufacture of tiles.

It was concluded that addition of EPS did not interfere with the physical characteristics such as warping, square and gap space of the tiles. In contrast, influenced the decrease of the dry mass of the tiles, with a reduction of approximately 14.60% for the tiles with addition of 25% EPS. It was also verified that the tiles with 35% and 50% showed imperfections in the production process and that all samples with EPS addition did not obtain satisfactory results for flexural strength according to the minimum established by NBR 13858-2. However, when compared with ceramic tiles that provide flexural strength between 1000N and 1300N, the EPS tiles have superior results, which showed between 1237.07N and 1987.42N, which shows a product with potential for new studies in order to make feasible technically its production.

Keywords: Coverage. Lightweight concrete. Building materials. Waste. Expanded Polystyrene (EPS).

1. INTRODUÇÃO

O território brasileiro apresenta uma grande diversidade de climas, sendo predominantemente o equatorial e tropical, os quais são causadores das fortes insolações e altas precipitações. Dessa forma, a cobertura é um elemento construtivo de grande importância para as edificações. Esse tipo de estrutura é composto por telhas, que são responsáveis pela estanqueidade da água da chuva e de acordo com Krüger (2006), pelo maior ganho térmico em edificações horizontais.

Outra questão importante que tem sido muito discutida nos últimos anos é a relação dos problemas ambientais causados pela elevada produção de lixo, o qual está associado ao crescimento da industrialização e da população mundial, vinculado ao consumismo exagerado. Segundo Lenharo (2015), a população brasileira aumentou 6%, enquanto a geração de lixo cresceu 29% entre 2003 e 2014.

Um dos grandes responsáveis pelo aumento da produção de resíduos é o setor da construção civil, o qual cresceu 74,25%, entre 1994 e 2013, segundo pesquisa do Sindicato da Indústria da Construção de Minas Gerais (AMORIM, 2014). Em virtude desse crescimento, é notório o aumento de grandes volumes de resíduos, que muitas vezes são destinados a aterros sanitários ou lixões, sem que haja projetos de gestão adequados.

Dentre esses resíduos, está o Poliestireno Expandido (EPS), proveniente da própria construção civil, de embalagens de eletrodomésticos, artigos de consumo, dentre outros. Algumas cidades brasileiras como São Paulo - SP e Curitiba - PR, possuem programas de coleta e reciclagem do EPS, o qual é utilizado para substituir parte do agregado graúdo para a produção do concreto leve e solado plástico para calçados (RICCHINI, 2016).

Segundo Soares (2010), a política de reciclagem também pode partir das próprias empresas por meio de programas de logística reversa, o qual vende o produto, coleta os resíduos

provenientes de embalagens de EPS e posteriormente faz o processo de reciclagem, podendo ser utilizados na fabricação do concreto leve.

O concreto leve já vem sendo usado na construção civil para a fabricação de blocos, painéis para fechamento, regularização de lajes, pavimentos elementos decorativos, dentre outros. Porém, existem poucos estudos correlacionados a fabricação de telhas utilizando o EPS.

Com base nos fatos apresentados, a presente pesquisa se propôs analisar a utilização de resíduos de EPS como agregado miúdo para a produção de telhas de concreto leve, tendo como objetivos a realização dos ensaios prescritos na NBR 13858-2 (ABNT, 2009), caracterização dos agregados miúdos que foram utilizados para a dosagem do concreto leve, aferição da viabilidade técnica das porcentagens de EPS analisadas, verificação da diminuição do peso das telhas e análise das dosagens de concreto leve que apresentaram melhor desempenho em relação aos ensaios realizados.

O presente estudo foi desenvolvido no município de Sinop-MT, o qual segundo Camargo (2011), é pertencente ao clima equatorial continental úmido, com estação seca prolongada e estação úmida de quatro meses, entre dezembro e março. Apresenta precipitação média anual entre 2.000 mm e 2.100 mm e temperatura média de 24°C. Esta tipologia climática evidencia a necessidade de estudos que abordem tipos de coberturas diferentes, a fim de proporcionar segurança e conforto aos ocupantes.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As primeiras telhas de concreto tiveram origem na Bavária, região sudeste da Alemanha em meados do Século XIX. Contudo, sua primeira patente foi registrada em 1844 na Alemanha por Adolf Kroher (FERNANDES, 2012). No Brasil, sua produção começou em 1976 em São Paulo na fábrica da Eternit, adquirindo posteriormente vários fabricantes em todo país (FERNANDES, 2012).

A primeira norma brasileira destinada as telhas de concreto foi publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em 1997 e revisada em 2009. De acordo com a NBR 13858-2 (ABNT, 2009), as telhas de concreto são componentes para cobertura que possuem forma retangular e geralmente onduladas, sua composição é de cimento, agregados, água e aditivos. No Brasil, os principais modelos de telhas de concreto são: Tradição, Plana, Plana Dupla, Coppo Grécia, Duplo S. e Coppo Veneto.

O processo produtivo das telhas de concreto pode ser de forma manual ou automatizada, sendo esta última a mais comum. A produção automatizada inicia-se com o

enchimento de areia na central dosadora de agregados, em seguida a areia é transportada por uma esteira até o misturador, onde a água e cimento são despejados, logo após a massa é transportada por outra esteira até o silo dosador de massa e despejada na máquina extrusora, a qual serve para dar formato, consistência e corte as telhas.

A inovação é essencial para que novas técnicas e novos produtos possam surgir no mercado, quando se trata do setor da construção civil, torna-se ainda mais necessária, visto ser um dos setores mais importantes da economia brasileira, que representa 8% do Produto Interno Bruto (PIB) segundo Portal Planalto (2017), mas que ainda apresenta um elevado déficit habitacional. Tendo em vista as constantes preocupações com o meio ambiente, práticas ligadas a inovação e sustentabilidade tornam-se cada vez mais requisitadas e fundamentais para o desenvolvimento econômico e social do país.

2.1. TELHAS PRODUZIDAS COM RESÍDUOS

Segundo Almeida et al. (2013) novas tecnologias estão sendo desenvolvidas que possibilitem a reutilização de garrafas PET, sendo uma delas a produção das telhas de PET, as quais são fabricadas a partir do derretimento dos materiais derivados do PET e posteriormente moldado no formato da telha desejada. Esse tipo de telha pode ser encontrado em várias cores, apresenta excelente luminosidade ao ambiente, baixo custo, estabilidade térmica, ótimas propriedades de fluxo luminoso, brilho e transparência.

No artigo desenvolvido por Tesk (2014), foi verificado a possibilidade da reutilização de resíduo de gesso, juntamente com resíduo de PET, como matérias-primas para produção de telhas. Apesar do preço alto, verificou-se que é possível desenvolver uma telha sustentável e 100% reciclável, assim como vantagens de durabilidade, leveza e desempenho térmico.

Outro estudo realizado por Passos (2005) verificou a possibilidade de utilização de fibras de coco verde e papel reciclado como compósito para fabricação de telhas, formando assim, um material 100% reciclável. Além de ser um material totalmente reciclável, o papel possui características de isolamento acústico e as fibras de coco proporcionam resistência as telhas. O estudo constatou que a melhor opção foi a adição de 15% de fibras de coco. Entretanto, em outro teste realizado pelo autor foi usado impermeabilizante de cimento asfáltico, o qual obteve uma redução da absorção de água e possibilitou a incorporação de 25% de fibras de coco.

Outra alternativa proposta por Naime e Silva (2010), foi a criação de uma telha ecológica produzida a partir da reutilização de pneus usados. Previamente a telha foi

desenvolvida em programas computacionais, posteriormente moldado exemplares, verificou-se que esse tipo de telhas apresenta características de resistência a tração, fixação e vedação tecnicamente adequadas. Contudo, essa telha alternativa necessita de mão de obra especializada e possui grande resistência no mercado da construção civil.

Estudos realizados por Rosa (2015) avaliaram as características de resistência a flexão, impacto, tração e de absorção de água de alguns tipos de telhas fabricadas em laboratório e outras presentes no mercado fabricadas a partir da reciclagem de embalagens de pasta de dente, café a vácuo e longa vida cartonada. O estudo concluiu que dentre os ensaios de laboratório realizados, somente a telha fabricada com material cartonada obteve melhor desempenho para ambos os testes. Sendo assim, a telha de embalagens cartonadas pode ser uma boa alternativa para a utilização de uma telha fabricada com materiais reciclados e que atende as características físicas necessárias.

Algumas empresas brasileiras estão desenvolvendo novos produtos com alteração das características físicas e químicas de suas telhas, mostrando que é possível desenvolver telhas de concreto mais leves e sofisticadas. Segundo o fabricante Brastelha (2016) a sua “Telha Leve” , pesa 3,8 Kg, possui rendimento de 10,4 peças/ m² (39,5 Kg/ m²), resistência superior a 200Kgf e economia de 24% no peso comparado as telhas tradicionais, o que proporciona também economia nas estruturas de telhado.

Desta forma, conclui-se que tais informações contribuirão para o estudo proposto, mostrando que é possível reutilizar materiais que seriam descartados no meio ambiente, e com eles, criar novos artefatos como as telhas.

2.2 RESÍDUOS DE EPS

Segundo ABRAPEX (2016) no Brasil cerca de 35% de todo lixo produzido pode ser reciclável ou reutilizável, mas acabam indo para os aterros ou depositados a céu aberto em lixões, 33% desse material é proveniente dos materiais da construção civil, dentre eles o EPS. Esse tipo de material representa apenas 0,1% de todo lixo produzido no Brasil, o equivalente 15 mil t/ano ou 70 caminhões/dia, não devendo ser tratado como um problema para a sociedade e o meio ambiente, visto que é um material 100% reaproveitável e/ou reciclável, inodor, não contamina o solo, água e ar.

Porém, esse tipo de material quando disposto em lugares inadequados, além dos impactos na área urbana, apresentam grandes problemas por ser um material não biodegradável, quando dispostos em aterros, criam camadas impermeáveis que afetam o processo de

biodegradação da matéria orgânica (TESSARI, 2006).

Na Industria da Construção Civil, segundo Soares (2010), os resíduos de EPS gerados ainda são descartados ou conduzidos a lixeiras devido a inexistência de projetos de gestão. Outro fato, segundo Tessari (2006), é que este tipo de resíduo apresenta pouco ou nenhum valor comercial, não sendo uma preferência nas coletas, resultando em uma “gestão” ambiental insustentável.

2.3 O EPS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O EPS possui várias aplicações em artigos de consumo, embalagens industriais, caixas térmicas, e até mesmo na agricultura. Porém, é na construção civil que grande parte de sua produção é destinada.

Nos últimos 35 anos o EPS ganhou estabilidade por se tratar de um material com excelentes características isolantes térmica e acústica, leveza, baixo custo, resistência mecânica, absorção a choques, versatilidade e facilidade de manuseio (COZZA, 2006).

Por essas e outras características, o EPS na construção civil pode ser utilizado em enchimento de lajes, fôrmas para concreto, sistema de blocos vazado, painéis autoportantes, painéis divisórios, forros isolantes e decorativos, fundação para estradas, drenagem, e de maior interesse para este trabalho, concreto leve.

2.4 CONCRETO LEVE COM EPS

O concreto leve com EPS é um material composto basicamente de cimento, areia e EPS em pérolas pré-expandidas, ou “flocos” de EPS reciclado no lugar da pedra britada, podendo ou não ser adicionado aditivos e adesivos. Durante seu processamento o cimento e a areia se solidificam e envolvem as partículas de EPS, proporcionando um concreto com baixa densidade aparente que varia entre 700 kg/m^3 a 1600 kg/m^3 , enquanto o concreto convencional com pedra britada é da ordem de 2400 kg/m^3 (COZZA, 2006).

Esse tipo de concreto apresenta grandes vantagens, por ser um material de densidade aparente baixa, resistência mecânica para aplicações não estruturais, bom isolamento térmico, pequena absorção de umidade, facilidade de ser produzido, manuseado e transportado. Quando o agregado de EPS é originário do lixo, apresenta um custo baixo, inclusive inferior as argamassas e concretos normais utilizados, o que viabiliza sua utilização tanto em aspectos econômicos quanto por suas características físicas (RICCHINI, 2015).

Segundo Cozza (2006) esse tipo de concreto é indicado para construções

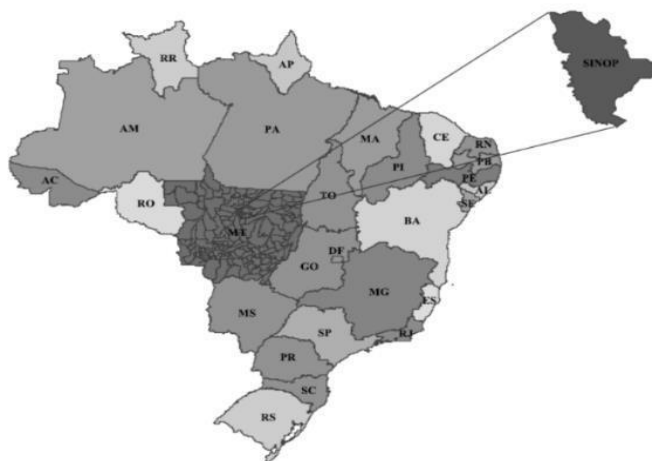
convencionais que não exigem materiais de alta resistência ou grandes esforços, como regularização de lajes (inclinação para escoamento), painéis para fechamento (prédios, casas pré-fabricadas, galpões), elementos pré-fabricados (lajotas, blocos vazados, pilares, placas para muros, elementos decorativos para fachada e jardins), pavimentos (calçadas, fechamento de galerias, regularização de áreas diversas), mobiliário (bancos, base para montagem de sofás, balcões e camas), área de lazer (quadras de esporte, base de dispositivos para exercícios).

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa foi dividida em três etapas, sendo que a primeira etapa se destinou a coleta de resíduos, trituração e peneiramento do EPS, escolha do aglomerante, definição do agregado miúdo e determinação de sua densidade aparente de acordo com a NBR NM 45:2006 ABNT (2006). A segunda etapa destinou-se a dosagem do concreto leve para os quatro tipos de amostras de telhas e a fabricação dos corpos de provas. A última etapa destinou-se a realização dos ensaios para telhas de concreto prescritos na NBR 13858-2 (ABNT, 2009).

Os estudos para este trabalho foram realizados no Município de Sinop (Figura 1), que está localizado na região norte do estado de Mato Grosso, a 472 km da capital Cuiabá, com população estimada de 132.934 habitantes segundo IBGE (2016).

Figura 1: Localização da cidade de Sinop-MT.



Fonte: Autoria Própria, 2017

3.1 DOSAGEM DO CONCRETO LEVE

Para a determinação da dosagem do concreto leve escolheu-se previamente o traço (1:3,2), cimento e areia respectivamente, o qual levou-se em consideração as características do

agregado miúdo disponível na região de Sinop-MT. Esse traço é recomendado por Fernandes (2012) para o uso de areia média, correspondendo também, ao já utilizado pela fábrica de telhas onde realizou-se a produção dos corpos de prova.

Após definido o traço, foi coletado uma amostra de areia média e encontrado sua densidade aparente, tendo como objetivo transformar a dosagem original em volume para facilitar a adição de EPS, já que o mesmo é um material muito leve, o que dificulta sua determinação em massa.

A dosagem do cimento foi feita em massa, pois de acordo com Fernandes (2012), a medição do cimento em volume é desaconselhável, visto ser um material muito fino e com grande variação de massa unitária, sendo esta de 800 kg/m³ a 1.400 kg/m. Na Tabela 1 pode-se verificar a dosagem para as diferentes porcentagens de EPS.

Tabela 1: Dosagem para diferentes porcentagens de EPS

Dosagem	EPS (%)	Cimento (KG)	Areia Média (L)	EPS (L)
1	0	1,00	1,76	-
2	25	1,00	1,32	0,44
3	35	1,00	1,14	0,62
4	50	1,00	0,88	0,88

Fonte: Autoria Própria, 2017.

3.2 MATERIAIS

Para fabricação do concreto leve foram utilizados dois agregados miúdos, sendo um deles a areia média lavada proveniente do rio Telles Pires, localizado no município de Sinop-MT. O segundo agregado foi o EPS devidamente limpo e triturado proveniente do descarte de lojas de eletrodomésticos, o qual posteriormente foi peneirado em uma peneira com abertura de 4,75mm para obtenção de granulometria mais próxima da areia, conforme verifica-se na Figura 2.

Figura 2: a) Resíduo de EPS coletado; b) EPS triturado e peneirado.



Fonte: Acervo Próprio (2017)

O aglomerante escolhido foi o cimento CP II-F-40, o qual segundo Fernandes (2012), é uma boa opção de cimento para fabricação de telhas de concreto, sendo indicado para quem deseja desformar peças entre 8 e 24 horas.

Na mistura do concreto leve aplicou-se impermeabilizante PLASMAX-RC, o qual possui função de aumentar a impermeabilidade, resistência, rendimento e acabamento das telhas, além de ser um aditivo não reagente na presença do EPS.

3.3 EQUIPAMENTOS

Devido a disponibilidade e facilidade de acesso, foi utilizado um triturador de forragens (Figura 3-f), constituído de chapas metálicas, lâminas de corte em aço e peneira de 12 mm de diâmetro para triturar o EPS.

Para homogeneização dos materiais componentes das telhas utilizou-se um misturador (Figura 3-a), o qual faz-se necessário, uma vez que a argamassa tem aspecto semi-seco e necessita de um equipamento que proporcione uma mistura forçada e promova sua junção.

A extrusora (Figura 3-d) é a máquina responsável por dar formato, consistência e corte as telhas de concreto. Esse equipamento é formado por várias peças, sendo as principais o garfo compactador, o qual tem a função de empurrar a argamassa para debaixo do rolo, o rolo alisador que faz o pré acabamento no formato da superfície, o sliper que faz o acabamento superficial final e as régua laterais que determinam a largura da peça e fazem o acabamento lateral.

Os moldes ou formas (Figura 3-c) são responsáveis pelo formato inferior das telhas de concreto, geralmente são feitos de alumínio, polímero injetado ou aço estampado. O desmoldador (Figura 3-b) serve para auxiliar a retirada das telhas das formas e remoção de eventuais rebarbas. As estantes secadoras ou prateleiras servem para armazenar as telhas que posteriormente são levadas

as câmaras de cura (Figura 3-e), local onde os artefatos são mantidos por 16 a 30 horas em condições de hidratação.

Figura 3: a) Misturador; b) Desmoldador; c) Molde; d) Máquina Extrusora; e) Estantes Secadoras e Câmara de Cura; f) Triturador.



Fonte: Acervo Próprio (2017)

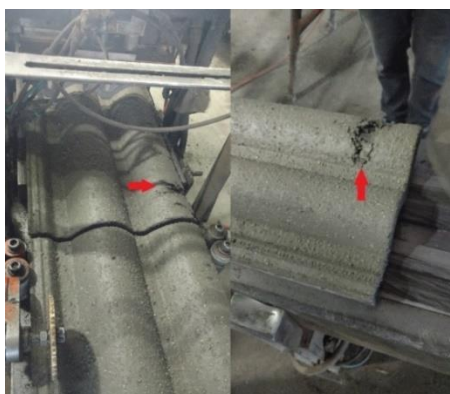
3.4 ENSAIOS

Nesta pesquisa foi realizado o ensaio prescrito na NBR NM 45:2006 ABNT (2006) para determinação da massa unitária do agregado miúdo e os ensaios recomendados pela NBR 13858-2 (ABNT, 2009), sendo eles, empenamento, absorção de água e peso seco, impermeabilidade, ruptura à flexão, esquadro, “gap” e estanqueidade.

O ensaio para determinação da carga de ruptura á flexão foi realizado pela escola Senai da Construção em Cuiabá-MT, os demais ensaios foram realizados nos laboratórios de concreto e solos da UNEMAT- Sinop/MT.

Foram confeccionados 140 corpos de provas no total, 35 para cada amostra de telha. Porém, no processo de fabricação observou-se que algumas telhas apresentaram falhas em seu processo de formação, como pode ser visto na Figura 4. A tabela 2 mostra a quantidade total de telhas produzidas e a quantidade de telhas que apresentaram defeito.

Figura 4: Corpos de provas com falhas no processo de extrusão.



Fonte: Acervo Próprio (2017)

Tabela 2: Produção total de telhas e quantidades defeituosa

	Amostra			
	0%	25%	35%	50%
Total produzido (unidade)	35	35	35	35
Total com Falhas (unidade)	0	0	12	20

Fonte: Autoria Própria, 2017.

Desta forma, foram utilizados 96 corpos de provas no total, em função dos ensaios e porcentagem de EPS adicionado, sendo que alguns corpos de provas foram utilizados em mais de um ensaio, como pode ser observado na Tabela 3.

Para a amostra com 50% de EPS não pôde-se realizar o ensaio de estanqueidade, devido à falta de corpos de provas. No experimento de estanqueidade da amostra com 35% de EPS foram utilizados corpos de provas remanescentes dos outros ensaios deste grupo, a fim de completar a quantidade mínima exigida.

Tabela 3: Amostragem dos ensaios

Requisito	Tamanho da amostra			
	0%	25%	35%	50%
Empenamento				
Absorção de água				
Peso Seco				
Impermeabilidade	6	6	6	6
Esquadro				
Gap				
Carga de ruptura	6	6	6	6
Estanqueidade do painel de telhas	16	16	16	-

Fonte: Autoria Própria, 2017.

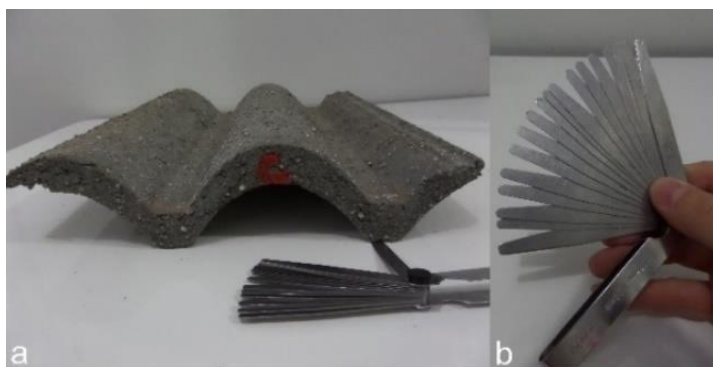
3.4.1 DENSIDADE APARENTE DO AGREGADO MIÚDO

Para determinação da massa unitária ou densidade aparente do agregado miúdo, adotou-se o ensaio de massa unitária para agregado solto prescrito na NBR NM 45:2006 ABNT (2006). Neste ensaio, obteve-se uma amostra de areia média devidamente seca, logo após o material foi disposto em um recipiente cilíndrico devidamente tarado, com capacidade de 3.000 cm³, como pode ser visto na Figura 5, em seguida foi calculado sua massa unitária pela Equação 1.

3.4.2 EMPENAMENTO

Para análise do empenamento posicionou-se cada corpo de prova em uma superfície plana e lisa. Com a telha perfeitamente nivelada e garantindo apoio em três pontos, introduziu-se o pente de folga no ponto mais afastado com relação do plano, verificando assim o valor limite da maior lâmina que passou entre o apoio da telha e a superfície, como pode ser verificado na Figura 6.

Figura 6: a) Ensaio de Empenamento; b) Pente de folga.



Fonte: Acervo Próprio (2017)

3.4.3 “GAP”

O ensaio do “GAP” tem como objetivo determinar a folga ou espaçamento entre uma telha sobreposta à outra, onde a telha é disposta sobre uma mesa perfeitamente plana e lisa. Em seguida, deve-se passar um pente de folga com resolução de 0,05mm até encontrar o valor limite máximo de espaçamento entre duas telhas sobrepostas, como pode ser visto na Figura 7.

Figura 7: Determinação do “GAP” entre duas telhas sobrepostas.

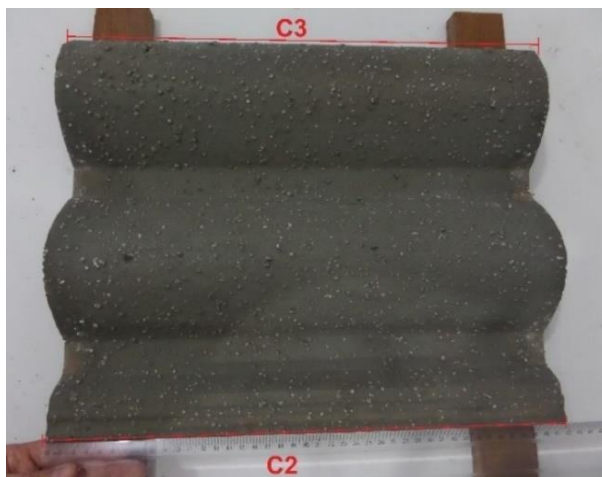


Fonte: Acervo Próprio (2017)

3.4.4 ESQUADRO

Para determinação do esquadro cada corpo de prova foi posicionado sobre duas ripas em uma superfície perfeitamente plana e lisa, em seguida mediu-se os comprimentos C2 e C3 utilizando uma régua com resolução de 0,5mm, conforme pode ser observado na Figura 8.

Figura 8: Anotação dos comprimentos C2 e C3 para determinação do esquadro.



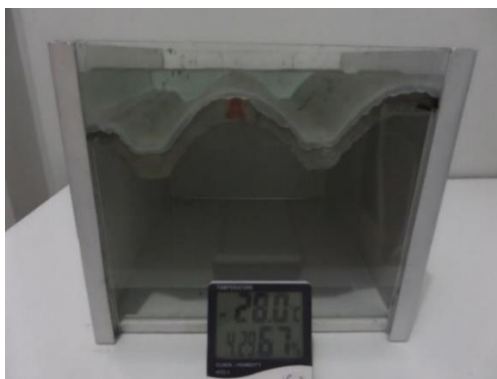
Fonte: Acervo Próprio (2017)

3.4.5 IMPERMEABILIDADE

Para realização do ensaio de impermeabilidade foi construído uma caixa composta por chapas metálicas e uma placa de vidro instalada na parte frontal afim de facilitar a visualização do corpo de prova, como pode ser observado na Figura 9.

As telhas foram dispostas sobre a caixa e apoiadas sobre chapas laterais em posição horizontal, em seguida aplicou-se adesivo de silicone acético incolor a fim de assegurar a estanqueidade entre as bordas da telha e as laterais da caixa. Logo após, despejou-se água na caixa até atingir o nível com altura de 15mm acima da crista da onda mais alta da face superior da telha, deixando o sistema em repouso por 24h, em ambiente coberto e ventilado com temperatura controlada entre 15°C e 30°C, e umidade relativa do ar acima de 40%, como pode ser visto na Figura 9.

Figura 9: Caixa contendo um corpo de prova submetido ao ensaio de impermeabilidade.



Fonte: Acervo Próprio (2017)

Após 24h foi verificado se houve ou não vazamentos, formação de gotas na face inferior da telha, sendo tolerado apenas aparecimento de manchas de umidade, conforme pode-se verificar na Figura 10.

Figura 10: Inspeção visual na face inferior do corpo de prova após 24h.

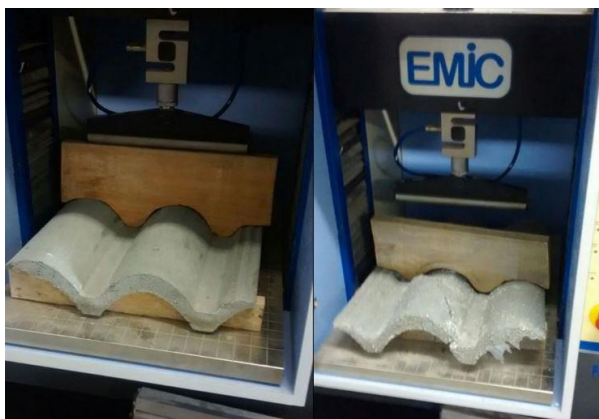


Fonte: Acervo Próprio (2017)

3.4.6 RUPTURA À FLEXÃO

Este ensaio foi realizado pela empresa Senai da Construção em Cuiabá-MT. Foram separados seis corpos de provas para cada amostragem, os quais foram imergidos em água por 24 horas. Em seguida, cada telha foi posicionada à uma distância entre centros de 2/3 de seu comprimento, aplicando-se então uma carga progressivamente com velocidade de carregamento igual a 100 N/s, como pode ser visto na Figura 11.

Figura 11: Ensaio de ruptura à flexão



Fonte: Acervo Próprio (2017)

3.4.7 ABSORÇÃO DE ÁGUA E PESO SECO

Para a determinação da absorção de água e peso seco tomou-se seis corpos de prova para cada tipo de amostra, em seguida as telhas foram colocadas em um reservatório com água, onde permaneceram submersas por 24 horas. Após esse período, determinou-se a massa dos corpos de provas anotando-a como massa úmida. Em seguida, os corpos de provas foram colocados em uma estufa (Figura 12), a uma temperatura controlada de 105°C até que duas pesagens sucessivas com intervalos de 1 hora diferiram em 0,25%, e assim anotou-se a massa seca.

A absorção de água foi determinada pela Equação 2.

$$A = \left(\frac{Mu - Ms}{Ms} \right) \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Sendo:

Mu = massa do corpo de prova inicial úmida, em gramas;

Ms = massa do corpo de prova seca, em gramas.

O peso seco foi determinado pela Equação 3, o qual posteriormente foi dividido pela área útil da telha, que representa largura útil de 0,30m e comprimento útil de 0,32m, resultando em um valor expresso em decanewton por metro quadrado (dN/m²), conforme prescrição da NBR 13858-2 (ABNT, 2009).

$$P_s = M_s \times g \quad (\text{Equação 3})$$

Sendo:

M_s = massa do corpo de prova seca, em quilogramas;

g = aceleração da gravidade, adota-se 10 m/s².

Figura 12: Corpos de provas em estufa.



Fonte: Acervo Próprio (2017)

3.4.8 ESTANQUEIDADE

Para realização desse ensaio foi construída uma estrutura com dimensões de aproximadamente 1,70m x 1,40m e altura de 2,50m, composta por caibros e ripas de madeira e inclinação ajustada em 35%, conforme indicação do fabricante onde foram confeccionadas as telhas. Sobre a estrutura composta por 16 telhas de concreto posicionou-se um cano de aspersão e quatro bicos pulverizadores a fim de simular uma chuva por um período de 2h, conforme pode ser visto na Figura 13.

Este ensaio foi realizado apenas com as amostras de 0%, 25% e 35% de EPS, em virtude do número de corpos de provas disponíveis.

Figura 13: Estrutura para determinação do Ensaio de Impermeabilidade, composta por: 1 - Medidores de Vazão, 2 - Cano de aspersão, 3 - Bicos pulverizadores.



Fonte: Acervo Próprio (2017)

Para a determinação da vazão que alimentou o cano aspersor e os bicos pulverizadores, fabricou-se dois medidores de vazão independentes, com volume previamente definido de 300 ml, compostos por um tubo transparente de 1 polegada e conexões de pvc, conforme pode ser visto na Figura 14-c. Sendo assim, os medidores de vazão foram conectados a uma mangueira externa ligada a uma torneira, a qual fora regulada sua abertura para saída de água, cronometrando assim, o tempo necessário para o enchimento do recipiente até que se atingiu a vazão desejada.

A vazão que alimentou os bicos pulverizadores foi definida pela Equação 4 e a vazão do cano aspersor definida como o dobro da vazão dos bicos pulverizadores.

$$Q = 1,25 \times A \quad (\text{Equação 4})$$

Sendo:

Q = vazão, em litros por minuto;

A = área de ensaio do telhado, em metros quadrados.

Sobre a estrutura de madeira na parte superior da amostra de telhas foi disposto um cano aspersor com diâmetro interno de 12mm, provido de furos com diâmetro de 2mm e distanciado cerca de 38mm, conforme pode ser visto na Figura 14-a.

Na mesma altura, porém do outro lado da estrutura posicionou-se uma mangueira

transparente de silicone com diâmetro de 1/2 polegada, interligada com quatro bicos pulverizadores a fim de distribuir melhor a água sobre a estrutura do telhado, como pode-se observar na Figura 14-b.

Figura 14: a) Tubo aspersor; b) Bicos pulverizadores; c) Medidor de fluxo d'água.



Fonte: Acervo Próprio (2017)

Após o período determinado para simulação da chuva sobre a estrutura do telhado, verificou-se eventual existência de gotas, escorrimentos e vazamentos nas superfícies inferiores da cobertura, assim como sinais de umidade, conforme por ser visto na figura 15.

Figura 15: Inspeção visual na face inferior das telhas após 2h de ensaio.



Fonte: Acervo Próprio (2017)

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após serem realizados todos os ensaios, pôde-se analisar através de gráficos e tabelas os resultados, afim de compará-los em função dos quatro tipos de amostras de telhas propostas por esse trabalho.

O primeiro resultado encontrando foi a densidade aparente da areia média, a qual encontra-se indicada na Tabela 4. Sua determinação se fez necessária para saber exatamente qual foi espaço ocupado pelos grãos junto ao volume de vazios entre eles, e assim estabelecer uma dosagem em volume para o concreto leve.

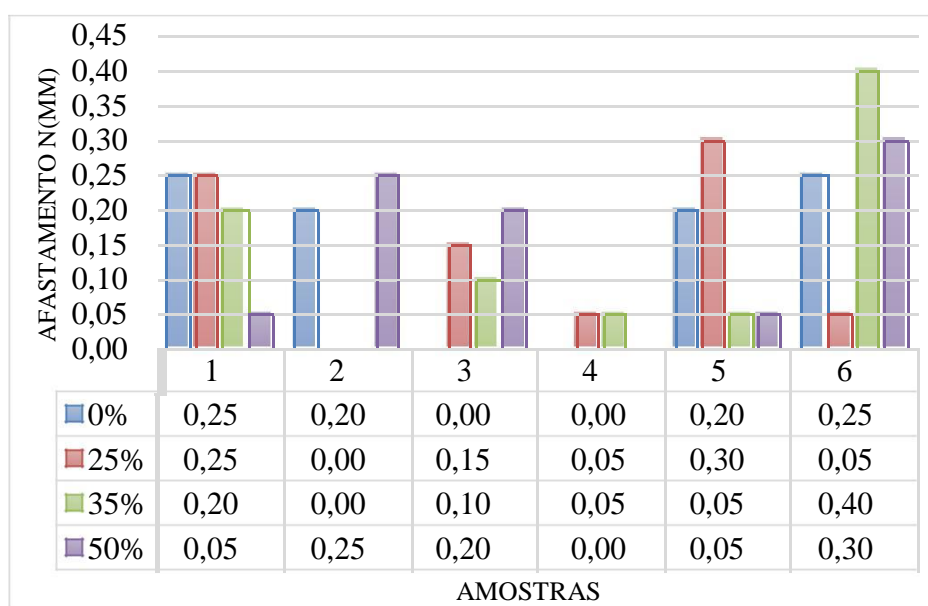
Tabela 4: Densidade aparente do agregado

Volume do recipiente (m ³)	3x10 ⁻³
Massa do recipiente mais agregado (Kg)	13,52
Massa do recipiente vazio (Kg)	8,39
Densidade aparente do agregado (Kg/m ³)	1710

Fonte: Autoria Própria, 2017.

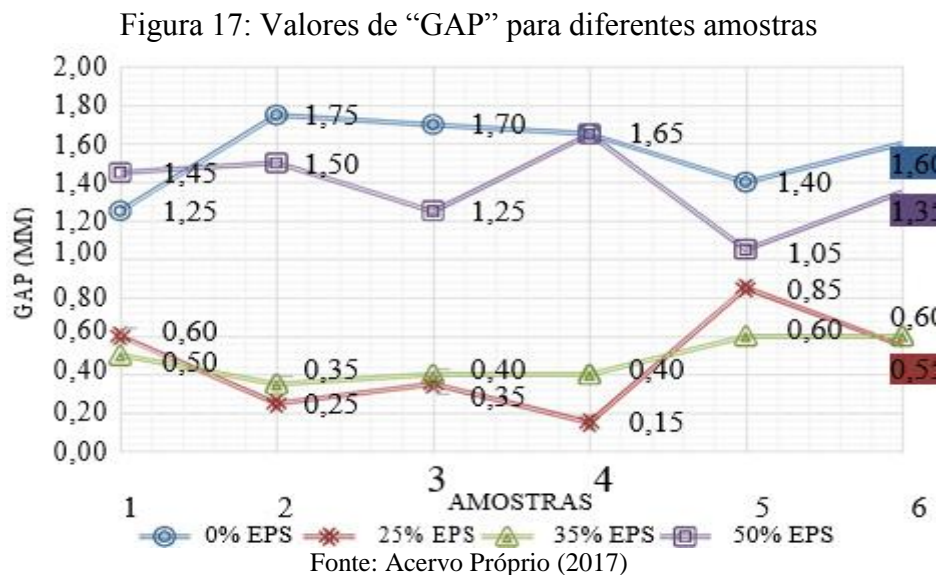
Os resultados para o empenamento das telhas apresentaram valores de afastamento inferiores a 1,50mm para as seis amostras, sendo esse o limite máximo admissível pela NBR 13858-2 (ABNT, 2009). Desta forma, através dos resultados demonstrados na Figura 16, pode-se concluir que a adição de EPS não interferiu significativamente no empenamento das telhas.

Figura 16: Afastamento máximo para as diferentes amostras de telhas



Fonte: Acervo Próprio (2017)

A análise do “GAP” demonstrou que todos os valores encontrados para os quatro tipo de amostras de telhas apresentaram valores de folga dentro do limite máximo admissível pela NBR 13858-2 (ABNT, 2009) que é de 6,0mm, e que a adição de EPS não interferiu significativamente nas características físicas das telhas, como pode ser visto na Figura 17.



De acordo com a NBR 13858-2 (ABNT, 2009), o resultado para o esquadro consiste em determinar os valores individuais da diferença dos comprimentos e a média das diferenças de todos corpos de prova, sendo que a diferença dos comprimentos para cada corpo de prova deve ser menor ou igual a 3,0mm.

Tendo em vista isso, após a realização do ensaio pôde-se concluir que todas amostras apresentaram valores dentro do limite estabelecido pela norma e que a adição de EPS não influenciou significativamente no resultado do esquadro das telhas, como pode ser verificado na Tabela 5.

Tabela 5: Diferença entre os comprimentos (C3-C2)

Corpo de Prova	Diferença (C3-C2) mm			
	0%	25%	35%	50%
1	0,00	0,10	0,10	0,20
2	0,00	0,00	0,30	0,10
3	0,00	0,10	0,20	0,20
4	0,00	0,00	0,20	0,20
5	0,00	0,00	0,20	0,20
6	0,10	0,20	0,00	0,10
Média	0,017	0,067	0,167	0,167

Fonte: Autoria Própria, 2017.

No ensaio de impermeabilidade segundo a NBR 13858-2 (ABNT, 2009), as telhas não devem apresentar vazamentos ou formação de gotas em sua face inferior, sendo tolerado apenas o aparecimento de manchas de umidade.

Sendo assim, apenas as amostras sem adição de EPS e com 25% de EPS apresentaram resultados satisfatórios, como pode-se observar na Tabela 6, em que “m” significa que houve manchas, “v” houve vazamentos e “g” houve gotejamento nas faces inferiores dos corpos de provas.

Tabela 6: Determinação de manchas, vazamentos e gotejamentos para as diferentes amostras

Corpo de Prova	Impermeabilidade			
	0%	25%	35%	50%
1	m	m	m, v	m, v, g
2	m	m	m, v, g	m, g
3	-	m	m, g	m, g
4	m	m	m, g	m, v, g
5	m	m	m, v, g	m, g
6	-	m	m, g	m, g

Fonte: Autoria Própria, 2017.

m = Significa que houve manchas;
v = Significa que houve vazamentos;
g = Significa que houve gotejamentos.

Na Tabela 7 pode-se observar os resultados da carga de ruptura à flexão aos 28 dias de idade para cada corpo em função das diferentes porcentagens de EPS. Pelo gráfico da Figura 18 verifica-se que apenas as telhas de concreto sem adição de EPS apresentaram resistência mínima de 2400N, sendo esse o valor mínimo recomendada pela NBR 13858-2 (ABNT, 2009), para classe de telhas perfil B.

Apesar da maioria dos corpos de provas da amostra sem adição de EPS apresentarem valores satisfatórios, um deles ficou abaixo do mínimo estabelecido pela norma, resultando em um desvio padrão maior em comparação aos outros grupos de telhas.

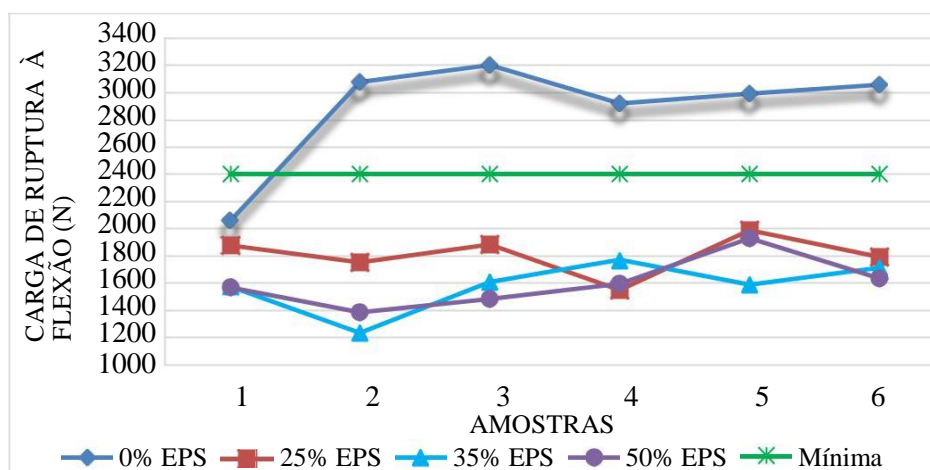
Ainda que os resultados forem insatisfatórios aos estabelecidos pela NBR 13858-2 (ABNT, 2009), as telhas de concreto leve com EPS desta pesquisa apresentaram valores de resistência à flexão superiores quando comparadas as telhas cerâmicas, as quais segundo a NBR 15310 (ABNT, 2009), variam entre 1000N a 1300N, dependendo do modelo da telha.

Tabela 7: Resultados da resistência à flexão dos corpos de provas

Corpo de Prova	Carga de Ruptura à Flexão (N)			
	0%	25%	35%	50%
1	2057,23	1874,55	1574,93	1568,98
2	3077,11	1754,55	1237,07	1383,96
3	3200,57	1882,66	1610,60	1483,29
4	2922,17	1547,89	1769,04	1594,16
5	2995,26	1987,42	1586,47	1928,87
6	3056,47	1789,37	1715,53	1636,48
Média	2884,80	1806,07	1582,27	1599,29
Desvio Padrão	415,84	150,36	185,84	184,81

Fonte: Autoria Própria, 2017.

Figura 18: de ruptura à flexão para variadas porcentagens de EPS



Fonte: Acervo Próprio (2017)

Os resultados obtidos para a absorção de água para cada corpo de prova devem ser menores ou iguais a 10% segundo a NBR 13858-2 (ABNT, 2009). Sendo assim, após realizado o ensaio, constatou-se que o grupo de telhas sem adição de EPS apresentou desvio padrão menor, e que a amostra com 35% de EPS apresentou o maior desvio padrão entre os quatro grupos de telhas. Observou-se também que a amostra com 25% de EPS exibiu a menor média de absorção de água, sendo que a maior média foi da amostra com 35% de EPS. Apesar disso, todos os corpos de provas apresentaram valores de absorção de água inferiores ao máximo estabelecido pela norma, como pode ser visto na Tabela 8.

Tabela 8: Absorção de água para as diferentes amostras

Corpo de Prova	Absorção de Água (%)			
	0%	25%	35%	50%
1	5,13	4,33	4,83	6,34
2	4,52	3,70	6,73	5,12
3	4,71	5,08	3,36	4,40
4	4,29	3,20	8,92	4,81
5	4,11	4,34	5,88	4,32
6	4,72	3,70	5,13	6,01
Média	4,58	4,06	5,81	5,17
Desvio Padrão	0,36	0,66	1,90	0,84

Fonte: Autorial Própria, 2017.

O peso seco dos corpos de provas segundo a NBR 13858-2 (ABNT, 2009) está relacionado a classe da telha. Desta forma, para a classe “B”, o valor deve ser igual ou menor a 50daN/m². A classe, o comprimento e largura útil das telhas foram obtidos conforme especificações do fabricante. Sendo assim, apenas os corpos de provas sem adição de EPS apresentaram valores de peso seco acima do limite estabelecido pela norma, como pode-se observar na Tabela 9.

Tabela 9: Peso seco para as diferentes amostras

Corpo de Prova	Peso Seco (da N/m ²)			
	0%	25%	35%	50%
1	52,81	45,73	45,31	42,71
2	53,02	45,00	46,46	44,79
3	53,13	45,10	46,56	45,00
4	53,44	45,52	45,52	43,33
5	53,23	45,63	44,27	45,83
6	52,92	45,10	44,69	43,33
Média	53,09	45,35	45,47	44,17
Desvio Padrão	0,23	0,31	0,92	1,21

Fonte: Autorial Própria, 2017.

Uma das opções para diminuir o peso seco seria aumentar o comprimento útil das telhas, o que implicaria no aumento da área útil e conseqüentemente diminuição do peso seco das telhas.

Após a determinação da massa seca dos corpos de provas pôde-se comparar os resultados obtidos a fim de verificar qual foi a variação da massa em função da adição de EPS no concreto leve, como pode ser visto na Tabela 10. Desta forma, constatou-se que conforme o aumento da adição EPS maior foi o desvio padrão dos resultados. Verificou-se também que houve o maior decaimento da massa média, cerca de 14,60% entre as telhas sem adição de EPS

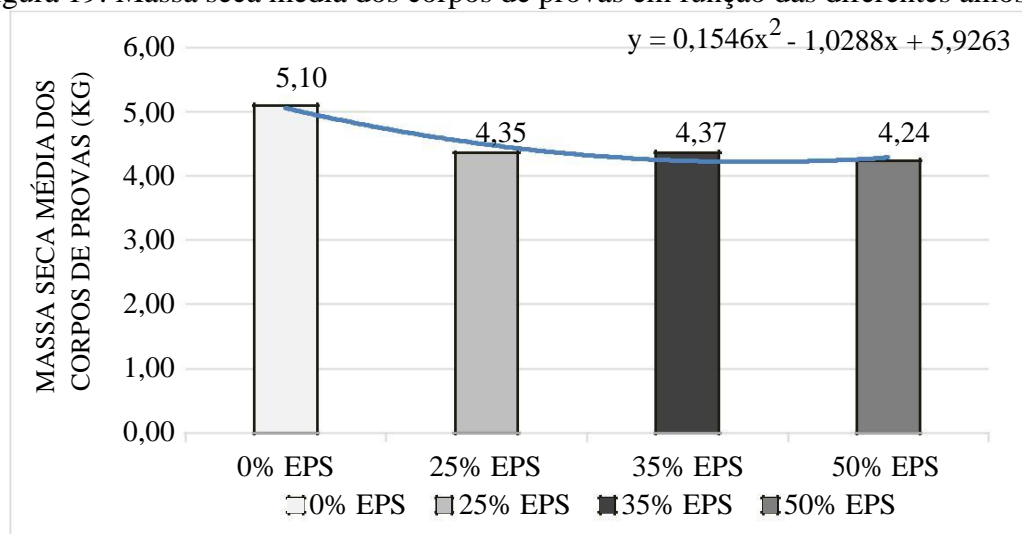
e com 25% de EPS, depois a massa média manteve-se praticamente constante para 35% de EPS, voltando a diminuir cerca de 3,00% na última amostra de 50% de EPS, como pode ser visto na Figura 19.

Tabela 10: Massa seca para as diferentes amostras

Corpo de Prova	Massa Seca (KG)			
	0%	25%	35%	50%
1	5,07	4,39	4,35	4,10
2	5,09	4,32	4,46	4,30
3	5,10	4,33	4,47	4,32
4	5,13	4,37	4,37	4,16
5	5,11	4,38	4,25	4,40
6	5,08	4,33	4,29	4,16
Média	5,10	4,35	4,37	4,24
Desvio Padrão	0,02	0,03	0,09	0,12

Fonte: Autoria Própria, 2017.

Figura 19: Massa seca média dos corpos de provas em função das diferentes amostras



Fonte: Acervo Próprio (2017)

O ensaio de estanqueidade do painel de telhas, segundo a NBR 13858-2 (ABNT, 2009), não deve apresentar vazamentos, escorrimentos, existência de gotas e manchas de umidade, acima de ¼ da área da face inferior de qualquer telha.

Para este experimento, o painel com telhas de concreto sem adição de EPS apresentou manchas de umidade apenas em uma telha, não havendo vazamentos nem escorrimentos. A amostra com 25% de EPS apresentou pequenas manchas de umidade em todos os corpos de provas, porém todas abaixo de ¼ da área da face inferior das telhas, também não ocorreu vazamentos nem escorrimentos. O painel da amostra de 35% apresentou manchas em todas as telhas, sendo que duas

foram acima de $\frac{1}{4}$ da área da face inferior e também alguns escorrimentos abaixo da estrutura de cobertura.

Desta forma apenas o painel de telhas sem adição de EPS e com 25% de EPS apresentaram resultados satisfatórios dentro do estabelecido pela norma. Em contrapartida, o painel com telhas de 35% de EPS não apresentou bons resultados.

5. CONCLUSÕES

Tendo em vista a análise dos resultados dos quatro modelos de telhas apresentados, pôde-se chegar à conclusão que a adição de EPS não influenciou nas características físicas das telhas a fim de influenciar significativamente nos resultados de esquadro, “gap” e empenamento das telhas.

O concreto leve dosado para as amostras de 35% de EPS e 50% de EPS não apresentou bom desempenho no processo de fabricação das telhas, causando algumas falhas em sua formação. Estas duas amostras também não obtiveram bons resultados no ensaio de impermeabilidade, apresentando em algumas telhas, gotejamentos e vazamentos. Para o ensaio de estanqueidade do painel de telha, a amostra com 35% também apresentou resultados insatisfatórios aos recomendados pela NBR 13858-2. Entretanto, as amostras de telhas sem adição e com 25% de EPS obtiveram os resultados esperados para impermeabilidade e estanqueidade.

Os resultados para resistência característica à flexão dos três tipos de telhas com adição de EPS foram abaixo do esperado e mínimo recomendado pela NBR 13858-2 (ABNT, 2009). Contudo, quando comparados as telhas cerâmicas, que são as principais concorrentes das telhas de concreto no mercado, os resultados obtidos são superiores.

A absorção de água para todas as amostras apresentou resultados dentro do limite estabelecido pela NBR 13858-2 (ABNT, 2009), sendo que a amostra com 25% de EPS obteve a menor média de absorção de água, obtendo um resultado inclusive melhor que as telhas sem adição de EPS.

Os resultados obtidos para o peso seco das telhas foram superiores ao mínimo estabelecido pela NBR 13858-2 (ABNT, 2009), apenas para as telhas sem adição de EPS. Contudo, esses resultados variam conforme indicação do fabricante, sendo necessário apenas ajustar o comprimento útil das telhas.

A adição de EPS influenciou na diminuição da massa seca das telhas, com decaimento significativamente maior entre as telhas sem EPS para 25% de EPS, o qual resultado foi de aproximadamente 14,60%.

De forma geral, todas as amostras de telhas produzidas com EPS não apresentaram viabilidade técnica, pois não atingiram todos os requisitos conforme recomendações da NBR 13858-2 (ABNT, 2009). Contudo, as telhas com 25% de EPS apresentaram os melhores resultados de ensaio entre as amostras, não atingindo apenas o requisito mínimo de resistência flexão estabelecido pela NBR 13858-2 (ABNT, 2009). Em virtude disso, sugere-se o presente estudo em porcentagens reduzidas de EPS, avaliar a possibilidade de trituração do EPS com menor granulometria possível, testar outras dosagens de concreto leve e verificar a possibilidade do uso de outros tipos de resíduos.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR NM 45: 2:** Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006. 8p.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 7211:** Agregado para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2009. 9p.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 11578:** Cimento Portland composto - Especificação. Rio de Janeiro, 1997. 5p.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 13858-2:** Telhas de concreto- Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2009. 32p.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 13858-1:** Telhas de concreto- Parte 1: Projeto e execução de telhados. Rio de Janeiro, 1997. 9p.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 15310:** Componentes cerâmicos - Telhas - Terminologia, requisitos, e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2009. 47p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO POLIESTIRENO EXPANDIDO. **Características do EPS.** Disponível em: <<http://www.abrapex.com.br/02Caracter.html>> Acesso em: 12 abr 2016.

_____. **O que é EPS.** Disponível em: <<http://www.abrapex.com.br/01OqueeEPS.html>>. Acesso em: 9 abr 2016.

ALMEIDA, I. S. de; COSTA, I. M. D.; RIBEIRO, M. M. de O.; HEINRICH, M.; MOREIRA, Q.; ARAUJO, P. J. P.; LEITE, M. S. **Reciclagem de garrafas PET para fabricação de telhas.** Cadernos de Graduação- Ciências Exatas e Tecnológicas. Sergipe, vol.1, nº17, p .83-90, out 2013.

AMORIM, K. **Construção civil cresceu 74,25% nos últimos 20 anos, revela estudo do**

SindusCon-MG, 2014. Notícia. Disponível em:

<<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/negocios/construcao-civil-cresceu-7425-nos-ultimos-20-anos-revela-estudo-323993-1.aspx>>. Acesso em: 10 mai 2016.

BRASTELHA. Telha Leve. Disponível em: <<http://brastelha.com.br/telha-leve.php>>. Acesso em: 23 abr 2016.

CAMARGO, L. (Org.). Atlas de Mato Grosso: abordagem socioeconômico-ecológica. Cuiabá: Entrelinhas, 2011. 96 p.

CONAMA - Resolução 307 de 2002. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 05 abr 2016.

COZZA, E. Manual de Utilização EPS na Construção Civil- Associação Brasileira do Poliuretano Expandido- ABRAPEX, 1ª ed. São Paulo: Pini, 2006. 124 p.

ETERNIT. Reunião APIMEC-RIO – ET15. relatório. 2015. Disponível em: <<http://ri.etsnit.com.br/ShowApresentacao.aspx?IdTeleconferencia=mQhWWui92Gm4Kih5vyU5Sg=/>>. Acesso em: 01 set 2016.

FERNANDES, I. Telhas de Concreto- produção e controle de qualidade, 1ª ed. São Paulo: ABCP, 2012.

FERREIRA, C. N. G.; RIBEIRO, M. C. F. Reutilização de Resíduos de EPS na Produção de Concreto Leve. 2008. 43 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – UNIFEB- Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Barretos-SP.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFICA E ESTATÍSTICA. Estimativa Populacional de Sinop/MT. Painel. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/mt/sinop/panorama>>. Acesso em: 15 jun 2017.

KRÜGER, E. L.; SUETAKE, G. Y.; ADRIAZOLA. M. K. O. Comparação do desempenho térmico de coberturas constituídas de embalagens Tetra Pak com manta refletida e placas de EPS. XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. Florianópolis, 2006. p. 476-483.

LENHARO, M. Mesmo com política de resíduos, 41,6% do lixo tem destino inadequado, 2015. Notícia. Disponível em: <<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2015/07/mesmo-com-politica-de-residuos-416-do-lixo-tem-destino-inadequado.html>>. Acesso em: 08 abr 2016.

MARIANE, A. Telhas de Concreto x Telhas Cerâmicas. Guia da Construção. São Paulo. 2012. p.18-19.

NAIME, R.; SILVA, R. da. Utilização de Pneus usados na fabricação de telhas. INGEPRO-Inovação, Gestão e Produção, vol. 02, nº 01, jan. 2010. Disponível em: <http://www.ingepro.com.br/Publ_2010/Jan/170-531-1-PB.pdf>. Acesso em: 29 abr 2016.

NETO, G. B.; NASCIMENTO, L. S. Análise das Características da Telha de Concreto e Sua Participação no Mercado da Construção Civil. 2012. 59 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Tecnologia em Construção de Edifícios)-Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia-GO.

PASSOS, P. R. de A. **Destinação Sustentável de Cascas de Coco (*Cocos nucifera*) Verde: Obtenção de Telhas e Chapas de Partículas**. 2005. 186 p. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ.

PORTAL PLANALTO. **Setor da construção civil aposta em crescimento e geração de empregos com mudanças no MCMV**, 2017. Notícia. Disponível em: <<http://www2.planalto.gov.br/acompanhe-planalto/noticias/2017/02/setor-da-construcao-civil-aposta-em-crescimento-e-geracao-de-empregos-com-mudancas-no-mcmv>>. Acesso em: 19 mai 2017.

RICCHINI, R. setor reciclagem. **Isopor, é possível reciclar**, 2015. Disponível em: <<http://www.setorreciclagem.com.br/reciclagem-de-isopor/isopor-e-possivel-reciclar/>>. Acesso em: 16 abr 2016.

ROSA, M. G. **Estudo Comparativo de Telhas Produzidas a Partir de Embalagens Multicamadas Pós-Consumo**. 2015. 49 p. Trabalho de Diplomação- UFRGS- Univeridade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS.

ROSSIGNOLO, J. A. **Concreto Leve Estrutural (Produção, propriedades, microestrutura e aplicações)**, 1ª ed. São Paulo: Pini, 2009. 144 p.

SOARES, R. N. **Resíduo de Construção e Demolição e EPS Reciclado como Alternativa de Agregado para a Região Amazônica- Aplicação em Blocos para Alvenaria**. 2010. 73 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, UTFPR- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Manaus- AM.

TESK, S. **Desenvolvimento de Telha Ecológica a Partir de Resíduo de Gesso da Construção Civil**. 2014. 94p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - UTFPR- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba-PR.

TESSARI, J. **Utilização de Poliestireno Expandido e Potencial de Aproveitamento de seus Resíduos na Construção Civil**. 2006. 102 p. Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

THEGOS. **História da telha de concreto**. Disponível em: <<http://thegos.com.br/a-empresa/>>. Acesso em: 10 abr 2016.