

## ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS E DE DOSAGENS DE CONCRETO LEVE COM PÉROLAS DE EPS

Ana Carolina Pereira Lopes<sup>1</sup>  
Otávio Alcântara Calais Ribeiro<sup>1</sup>  
Rafael Macedo de Oliveira<sup>2</sup>

[rafaeloliveiraunivertix@gmail.com](mailto:rafaeloliveiraunivertix@gmail.com)

ÁREA DE CONHECIMENTO: Engenharias

### RESUMO

O Poliestireno Expandido (EPS), por ser um material produzido em larga escala, apresenta um grande volume de resíduos, o que propicia o reaproveitamento deste. Diante deste fato, no presente trabalho, busca-se analisar o desempenho do concreto com adição de pérolas de EPS. Dentre as diferentes solicitações que se fazem presentes, para as diferentes dosagens, avaliou-se a trabalhabilidade do concreto – *Slump Test* e *Slump Flow*, massa aparente, resistência à compressão axial e umidade. As pérolas de EPS foram incorporadas como componentes de redução do peso específico do concreto. As dosagens foram compostas basicamente de cimento, areia, pérolas de EPS em diferentes quantidades, água e aditivo superplastificante. Após a análise de 32 misturas, observou-se que este concreto seria viável para a utilização em alvenaria não-estrutural. Além disso, constatou-se que o referido concreto apresenta uma elevada trabalhabilidade em decorrência das pérolas de EPS utilizadas e uma umidade que varia de acordo com o volume de EPS utilizado na fabricação. Deve-se salientar que o emprego de EPS na produção do concreto leve reduz significativamente o peso próprio da construção, estrutural ou não, do mesmo modo que este emprego diminui o consumo de agregados para a produção deste concreto.

**PALAVRAS-CHAVE:** resistência; isopor; tecnologias construtivas.

### 1. INTRODUÇÃO

Diversos estudos sobre o comportamento, variação de dosagens, e incorporação de materiais alternativos ao concreto vêm sendo desenvolvidos (OZÓRIO, 2016).

A demanda de moradias incentivou a busca por novos materiais de construção, como o poliestireno expandido – EPS (SARTORTI, 2015).

---

<sup>1</sup> Acadêmicos do 10º período do curso de Engenharia Civil na Univértix

<sup>2</sup> Graduado em Engenharia Agrônoma mestre em Entomologia e Doutor em Fitotecnia, professor dos cursos de Bacharelado em Agronomia e Engenharia Civil da Faculdade Vértice - UNIVÉRTIX - Matipó

O poliestireno expandido, popularmente conhecido com Isopor®, é resultante do processo de polimerização do estireno em água, e apresenta uma massa específica de 13 a 16 kg/m<sup>3</sup> (BERCAM, 2017).

O EPS apresenta algumas vantagens como: a impermeabilidade e a resistência a umidade, características estas que lhe garantem uma grande resistência à ação das águas (HELENA, 2009).

O poliestireno expandido tem sido utilizado como agregado para concretos de baixa densidade (SOARES, 2014). O emprego do EPS no concreto reduz consideravelmente o peso das peças, assim mostrando-se muito vantajoso a sua utilização (SARTORTI, 2015).

A utilização do EPS no concreto apresenta um caráter ambiental e econômico, pois não se faz necessário o uso de recursos para produção de agregados leves (CATÓIA, 2012).

O concreto leve com adição de EPS apresenta também um bom desempenho térmico e acústico; e o poliestireno expandido é encontrado em grandes volumes disponíveis para a utilização por ser utilizado em embalagens de diversos produtos (CARVALHO, 2017).

Em 2007, só no Brasil foram produzidos 55 mil toneladas de isopor e ainda 2 mil toneladas importadas em embalagens de equipamentos; no ano de 2008 foram produzidos aproximadamente 62,9 mil toneladas de poliestireno expandido (EPS) e também 20 mil toneladas de poliestireno extrusado (XPS) assim sendo cerca de 82,9 mil toneladas de isopor; deste total 7 mil toneladas retornam para reciclagem, assim sendo, apenas 8,4% do total produzido (MONTEIRO, 2011).

Assim sendo, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos para a utilização de pérolas de EPS na produção de concreto leve, assim reduzindo o impacto ambiental, bem como melhorando características do concreto leve (CARVALHO, 2017).

Objetivou-se com este trabalho o estudo das características mecânicas e de dosagens do concreto leve com adição de pérolas de poliestireno expandido – EPS.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. Concreto**

O concreto é composto por cimento, agregados graúdos e miúdos e água. Quando fresco, deve apresentar condições de trabalhabilidade para suas devidas operações (VOLPE, 2018). De forma sucinta, o concreto pode ser definido como

uma pedra artificial moldada de acordo com a criatividade do homem (CONCRETO & CONSTRUÇÕES, 2009). Apresenta diversas propriedades como trabalhabilidade, consistência, massa específica e poder de retenção de água (VOLPE, 2018).

## 2.2. Concreto leve estrutural

O concreto leve é caracterizado pela redução de sua massa específica em relação ao concreto tradicional, pela substituição de parte sólida por ar (ROSSIGNOLO, 2009), além de alterações nas propriedades térmicas do mesmo. Além disso, os agregados leves ocasionam significativas mudanças em propriedades do concreto, tais como: trabalhabilidade, resistência mecânica, módulo de deformação, retração e fluência, bem como redução da zona de transição entre o agregado e a matriz de cimento (ROSSIGNOLO, 2003).

O concreto leve possui três classificações: concreto com agregado leve, que apresenta maior utilização estrutural; concreto celular, formado por vazios introduzidos na massa do concreto; e concreto sem finos, fabricado sem o uso de agregados miúdos (CATOIA, 2012).

Para ser considerado concreto leve estrutural, este deve apresentar uma massa específica de 2000 kg/m<sup>3</sup>; os valores limites desta massa variam de acordo com a referência analisada (Tabela 1).

**Tabela 1:** Dados de referência da massa específica dos concretos leves

Referência	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )
RILEM (1975)	$x < 2000$
CEB-FIP (1977)	$x < 2000$
NS 3473 E (1992)	$1200 < x < 2200$
ACI 213R-87	$1400 < x < 1850$
CEN prEN 206-25 (1999)	$800 \leq x \leq 2000$

Fonte: Rossignolo (2003)

A resistência à compressão dos concretos leves está relacionada diretamente ao consumo de cimento. Já no concreto tradicional, essa resistência está relacionada ao fator água/cimento (OZÓRIO, 2016).

Para a caracterização dos concretos leves, são utilizados os parâmetros de resistência à compressão, a massa específica e o fator de eficiência do material (FE), entre outros. Tais propriedades estão relacionadas diretamente à granulometria dos agregados (ROSSIGNOLO, 2009).

O Instituto Americano de Concreto – ACI 213R-87 especifica que o concreto deve atender os parâmetros supracitados e ainda apresentar resistência à compressão acima de 17,2 MPa.

### **2.3. Poliestireno expandido – EPS**

A NBR 11752:2016 define o poliestireno expandido (EPS) como o material plástico celular rígido, de cor branca, obtido pela expansão de pérolas pré-expandidas do poliestireno, podendo ser produzido em condições não retardantes à chama – classe P, ou retardantes à chama – classe F.

O EPS apresenta outras vantagens como: impermeabilidade e resistência à umidade, características estas que lhes garantem uma grande resistência à ação das águas (HELENA, 2009).

Na construção civil, o EPS é empregado principalmente para enchimento de lajes nervuradas, formas para concreto, isolamento térmico, regularização de piso, entre outros. A redução do peso próprio da estrutura e também de elementos não estruturais é maximizada pelo uso do poliestireno expandido, gerando assim grande economia para a estrutura, o que justifica, portanto, sua utilização no que tange o custo-benefício (SARTORTI, 2015).

### **2.4. Concreto leve com EPS**

A obtenção do concreto leve com EPS advém da mistura em proporções adequadas em uma sequência específica, pré-definida, utilizando-se pérolas de poliestireno expandido (EPS) com cimento, areia, água e aditivos (opcional). Assim, compõe-se um concreto com densidade de 300 a 1600 kg/m<sup>3</sup>, caracterizado como concreto leve (ABRAPEX, 2006).

A Associação Brasileira de Poliestireno Expandido – ABRAPEX (2006) determina que o concreto leve com poliestireno expandido é um concreto do tipo cimento e areia, em que, no lugar do agregado graúdo (pedra britada), se utiliza o EPS em forma de pérolas ou flocos reciclados. Ao endurecer, o concreto envolve totalmente as partículas de EPS, que apresentam 95% a 98% de ar, proporcionando ao concreto baixa densidade.

De acordo com dados de pesquisas, é necessário o uso de aditivos superplastificantes ao concreto leve com EPS, pois o isopor<sup>®</sup> tende a flutuar,

podendo resultar em uma mistura heterogênea e ocasionar segregação deste concreto (SOARES, 2014). Segundo Stocco, Rodrigues e Castro (2009), devido ao fato de o poliestireno expandido na forma de pérolas possuir baixa densidade, é necessária a utilização de betoneira para a produção do concreto, além do uso de aditivo superplastificante.

### 3. METODOLOGIA

Este trabalho tem caráter experimental, onde foi realizado um estudo bibliográfico sobre o concreto leve e os diversos traços do mesmo conteúdo aditivo de EPS em pérolas e superplastificantes.

Para a produção dos traços, primeiramente, foi determinado um traço padrão. Em um misturador com capacidade de 350 L, foram utilizados 60 kg de cimento, 60 kg de areia, 100 L de EPS (aproximadamente 2 kg), 17 L de água, 600 g de aditivo, conforme metodologia de Ozório (2016). Os traços produzidos são descritos na Tabela 2.

**Tabela 2:** Identificação das proporções dos traços

Identificação do traço	Proporção dos materiais (cimento, agregado(s), EPS, relação a/c e teor de aditivo)	Característica do traço
T01	1:1:1,5:0,28:1%	Padrão
T02	1:1:1,35:0,28:1%	Redução de 10% no teor de EPS
T03	1:1:1,125:0,28:1%	Redução de 15% no teor de EPS
T04	1:1:1,2:0,28:0,8%	Redução de 20% no teor de EPS

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

O concreto leve com pérolas de EPS fora produzido de forma manual com auxílio de uma betoneira, onde ocorreram variações no percentual de incorporação do EPS neste.

Este foi feito seguindo uma sequência de adição dos agregados, sendo adicionado 50% da água do traço com o agregado miúdo e as pérolas de EPS, após foi adicionado o cimento, o aditivo superplastificante e o restante da água do traço, misturando ainda por cerca de 10 minutos.

Após foram moldados corpos de prova e realizada a cura em conformidade com a NBR 5738:2015.

Estes corpos de prova foram desmoldados após um período de cura inicial de 24 horas para a realização da identificação e após foram armazenados em uma solução de hidróxido de cálcio à uma temperatura de  $23 \pm 2$  °C até a data para a realização dos ensaios (NBR5738:2015).

A análise dos corpos de prova se deu através da medição da trabalhabilidade, massa aparente no estado endurecido, resistência à compressão axial, absorção de água por imersão, de acordo com as regulamentações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. Trabalhabilidade

Como fora descrito, utilizou-se concreto com maior fluidez, que, de acordo com Catoia (2012), por não possuir agregado graúdo em sua composição, o concreto leve com EPS apresenta maior fluidez.

Nesse sentido, os ensaios foram realizados para determinar a trabalhabilidade do concreto com EPS no estado fresco. Os resultados obtidos com o concreto fresco evidenciaram importantes características do concreto como homogeneidade, ausência de segregação ou flutuação do EPS, assim como o trabalho de Carvalho (2017). Os resultados podem ser observados na Tabela 3.

**Tabela 3:** Características de dosagens no estado fresco e endurecido

Dosagem (cimento, agregado(s), EPS, relação a/c e teor de aditivo)	Abatimento (cm)	Espalhamento (cm)
1:1:1,5:0,28:1% (Padrão)	13	35
1:1:1,35:0,28:1% (Redução de 10%)	15	37,5
1:1:1,125:0,28:1% (Redução de 15%)	16,5	39
1:1:1,2:0,28:0,8% (Redução de 20%)	18	42,5

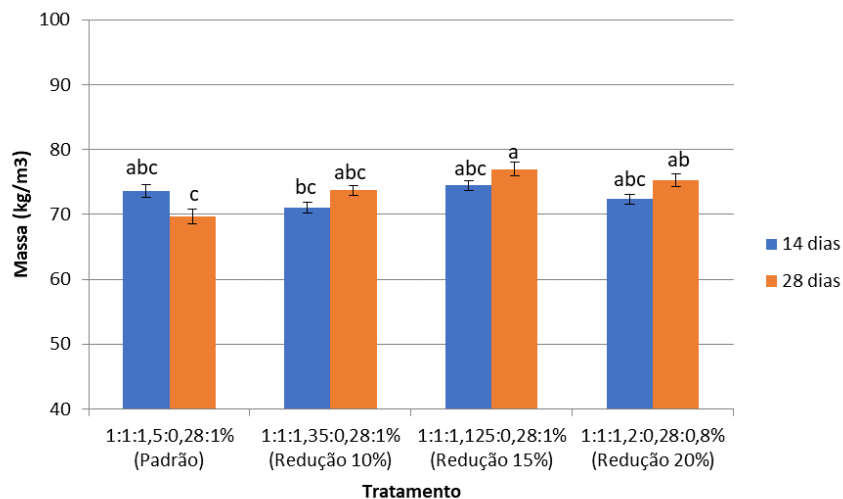
Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A partir desses resultados, pode-se verificar que a redução de EPS no concreto tende a aumentar a fluidez, e, por consequência, o abatimento e o espalhamento. De acordo com Carvalho (2017), tal evento pode ser explicado pelo EPS ser um material higroscópico. Fora observado também o aumento da relação

a/c de acordo com o aumento do volume de EPS utilizado, reduzindo, assim, a consistência do concreto, fato também observado por Helena (2009).

#### 4.2. Massa aparente

Na Figura 1, observa-se a variação da massa específica em função da variação do traço e a idade do corpo de prova. É possível verificar que, com a redução do EPS na idade de 14 dias, a massa aparente tende a variação constante com probabilidade de 5%, visto que há uma repetição das letras nos quatro tratamentos. A massa aparente aos 28 dias evidencia que, com a redução da inserção de EPS na mistura, esta tende a aumentar gradativamente, mantendo-se representativamente uma variação constante entre si com a probabilidade de 5%, visto que as letras não diferem entre si.



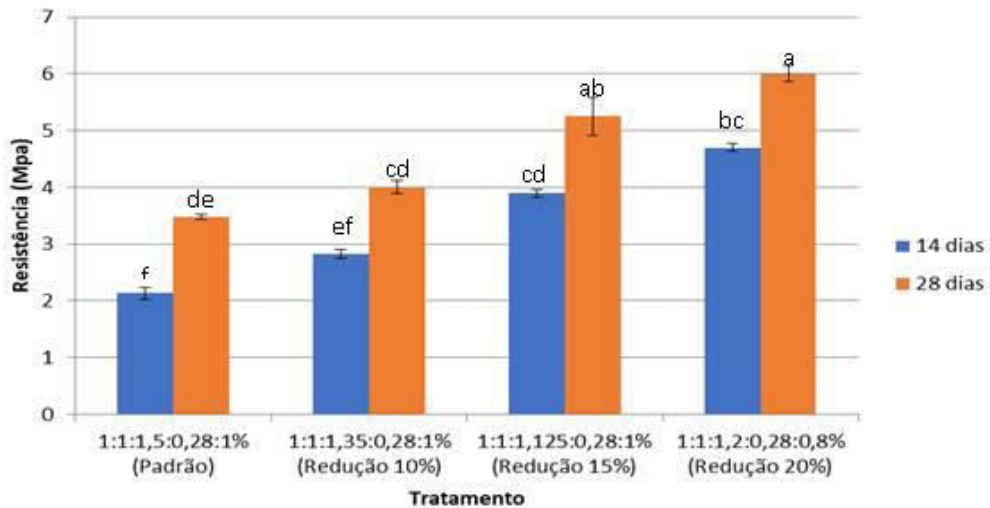
**Figura 1:** Massa aparente de concreto leve com diferentes traços (média  $\pm$  erro padrão). Letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

Fonte: Os autores (2019)

Tais variações podem ser explicadas pela redução nos percentuais de inserção de EPS nos tratamentos (OZÓRIO, 2016). Segundo Oliveira (2013), devido a baixa densidade, o EPS contribui para a redução significativa da massa aparente. Portanto, quanto menor o volume de areia e maior o volume de EPS, menor é a massa aparente.

### 4.3. Resistência à compressão

Observam-se, na Figura 2, os valores médios obtidos no ensaio de resistência à compressão axial para as idades de 14 e 28 dias.

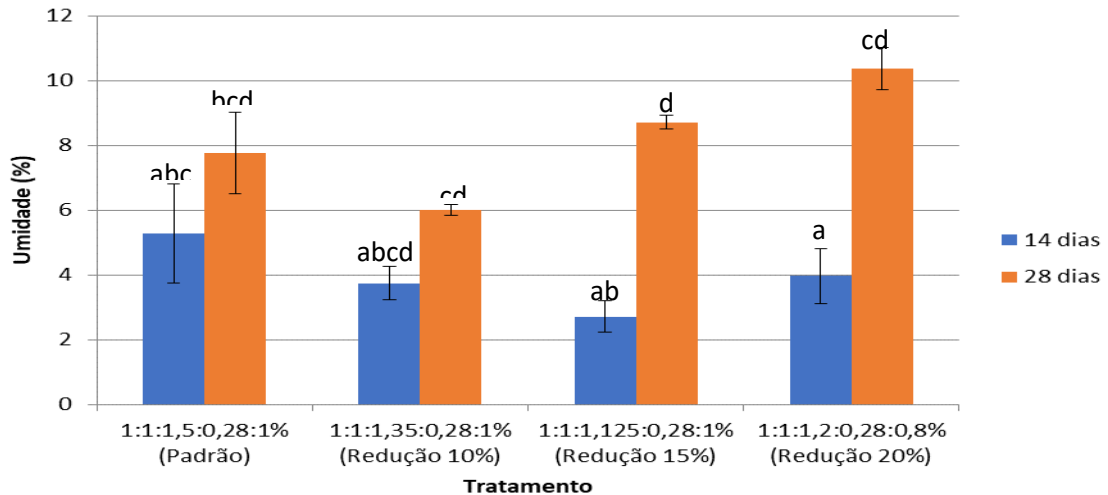


**Figura 2:** Resistência à compressão de concreto leve com diferentes traços (média  $\pm$  erro padrão). Letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade  
 Fonte: Os autores (2019)

Cabe salientar que houve aumento significativo na resistência, tanto aos 14 quanto aos 28 dias, comparando-se os diferentes tratamentos com o traço padrão. O Instituto Americano de Concreto – ACI 213R-87 especifica que o concreto leve com EPS deve apresentar resistência à compressão acima de 17,2 MPa para função estrutural. De acordo com Silva (2018), concretos com resistência à ruptura inferior a 20 MPa não podem ser considerados para função estrutural. Portanto, como apresentado na Figura 3, para todos os tratamentos, foram obtidos valores inferiores tanto à referência mínima para concretos com EPS (17,2 MPa), como inferior a função estrutural (20 MPa), assim não podendo ser utilizado para função estrutural. Os valores obtidos no ensaio podem ser explicados por alguns fatores que influenciaram diretamente no resultado, como erros durante a produção do concreto, e capeamento irregular dos corpos de prova. Contudo, de acordo com a NBR 6136:2016, o concreto produzido poderia ser utilizado para a produção de blocos de concreto vazados – classe C, pois estes requerem uma resistência mínima de 3 MPa.

#### 4.4. Umidade

A determinação da umidade dos corpos de prova seguiu a normatização vigente – NBR 9778:2005. São apresentados, na Figura 3, os valores médios de umidade por tratamento.



**Figura 3:** Umidade de concreto leve com diferentes traços (média ± erro padrão). Letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Os autores (2019).

Cabe salientar que o diâmetro inferior do EPS aumentou a absorção de água pelos corpos de prova. O aumento na absorção decorre da redução na inserção de EPS no tratamento, ocasionando, assim, maior teor de argamassa no tratamento (OZÓRIO, 2016). De acordo com a Figura 4, todos os tratamentos aos 28 dias apresentaram umidade maior que aos 14 dias. Pode-se observar que, com a redução do volume de EPS, a umidade tende a aumentar, o que pode ser explicado pelo fato de o EPS ser um material higroscópico.

#### 5. CONCLUSÃO

Analisando os resultados obtidos no presente trabalho, em relação à utilização do EPS como agregado no concreto leve, não é possível determinar sua eficácia para utilização como concreto estrutural. Contudo, este pode ser empregado na produção de blocos de concreto vazados.

Foi possível observar que o concreto leve com pérolas de EPS apresentou resistência inferior à mínima para concreto estrutural, podendo assim ser utilizado na produção de blocos de concreto para alvenaria não-estrutural. Adicionalmente,

atesta-se que a incorporação do EPS em maiores quantidades tendeu a uma redução na densidade, apresentando ainda uma resistência mínima para alvenaria não-estrutural.

Percebe-se a necessidade de realização de outros estudos para a determinação da relação a/c, visto que foram utilizadas as mesmas proporções, gerando portanto um concreto relativamente mais fluido e com uma trabalhabilidade alta.

## 6. REFERÊNCIAS

ABRAPEX – Associação Brasileira de Poliestireno Expandido. **Concreto Leve**. Disponível em: <http://www.abrapex.com.br/31z09ConcrLeve.html>. Acesso em: 01 abr. 2019.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-5738: **Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. 2015.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR-9778**: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. 2009.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR-11752**: Materiais Celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial - Especificações. 2016.

Bercam Engenharia e Consultoria. **Concreto leve com adição de isopor (EPS)**. Disponível em: <http://bercam.eng.br/concreto-leve-com-adicao-de-isopor-eps/>. Acesso em: 16 jun. 2019.

CARVALHO, C. H. R. **Estudo de concreto com poliestireno expandido reciclado**. Orientador: Prof. Dra. Leila Aparecida de Castro Motta. 2017. 62 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

CATOIA, T. **Concreto ultraleve estrutural com pérolas de EPS: Caracterização do material e estudo de suas aplicações em lajes**. Orientador: Prof. Dr. Libânio Miranda Pinheiro. 2012. 154 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

CONCRETO & CONSTRUÇÕES. São Paulo: **Ibracon, XXXVII**. ISSN. 1809-7191 versão online. Disponível em: [http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas\\_ibracon/rev\\_construcao/pdf/Revista\\_Concreto\\_53.pdf](http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/Revista_Concreto_53.pdf). Acesso em: 25 maio 2019.

HELENA, M. S. **Aplicação do poliestireno expandido (EPS) em concreto e argamassas**. Orientador: Prof. MSc. Fernando Pelisser. 2009. 87 f. Trabalho de

Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2009.

MONTEIRO, M. A. *et al.* **Plano de gerenciamento integrado de resíduos de isopor – PGRI.** Belo Horizonte - Minas Gerais. Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 2011. 52 p.; il.

OLIVEIRA, L. S. **Reaproveitamento de resíduos de poliestireno expandido (isopor) em compósitos cimentícios.** Orientador: Prof. Dr. Kurt Strecker. 2013. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Rei, 2013.

OZÓRIO, B. P. M. **Concreto leve com pérolas de EPS: estudo de dosagens e de características mecânicas.** Orientador: Prof. Doutor. Libânio Miranda Pinheiro. 2016. 156 f. Tese (Doutorado em Ciências – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

ROSSIGNOLO, J. A. **Concreto leve de alto desempenho modificado com SB para pré-fabricados esbeltos – Dosagem, produção, propriedades e microestrutura.** Orientador: Prof. Dr. Marcos V. C. Agnesini. 2003. 220 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

ROSSIGNOLO, J. A. **Concreto leve estrutural: produção, propriedades, microestrutura e aplicações.** São Paulo: PINI, 2009.

SARTORTI, A. L. **Comportamento Dinâmico de Lajes Maciças de Concreto Leve com Pérolas de EPS.** Orientador: Prof. Dr. Libânio Miranda Pinheiro. 2015. 251 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

SILVA, M. A. M. **Dosagem experimental de concreto autoadensável com a adição de pérolas de poliestireno expandido.** Orientador: Prof. Dr. Hudson Chagas dos Santos. 2018. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de materiais) – Instituto Federal do Piauí, Teresina, Piauí, 2018.

SOARES, F. A. M. **Incorporação de partículas de poliestireno expandido e resina epóxi em compósitos cimentícios.** Orientador: Prof. Dr. Kurt Strecker. 2014. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de São João del-Rey, São João Del Rei, 2014.

STOCCO, W; RODRIGUES, D; CASTRO, A. P. A. S. **Concreto leve com uso de EPS.** Salto, 2009. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/10/artigos/612.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2019.

VOLPE, F. A. C. **Aplicação do poliestireno expandido para fabricação de concreto leve.** Orientador: Prof. Me. Claudio de Souza Rodrigues. 2018. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Maringá, Maringá, 2018.