

## Estudo de traço de concreto leve pela substituição total dos agregados nobres por EPS

Ederaldo Luiz Beline, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão,

Beline.engenharia@gmail.com

*Resumo: Atualmente há uma realidade de transformação quando se diz respeito à construção civil, impondo desafios e criando a necessidade de utilização de materiais alternativos. Desta forma, construtoras tem assumido a necessidade de utilização de concreto leve. Esse que é reconhecido pelo seu baixo peso específico e elevada capacidade de isolamento térmico e acústico. Assim o produto desenvolvido tem boa resistência, baixa densidade e custo competitivo. Para isso foi utilizado na substituição dos agregados graúdos nobres do concreto o EPS reciclado e em pérolas. Os agregados nobres foram totalmente substituídos pelo EPS para a formação de corpos de prova. Esses, posteriormente, foram curados e pesados em balança de precisão, com a intensão de estabelecer sua densidade e teor de absorção. Os resultados obtidos mostraram que houve diminuição na densidade, com qualidade de acabamento e resistências equivalentes aos dos elementos tradicionais, indicando que o uso desses materiais alternativos tem bom potencial de mercado. Vale ressaltar que o produto obtido tem muitos poros interligados em função da granulometria do EPS utilizado, indicando potencial de utilização em ambientes externos como pavimento drenante.*

*Palavras-chave: Concreto leve. Construção Civil. Materiais não Estruturais.*

### 1. Introdução

Para reduzir o déficit da casa própria, principalmente nas duas últimas décadas, o Governo Federal, tem lançado vários projetos sociais visando à construção de casas de padrão popular, que vêm transformando a economia do Brasil de forma acelerada e produtiva. Mas, por traz dessas transformações há uma realidade que impõe desafios importantes para a sobrevivência das empresas de construção civil e seus materiais de uso tradicional.

Assim, o desenvolvimento e aplicabilidade de novos processos construtivos e a utilização de matérias-primas alternativas na construção civil é realidade presente em muitos canteiros de obras por todo País.

Com o concreto não poderia ser diferente. Segundo Watanabe (2008), o concreto é o material mais utilizado na construção civil, devido principalmente à sua versatilidade e propriedade de assumir a forma do molde que o contém. No entanto, muitas aplicações do concreto envolvem a produção de elementos pré-moldados, como blocos e peças planas, utilizados no fechamento de paredes e lajes.

Na tentativa de reduzir as cargas sobre as fundações e conseqüentemente baixar os custos das edificações, as construtoras têm reconhecido a necessidade de utilização de concreto leve na construção civil tornando-se justificável a pesquisa sobre a utilização de

concreto superleve para a fabricação de elementos pré-moldados destinados ao fechamento de paredes e lajes, com a manutenção de sua resistência, porém, a custos competitivos.

Os concretos leves são reconhecidos pelo seu reduzido peso específico e elevada capacidade de isolamento térmico e acústico. Enquanto os concretos normais têm sua densidade variando entre 2300 e 2500 kg/m<sup>3</sup>, os leves e superleves chegam a atingir 500 kg/m<sup>3</sup> (REDEMIX, S.D.).

Desta forma, o produto obtido tem boa resistência, durabilidade, baixa densidade e preço competitivo, com a possibilidade de tornar-se um produto inovador e de fácil produção e utilização em todos os canteiros de obra, reduzindo prejuízos causados por perdas pela fragilidade de materiais de vedação e fechamento, como tijolos e blocos, que de acordo com Hirschfeld (1996), apresentam perdas que vão de 3% a 20%.

Para que os objetivos desejados sejam alcançados será utilizado o Poliestireno expandido (EPS) reciclado e em pérolas para mistura junto a uma massa de cimento e água para obtenção de um concreto com características de leveza, porém com as mesmas características e facilidade de moldagem do concreto estrutural.

## 2. Fundamentação Teórica

### 2.1 Concreto

O concreto é um material utilizado mundialmente, e estima-se que seu consumo anual seja da ordem de uma tonelada por habitante, sendo o segundo material mais utilizado, perdendo apenas para água. (PINHEIRO *et al.*, 2007). E entre os materiais estruturais o concreto é o mais utilizado no mundo (PIRES, LOPES E LACERDA, 2010).

O concreto é o resultado da mistura, em quantidades racionais, de aglomerante (cimento), água e agregados (pedra e areia), sendo que o cimento ao ser hidratado pela água forma uma pasta resistente e aderente aos fragmentos de agregados (pedra e areia), formando um bloco monolítico (PORTAL DO CONCRETO, 2014).

Segundo Watanabe (2008) o concreto apresenta uma resistência à compressão entre 10 e 50 Mpa<sup>1</sup>.

Desde a sua invenção, em meados do século XIX, a tecnologia do concreto teve grande evolução, devido principalmente à melhora de técnicas de produção, a evolução da instrumentação e ao desenvolvimento de novos materiais (MELO, 2002).

De acordo com Almeida (2002), 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;

---

<sup>1</sup> Megapascal: unidade de medida de pressão (Força dividido por área). 1 MPa = 1x10<sup>6</sup> Pascal. 1 Pascal é igual a 1 N/m<sup>2</sup>

- O modo de executar o controle do concreto durante a fabricação e após a cura (endurecimento).

## 2.1 Concreto Leve

De acordo com Stocco, Rodrigues e Castro (2009), os primeiros estudos para a utilização do concreto leve com utilização de Poliestireno Expandido (EPS) começaram em 1957 na BASF (Alemanha). O processo inicial foi lento devido ao alto preço da matéria prima; as pérolas pré-expandidas eram consideradas um material de luxo. Apesar disso, o processo de evolução do concreto não parou; em 1968 houve uma previsão de que o concreto leve teria uma grande importância na construção civil, por apresentar uma série de vantagens sobre o concreto convencional (cimento, areia e brita).

A utilização de concreto leve se faz necessária em obras onde se requer uma estrutura mais esbelta e redução da carga sobre as fundações, e características desejadas para a edificação (ROSSIGNOLO, 2003), já que esse concreto apresenta massa específica de até 2000kg/m<sup>3</sup>. (BAUER e TOLEDO Apud FERREIRA e RIBEIRO, 2008).

Segundo ABCP ET-86 (1996), existe apenas uma maneira de produzir concreto leve, que é a de incorporar ar além do normal à sua composição. Essa maneira só é conseguida de três formas:

- Eliminando as partículas mais finas dos agregados;
- Substituindo a pedra britada por um agregado oco, celular ou poroso; e
- Introduzir grandes vazios no interior da massa de concreto.

Com o concreto leve pode ser obtido um alto padrão de qualidade, por ser um material de fácil moldagem, o que muito facilita os projetos arquitetônicos. (STOCCO, RODRIGUES e CASTRO, 2009).

Segundo Duarte *et. al* (2010) o concreto leve é uma solução que adapta-se a uma maior flexibilidade de organização do espaço interior, traduzindo-se em valor acrescido sob o ponto de vista arquitetônico.

Segundo Souza *et al.* (2006), o concreto leve pode ser aplicado em vários tipos de construções, como:

- Pré-fabricados;
- Elementos de vedação internos (paredes);
- Isolante térmico e acústico de lajes;
- Resistência à propagação do fogo;
- Muros exteriores sem carga;
- Casas pré-fabricadas;
- Tijolos ou blocos de concreto leve;
- Revestimento de fachadas com concreto leve; e
- Elementos vazados de concreto leve.

Para conferir a característica de concreto leve ao material em experimento foi utilizado EPS em duas formas: reciclado e em pérolas.

## 2.2 Poliestireno Expandido

Conforme relata Stocco, Rodrigues e Castro (2009), os químicos Fritz Stastny e Karl Buchhoz descobriram em 1949, nos laboratórios da BASF na Alemanha o Poliestireno Expandido (EPS). Sendo um plástico celular rígido, consequência da polimerização do estireno em água, na sua fabricação não se utiliza o gás CFC e nenhum outro substituto de seu gênero. Contém em sua composição o pentano (Hidrocarbureto), que em contato com os raios solares se deteriora rapidamente, é reciclável e pode voltar à condição de matéria prima. O EPS é composto por pequenas pérolas que são submetidas à expansão, e pode ter seu tamanho alterado em 50 (cinquenta) vezes do inicial, através de vapor. As pérolas são constituídas por 2% (dois por cento) de poliestireno e 98% (noventa e oito por cento) de ar.

O concreto com EPS também pode ser mesclado com o concreto convencional, tornando-o um composto de ótima resistência, impermeável e leve, não exigindo esforços técnicos muito intensos. Por ter um peso menor que o concreto convencional, alivia as cargas sobre as fundações, tornando os edifícios mais esbeltos. (STOCCO, RODRIGUES e CASTRO, 2009). Podendo chegar a concretos com densidades de 400kg/m<sup>3</sup> a 1.600kg/m<sup>3</sup> (ISOFÉRES,2012).

## 3. Metodologia

A princípio foi realizada uma revisão de literatura detalhada sobre massas de concreto leve já existentes. Portanto, foram verificados dados sobre questões relativas à fabricação de massa de concreto leve por meio de leitura, análise de gráficos, artigos, relatórios, os processos e as possibilidades necessárias para que o projeto esteja embasado cientificamente.

Posteriormente, moldou-se corpos de prova, em moldes padronizados pela ABNT usando o concreto tradicional (Areia, Brita, Cimento e Água), que foi utilizado como base para comparação da densidade com o concreto leve proposto.

Na sequência, foi utilizado o Poliestireno Expandido (EPS) reciclado para substituir o agregado miúdo do concreto e o EPS em pérolas para substituir o agregado graúdo, na tentativa de reduzir a massa específica do concreto. O EPS reciclado foi obtido a partir da trituração de peças de alta densidade utilizadas como proteção contra choques na embalagem de eletrodomésticos em moinho de martelo de uso específico.

Nessa etapa do processo, os agregados nobres do concreto (miúdos e graúdos) foram totalmente substituídos por EPS, em quantidades variáveis, chegando-se ao proporcionamento correto do traço. Na substituição total dos agregados nobres do concreto por EPS levou-se em consideração que na ausência do agregado fino, os vazios interligados seriam maiores, tornando o concreto também poroso e conseqüentemente ainda mais leve.

Posteriormente, foram moldados corpos de prova utilizando-se os mesmos moldes do concreto de referência, que foram curados em ambiente úmido por 21 dias.

Finalmente, Os corpos de prova foram submetidos a ensaios de teor de absorção e densidade aparente, seguindo-se a normalização da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Para o teste de teor de absorção foi utilizado a Fórmula 1,

$$A\% = \left( \frac{Mh - Ms}{Ms} \right) * 100 \quad (1)$$

Onde:

$Mh$  = Massa do corpo saturado em água

$Ms$  = Massa do corpo seco em estufa

$A\%$  = Teor de absorção

#### 4. Análise dos Resultados

Após a finalização das atividades experimentais do projeto, foram obtidos 4 corpos de provas, com 10 cm de diâmetro por 20 cm de altura, utilizando frações previamente proporcionadas de agregados nobres e leves, sendo:

- 2 corpos de prova de referência (sem a utilização de agregado leve);
- 2 corpos de prova com a substituição total dos agregados nobres por Poliestireno Expandido (EPS);

Na tabela 1, encontra-se o proporcionamento, em volume, dos materiais utilizados no desenvolvimento do concreto de referência.

TABELA 1 - proporção dos materiais utilizados no traço de concreto usado como referência

| Materiais | Volume (litros) | Proporção |
|-----------|-----------------|-----------|
| Areia     | 6               | 3         |
| Brita     | 6               | 3         |
| Cimento   | 2               | 1         |
| Água      | 1               | 0,5       |

A água utilizada na mistura é a quantidade necessária para molhar os agregados e hidratar o cimento, proporcionando a cura do concreto.

A Figura 1 destaca o EPS utilizado no experimento. Na Figura 1a) observa-se o EPS em placas, na Figura 1b) observa-se o mesmo EPS depois do processo de trituração e na Figura 1c), o EPS em pérolas.

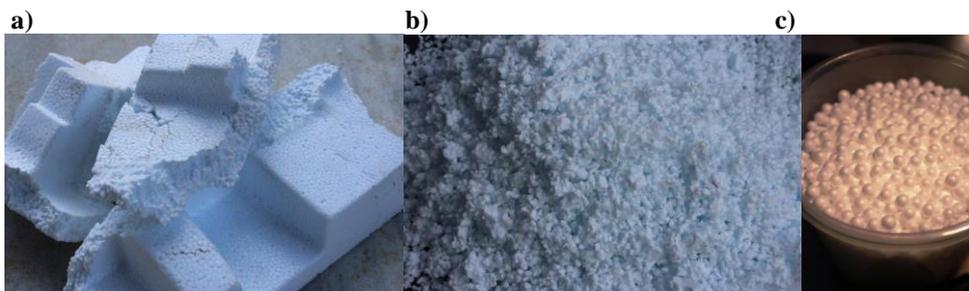


FIGURA 1 – EPS utilizados no experimento

Na Tabela 2, encontra-se o proporcionamento, em volume, dos materiais usados na composição do traço do concreto experimental com EPS.

TABELA 2 - proporção de materiais utilizados no traço do concreto experimental com EPS

| <b>Materiais</b>        | <b>Volume (litros)</b> | <b>Proporção</b> |
|-------------------------|------------------------|------------------|
| <b>EPS (em pérolas)</b> | 9                      | 2,25             |
| <b>EPS (reciclado)</b>  | 2                      | 0,44             |
| <b>Cimento</b>          | 4,5                    | 1                |
| <b>Água + Aditivo</b>   | 1,62                   | 0,36             |

A quantidade de água utilizada nessa mistura é apenas para a hidratação do cimento, uma vez que o EPS não absorve água, sendo adicionada até atingir a trabalhabilidade requerida para a moldagem dos corpos de prova. Como o EPS é muito leve, se faz necessário adicionar um aditivo à água da mistura para que o cimento comece aderir na superfície do EPS. Para esse experimento foi utilizada a cola branca para madeira, na proporção de 10g para cada litro de água.

A figura 2 mostra a aparência dos corpos de prova de referência e com EPS após a etapa de cura e secagem.



FIGURA 2 – Formato dos corpos de prova de tamanho padronizado pela ABNT, após o processo de cura e secagem

Os corpos de prova foram pesados em balanças de precisão, determinando a densidade e teor de absorção. Os parâmetros analisados dos corpos de prova de referência obtidos estão disponíveis na Tabela 3, 4 e 5.

A Tabela 3 apresenta os dados relativos à pesagem dos corpos de prova, bem como o cálculo do teor de absorção dos mesmos.

TABELA 3- Índice de Absorção dos Corpos de Prova

| <b>ENSAIO DE ABSORÇÃO</b> |                |                   |                       |                             |
|---------------------------|----------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------|
| <b>Traço</b>              | <b>Amostra</b> | <b>Massa Seca</b> | <b>Massa Saturada</b> | <b>Teor de Absorção (%)</b> |
| <b>Referência</b>         | 1              | 3,621             | 3,722                 | 2,789                       |
|                           | 2              | 3,695             | 3,793                 | 2,652                       |
| <b>EPS</b>                | 1              | 0,939             | 0,991                 | 5,538                       |
|                           | 2              | 0,836             | 0,891                 | 6,579                       |

Para o cálculo do teor de absorção utilizou-se as medidas de massa seca e massa úmida (saturado em água) dos corpos de prova, conforme estabelecem as normas brasileiras ABNT). Para isso foi utilizado a Fórmula 1.

Os teores de absorção para as amostras, tanto de referência quanto às estudadas, aumenta à medida que a densidade diminui, indicando que há relação com os espaços vazios nas amostras, e que precisam ser mais bem estudados.

Os dados mostrados na Tabela 4 são relativos ao ensaio de densidade aparente para os corpos de prova de referência.

TABELA 4 - massa, volume, densidade dos corpos de provas de referência

| <b>Material</b>                     | <b>Corpo de Referência</b> |          |
|-------------------------------------|----------------------------|----------|
| <b>Amostra</b>                      | <b>1</b>                   | <b>2</b> |
| <b>Porcentagem de Agregado Leve</b> | -                          | -        |
| <b>Massa (Kg)</b>                   | 3,621                      | 3,695    |
| <b>Volume (L)</b>                   | 1,57                       | 1,57     |
| <b>Densidade (Kg/L)</b>             | 2,306                      | 2,353    |

As densidades aparentes obtidas nas amostras de referência então dentro dos parâmetros especificados na teoria de base.

A Tabela 5 mostra os parâmetros analisados para os corpos de prova moldados para o concreto com EPS.

TABELA 5 - massa, volume, densidade dos corpos de provas com EPS

| <b>Material</b>                     | <b>Corpo de Referência</b> |          |
|-------------------------------------|----------------------------|----------|
| <b>Amostra</b>                      | <b>1</b>                   | <b>2</b> |
| <b>Porcentagem de Agregado Leve</b> | 100                        | 100      |
| <b>Massa (Kg)</b>                   | 0,939                      | 0,836    |
| <b>Volume (L)</b>                   | 1,57                       | 1,57     |
| <b>Densidade (Kg/L)</b>             | 0,598                      | 0,532    |

Observa-se que a densidade do material composto por EPS é muito pequena. Adiante, convém ressaltar que no experimento procurou-se desenvolver um traço de concreto que

possuísse características de leveza, incorporando-se ao mesmo a máxima quantidade de ar, conseqüentemente a resistência não foi relevante para este estudo. Porém observa-se que o material tem boa aparência e resistência, podendo ser mais bem estudado.

## 5. Considerações Finais

Concluiu-se que os corpos de prova obtidos apresentaram homogeneidade com característica de leveza. E que foram alcançados a densidade estabelecida pela teoria para ser considerado concreto leve, pois, além da utilização de um agregado muito leve, o traço desenvolvido possibilitou a incorporação de ar ao eliminar os agregados miúdos do concreto, criando espaços vazios interligados, característica essa dos pisos drenantes.

Pode-se concluir que os corpos de prova com agregados leves obtiveram um maior índice de absorção de água, apresentando índices de absorção aproximadamente duas vezes maior que as outras amostras de referência, devido à retenção de água dentro dos espaços vazios por capilaridade.

Assim, sugere-se a continuidade dos estudos sobre o produto desenvolvido, principalmente quanto à possibilidade do mesmo ser usado como piso drenante, requerendo estudos também quanto à resistência a compressão simples, desgaste por uso (Abrasão) e durabilidade, já que o EPS se deteriora em contato com as intempéries.

## 6. Referências Bibliográficas

ABCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. *Concretos leves. Tipos e comportamento estrutural*. São Paulo-SP, Abcp, Estudo Técnico n.º 86, 68p., 1996.

ALMEIDA, L. C. de. *Concreto*. Universidade Estadual de Campinas. 2002. 24 f. Notas de Aula. Digitalizada.

DUARTE, et. al. *Paredes Interiores*. Instituto Superior Manuel Teixeira Gomes (ISMAT). 2010 – 2011. 36 f. Notas de aula. Digitalizada.

FERREIRA, C. N. G.; RIBEIRO, M. C. F. *Reutilização de Resíduos de EPS na Produção de Concreto Leve*. 2008. 43 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) –Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, Barretos (São Paulo), 2008.

HIRSCHFELD, H. *A Construção Civil e a Qualidade: informações e recomendações para Engenheiros, Arquitetos, Gerenciadores, Empresários e Colaboradores que atuam na Construção Civil*. São Paulo, Atlas, 1996.

ISOFERES. *Concreto Leve*. 2012. Disponível em: <<http://www.isoferes.com.br/imagens/ARQUIVOS%20PDF%20SITE/CONCRETO%20LEVE.pdf>> acesso em: 20 de Outubro de 2015 às 23:20 hrs.

MELO, A. C. F. de. *Desenvolvimentos recentes em blocos de betão leve*. In: SEMINÁRIO SOBRE PAREDES DE ALVENARIA. 2002. Porto – Portugal. Anais... Porto: PB. Lourenço & H. Sousa, 2002. p. 149.

Pinheiro L. M. et al. *Fundamentos do concreto e projeto de edifícios*. 2007. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/1916668-Fundamentos-do-concreto-e-projeto-de-edificios.html>>. Acesso em 20 de Outubro de 2015 às 20:28 hrs.

PIRES, A.; LOPES, D.; LACERDA, E. *Concreto Sustentável*. Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 2010.

# XI EEPA

XI ENCONTRO DE ENGENHARIA  
DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL

Anais ISSN - 2176-3097

PORTAL DO CONCRETO. *Concreto*. 2014. Disponível em: <<http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/concretos.html>> Acesso em: 21 de Outubro de 2015.

REDEMIX. *Tipos de Concreto*. S.D. Disponível em: < <http://www.redimix.com.br/tiposDeConcreto/>> acesso em 20 de Outubro de 2015 às 22:00 hrs.

ROSSIGNOLO, J. A. *Concreto leve de alto desempenho modificado com SB para pré-fabricados esbeltos – dosagem, produção, propriedades e microestrutura*. 2003. 220 f. Tese (Doutorado) – Inter unidades EESC/IFSC/IQSC, Universidade de São Paulo, São Carlos (São Paulo), 2003.

SOUZA, L. M. *et. al. Compósito a base de gesso e EPS para fabricação de casas populares*. 17º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais (CBECIMat), 15 a 19 de Novembro de 2006, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

STOCCO, W.; RODRIGUES, D.; CASTRO, A. P. de A. S. *Concreto leve com uso de EPS*. In: Congresso Brasileiro de Educação (COBENGE), 37., 2009. Recife (Pernambuco). *Anais...* Salto (São Paulo): Centro Educacional Nossa Senhora do Patrocínio (CEUNSP), 2009, 7 p.

WATANABE, P. S. *Concretos especiais – propriedades, materiais e aplicações*. Bauru (São Paulo): Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Campus Bauru. 2008. 201 p. (Relatório Final, 06/55978-1)



# XI EEPA

XI ENCONTRO DE ENGENHARIA  
DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL

Anais ISSN - 2176-3097