

## ANÁLISE DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO AGREGADO MIÚDO POR POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) NA ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO

Adenir Boita<sup>1</sup>  
Poliana Bellei<sup>2</sup>

### RESUMO

A substituição de pérolas de Poliestireno Expandido (EPS) proposta nesse trabalho, teve por objetivo não apenas reduzir o peso específico do material em substituição a areia, como também verificar o comportamento em relação a trabalhabilidade e à resistência mecânica. O método científico escolhido foi o indutivo, seu nível de pesquisa é exploratório, tendo como população-alvo os materiais considerados como agregados da argamassa, sendo as amostras os dois agregados (areia, EPS). A análise e interpretação de dados foi feita em uma abordagem quantitativa. Para isso, foram confeccionados um traço padrão de 1:1:6 (cimento, cal e agregado), bem como traços com substituição de EPS nas proporções de 10 %, 20 % e 40 %, respectivamente, os materiais utilizados foram o cimento CP II F - 32, a cal hidratada CH – III, a areia média, o EPS e a água. Posteriormente a fabricação de cada traço, foram realizados os ensaios no estado fresco e endurecido para cada argamassa em estudo, e comparados os resultados alcançados em cada propriedade. Pode-se perceber que o EPS diminui a quantidade de água na mistura para atingir uma mesma trabalhabilidade, bem como o peso específico do material. Já, em relação a resistência mecânica não observou-se aumento dos valores em relação ao traço referência. A realização de estudos sobre a argamassa leve promove maior conhecimento e informação sobre esse material, sendo que a argamassa convencional ainda é o produto mais utilizado.

**Palavras-chave:** Argamassa. Poliestireno Expandido (EPS). Trabalhabilidade. Resistência mecânica.

## 1 INTRODUÇÃO

Devido as suas várias características atrativas, o EPS já é largamente utilizado na construção civil, nos mais diferentes tipos de obra. Existem várias formas de aplicação, como paredes e pavimentos, pequenas moradias até grandes edifícios, viadutos e estradas, sistemas de isolamento de coberturas, e atualmente, como substituto da cerâmica da laje de concreto, sob a forma de caixão perdido e formas para concreto (SANT'HELENA, 2009).

O EPS conhecido como isopor, vem ganhando espaço na construção civil, seu uso gera uma grande redução os custos de fundações, ferragem de laje e na utilização de concreto, sua utilização pode reduzir 20 % na fundação da obra (PORTAL METALICA, 2018).

---

<sup>1</sup> Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil da UCEFF.

<sup>2</sup> Docente do curso de Engenharia Civil da UCEFF: polianabellei@gmail.com.

Este polímero é um plástico celular rígido, resultado da polimerização do monômero estireno, que é um material com custo relativamente baixo, possui boa resistência mecânica, é leve e ampla adequabilidade com os métodos empregados na construção civil (SANT'HELENA, 2009).

O EPS é um material de baixa densidade, o que o torna fácil de ser manuseado no canteiro de obras, e apresenta outras características positivas, como a capacidade em absorver impactos, facilidade em moldar o material conforme tamanho e espessura desejados, e possibilidade de reciclagem (ISORECORT, 2016).

A realização da caracterização e estudos aprofundados sobre a argamassa leve promove maior conhecimento e informação sobre os materiais, já que os mesmos são poucos empregados no setor da construção civil, onde a argamassa convencional é a mais utilizada.

Com o crescimento das tecnologias construtivas, buscam-se novos materiais que contemplam as necessidades impostas em obras. Pesquisadores realizam estudos com a finalidade de obter melhorias dentre os vários materiais utilizados na construção de obras (LIMA, 2010).

Com intenção de auxiliar a construção civil, e ampliar as formas de aplicação como componente de matriz cimentícia, o estudo justifica-se em estudar a argamassa produzida com EPS, substituindo parte da areia (material mais denso) por um material leve, e com isso aperfeiçoar os métodos e técnicas que são utilizados em obras. Assim, a questão problema da pesquisa define-se em: **Qual o desempenho da substituição parcial do agregado miúdo por EPS na argamassa de revestimento?**

A pesquisa teve como objetivo principal analisar a substituição parcial do agregado miúdo por EPS na argamassa de revestimento. As substituições parciais foram de 10 %, 20 % e 40 % em relação ao volume de agregado miúdo. Com isso verificou-se as propriedades, e analisadas se as mesmas são adequadas ao uso, quando utilizado o EPS como componente da argamassa convencional.

## 2 REVISÃO TEÓRICA

De acordo com a ABNT NBR 13281 (2005), argamassa é um composto homogêneo de agregado, aglomerante e água, pode conter adições e aditivos, deve apresentar características de aderência e endurecimento, pode ser dosada em obra ou em instalações próprias.

De acordo com Matos (2013), os materiais constituintes da argamassa influenciam diretamente nas propriedades da argamassa, tanto no estado fresco como no estado endurecido.

As argamassas devem apresentar um conjunto específico de propriedades, para cumprirem de maneira satisfatória sua função, essas propriedades e os fatores que nela influenciam podem prever o comportamento do revestimento nas mais diversas situações (FRANCISCON, 2010).

“As propriedades das argamassas estão diretamente ligadas a diversos fatores, tais como: qualidade e quantidade do aglomerante, qualidade e quantidade de água”, (AMBROZEWICZ, 2012, p. 114).

## 2.1 ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO

De acordo com Recena (2012), argamassas empregadas no assentamento de elementos de alvenarias, as quais têm como funções distribuir uniformemente as cargas atuantes, absorver da melhor maneira possível as deformações a que uma alvenaria está sujeita, impermeabilizar ou contribuir para a impermeabilização das paredes, além de unir solidariamente os elementos da alvenaria, na formação de um todo compacto. Tanto podem ser argamassas aéreas, ricas em cal, como aquelas empregadas na elevação de paredes de uma edificação, como hidráulicas, no caso de um alicerce feito em alvenaria de pedras sujeito à ação direta da umidade.

## 2.2 EPS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A ABNT NBR 11752 (2007) define o poliestireno expandido (EPS) como um material plástico celular rígido, originalmente de cor branca, produzido pela expansão de pérolas pré-expandidas de poliestireno, podendo ser fabricado nas condições de não retardante à chama (classe P) e de retardante à chama (classe F).

O poliestireno expandido é um polímero celular rígido obtido por meio da polimerização do estireno em água, resultando em pérolas de até 3 mm de diâmetro (PORTAL DO CONCRETO, 2017).

O EPS tem inúmeras aplicações, porém na construção civil sua utilização é mais difundida. Apresenta como principais vantagens a baixa condutividade térmica, o baixo peso,

boa resistência mecânica, baixo índice de absorção de água, facilidade de manuseio, versatilidade, durabilidade e boa absorção de impactos (ABRAPEX, 2017).

O uso do EPS no concreto estrutural proporciona alcançar um peso específico na faixa de 12 KN/m<sup>3</sup>. Evidencia vantagem por reduzir o peso dos elementos estruturais, sendo possibilitada pela não absorção de água e a baixa densidade do EPS (SARTORTI; CARRAZEDO; PINHEIRO, 2013).

A leveza e a resistência do EPS são características muito favoráveis para o nivelamento de lajes. O produto pode ser usado até 10 kg/m<sup>3</sup>, e oferecer até 50 KPa nos materiais produzidos dentro das normas da ABNT, classificado pela ABNT NBR 11752 (2007).

Outra aplicação realizada é no contrapiso das lajes, onde muitas vezes, para se obter a regularização, é necessária uma espessura maior, em função da falta de nível, erro de execução ou até mesmo de concepção estrutural. Assim, a utilização conjugada de cimento, areia, EPS e água, em proporções adequadas, justifica-se pelas mesmas vantagens anteriormente citadas, além do conforto associado ao uso do material isolante (TESSARI, 2006).

O fato do EPS praticamente não absorver água, e a possibilidade de um acabamento perfeito de superfície, possibilita o uso do concreto leve em outros elementos arquitetônicos e de paisagismo. Assim surgem inúmeras possibilidades de uso do concreto leve de EPS. A aplicação mais comum é na regularização de lajes, que em alguns casos, pela espessura necessária, e o carregamento não poderia ser feita com outro material (ABRAPLEX, 2017).

Além do concreto leve, há sistemas construtivos desenvolvidos para produzir painéis autoportantes para construção civil. Com o desenvolvimento da argamassa armada com núcleo de EPS podem-se obter peças estruturais bem delgadas (TESSARI, 2006).

### 2.2.1 Vantagens do EPS

De acordo com Moraes e Brasil (2015) as principais vantagens do poliestireno expandido e suas propriedades estão descrita no Quadro 1.

**Quadro 1 - Vantagem do EPS**

| PROPRIEDADES                | VANTAGENS   | BENEFÍCIOS OBSERVADOS                                   |
|-----------------------------|---|---|
| Baixa Condutividade Térmica | A estrutura de células fechadas, cheias de ar, dificulta a passagem do calor resultando em grande poder isolante. | Conforto termo acústico; Redução do consumo de energia. |

|                               |   |  |
|-------------------------------|---|--|
| Baixo Peso                    | O isopor possui baixa densidade o que implica em uma expressiva redução peso das estruturas em uma obra | Redução de peso de estruturas, redução peso e preço de transporte.   |
| Versatilidade                 | Facilmente cortado e moldado e adequando-se a qualquer método/processo construtivo na construção civil. | Otimiza processo de produção e construção no canteiro de obra; facilidade para transportar.                            |
| Resistência                   | Boa resistência mecânica (compressão, tração e flexão) com baixa massa e boa absorção a choques.        | Conforto, durabilidade de estruturas.  |
| Sustentabilidade              | Reciclável, auxilia na economia de energia, produção sem emissão de CFC.                                | Diminui resíduos gerados por indústrias que utilizam EPS, colaborando c/ o meio ambiente.                              |
| Resistência a microorganismos | Não desenvolve bactérias, fungos ou qualquer tipo de microorganismos.                                   | Durabilidade do material, compatibilidade com materiais empregados na construção civil.                                |
| Baixa Absorção de Água        | O isopor absorve apenas pequenas quantidades quando em presença de água.                                | Características térmicas e mecânicas não se alteram mesmo sob a ação da umidade garantindo a durabilidade do material. |

Fonte: Adaptado de Moraes e Brasil (2015).

Assim, como qualquer outro material utilizado na construção civil, o EPS expande e contrai, conforme a variação de temperatura. Essa dilatação térmica torna-se importante em certas aplicações, como em câmeras frigoríficas, e isolamento térmico para o exterior (SANT'HELENA, 2009).

### 2.2.2 Desvantagens do EPS

De acordo com Moraes e Brasil (2015), observa-se que existe uma certa resistência quanto ao uso do EPS nas edificações, devido ao desconhecimento da economia que o material proporciona, bem como ser um material relativamente novo no mercado da construção civil, normalmente há certas resistências em aderi-las e nas formas de manuseio.

O EPS apresenta dentre suas vantagens, ser um excelente isolamento térmico, entretanto, esta característica se perde quando o projeto de estrutura não é planejado de forma eficaz, não contribuindo para boa circulação de ar e temperatura confortável do ambiente (DOCE OBRA, 2017).

Segundo Sant'Helena (2009), quando o EPS é exposto a agentes químicos, aliando a temperaturas mais elevadas, a composição do EPS é afetada ocorrendo uma destruição da composição celular.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia é conhecida como uma ciência, a qual tem o objetivo de estudar, compreender e avaliar os mais variados métodos possíveis para a realização de uma pesquisa. Aplicando-se a metodologia examina, descreve e avalia formas de coleta de dados através de métodos e técnicas de pesquisa, além do processamento desses dados, tendo como objetivo a resolução dos problemas ou questões de investigação (PRODANOV; FREITAS, 2013).

O método é uma forma do conhecimento que auxilia aos pesquisadores, em qualquer área de sua formação, orientação geral que facilita planejar uma pesquisa, formular hipóteses, coordenar investigações, realizar experiências e interpretar os resultados. Em sentido mais genérico, método, em pesquisas, seja qual for o tipo, é a escolha de procedimentos sistemáticos para descrição e explicação de um estudo (FACHIN, 2006).

Nessa pesquisa, o método científico utilizado foi o método indutivo. De acordo com Gil (2010), o método indutivo se inicia através da observação de fatos cujas causas se desejam conhecerem, para então compara-los, tendo como objetivo descobrir se existe correlação entre eles. Os resultados obtidos através da indução podem ser considerados uma verdade que não se tinha conhecimento, este método é de grande importância na constituição das ciências sociais, e graças a sua influência, foram desenvolvidos vários métodos capazes de mensurar os fenômenos sociais.

Para esse estudo, pode-se citar que o nível de pesquisa utilizado foi o exploratório. Segundo Gil (2014), as pesquisas exploratórias têm como objetivo desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, gerando problemas mais precisos ou hipóteses para estudos posteriores.

Conforme Gressler (2004), quando se inicia o desenvolvimento de uma pesquisa, torna-se indispensável que se faça o delineamento da mesma. Os tipos de pesquisa dependem do objetivo do estudo, e da natureza do problema, e os mesmos, podem ser classificados em diversas categorias.

Para a pesquisa em questão, o delineamento que melhor se aplica é o experimental. Gressler (2004) comenta que o objetivo da pesquisa experimental é determinar uma possível associação de causa e efeito, por meio da exposição de determinados grupos, em diferentes situações e variáveis, e obter um comparativo de resultados, com um ou mais grupos de controle.

O instrumento de coleta de dados foi testes. Segundo Marconi e Lakatos (2015), os bons desempenhos dos testes baseiam-se em diversos fatores que devem ser considerados, utilização dos aparelhos corretos, exatidão e compatibilidade dos testes, fatores climáticos como a temperatura ambiente e a umidade proporção dos materiais utilizados na amostra.

Segundo Gil (2014), universo ou população, é definido como um conjunto de elementos com determinadas características. Normalmente se fala em população quando cita-se o total de habitantes de determinado lugar. Porém, em termos estatísticos entende-se por população o conjunto de alunos de uma escola, ou o total de indústrias de uma cidade por exemplo.

Ainda conforme Gil (2014), amostra é um subconjunto do universo ou população, através do qual são estabelecidas ou estimadas as características desse universo ou população.

Para o desenvolvimento dessa pesquisa, a população são todos os materiais considerados como agregados na composição da argamassa. Já as amostras representam os dois agregados (areia, EPS) que foram utilizados na produção da argamassa.

A técnica de análise desta pesquisa foi a quantitativa, pois de acordo com Fonseca (2009), o mesmo baseia-se em dados mensuráveis, buscando averiguar e elucidar sua existência, vinculação ou interferência sobre outra variável. Quando uma pesquisa decorre dentro deste método, ela busca averiguar a frequência de ocorrência, para mensurar a veracidade ou não daquele objeto, ou fato que está sendo estudado.

#### **4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS**

A pesquisa teve como objetivo verificar se o EPS, na substituição parcial de 10%, 20% e 40% em relação ao volume de agregado miúdo oferece propriedades adequadas ao uso, quando utilizado como componente da argamassa convencional.

O traço adotado para realização da pesquisa foi de 1:1:6 (cimento, cal, agregado miúdo), sendo o cimento e a cal em massa, e a areia e o EPS em volume, caracterizando um traço misto. Inicialmente, foram separadas as quantidades necessárias de material para cada traço, sendo utilizado o cimento CP II F - 32, a cal hidratada CH - III, a areia media seca, o EPS quando necessário, e a água. Os materiais foram adquiridos em uma loja de materiais de construção de Chapecó - SC, e o EPS foi comprado de uma fábrica desse material localizada em Xanxerê - SC.

Antes do preparo das amostras, para o agregado miúdo foram realizados os ensaios de granulometria seguindo os procedimentos da ABNT NBR NM 248 (2003), foi utilizada a ABNT NBR NM 45 (2006) como referência para determinar a massa unitária e o volume de vazios (para o EPS esse ensaio também foi possível ser realizado), e para realização do ensaio de massa específica foi utilizado como procedimento a norma ABNT NBR NM 52 (2009). Para a determinação da massa específica do aglomerante foi seguido a ABNT NBR 16605: (2017), além da finura encontrada pela ABNT NBR 11579 (2012). Quando no estado fresco, a argamassa também passou por ensaios, sendo eles: índice de consistência conforme ABNT NBR 13276 (2016), determinação da retenção de água de acordo com a ABNT NBR 13277 (2005), densidade de massa e teor de ar incorporado segundo ABNT NBR 13278 (2005). Para os ensaios de caracterização no estado endurecido, os ensaios foram: resistência à tração na flexão e à compressão conforme a ABNT NBR 13279 (2005), a capilaridade de acordo com a ABNT NBR 15259 (2005), e o ensaio de densidade de massa aparente no estado endurecido que seguiu os preceitos da ABNT NBR 13280 (2005). Moldaram-se seis corpos de prova de cada traço, com dimensões de 4x4x16cm, que, após 28 dias foram ensaiados e rompidos em dispositivo de carga EMIC com 50 N/s até a ruptura.

A mistura dos materiais foi feita com auxílio de argamassadeira. O preparo e adição dos materiais seguiu o disposto na ABNT NBR 16541 (2016). Por meio dos ensaios realizados de caracterização dos materiais constituintes de cada argamassa, a Tabela 1 apresenta os resultados dessa etapa do estudo.

**Tabela 1 – Ensaios de caracterização dos materiais**

| <b>Material</b>             | <b>Ensaio realizado</b> | <b>Resultado</b>         |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| <b>Areia Média</b>          | DMC                     | 0,60 mm                  |
|                             | MF                      | 2,78                     |
|                             | Massa específica        | 2,69 g/cm <sup>3</sup>   |
| <b>EPS</b>                  | Massa unitária          | 1,55 g/cm <sup>3</sup>   |
|                             | Massa unitária          | 0,0135 g/cm <sup>3</sup> |
| <b>Cimento CP II - F 32</b> | Massa específica        | 2,92 g/cm <sup>3</sup>   |
|                             | Finura                  | 6%                       |

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

A proporção de cada material utilizado em cada argamassa estudada encontra-se na Tabela 2.

**Tabela 2 – Materiais utilizados em cada amostra**

| Tipo de argamassa     | Cimento (g) | Cal (g) | Areia (cm <sup>3</sup> ) | EPS (cm <sup>3</sup> ) | Água (ml) |
|-----------------------|-------------|---------|--------------------------|------------------------|-----------|
| Argamassa 1 (REF)     | 500         | 500     | 1935,5                   | -                      | 900       |
| Argamassa 2 (10% EPS) | 500         | 500     | 1741,9                   | 204                    | 800       |
| Argamassa 3 (20% EPS) | 500         | 500     | 1548,4                   | 408                    | 750       |
| Argamassa 4 (40% EPS) | 500         | 500     | 1354,8                   | 816                    | 700       |

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Sobre a quantidade de material em cada amostra, a água variou conforme a substituição do agregado miúdo por EPS, pois no momento da mistura percebeu-se menor absorção de água por parte do material substituído. Procurou-se manter uma relação do índice de consistência de  $26 \text{ cm} \pm 5 \text{ cm}$ . Esta consistência foi analisada com o auxílio de mesa de adensamento. Na Figura 1 está apresentado o ensaio de consistência de uma das amostras utilizando EPS.

**Figura 1 - Ensaio consistência da argamassa com EPS**

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

A Tabela 3 apresenta a relação de todos os ensaios realizados no estado fresco e endurecido, bem como os respectivos resultados.

**Tabela 3 – Relação de ensaios e resultados das argamassas**

| Estado | Propriedade            | Und. de medida    | Classificação * | Tipos de argamassa |         |         |         |
|--------|------------------------|-------------------|-----------------|--------------------|---------|---------|---------|
|        |                        |                   |                 | REF.               | 10% EPS | 20% EPS | 40% EPS |
| Fresco | Densidade E.F.         | kg/m <sup>3</sup> | N. A.           | 1959,7             | 1901,4  | 1781,1  | 1576,7  |
|        | Teor de ar incorporado | %                 | N.A.            | 5                  | 7       | 2       | 5       |
|        | Índice de consistência | mm                | N.A.            | 7,1                | 8,2     | 9,6     | 10,5    |
|        |                        |                   |                 | 283                | 265     | 270     | 280     |

|            |                                |                   |               |        |        |        |        |
|------------|--------------------------------|-------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|
|            | Retenção de água               | %                 | 80 a 95%      | 83,9   | 81,1   | 78,5   | 74,8   |
|            | Capilaridade                   | g/d.min1/<br>2    | ≤ 4,0         | 11,6   | 6      | 5      | 2,3    |
| Endurecido | Densidade E.E.                 | kg/m <sup>3</sup> | N.A.          | 1795,6 | 1735,7 | 1639,3 | 1404,9 |
|            | Resistência à tração na flexão | MPa               | 1,5 a 3,5 MPa | 1,08   | 1,28   | 1,1    | 0,9    |
|            | Resistência à compressão       | MPa               | N. A.         | 3,84   | 4,94   | 4,6    | 3,42   |

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Os parâmetros de classificação das argamassas na Tabela 3 foram estabelecidos pela ABNT NBR 13281 (2005), o termo N.A., quer dizer que Não se Aplica a norma.

As argamassas produzidas com EPS possuem menor relação água/cimento, quando comparadas com a argamassa referência. Assim, quanto maior a dosagem de EPS, menos água é necessária para que se alcance a consistência semelhante ao traço referência.

Observa-se que as argamassas produzidas com EPS apresentaram retenção de água menor do que a referência. Nota-se, que conforme aumenta-se o volume de EPS, a retenção da argamassa diminuiu, isso se explica pelo fato da retirada de parte da areia da amostra, onde este material possui capacidade de reter água, ao contrário do EPS, que não absorve. Portanto, a argamassa possui menor capacidade de reter água na mistura.

Conforme os resultados obtidos, a Argamassa 1 apresentou a menor incorporação de ar, consequentemente a maior densidade, ao passo que a densidade diminuía, aumenta-se a incorporação de ar, como no caso das amostra utilizando EPS. A densidade obteve o mesmo comportamento no estado fresco e endurecido.

Entre as classificações da capilaridade somente a Argamassa 4 (40 % de EPS) enquadra-se, o restante ficou com índices muito elevados, o que compromete a estanqueidade do revestimento.

É possível identificar, que as maiores resistências à tração na flexão e à compressão foram atingidas nas amostras de 10%, seguida da argamassa com 20% de substituição de areia por EPS, valores superiores à resistência da argamassa referência. Os menores valores foram encontrados para a Argamassa 4, com substituição de 40% de EPS. Com isso nota-se, que para um valor de até 20% da substituição de areia por EPS a resistência aumenta, à partir disso não torna-se viável substituir.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar as propriedades no estado fresco e endurecido da argamassa referência com as argamassas utilizando o EPS, vários ensaios foram realizados. Em relação à retenção de água, o melhor índice foi da argamassa referência, já as argamassas com substituição sofreram uma queda na retenção de água pelo fato do EPS não reter água.

Sobre à densidade no estado fresco e endurecido, quanto maior a porcentagem de EPS na mistura menor a densidade, em razão de o EPS ter baixo peso específico, e maior o teor de ar incorporado.

No estado endurecido, os valores obtidos nos ensaios de resistência à tração na flexão e à compressão, indicam um aumento nas resistências nas argamassas que contém substituição, de 10 % e 20 % em relação a argamassa referência. Já a argamassa com 40% de EPS apresentou redução na resistência tanto na tração à flexão quanto à compressão, porém, foi a única argamassa que obteve parâmetros aceitáveis para a capilaridade.

Em sua maioria, as amostras com substituição de areia por EPS ficaram com índices melhores do que a argamassa referência.

## REFERÊNCIAS

AMBROZEWICZ, P. H. L. **Materiais de construção:** normas, especificações, ampliação e ensaios de laboratório. São Paulo: PINI, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248:** Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13277:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 2005.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13280**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15259**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade. Rio de Janeiro, 2005.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11752**: Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e em câmaras frigoríficas. Rio de Janeiro, RJ, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 52**: Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11579**: Cimento Portland – Determinação do índice de finura por meio da peneira 75 µm (nº 200). Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16541**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura para a realização de ensaios. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16605**: Cimento Portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO POLIESTIRENO EXPANDIDO (ABRAPEX). **O que é EPS**, 2017.

DOCE OBRA. Laje de isopor: Aguenta peso? Vantagens e desvantagens. Disponível em: <https://casaconstrucao.org/materiais/laje-de-isopor/>. Acesso em: 16 mar. 2018.

FACHIN, Odilia. **Fundamentos de metodologia**. 5ª ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

FRANCISCON, M. **Tecnologia da Argamassa**. Monografia apresentada à disciplina Trabalho de Conclusão de curso, do Curso de Engenharia Civil da Universidade São Francisco. Itatiba/ SP, 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Editora: Atlas. São Paulo/SP, 2010.

GIL, Antônio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo, Atlas, 2014.

GRESSLER, Lori A. **Introdução à pesquisa projetos e relatórios**. 2ª ed. São Paulo: Loyola, 2004.

ISORECORT. **Isopor: uma excelente solução para a drenagem de pisos**. Construção com EPS Blog. 24 jun. 2016. Disponível em: <<http://www.construcaocomisopor.com.br/isopor-uma-excelente-solucao-para-a-drenagem-de-pisos/>>. Acesso em: 12 mar. 2018.

LIMA, Ítalo Giovanne Carvalho Andrade. **Um estudo sobre produção do concreto leve estrutural**. 2010. 71 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Tecnologia Colegiado de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2010.

MARCONI, Marina A; LAKATOS, Eva M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostras e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 7ª ed. São Paulo, Atlas, 2015.

MATOS, Paulo R. **Estudo da utilização de argamassa estabilizada em alvenarias estrutural de blocos de concreto**. Trabalho de Conclusão de curso, de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2013.

MORAES, Carolina Brandão. BRASIL, Paula de Castro. **Estudo da viabilidade do Poliestireno Expandido (EPS) na produção de edificações com baixo impacto ambiental**. In: 4º SEMINÁRIO NACIONAL DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS. Anais... Passo Fundo/RS, nov. 2015.

PORTAL DO CONCRETO. Tudo sobre concreto. Disponível em: <http://www.portaldoconcreto.com.br/>. Acesso em: 05 mar. 2018.

PORTAL METÁLICA. **Construção civil adere ao uso do isopor**. Disponível em: <http://www.saviesa.org.br/mapeamento/biblioteca/Construcao%20civil%20adere%20ao%20uso%20do%20isopor%20-%202023.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2018.

PRODANOV, Cleber C.; FREITAS, Ernani C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª ed. Nova Hamburgo, Universidade Feevale, 2013.

RECENA, F. A.P. **Conhecendo a argamassa**. 2ª ed, Porto Alegre: PUCRS, 2012.

SANT'HELENA. Maiko. **Estudo para aplicação de Poliestireno Expandido (EPS) em concretos e argamassas**. 2009. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2009.

SARTORTI, Artur Lenz; CARRAZEDO, Ricardo; PINHEIRO, Libânio Miranda. Análise do comportamento dinâmico de lajes maciças de concreto leve com pérola de EPS. **Caderno de Engenharia de Estruturas**, São Carlos, V. 15 , n. 65, p 1-4, 2013.

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