

ÁREA TEMÁTICA: Reciclagem

O CONCRETO LEVE PRODUZIDO COMO ADIÇÃO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS): UMA REVISÃO DA LITERATURA

Raquel Prado (kel_rnr@hotmail.com), Ana Martha Carneiro Pires de Oliveira (anamarthacarneirogarcia@gmail.com), Andrea Parisi Kern (apkern@unisinós.br), Feliciane Andrade Brehm (felicianeb@unisinós.br)

Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

RESUMO

O concreto é um material composto produzido a partir da mistura de areia, brita, água e cimento, pode conter adições e aditivos químicos para melhorar ou modificar suas propriedades. A adição do Poliestireno Expandido (EPS) ao concreto tem sido estudado nas últimas décadas, pois suas características além de reduzirem o peso específico do concreto influenciam na resistência mecânica, conferem isolamento termoacústico, baixa absorção de água e possuem grande apelo ambiental. Este trabalho, de pesquisa bibliográfica, analisou os estudos já realizados sobre a aplicabilidade do EPS na mistura de concreto leve. Dentre os diversos benefícios que a utilização do material em substituição aos agregados naturais na mistura do concreto leve oferece, a densidade e o desempenho térmico têm se destacado. Em conclusão é possível afirmar, com base nos textos consultados, que o EPS é um material que ao compor o concreto leve confere redução da densidade e excelente desempenho térmico, bem como vantagem econômica e ambiental visto a capacidade de reciclagem de materiais de EPS descartados.

Palavras-chave: Concreto Leve; Poliestireno Expandido (EPS); Desempenho Térmico.

LIGHTWEIGHT CONCRETE PRODUCED AS ADDITION OF EXPANDED POLYSTYRENE (EPS): A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

Concrete is a composite material produced from the mixture of sand, gravel, water and cement, it can contain additions and chemical additives to improve or modify its properties. The addition of Expanded Polystyrene (EPS) to concrete has been studied in recent decades, as its characteristics, in addition to reducing the specific weight of concrete, positively influence the mechanical resistance, confer thermal acoustic insulation, low water absorption and have great environmental appeal. This work, of bibliographic research, analyzed the studies already carried out on the applicability of EPS in the lightweight concrete mixture. Among the several benefits that the use of material to replace natural aggregates in the lightweight concrete mix offers, density and thermal performance have stood out. In conclusion, it is possible to affirm, based on the consulted texts, that EPS is a material that, when composing lightweight concrete, provides reduced density and excellent thermal performance, as well as an economic and environmental advantage, given the recycling capacity of discarded EPS materials.

Keywords: Lightweight Concrete; Expanded Polystyrene (EPS); Thermal Performance.

1. INTRODUÇÃO

O concreto possui propriedades que possibilitam a sua utilização em diversos setores da construção civil, contudo sua composição é exclusiva da extração mineral, o que causa grande impacto no meio ambiente de forma, muitas vezes, irreversível. (COUTO et al, 2013).

Em vista disso, ao longo dos anos, pesquisas são realizadas com o intuito de buscar alternativas, ao concreto convencional, que atendam aos requisitos normatizados, e que sejam sustentáveis e

econômicos. Sendo assim, umas das alternativas que tem sido estudadas é a substituição parcial ou total dos agregados naturais por agregados de baixo peso específico, dando origem ao Concreto Leve (MONCAYO, 2017). Concretos leves podem ser obtidos pela introdução de ar no estado fresco, tanto pela incorporação direta na massa de aditivos químicos tensoativos quanto pela eliminação dos finos ou teores reduzidos de pasta de cimento capazes de prover vazios na estrutura granular dos agregados (MAYCÁ et al., 2008).

Deste modo, um material que por décadas chama a atenção dos estudiosos é o Poliestireno Expandido (EPS) que misturado à matriz cimentícia proporciona diversos benefícios ao concreto, dentre eles está a redução da massa específica e a melhoria do desempenho térmico (OLIVEIRA, 2013). Tais benefícios são de suma importância para a construção civil, visto o peso que o concreto convencional possui e sua baixa capacidade absorver o calor, impedindo o progresso da eficiência energética. No Brasil, o EPS representa apenas 0,1% do resíduo produzido (TESSARI, 2006), entretanto, ele é nocivo ao meio ambiente quando descartado de forma incorreta, pois sua decomposição na natureza pode chegar a mais de 150 anos e ocupa grandes espaços nos aterros sanitários (SCHICOSKI, 2008). Portanto, este trabalho tem como objetivo abordar a aplicabilidade dos resíduos de EPS para produção de concreto leve, por meio de levantamento bibliográfico.

1.1 Concreto

O concreto é um material composto produzido a partir da mistura de cimento, agregados (areia e brita) e água. Segundo a norma NBR 7211 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019) os agregados são materiais inertes divididos entre grãos e miúdos de acordo com a dimensão dos grãos (Grão entre 4,75 mm a 75 mm e Miúdo entre 150 µm e 4,75 mm). A pasta, de concreto após passar reação química dá origem ao material ligante que une as partículas dos agregados em uma massa sólida (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1984; CUNHA et al., 2019; FUSCO, 2008) Os agregados influenciam no valor final do concreto por serem mais baratos que a pasta. Por este motivo os agregados constituem cerca de 60% a 80% do concreto (ANDOLFATO, 2002).

O concreto, em seu estado fresco, deve apresentar considerável plasticidade para possibilitar um melhor manuseio, transporte e lançamento. Após a secagem se transforma em um material sólido e de grande dureza que pode ser utilizado na mais variada gama de aplicações da construção civil (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1984; FUSCO, 2008).

Para se obter um concreto resistente, durável, econômico e de bom aspecto, deve-se estudar: as propriedades de cada um dos materiais componentes; as propriedades do concreto e os fatores que podem alterá-las; o proporcionamento correto e execução cuidadosa da mistura e o modo de executar o controle do concreto durante a fabricação e após o endurecimento (AMBROZEWICZ, 2012, p. 120).

Podem ser obtidos concretos com características especiais, ao acrescentar à mistura, aditivos, poliestirenos expandidos (EPS), pigmentos, fibras ou outros (AMBROZEWICZ, 2012).

1.2 Poliestireno expandido (EPS)

O poliestireno expandido (EPS - Expandable PolyStyrene) é um plástico celular rígido, resultado da polimerização do estireno em água (ABQUIM, 2019).

O EPS é uma espuma composta aproximadamente por 2% de poliestireno e 98% de ar (ACEPE, 2019). A produção mundial de poliestireno expandido é de aproximadamente 2 milhões de toneladas anuais. Só no Brasil são 36,6 mil toneladas, que em sua maioria é descartada de forma errada e acabam indo para aterros (ROCHA; FIGUEIREDO; ALTRAN, 2016).

Já é comprovado que o EPS é um material inerte quimicamente, não é biodegradável e não se desintegra, portanto, não contamina quimicamente o solo, a água ou o ar, no entanto, o EPS constitui um problema ambiental se não reciclado corretamente, pois é um material que leva aproximadamente 150 anos para se decompor; ocupa muito espaço devido à sua baixa densidade, causando problemas nos lixões ou aterros sanitários; quando o EPS é misturado a outros rejeitos atrapalha à decomposição de materiais biodegradáveis; quando depositados em corpos hídricos podem ser confundidos por cetáceos e peixes podendo levá-los a morte; quando queimado de forma indiscriminada libera gás carbônico contribuindo com a poluição do ar e ao aquecimento global (TESSARI, 2006). O EPS possui inúmeras características que interessam à indústria da construção civil, dentre elas destacam-se (AMIANTI, 2005):

- Baixa condutibilidade térmica: A estrutura de células fechadas, cheias de ar, dificulta a passagem do calor;
- Exposição a temperaturas extremas: O EPS pode chegar à temperatura de 80-85°C em situações de exposição prolongada com a aplicação de cargas elevadas, além de não ler limites para temperaturas baixas.
- Baixo peso específico: Normalmente, mais de 97% de seu volume é constituído de ar;
- Resistência mecânica: Possui alta resistência à compressão;
- Baixa absorção de água: O EPS não é higroscópico e não apresenta ascensão capilar, mantendo as suas características térmicas e mecânicas mesmo sob a ação da umidade;
- Difusão do vapor de água: O EPS é permeável ao vapor de água, permitindo a difusão do vapor de água;
- Resistente ao envelhecimento: As propriedades do EPS mantêm-se inalteradas ao longo da vida do material.
- Resistente quimicamente: O EPS é compatível com a maioria dos materiais correntemente utilizados na construção de edifícios, tais como cimento, gesso, cal e água;
- Comportamento microbiológico: O EPS não constitui substrato ou alimento para o desenvolvimento de animais ou microrganismos.

Tais propriedades, ligadas ao baixo custo, faz com que o material seja aplicado cada vez mais na Construção Civil que chega a utilizar aproximadamente 80% do isopor reciclado. Dentre essas utilizações, está o concreto leve (HALMEMAN; SOUZA; CASARIN, 2010).

1.3 Concreto Leve

O concreto leve se distingue do concreto comum, por sua menor massa específica. Logo, concretos leves são aqueles cuja massa unitária, no estado seco, não ultrapasse 1600 kg/m³ conforme NBR 9778 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015a). O concreto leve pode ter entre seus componentes diferentes materiais na condição de agregados miúdos e graúdos desde de que auxiliem na redução do peso seco do produto (ROCHA; FIGUEIREDO; ALTRAN, 2016).

O concreto leve de EPS é fabricado pela substituição total ou parcial do agregado graúdo do concreto convencional por pérolas de poliestireno expandido. As pérolas de EPS reciclados são incorporadas à pasta como elementos de preenchimento. No processo de fabricação do concreto leve, a porcentagem de pérolas expandidas varia em relação ao volume do concreto (STOCCO; RODRIGUES; CASTRO, 2009).

O concreto leve de EPS proporciona uma considerável redução de peso da construção e, em virtude da baixa absorção de água do EPS e da boa trabalhabilidade que ele proporciona, sua aplicação se estende aos pré-fabricados, elementos de vedação internos, tijolos ou blocos, revestimentos de fachadas, nivelamento, isolamento térmico e acústico além de outros elementos arquitetônicos e de paisagismo (ABRAPEX, 2019).

2. OBJETIVO

Abordar a aplicabilidade dos resíduos de EPS para produção de concreto leve, por meio de levantamento bibliográfico.

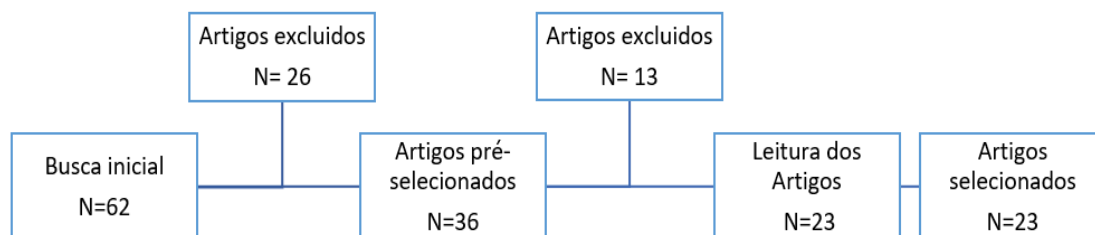
3. METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica como técnica de pesquisa. Exploração de qualquer literatura que já foi promulgada, em perspectiva de livros, revistas, artigos, teses, dentre outras publicações, no intuito de fazer com que o pesquisador possa ter comunicação direta com o material registrado a respeito de um determinado assunto, que pode ajudar tanto na avaliação de suas investigações quanto no manuseio dos dados (MARCONI; LAKATOS, 2010)

A pesquisa bibliográfica, neste caso, justifica-se pela necessidade de investigar a viabilidade do uso do EPS como um componente do concreto, e obter um melhor conhecimento sobre este material que é reciclável e excelente para a composição do concreto leve (ROCHA et al., 2016)

Para a coleta de dados foi utilizada uma pesquisa bibliográfica utilizando as palavras chaves: Concreto Leve; Poliestireno Expandido (EPS); Desempenho Térmico. Realizou-se uma leitura do material disponível e identificou-se as informações relevantes para a pesquisa. Sendo assim, foi realizada a seleção do material em duas etapas, a primeira ocorreu por meio da leitura do resumo e a segunda por meio da leitura integral. Foram utilizados como embasamento teórico artigos científicos, teses e dissertações que relatam as propriedades do EPS, sua disponibilidade e a demonstração de suas características e qualidades para a construção civil realizados no Brasil. Por fim foi realizado a interpretação do material. Os critérios de inclusão e exclusão estão relacionados a utilização do EPS na produção de concreto leve, sendo que a exclusão é mesmo havendo a referência ao EPS, não há relação com sua aplicação na produção de concreto leve.

Figura 01: Fluxograma da metodologia utilizada.



Fonte: Autoras (2019)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudos feitos por Melo (2014), Santos (2017) e Passos et al. (2018), compararam o desempenho térmico do sistema de vedação convencional de referência - REF (de traço em volume 1:1:6, cimento, cal e areia) com concreto leve, com incorporação de diferentes teores de resíduos de EPS em substituição à areia, conforme apresenta a tabela 01.

Tabela 01: Resultado dos ensaios realizados

| Autor | Ligante | Material | % | Densidade (kg/m ³) | Condutibilidade térmica (W/m.K) |
|----------------------|------------------------------------|----------|-------|--------------------------------|---------------------------------|
| REF | Cal e Cimento | areia | - | 1868 | 1,15 |
| Melo (2014) | Cal e Cimento | EPS | 100 | 237 | 0,06 |
| | Cal, Cimento e ligantes sintéticos | EPS | 70-80 | 432 | 0,11 |
| Santos (2017) | Cal, Cimento e ligantes sintéticos | EPS | 100 | 476,6 | 0,08 |
| Passos et al. (2018) | Cal e Cimento | EPS | 90 | 628 | 0,2 |
| | | | 80 | 770 | 0,4 |

Fonte: Mello (2014), Santos (2017) e Passos et al. (2018).

Tal como esperado, a densidade influencia na condutibilidade térmica do material. Os materiais com densidades menores obtêm condutibilidades térmicas menores, no entanto, teores de água elevados interferem no desempenho térmico da argamassa (MELLO, 2014). Corroborando com os estudos de Mello, Santos (2017) constatou que a substituição de 100% da areia pelo EPS conferiu ao material baixa densidade o qual contribuiu para a melhoria do desempenho térmico. Para Passos et al. (2018) o decréscimo do índice de consistência é explicado pela inserção de resíduos de poliestireno expandido (EPS) que influenciam reduzindo a fluidez da argamassa. Por sua vez, a redução do coeficiente de condutividade térmica caracteriza um interessante ganho, pois indica a maior possibilidade de contribuição para a melhoria do desempenho térmico.

Nota-se que os valores de densidade e condutividade térmica obtidos pelos métodos de Mello (2014) e Santos (2017) ficaram abaixo do determinado pela ABNT NBR 15220-2B (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005), enquanto que os valores de densidade e condutividade térmica obtidos pelo método de Passos et al (2018) se apresentaram bem próximas aos valores estabelecidos pela norma. Sendo assim as argamassas com adição de EPS tem grande potencial para contribuir com o conforto térmico das edificações.

Tabela 02: Densidade (ρ), condutividade térmica (λ) e calor específico (c) de materiais

| Material | ρ (kg/m ³) | λ (W/(m.K)) | C (KJ/(kg.K)) |
|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------|
| Argamassas | | | |
| Argamassa comum | 1800-2100 | 1,15 | 1,00 |
| Argamassa de gesso (ou cal e gesso) | 1200 | 0,70 | 0,84 |
| Argamassa celular | 600-1000 | 0,40 | 1,00 |

Fonte: ABNT NBR 15220-2b (2005).

Já o estudo de Wolff (2008) comparou a resistência à compressão, a densidade e o desempenho térmico do concreto convencional de referência – REF (de traço em massa 1:2,5:2,5, cimento areia e brita) com concreto leve contendo diferentes percentuais de adição de EPS em substituição parcial e total do agregado graúdo. Carvalho e Motta (2019), analisaram as mesmas propriedades, no entanto substituíram totalmente o agregado graúdo por 5% de EPS reciclado e por 4% de EPS em pérolas, conforme apresenta a tabela 03.

Tabela 03: Resultado dos ensaios realizados.

| Autor | Ligante | Material | % | Densidade (kg/m ³) | Resistência à Compressão (Mpa) | Variação de temperatura (oC) |
|----------------------------|-------------|---------------|-----|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| REF | Cimento | areia e brita | - | 2545,5 | 20,08 | 17,6 |
| Wolff (2008) | I-Cimento | EPS parcial | 25 | 2316,8 | 12,32 | 19,6 |
| | II-Cimento | EPS parcial | 50 | 2133,3 | 12,17 | 21,8 |
| | III-Cimento | EPS parcial | 75 | 1830,2 | 7,82 | 23,5 |
| | IV-Cimento | EPS total | 100 | 1679,9 | 7,37 | 24,9 |
| Carvalho e Motta (2019) | P-Cimento | EPS-P total | 5 | 1660 | 15,07 | 9,3 |
| | R-Cimento | EPS-R total | 4 | 1620 | 14,04 | 7,26 |

Fonte: Wolff (2008) e Carvalho e Motta (2019).

Com base nos resultados obtidos pode-se notar que com o acréscimo do EPS os materiais com adição de EPS não atingiram a resistência à compressão mínima, de 20MPa exigido pela ABNT NBR 6118:2014 para fins estruturais, no entanto os valores de resistência à compressão são

significativos e aliado ao baixo peso específico e ao bom desempenho térmico tornam este material aplicável em diversos outros elementos da construção civil.

Segundo Wolff (2008), a redução da resistência acontece pelo fato de o EPS possuir baixa resistência à compressão associado à sua porosidade. De encontro ao exposto, Carvalho e Motta (2018) atribuem a responsabilidade pela baixa resistência do concreto ao EPS, pois possui elevada porosidade e conseqüentemente baixa massa específica. Contudo os concretos com adição de EPS aqui apresentados podem ser classificados como leves de acordo com a ABNT NBR 8953 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015b), que classifica um concreto como leve aqueles cuja massa específica é inferior a $2,0 \text{ g/cm}^3$.

Quanto às propriedades térmicas todos os concretos com EPS demonstraram ser mais eficazes no isolamento térmico do que o concreto de referência, sendo observado uma diminuição da temperatura nas faces das placas e no interior dos compartimentos, bem como maior atraso da ascensão da temperatura. Wolff (2008) relata que à medida que aumenta o teor de EPS na mistura de concreto, nota-se uma redução na densidade e um aumento na “resistência” a transferência de calor. Isso se deve, provavelmente devido a tendência do EPS, principalmente em maiores teores, proporcionar ao concreto poros maiores e sem interconexão.

Logo, a análise desses resultados confirma a hipótese de que quanto maior o teor de substituição do agregado graúdo pelo EPS menor será a densidade do concreto, provocando melhor desempenho térmico e conseqüentemente gerando maior eficiência energética para as edificações.

CONCLUSÃO

É possível concluir, com base nos textos consultados que o EPS possui características que o tornam um material especialmente apropriado para a utilização no concreto leve, pois sua incorporação ao concreto confere boa trabalhabilidade, garante isolamento térmico e acústico, bem como, sua baixa densidade garante leveza para as estruturas em que é aplicado. A estrutura desse material proporciona baixa absorção de água, somando-se ainda ao benefício ambiental causado pela destinação correta do resíduo. Embora a redução da massa específica ocorra em função do aumento de vazios que conseqüentemente reduzem a resistência do concreto impedindo de ser utilizado em elementos estruturais, ainda existem diversas possibilidades de aplicação para o concreto leve com adição de EPS e uma delas é o grande potencial para utilização como revestimento isolante térmico de paredes maciças de concreto pré-moldadas, bem como nivelamento de contrapiso e elementos de vedação (blocos e tijolos).

5. REFERÊNCIAS

- ABQUIM. **EPS Brasil - Home | Poliestireno Expansível | Comissão Setorial**. 2019. Disponível em: <http://www.epsbrasil.eco.br/index.html>. Acesso em: 10 out. 2019.
- ABRAPEX. **ABRAPEX - Aplicações: Construção Civil - Concreto Leve**. 2019. Disponível em: <http://www.abrapex.com.br/31z09ConcrLeve.html>. Acesso em: 10 out. 2019.
- ACEPE. **ACEPE – EPS**. 2019. Disponível em: <https://acepe.pt/>. Acesso em: 10 out. 2019.
- AMBROZEWICZ, Paulo Henrique Laporte. **Materiais de Construção. Normas, Especificações, Aplicação e Ensaio de Laboratório**. São Paulo: Pini, 2012.
- AMIANTI, Marcelo. **Uso e aplicação do poliestireno expandido (EPS) reciclado para impermeabilização por impregnação de superfícies de concreto pré-fabricado**. 122 p. Dissertação. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2005.
- ANDOLFATO, Rodrigo Piernas. **controle tecnologico basico do concreto**. Ilha Solteira.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7212: Execução de concreto dosado em central**. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15220-2 Desempenho térmico de edificações Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade**

térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655: Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento.** Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8953: Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência.** Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211: Agregados para concreto - Especificação.** Rio de Janeiro.

CARVALHO, C. H. R.; MOTTA, L. A. C. **Estudo de concreto com poliestireno expandido reciclado.** Revista IBRACON de estruturas e materiais. v. 12, n. 6. p. 1390-1407. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-41952019000600010>. acessado em: 04/05/2020.

. Cadernos de Graduação – Ciências Exatas e Tecnológicas. Sergipe. v.1, n.1 p.48-49. 2013.

CUNHA, Sandra; AGUIAR, José; FERREIRA, Victor; TADEU, Antônio. **Classificação de argamassas com incorporação de materiais de mudança de fase com base nas suas propriedades físicas, mecânicas e térmicas Matéria (Rio de Janeiro)** scielo , , 2019.

FUSCO, Pericles Brasiliense. **Tecnologia do Concreto Estrutural.** São Paulo: Pini, 2008.

HALMEMAN, Maria Cristina Rodrigues; SOUZA, Paula Cristina De; CASARIN, André Nascimento. Caracterização dos resíduos de construção e demolição na unidade de recebimento de resíduos sólidos no município de Campo Mourão-PR. **Revista Tecnológica, [S. l.], v. 0, n. 0 SE-Artigos, 2010.** DOI: 10.4025/revtecnol.v0i0.8821. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevTecnol/article/view/8821>.

MARCONI, Marina Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** São Paulo: Atlas, 2010.

MELO, H. **Caracterização Experimental do Comportamento físico de Argamassas de Desempenho Térmico Melhorado** – Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2014, 95 p. 2014.

MONCAYO, Winston Junior Zumaeta. **Comportamento residual do concreto leve com pérolas de EPS após situação de incêndio.** 2017. Universidade de São Paulo, [S. l.], 2017.

OLIVEIRA, Livia Souza De. **Reaproveitamento de resíduos de poliestireno expandido(isopor) em compósitos cimentícios.** 2013. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI, [S. l.], 2013.

PASSOS, P.M.; CHAGAS, L.L.; FEITOSA, L.D.; RIBEIRO, M.M.; CARASEK, H. in: **Anais 59º Congresso Brasileiro de Concreto**, IBRACON, Bento Gonçalves, (2017) 1

ROCHA, Bárbara Florrance de Melo; FIGUEIREDO, Filipe Bittencourt; ALTRAN, Daniele Araujo. Estudo Das Propriedades Físicas E Mecânicas Do Concreto Leve Com Agregados De Poliestireno Expandido-EPS. *In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA 2016, Anais [...].* [s.l: s.n.]

SCHICOSKI, Carlos Alberto. Isopor: uso abusivo e reciclagem incipiente. **Revista Meio Ambiente, [S. l.], v. 3, n. 11, 2008.**

SANTOS, Ana Rita Inácio da Silva. **Avaliação do desempenho físico de argamassas térmicas em protótipos de parede** – Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 95 p. 2017.

STOCCO, Wagner; RODRIGUES, David; CASTRO, Adriana Petito de Almeida Silva. Concreto Leve com uso de EPS. *In: XXXVII CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA 2009, Recife. Anais [...]. Recife Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/10/artigos/612.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.*

TESSARI, Janaina. **Utilização de Poliestireno Expandido e Potencial de Aproveitamento de seus Resíduos pela Construção Civil.** 2006. Universidade Federal de Santa Catarina, [S. l.], 2006. <file:///C:/Users/Usuario/Desktop/Mestrado/coprodutos/comparativo%20bloco%20de%20concreto%20convencional%20com%20concreto%20leve.pdf> Acesso em: 10 out. 2019.

WOLFF, P. S. Resistência, densidade e desempenho termo-acústico do concreto com espuma de poliestireno expandido (EPS) aplicado às construções. Dissertação. Universidade Estadual do Estado do Paraná, Cascavel-PR, 2008.