

CONCRETO LEVE: avaliação do desempenho estrutural de concreto com pérolas de EPS

JOÃO GABRIEL ROMANO TOMICHA²⁰
VINICIUS GONSALES DIAS²¹

RESUMO: O concreto leve estrutural é concebido através da substituição da brita (agregado graúdo) por um agregado mais leve como o poliestireno expandido. Entretanto, para ser considerado um concreto estrutural leve, sua resistência não pode ser inferior aos 17 MPa, caso contrário não é considerado um concreto de boa qualidade para ser usado como um elemento estrutural, mas pode ser usado para outros fins, como concreto leve de vedação. Para confecção do concreto leve com adição de agregado leve, deve-se tomar cuidado com a segregação dos materiais, de forma que o abatimento deve ser menor que o concreto tradicional. A resistência do concreto leve é muito baixa comparada ao concreto convencional, mas tem vantagens como sua redução de peso, que gera alívio nas estruturas. O seguinte trabalho consiste na comparação dos traços de concreto convencional ao traço misto e leve, em que o comparativo se dá através de sua resistência à compressão e à redução de massa específica. Com os resultados obtidos, conclui-se que o concreto leve possui uma menor resistência à compressão, comparado ao concreto convencional e não são satisfatórios de acordo com a norma, mas, todavia, já eram esperados devido à baixa resistência do agregado leve utilizado. Assim, conclui-se, de maneira geral, que o uso do poliestireno expandido em concretos estruturais não é satisfatório, mas necessita de um estudo maior sobre o traço específico para que o material possa ser utilizado.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto convencional. Concreto leve. Poliestireno expandido.

LIGHTWEIGHT CONCRETE: EVALUATION OF THE STRUCTURAL PERFORMANCE OF CONCRETE WITH EPS PEARLS

ABSTRACT: Structural light concrete is conceived by replacing the gravel (big aggregate) with a lighter aggregate such as expanded polystyrene. However, to be considered a light structural concrete its strength cannot be lower than 17 MPa, otherwise it is not considered a good quality concrete to be used as a structural element, but can be used for other purposes, such as light sealing concrete. To make the light concrete with the addition of light aggregate, care should be taken with the segregation of materials, so that the reduction should be smaller than the traditional concrete. The strength of light concrete is very low, compared to conventional concrete, but it has its advantage, as your weight reduction, generating a relief in the structures. The following work consists in the comparison of the traces of conventional concrete compared to the mixed and light trait, in that the comparison takes place through its compressive strength and specific mass reduction. With the results obtained, it is concluded that lightweight concrete has a lower compressive strength compared to conventional concrete and are not satisfactory according to the standard, but, however, were expected due to the low resistance of the lightweight aggregate used. Thus, it can be concluded, in general, that the use of expanded polystyrene in structural concrete is not satisfactory, but requires further study on the specific trait so that the material can be used.

KEYWORDS: Conventional concrete. Expanded polystyrene. Light concrete.

²⁰ Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe-UNIFASIPE. Endereço eletrônico: contato.joaog19@gmail.com;

²¹ Professor Mestre em Engenharia Civil, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fasipe-UNIFASIPE. Endereço eletrônico: viniciusgonsalesdias@gmail.com

INTRODUÇÃO

A construção civil vem se desenvolvendo muito no mercado, pois há uma demanda constante por moradia, transporte e lazer, exigindo novas alternativas, constituindo-se um dos ramos que mais tem impacto no meio ambiente (KUSCHEL et al., 2020). Desse modo, é preciso procurar materiais que não impactem em alta escala o ambiente para, assim, atender os serviços e oferecer boa qualidade (STOCCO, 2009).

Na construção civil, há necessidade de materiais leves para que haja economia, segurança com uma boa resistência (OZORIO, 2016). O concreto apresenta uma boa relação em resistência e densidade, por isso há a necessidade de aperfeiçoá-lo ainda mais, fazendo com que ele se torne mais leve, pois o concreto comum corresponde a uma grande parte do peso total de sua estrutura, e o concreto leve tem um valor abaixo do peso específico; além de ter um bom isolamento térmico e acústico, e esses materiais proporcionam agilidade para a construção civil por serem materiais leves (CATOIA, 2012). Com a inovação que vem ocorrendo, é sempre importante que os profissionais da área da Engenharia Civil estejam atualizados para que, desta forma, empreguem materiais de menor custo e promovam seu crescimento profissional.

De acordo Tessari (2006), o desenvolvimento, atualmente, vem crescendo, principalmente o tecnológico e o crescimento econômico, trazendo, sem dúvidas, benefícios à sociedade. Mas, aliados ao crescimento populacional, vem um comportamento inadequado de consumo, provocando, assim, grandes efeitos colaterais, ensejando alternativas de adoção para um novo desenvolvimento: o desenvolvimento sustentável.

O peso da estrutura do concreto convencional é muito elevado quando comparado às cargas aplicadas em estruturas de grandes vãos, como: pontes, viadutos e edifícios de múltiplos pavimentos. A utilização dos agregados leves promove diminuição da massa específica do concreto da estrutura, com consequência na redução dos esforços solicitantes (NEVILLE, 2016).

De acordo com Tessari (2006), a adoção de novos métodos construtivos está cada vez mais presente na construção civil, reduzindo impactos e gerando economia nas construções. Mediante os que podem ser utilizados, está o concreto leve e o poliestireno expandido (EPS), o isopor, que tem versatilidade boa na construção, os quais têm se destacado por serem material leve e de baixo custo.

Diante do exposto, empregou-se a utilização de EPS nas buscas de novas alternativas para a sua aplicação no concreto, utilizando-se ensaios a fim de definir a diferença do concreto convencional do concreto leve com pérolas de EPS e analisar a relação peso/resistência do concreto leve em comparação ao concreto convencional, analisar a resistência à compressão simples do concreto leve em comparação ao concreto convencional.

Com base nas informações apresentadas, esse estudo visa contribuir com demais estudos relacionados ao desenvolvimento de traços de concreto leve estrutural, avaliando a resistência à compressão, verificando se a resistência obtida será satisfatória, isto é, se ela atende à norma para que, assim, seja considerado seu uso como elemento estrutural.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Concreto convencional

De acordo com Neville (2016), existem diferentes tipos de concreto no mercado e cada um deles tem uma finalidade diferente, pois possui propriedades que o tornam, muitas vezes, mais viável que outros, tendo como vantagem o seu baixo custo em relação a alguns tipos de materiais como o aço, podendo ser fabricado no local da obra, sendo que a resistência do concreto convencional varia de 5,0 em 5,0 MPa a partir 10,0 até 40,0 MPa e o seu abatimento (Slump) varia de 40 a 70 mm.

Atualmente, existem vários tipos de concretos produzidos e, entre eles, está o concreto convencional, objeto deste trabalho.

O concreto é, basicamente, o resultado da mistura de água, pedra e areia, sendo que o cimento recebe a hidratação da água, com que forma uma pasta resistente e aderente aos fragmentos dos agregados, onde será utilizado no dia a dia na construção civil (SCHUH, 2017).

Segundo Neville (2016), para a composição do concreto, sua eficácia é determinada quando é todo produzido a partir de uma reação de cimento hidráulico e água que, com os agregados em conjunto, forma uma mistura com boa resistência à compressão após o seu endurecimento, sendo que, para ser considerado um concreto de qualidade, deve ter característica de adensamento bom.

2.2 Concreto leve

Com o desenvolvimento da tecnologia na construção civil, surgiu o concreto leve que possuiu este nome por substituir os agregados pesados de sua composição, como brita e areia, por elementos mais leves como EPS ou argila expandida, fazendo com seja utilizado para cargas mais leves, podendo ser empregado em diferentes aplicações (COSTA; GASPARG, 2020).

O concreto leve oferece grandes vantagens, as quais se destacam no peso específico, na maior durabilidade, no isolamento térmico e resistência em alta temperatura. As desvantagens que podem ser citadas são: a necessidade de maior cuidado com a segregação, baixo módulo de elasticidade e os custos com os agregados leves (NEVILLE, 2016).

Para Rossignolo (2009), a principal vantagem do concreto leve é o alívio gerado nas estruturas, principalmente nas fundações onde está concentrada a maior carga, resultando na redução de custos e, também, permite que as construções sejam feitas em solos de menor capacidade de carga.

A redução do peso específico do concreto e a manutenção da resistência mecânica proporcionam diminuição no peso próprio da estrutura, reduzindo, desta maneira, as cargas nas fundações e o custo final da estrutura (ROSSIGNOLO; OLIVEIRA, 2008).

Os concretos leves estruturais são adquiridos pela alteração total ou parcial dos agregados convencionais e agregados leves. Desse modo, são caracterizados por apresentar massas específicas aparentemente abaixo de 2000 kg/m³ (ROSSIGNOLO, 2009).

2.3 Cura do concreto leve

A cura do concreto leve é semelhante ao de concretos convencionais e tem a função de evitar a retração e pode ser feita de duas formas: úmida e térmica. De acordo com Scobar (2016), a cura úmida é feita por meio de aplicação direta sobre a superfície do concreto. Já a cura térmica, deve ser realizada em câmaras de aquecimento e controle de umidade onde sofre um processo de aceleração, sendo que há um ganho de resistência muito rápido, é considerada a cura mais eficiente, é muito utilizada em empresas de pré-moldados.

Os processos de cura do concreto leve são os mesmos do concreto convencional. Contudo, deve-se tomar cuidado com o controle de temperatura, pois o calor liberado durante o processo de cura acarreta uma maior elevação de sua temperatura devido aos agregados leves possuírem baixa condutividade térmica. Para evitar a formação de fissuras térmicas em ambientes com baixa temperatura, recomenda-se, ao desmoldar o concreto, cobrir o material com mantas isolantes e, no caso de utilizar o processo de cura térmica, deve-se prolongar a cura para a redução de fissuras (RISSIGNOLO, 2009).

A cura do concreto é responsável pela manutenção da água necessária para a realização dos processos químicos que vão ocorrer durante o enrijecimento do concreto, principalmente nas primeiras horas. Para um concreto de boa qualidade, é necessária cura adequada (SILVA, 2003).

Devido ao problema de segregação dos materiais, é necessário impor um limite máximo para abatimento e incorporação do ar entre 5% e 7%, de modo a reduzir a relação de água-cimento, mantendo um abatimento desejado, reduzindo a exsudação e a segregação dos materiais, pois estes fatores - como a resistência à compressão do concreto leve - estão geralmente relacionados ao teor de cimento e não à relação de água/cimento, e não como ocorre com o concreto convencional. Para isto, é necessário utilizar incorporadores de ar com vistas a reduzir o consumo de água, reduzir exsudação e segregação e para manter o abatimento (LIMA, 2010).

O concreto com EPS é pouco utilizado no Brasil, mas esse material é muito importante na construção civil, de acordo com Moraes e Brasil (2015), que desenvolveram um estudo, buscando um material sustentável para construção civil, destacando o uso do EPS como uma vantagem, enaltecendo-o como um processo produtivo de flexibilidade para a construção civil, sendo esta uma propriedade de extrema importância para a construção, utilizada em termoacústicos da edificação, contrapisos e argamassa para blocos com fundações estruturais.

2.4 Características do EPS

De Moncada et al. (2006) citam que o EPS mais conhecido no Brasil como isopor, foi descoberto, na Alemanha em 1949, no laboratório da BASF. O EPS é composto por 2% de poliestireno e 98% de ar, sendo um plástico celular rígido, formado da polimerização do estireno em água. Por ter baixo custo e características químicas e físicas, apresenta posição favorável na construção civil, sendo assim utilizado em importantes fatores, tais como a isolamento térmica.

2.5 Resistência mecânica

Para uma resistência mecânica, o teor de cimento utilizado em concreto leve é maior em relação ao do concreto convencional, cujas particularidades estão nos agregados graúdos, que podem gerar um fator limitador na resistência, limitando as dimensões dos agregados (NEVILLE, 1997).

Scobar (2016) afirma que resistência à compressão e à massa específica são os parâmetros mais utilizados na representação dos concretos leves, exatamente relacionado ao tipo e à granulometria do agregado leve utilizado.

Segundo as leis de Abrams, a resistência mecânica de concretos trabaláveis podem ser inversamente proporcionais entre a relação água/cimento, segundo uma função logarítmica. Ele contempla os concretos trabaláveis, pois a regra não é mesma para concretos tão secos que não possam ser adequadamente adensados (RECENA, 2002).

2.6 Agregados

De acordo com a NBR 7211, os agregados são separados em dois grupos, o agregado miúdo é aquele em que os grãos correm pela peneira com abertura de malha de 4,75mm; e o agregado graúdo é estabelecido como o agregado que passa pela peneira com abertura da malha de 75 mm e ficam retidos na peneira com uma abertura de malha de 4,75mm (ABNT, 2009).

Neville e Brooks (2013) afirmam que em torno de 3/4 do volume de concreto são ocupados pelos agregados. Portanto, sua qualidade é de grande importância, pois eles não só limitam a sua resistência ao concreto, como também as suas propriedades afetam significativamente a durabilidade e o desempenho estrutural ao concreto. Afirmam, ainda, que um agregado de textura mais áspera resulta em boa aderência entre as partículas e a origem do cimento.

Do ponto de vista econômico, é lucrativo produzir misturas com grande teor de agregados e a menor quantidade de cimento possível. Porém, esta relação deve ser bem equilibrada com as propriedades desejadas do concreto endurecido e fresco (NEVILLE; BROOKS, 2013).

Quanto à origem dos agregados, Rossignolo (2009) afirma que existem agregados leves naturais e artificiais. Os naturais são obtidos por remoção direta em jazidas, britagem e classificação da granulometria. Os agregados leves naturais têm pouco aproveitamento na construção civil, porque as propriedades do material podem variar muito, devido à localização das jazidas.

É importante ressaltar que os agregados leves para uso em concreto estrutural, independentemente de sua origem, são produtos industrializados e, por isso, são em geral, mais semelhantes que o agregado natural. Como consequência, o agregado leve pode ser aplicado para a fabricação de concreto estrutural de qualidade constante (NEVILLE; BROOKS, 2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Essa pesquisa foi realizada no laboratório de concreto da Faculdade FASIPE, situado na cidade de Sinop-MT, no ano de 2022. O método de dosagem consiste em um traço volumétrico, sendo que, no primeiro momento, foi utilizado um traço de concreto, contendo 5%, 10% e 15% e 100% da adição de poliestireno expandido (EPS); e o mesmo traço foi feito com a adição do agregado graúdo (brita) para possibilitar a comparação das massas específicas e resistência dos corpos-de-prova.

Com base nas informações obtidas, foram efetuados os ensaios de laboratório com os materiais, sendo que os testes realizados foram: resistência à compressão, seguindo as normas da ABNT para elaboração dos ensaios, disponibilizadas a seguir:

- NBR 5738 – 2016 moldagem e curas de corpos de prova, cilíndricos ou prismáticos de concreto;
 - NBR5739-2018 concreto- ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos;
 - NBR 8953:2015 – concreto para fins estruturais- classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência;
 - NBR 6118:2014 – projeto de estrutura de concreto- procedimentos.

Foram realizadas as misturas dos materiais, colocando-se, primeiramente, a pedra na betoneira. Logo após, metade da água. Em seguida, o cimento e, por último, o restante da água. O método de dosagem consiste em um traço. No primeiro momento, realizou-se um traço utilizando 100% de agregado graúdo. Logo em seguida, deu-se início à substituição dos agregados, utilizando-se um traço com 95% de agregados graúdos (brita) e 5% de pérola de EPS (isopor) e, assim, foi realizado para os demais traços, de acordo com as Tabelas 1 e 2.

Para execução dos traços, foi adotado um traço tradicional, pelo método do ABCP. Foi utilizado concreto com 30 MPa, com a relação água/cimento de 0,535 para o concreto, sendo eles 1:1,98:3,13:0,535 e, para concreto leve, seguiu-se o mesmo traço do concreto convencional. Foram confeccionados 30 corpos de prova, sendo cinco corpos de prova para cada traço de 0%, 5%,10%,15% e dez para o traço de concreto leve, 100%,totalizando 30 CP (corpos de prova).

Relação pérola de EPS 5%			Relação pérola de EPS 10%			Relação pérola de EPS 15%		
Cimento	4	çg	Cimento	4	çg	Cimento	4	çg
Areia	7,92	çg	Areia	7,92	çg	Areia	7,92	çg
Água	2,14	çg	Água	2,14	çg	Água	2,14	çg
Brita	11,894	çg	Brita	11,268	çg	Brita	10,642	çg
EPS	0,013	çg	EPS	0,025	çg	EPS	0,038	çg

Tabela 1 - Tabela do traço do concreto leve
Fonte: Própria (2022)

Traço			Material para 5 CP			Relação pérola de EPS 100%		
Cimento	1	Kg	Cimento	4	kg	Cimento	8	çg
Areia	1,98	Kg	Areia	7,92	kg	Areia	15,84	çg
Brita	3,13	Kg	Brita	12,52	kg	Brita	4,28	çg
Água	0,535	kg	Água	2,14	çg	Água	0	çg
						EPS	0,508	çg

Tabela 2 - Quadro do traço do concreto leve e concreto convencional
Fonte: Própria (2022)

Para a mistura dos materiais, foi utilizada uma betoneira de eixo inclinado de 150 litros, disponível no laboratório da Faculdade UNIFASIPE, em que a mistura dos materiais se realizou da seguinte forma: 40% da água utilizada, toda a brita, logo em seguida o cimento e areia. Após adicionados estes materiais, o restante dos materiais igualmente foi acrescentado e tudo foi misturado

por aproximadamente dez minutos para incorporação da água nos materiais, repetindo esse processo para cada traço, de acordo com as Tabelas 1 e 2.

Foi moldado, para cada traço, um total de 30 corpos de prova para o ensaio de compressão de 28 dias, seguindo a NBR 5738-2016 que trata dos procedimentos específicos da moldagem do corpo de prova. As dimensões básicas de um corpo de prova devem ser, no mínimo, quatro vezes maiores que as dimensões máximas do agregado graúdo (NBR 5738). Para o controle de adensamento, a norma sugere a utilização da haste com superfície lisa de 16mm de diâmetro com possibilidade de o comprimento variar de 600 a 800 mm, sendo o formato de semiesfera com o diâmetro igual ao da haste.

Antes de ocorrer a moldagem, os corpos de prova devem ser revestidos na parte interna com óleo mineral para que não haja atrito com os corpos de prova (NBR 5738).

A montagem de cada corpo de prova com o concreto leve, foi realizada em duas camadas de amostra com um controle de dez golpes por camadas para evitar a segregação do material.

A cura dos corpos-de-prova foi através da caixa de água, onde os CP's ficaram submersos em água até a realização dos ensaios aos 28 dias

O ensaio do Slump foi seguido de acordo com a norma NBR NM 67:1998, sendo composto por um cone, que tem um diâmetro menor que 10 cm e o maior de 27 cm com altura de 30 cm, uma placa metálica, um soquete que tem 60 cm de comprimento com diâmetro de 1,6 cm de ponta arredondada, uma régua para medir o slump-test, um funil para facilitar o enchimento do cone e uma colher em forma de concha, para ser preenchido o concreto.

4 . ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

A seguir, apresentam-se os resultados obtidos com testes físicos e mecânicos entre o concreto leve com pérola de EPS e o concreto convencional. Os ensaios foram realizados com fins comparativos entre o concreto convencional e o concreto leve. Os testes foram realizados conforme as normas citadas na metodologia, no item 3.

4.1 Ensaio abatimento do concreto

Na Tabela 3, apresenta-se cada abatimento realizado para cada traço, seguindo a realização de acordo com a norma NBR NM 67:1998.

De acordo com a NBR 8953:2015, o abatimento esperado para cada traço é de $50\text{mm} \leq A < 100\text{ mm}$, em que foi possível observar que os traços do concreto leve atenderam as condições esperadas, exceto a do concreto convencional que teve um abatimento de 30 mm. Para facilitar a visualização dos dados obtidos, a Tabela 5 apresenta os resultados.

Slump 5% (cm)	Slump 10% (cm)	Slump 15% (cm)	Slump 100% (cm)	slump graúdo (brita) 100% (cm)
9	8	10	5	3

Tabela 3 - Abatimento do concreto (Slump-teste)

Fonte: Própria (2022)

4.2 Ensaio mecânico

Em atendimento à norma NBR 5739:2018, que determina a ruptura dos corpos de prova aos seus 28 dias de cura, assim se procedeu. Foram elaborados Tabela e Gráfico para facilitar a visualização dos dados obtidos. O primeiro Gráfico apresenta os resultados da compressão axial dos corpos de provas de 0% de EPS, 5% de EPS, 10% de EPS, 15% de EPS, e 100% de EPS. Seu rompimento ocorreu aos 28 dias.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados à compressão para cada traço de corpo de prova, onde, para o traço, foi utilizado o tradicional, não havendo uso do poliestireno expandido - o (EPS).

Corpos de prova	MPa
1	29,44
2	19,80
3	27,38
4	27,07
5	27,39
Média	26,22

Tabela 4 - Resistência à compressão do concreto convencional aos 28 dias
Fonte: Própria (2022)

Na Tabela 5 apresentam-se os resultados à compressão para cada traço em que foi utilizada uma porcentagem de polietileno expandido (o EPS), sendo 5%, 10% e 15%, caracterizando um traço misto.

Corpos de Prova	Adição de 5% de EPS (MPa)	Adição de 10% de EPS (MPa)	Adição de 15% de EPS (MPa)
1	17,58	13,72	9,72
2	17,07	12,34	9,46
3	13,32	10,7	10,28
4	18,11	13,89	9,3
5	17,27	18,49	9,85
Média	16,67	13,83	9,72

Tabela 5 - Resistência à compressão aos 28 dias em MPa do concreto leve com adição de 5, 10 e 15% de EPS
Fonte: Própria (2022)

Na Tabela 6 analisam-se os resultados à compressão para os corpos de prova nos quais não foi utilizado o agregado graúdo (brita), somente o poliestireno expandido (EPS) 100%.

Corpos de prova	Resistência à compressão 28 dias (MPa)
1	1,81
2	2,17
3	1,9
4	2,17
5	2,04
6	2,04
7	2,13
8	1,48
9	2,3
10	1,24
Média	1,93

Tabela 6 - Resistência do concreto leve 100% de (EPS)
Fonte: Própria (2022)

Os Gráficos 1 e 2 apresentam as resistências obtidas com a adição de 5% 10%, 15% e 100% de EPS ao concreto.

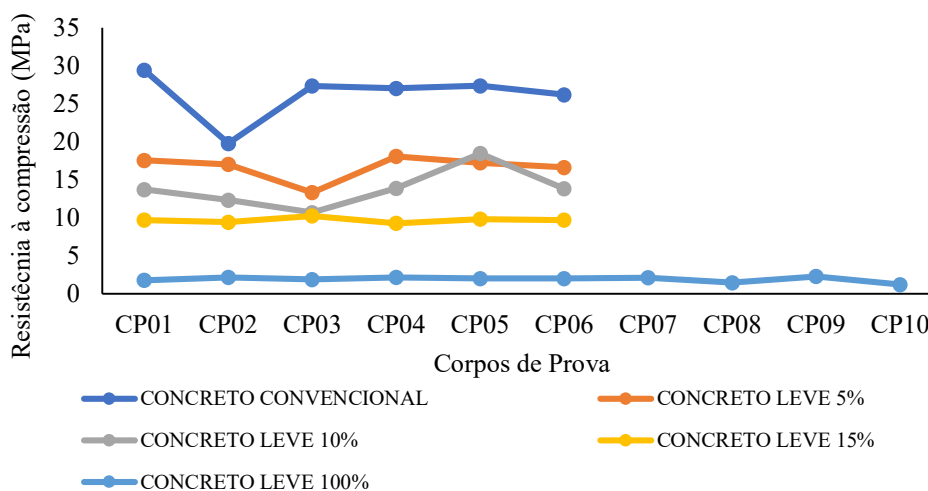


Gráfico 1 - Resistência à compressão aos 28 dias (MPa)

Fonte: Própria (2022)

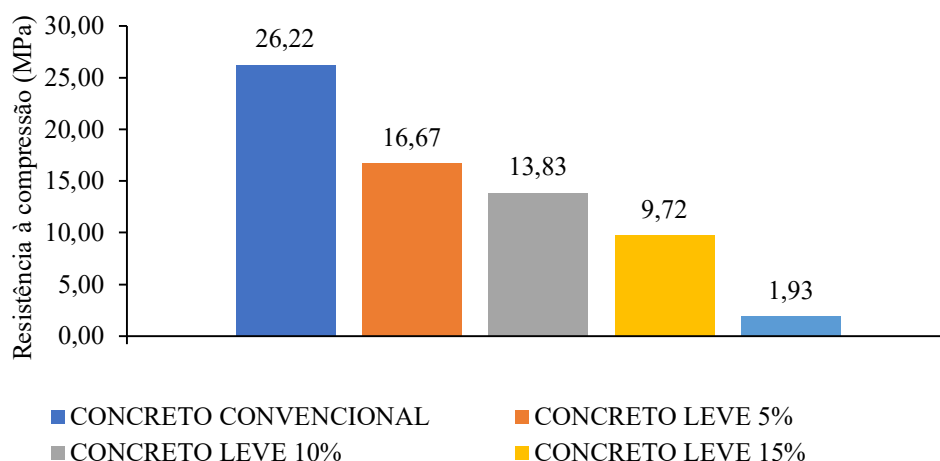


Gráfico 2 - Resistência à compressão média com 28 dias (Mpa)

Fonte: Própria (2022)

O concreto convencional apresentou resistência superior à resistência mínima estabelecida pela NBR 6118 (ABNT, 2014), na qual se estabelece resistência de 20 MPa para concreto estrutural, atendendo, portanto, a norma.

A resistência do concreto à compressão tradicional obteve valores médios de 26,22 MPa aos 28 dias, em relação ao concreto misto de 5%, mostrou-se 36,42% superior, tendo uma resistência à compressão aos 28 dias 16,67 Mpa. E em relação ao concreto misto de 10%, mostrou-se 17,04% superior, tendo apresentado resistência média aos 28 dias de 13,83 MPa, e em relação ao concreto misto de 15%, mostrou-se 29,71 % superior, apresentando resistência média aos 28 dias de 9,72 Mpa; e em relação ao concreto leve de 100%, mostrou-se 80,14 % superior, uma vez que apresentou resistência média aos 28 dias de 1,93 MPa.

O concreto leve não atingiu a resistência mínima de acordo com que a norma estabelece, a saber, a norma americana ASTM C330 (ASTM, 1991), pois apresentou baixa resistência à compressão e a granulometria do poliestireno expandido pode ser um dos fatores para a resistência não alcançada, pois uma vez substituído o poliestireno expandido pelo agregado graúdo (brita), sua resistência aumenta.

Os resultados obtidos por Lima (2010) mostraram-se viáveis para substituir o agregado graúdo tradicional por argila expandida, observando-se que a resistência obtida através dos testes de compressão foi de 17 MPa, resistência mínima exigida pela norma para ser considerado como

concreto estrutural e com resultados de massa específica de 1700 kg/m^3 , atendendo aos parâmetros exigidos pela norma com seus 28 dias de cura.

Moncada et al. (2019), em ensaios realizados, obtiveram resistência à compressão máxima aos 28 dias de $27,40 \text{ MPa}$, tendo utilizado o poliestireno expandido, juntamente com argila expandida, atendendo todos os parâmetros exigidos pela norma, cuja massa específica foi de $1857,15 \text{ kg/m}^3$, revelando-se eficaz para ser usado como elemento estrutural.

Já em questão de massa específica, o concreto leve 100% com adição do poliestireno expandido é de $926,68 \text{ kg/m}^3$ e esteve dentro dos parâmetros estabelecidos pela norma ASTM C330.

O traço convencional apresentou uma massa específica de $2365,05 \text{ kg/m}^3$ e o traço misto com 5% apresentou massa específica de $2262,56 \text{ kg/m}^3$, havendo diminuição de 4,52% em relação ao concreto convencional; já para o traço de 10%, sua massa específica foi de $2193,16 \text{ kg/m}^3$, houve diminuição de 3,16% em relação ao concreto misto de 5%, para massa específica, o concreto misto de 15% é de $2090,03 \text{ kg/m}^3$.

Houve diminuição de 4,93% em relação ao concreto misto de 10%. Mesmo aumentando a porcentagem de poliestireno expandido, não foi satisfatório, pois a sua massa específica não atendeu o exposto pela norma ASTM C330, a qual estabelece que a massa específica de um agregado leve deve ser inferior a 1920 kg/m^3 . Para o concreto leve, foi adotado os 100% de poliestireno expandido, que se demonstrou satisfatório de acordo com a norma, sua massa específica é de $926,68 \text{ kg/m}^3$, apresentando redução de 116,33% em relação ao concreto misto de 15%.

5 . CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos, conclui-se que o concreto leve possui menor resistência à compressão, comparado ao concreto convencional. A média das amostras obtidas de resistência à compressão aos 28 dias comprova que o concreto, para ser considerado estrutural, exige uma resistência maior ou igual a 17 MPa . A pesquisa desenvolvida neste estudo não obteve êxito neste traço que foi elaborado, uma vez que essa baixa resistência se deu pelo próprio EPS (poliestireno expandido), por ser um material menos resistente, comparado ao agregado graúdo (brita).

Com os resultados obtidos da sua massa específicas, no qual a norma ASTM C330, estabelece que deve ser inferior 1920 kg/m^3 , os traços com porcentagem de 5%, 10%, 15%, respectivamente $2262,56 \text{ kg/m}^3$, $2193,16 \text{ kg/m}^3$, $2090,03 \text{ kg/m}^3$, não obteve êxito, já o concreto totalmente leve com 100% de EPS obteve $926,68 \text{ kg/m}^3$, no qual foi satisfatório pela sua massa específicas, mas não foi satisfatório com sua resistência no qual a norma exige que deve ser superior a 17 mpa , isso ocorre devido a sua densidade do agregados pois o poretileno expandido e muito leve, pois uma vez que e acrescentado o agregado graúdo começa a dar ganho de resistência.

Para promover melhora na resistência, algumas medidas podem ser tomadas como: a diminuição do agregado graúdo leve, a diminuição do diâmetro do agregado leve, redução no fator água/cimento ou a adição de aditivos para tal função.

Assim, conclui-se, de maneira geral, que o uso do poliestireno expandido em concretos estruturais não é satisfatório, mas defende-se a necessidade de maiores estudos sobre o traço específico para que o material possa ser utilizado. Contudo, pode ser utilizado como concreto de vedação ou preenchimento, quando o intuito não é a resistência, e sim o material para preenchimento. Uma aplicação satisfatória para o concreto leve é utilizá-lo como contra piso ou para regularização do piso.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS NORMA. **NBR NM 35**. Agregados leves para concreto estrutural: especificações, Rio de Janeiro, 1995.

_____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738.2**. Procedimentos para montagem e cura dos corpos de provas. Rio de Janeiro, 2003

_____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118** – Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. 2014.

_____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9833**. Concreto fresco: Determinação da massa específica, do rendimento e do teor de ar pelo método gravimétrico. Revisada em 2009. Rio de Janeiro, 2009.

BORGES, E.; GONÇALVES JUNIOR, E. L.; ALMEIDA, I. M. F. Isopedra, suas características físicas ante ao EPS-Poliestireno expandido. **Revista Científica de Ciências Aplicadas**, v. 4, n. 7, p. 66-77, 2017.

CATOIA, T. **Concreto Ultraleve® estrutural com pérolas de EPS**: caracterização do material e estudo de sua aplicação em lajes. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

COCIAN, L. F. E. **Introdução a engenharia**. Porto alegre: Bookman, 2017

COSTA, G. V. da; GASPAR, G. A. M. G. **Uso do concreto leve na construção civil**. 2020. Disponível em: < <http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/1400/1/Gilmar%20Veloso%20da%20Costa.pdf>>. Acessado em: 12 de outubro de 2021.

KUSCHEL, A. L. H. et al. Análise da utilização de concreto leve com adição de EPS na construção civil. **Salão do Conhecimento**, v. 6, n. 6, 2020.

Lightweight Aggregates for Structural Concrete, Standards. Philadelphia, 1991, ASTM C 330.

LIMA, G. C. A. **Um estudo sobre produção de concreto leve estrutural**. Bahia, 2010.

MONCADA, J. E. C. M. et al. Estudo da adição de argila expandida e EPS como agregados na elaboração de concreto leve. **Revista Eletrônica TECCEN**, v. 12, n. 1, p. 02-07, 2019.

MORAIS, C. B.; BRASIL, P. C. **Estudo da Viabilidade do Poliestireno Expandido (EPS) na produção de edificações com baixo impacto ambiental**. 4º Seminário Nacional de Construções Sustentáveis. Passo Fundo, 2015.

NEVILLE, A.M. **Propriedades do concreto**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

NEVILLE, A.M; BROOKS, J.J. **Tecnologia do concreto**. 2ª ed. Porto Alegre: BOOKMAN, 2013

OZÓRIO, B. P. M. **Concreto leve com pérolas de EPS**: estudo de dosagens e de características mecânicas. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

RECENA, F. A. P. **Dosagem e controle da qualidade de concretos convencionais de cimento Portland**. Edipucrs, 2002.

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

ROSSIGNOLO, J. A.; OLIVEIRA I. L. **Concreto leve estrutural com metacaulim**. São Paulo. 2008.

SCHUH, P. D. M. **O uso do EPS na construção civil:** estudo comparativo entre concreto leve com EPS e o concreto convencional. 2017.

STOCCO, W.; Rodrigues, D.; Castro, A.P.A.S. - Concreto Leve com uso de EPS - Cobenge 2009, Recife, Pernambuco

SCOBAR, R. L. **Concreto Leve Estrutural:** substituição do agregado graúdo convencional por argila expandida. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SILVA, M. D. da. **Estudo comparativo entre a utilização dos concretos convencional e leve nos elementos horizontais das estruturas de edifícios.** Belo Horizonte, 2003.

TESSARI, J. et al. **Utilização de poliestireno expandido e potencial de aproveitamento de seus resíduos na construção civil,** 2006.