

LAJES NERVURADAS COM BLOCOS DE EPS – UTILIZAÇÃO EM OBRAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DA REGIÃO DO SERTÃO CENTRAL NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Athos Alen Cabral Dantas Barbosa (*), Arthur Antunes Cabral Dantas Barbosa, Deize Daiane Pinto Guilherme, Allan Araújo Veloso, Anaiza Anália Silva dos Santos Bezerra

* Universidade Federal Rural do Semi-Árido, athos.alen@hotmail.com

RESUMO

O crescimento do mercado da construção civil no Brasil nos últimos anos demandou o desenvolvimento de materiais novos e um deles é o poliestireno expandido (EPS). O EPS trata-se de um material utilizado em diversas áreas da construção civil, principalmente como material de enchimento de lajes pré-moldadas. Logo, este trabalho objetiva realizar um estudo sobre a utilização do EPS como material de enchimento em lajes pré-moldadas em obras da região central do RN. Para tal, foram aplicados formulários, acompanhados de registros fotográficos em 10 obras nas cidades de Angicos/RN, Lajes/RN e Assú/RN. Realizou-se também testes de resistência à compressão e de tração na flexão em amostras de blocos coletadas nas obras visitadas. Observou-se que cerca de 22% das obras visitadas utilizam EPS como material de enchimento, indicando assim pouco conhecimento da tecnologia que envolve tal material. Neste último tipo de teste o bloco rompeu-se com uma carga de 51,33 Kgf e apresentou uma flecha de cerca de 12 cm, indicando boa resistência antes de seu rompimento.

PALAVRAS-CHAVE: Construção civil, Poliestireno expandido, Laje nervurada.

INTRODUÇÃO

O ramo da construção civil está cada vez mais exigente e amplo, certa exigência por estruturas com formas mais esbeltas e com vãos maiores. Diante disso, a tecnologia vem se superando continuamente, através do qual são descobertos novos materiais, combinações e utilidades. Dessa forma, surgiu a laje nervurada como mais um meio de atender a essa demanda do mercado no que diz respeito a estruturas de concreto armado mais leves (SILVA, 2010).

As lajes são elementos estruturas bidimensionais planas com as seguintes funções básicas: receber as cargas aplicadas no piso e transmiti-las para as vigas; das vigas para os pilares e conseqüentemente essas cargas irão para a fundação e serão distribuídas ao solo (LOPES, 2012).

Este tipo de elemento construtivo é usado como piso e forro de pavimento, onde é dimensionado de acordo com a sua utilidade. Existem vários tipos desses elementos, tem-se a laje treliçada, lisa, cogumelo, grelha, nervurada, dentre outras (NOGUEIRA; CASTRO, 2010).

A laje nervurada é formada por três elementos: nervura, material de enchimento e mesa de concreto. Permite vencer grandes vãos, pois entre as nervuras acontece a substituição do concreto por blocos (lajotas), que são mais leves e econômicos. Essa substituição não afeta sua estrutura. Outro aspecto importante desse tipo de elemento (material de enchimento), está relacionado a sua amplitude de uso, devido possuir grande leque de materiais que podem ser utilizados (SILVA, 2010).

Uma das alternativas atuais na construção de lajes nervuradas é a substituição dos blocos cerâmicos por diferentes tipos de materiais, sendo os mais usuais o poliestireno expandido (EPS), a garrafa de polietileno tereftalato (PET) e as fôrmas plásticas vazadas (SILVÉRIO 2009).

O poliestireno expandido (EPS), mais conhecido como isopor, passou a ser utilizado na década de 1990. Com relação ao Brasil, 45% de EPS usado é utilizado na construção civil, 42% nas embalagens industriais e 13% em artigos de consumo (TESSARI, 2006).

A laje nervurada com o bloco de EPS é a mais utilizada atualmente e é empregada em cerca de 85% das obras no Brasil. Toda essa utilização é pelo fato desse tipo de bloco possuir diversas vantagens em relação aos outros materiais de enchimento. Se comparar com o bloco cerâmico, observa-se que o EPS se destaca em vários aspectos, como: a baixa

absorção de água e conseqüentemente permite uma melhor cura do cimento; possui um peso específico menor e conseqüentemente menor peso próprio; redução na mão de obra, devido o manuseio ser fácil, leve e rápido; possui bom isolamento térmico e acústico (SILVA, 2002).

Desta forma esse trabalho tem como objetivo realizar um estudo sobre a utilização de lajes nervuradas com blocos de EPS no Sertão Central do Rio Grande do Norte, especificamente nas cidades de Angicos, Lajes e Assú.

OBJETIVO

Esse trabalho tem como objetivo principal realizar um estudo sobre utilização de lajes nervuradas com blocos de EPS no Sertão Central do Rio Grande do Norte.

METODOLOGIA

Esse trabalho foi realizado em duas etapas. Na primeira etapa realizou-se uma pesquisa qualitativa na qual foram aplicados formulários em 10 obras da região central compreendendo as seguintes cidades: Angicos/RN, Lajes/RN e Assú/RN. Estes formulários permitiram caracterizar estas obras do quanto a aplicação do bloco de EPS em lajes nervuradas. A segunda etapa do trabalho tem aspecto quantitativo, onde foram medidas propriedades mecânicas de resistência à compressão e de tração na flexão dos blocos de EPS. Realizaram-se tais ensaios para que fosse verificado o desempenho do material de enchimento juntamente com a laje. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Materiais de Construção do Departamento de Engenharia Civil da UFRN.

Para o ensaio de compressão foram usados 3 (três) protótipos dos blocos de EPS, que são mais utilizados nas obras visitadas. O bloco em escala real possuía 1m de comprimento, 0,40 m de largura e 0,08m de espessura. Devido a necessidade e adaptação das dimensões dos blocos à máquina de ensaio do modelo WPM (Figura 1, item A), foram confeccionados protótipos na mesma escala dos blocos de EPS originais, ficando assim com 0,5m de comprimento, 0,2m de largura e 0,04m de espessura (Figura 1, item B).



Figura 1: Bases de compressão e o relógio de medição de força da máquina de compressão e protótipos do bloco de EPS. Fonte: Autor do Trabalho.

Para realização do ensaio de resistência à compressão tomou-se como base a NBR 15270-3/2005 (blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação- métodos de ensaio), devido não existir uma norma específica para ensaio de compressão em blocos de EPS.

No ensaio de tração na flexão, também foram utilizados 3 (três) protótipos dos blocos de EPS, com as mesmas dimensões dos usados no ensaio de compressão, devido as dimensões da máquina universal para ensaios (tração, flexão e compressão) fabricada na Suíça, da marca AMSLER (Figura 2).



Figura 2: Máquina universal de ensaios (tração, compressão, flexão). Fonte: Autor do Trabalho.

Para realização do ensaio de resistência à tração na flexão tomou-se como base a NBR 12142/1991 (Concreto-determinação da resistência à tração na flexão em corpos de prova prismáticos) devido não existir uma norma específica para ensaio de flexão na tração em blocos de EPS.

RESULTADOS

TIPO DE LAJE E MATERIAL DE ENCHIMENTO UTILIZADOS NAS OBRAS

Observou-se que em 100% das obras visitadas se utilizam laje nervurada. Esse dado indica que a preferência por esse tipo de laje pode estar relacionada com as inúmeras vantagens em relação às outras (maciça). As vantagens mais citadas pelos responsáveis das obras foram: vencer maiores vãos, maior economia, maior rapidez, menor peso próprio. Com os dados obtidos observou-se que em 78% das obras se utilizam como material de enchimento o bloco cerâmico e em 22% o bloco de EPS. No Gráfico 1 observam-se a distribuição percentual do material de enchimento utilizado nas lajes nervuradas.

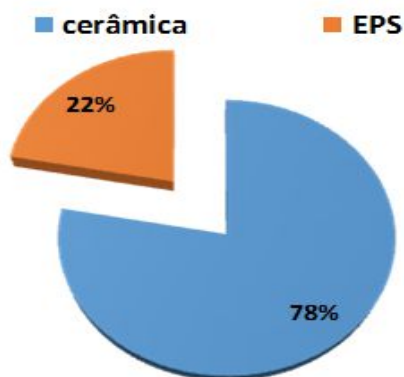


Gráfico 1: Distribuição percentual do material de enchimento utilizado nas lajes nervuradas. Fonte: Autor do Trabalho.

Esse dado indica que o bloco cerâmico ainda é a primeira opção para a região quando é executado esse tipo de laje. Quando os colaboradores foram questionados em relação ao porquê da escolha desse tipo de bloco, os mesmos colocaram que o bloco cerâmico é o mais tradicional; levantaram também a questão das obras estarem próximas de um polo ceramista; é um bloco que tem um custo menor se comparado ao EPS e por questões de projeto. No entanto o que mais chamou atenção foi que em várias obras, os entrevistados relataram que o bloco de EPS (isopor) não suportaria os carregamentos, portanto chegaria à ruptura. Então, um aspecto considerado foi a falta de conhecimento por parte de alguns colaboradores desse tipo de tecnologia.

PROCESSO DE OBTENÇÃO DE NERVURAS

Em 56% das obras visitadas, as nervuras eram confeccionadas no canteiro de obras e em 44% eles terceirizavam tal serviço. No Gráfico 2, pode-se observar a distribuição percentual da forma como são obtidas as nervuras.

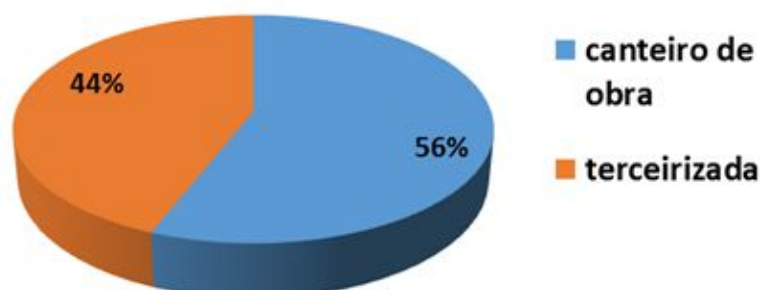


Gráfico 2: Distribuição percentual da forma de obtenção das nervuras dos canteiros de obras visitadas.
Fonte: Autor do Trabalho.

Conclui-se que as obras na região, utilizam as duas formas para obtenção das nervuras. Quando executadas no próprio canteiro de obras, geralmente o traço de concreto é de 1:1:1 (cimento: areia: brita zero) ou 1:1,5:1 (cimento: areia: brita zero) e os testes de resistência á compressão e de tração na flexão não são feitos, conforme informações obtidas com a aplicação do formulário.

Em relação as nervuras que são terceirizadas, os entrevistados, não souberam informar qual o traço de concreto para a confecção das mesmas e nem a resistência à compressão e a tração na flexão. A realização e controle destes testes são importantes para que se tenha o controle tecnológico dos materiais que são utilizados nas obras.

PROCESSO DE OBTENÇÃO DE CONCRETO UTILIZADO NA CONFEÇÃO DA MESA DE CONCRETO DA LAJE (CAPA DE CONCRETO)

Em 89% das obras visitadas, o concreto utilizado para fazer a mesa da laje é obtido no próprio canteiro de obra e 11% é terceirizado. No Gráfico 3 pode-se verificar essas duas formas de obtenção.

Pode-se atribuir essa diferença considerável ao fato de na Região Central não haver nenhuma concreteira. O concreto que é executado no canteiro de obra, tem como traços mais utilizados os de: 1: 2: 2: (cimento: areia: brita) e 1:2:3 (cimento: areia: brita). Já o concreto terceirizado tem o traço de 1:2: 2: (cimento: areia: brita).

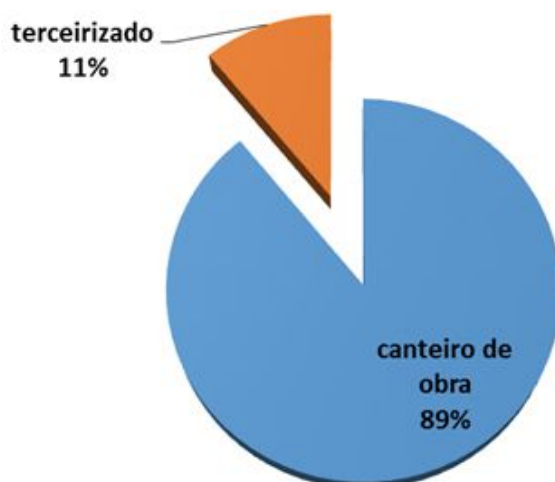


Gráfico 3: Obtenção do concreto da mesa da laje. Fonte: Autor do Trabalho.

Em 34% das obras visitadas a mesa de concreto apresentava espessura de 4 cm, 22% com 5cm, 22% com 7cm e 22% com 8cm de espessura. No Gráfico 4 são observados esses percentuais.

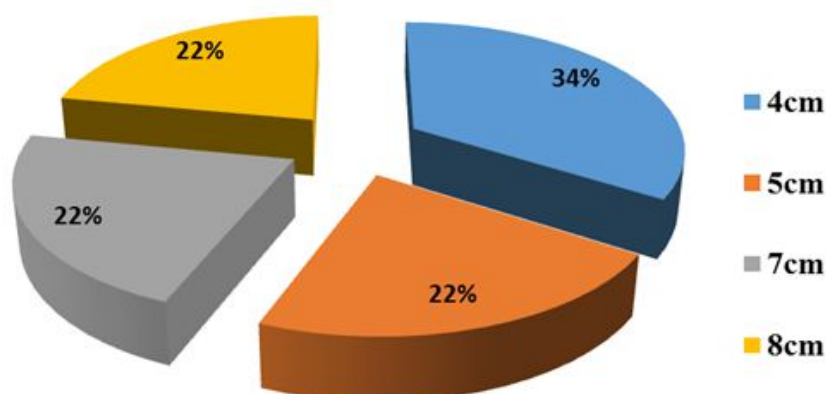


Gráfico 4: Espessura da mesa de concreto da laje. Fonte: Autor do Trabalho.

As espessuras escolhidas estão praticamente na mesma proporção, fato esse que ocorre devido a espessura da laje nervurada, assim como todo o processo ser normatizado, ou seja, existe por norma uma margem de espessura que deve ser adotada na confecção da mesa de concreto. Onde observamos que as maiores espessuras foram utilizadas em lajes que irão suportar maiores carregamentos (compressão).

ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os dados obtidos no ensaio de resistência à compressão para o material de enchimento.

Tabela 1- Resultados do teste de resistência à compressão – Fonte: Autor do trabalho

Amostra	Largura (cm)	Comprimento (cm)	Carga (kgf)	Área (cm)	Resistência à compressão (MPa)
A	20	50	7900	1000	0,79
B	20	50	8600	1000	0,86
C	20	50	8600	1000	0,86
Média	20	50	8366,67	1000	0,83

Na realização do ensaio nenhum dos 3 (três) protótipos chegou a romper. Esse fato pode ter ocorrido devido o material possuir uma alta deformação. O protótipo foi colocado na máquina com uma espessura de 0,04 m (Figura 3, item A). À medida que a força aplicada aumentava, sua espessura reduzia. Essa redução permitiu que o ensaio parasse, pois os pratos da prensa chegaram a uma posição bem próximas um do outro e com isso o protótipo chegou a 0,005m de espessura (Figura 3, item B). Depois que a força foi cessada o protótipo retornou a sua espessura, chegando a ficar com 0,03m, ou seja, quase conseguiu voltar ao estado inicial. Esse fato ocorreu devido o EPS ser um material formado por ar, onde na medida em que a força era aplicada o EPS liberava ar e assim se deformava. Logo após que a força foi cessada o EPS se enche de ar e assim ganha volume novamente (Figura 3, item C).



Figura 3: Processo de realização do teste de resistência à compressão. Fonte: Autor do trabalho.

De acordo com os dados obtidos e as observações encontradas, chegou-se a conclusão, de que o bloco de EPS (0,5m de comprimento; 0,2m de largura e 0,04m de espessura), possui uma resistência a compressão de 0,83 Mpa, e a máxima força foi de 8366,67 kgf. Outro fator importante observado é que devido a essas características pode-se indicar que esse material de enchimento pode atribuir certa capacidade de absorção de impacto quando inserido na laje.

ENSAIO DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO NA FLEXÃO

Na Tabela 2 são apresentados os dados obtidos no ensaio de resistência à tração na flexão.

Tabela 2: Resultados do teste de resistência à tração na flexão – Fonte: Autor do trabalho.

Amostra	Largura (cm)	Comprimento (cm)	Dist. dos cutelos (cm)	Carga (kgf)	Área (cm)	Resistência (MPa)
1	20	50	45	59	1000	0,83
2	20	50	45	54	1000	0,76
3	20	50	45	41	1000	0,58
Média	20	50	45	51,33	1000	0,72

Na realização do ensaio, os 3 (três) protótipos romperam, porém isso aconteceu depois dos mesmos atingirem uma grande deformação, uma flecha de aproximadamente 12 cm. Pode-se atribuir esse fato a questão do EPS ser deformável. Na medida em que a força aplicada no centro era aumentada, o material se deformava cada vez mais, chegando a atingir o valor da flecha citada acima. Observa-se todo o processo através da Figura 4.



Figura 4: Processo de ensaio de tração na flexão com EPS. Fonte: Autor do trabalho.

CONCLUSÕES

Diante do exposto e das condições de realização do trabalho são feitas as seguintes considerações finais:

- O material de enchimento mais utilizado é o bloco cerâmico, 78% das obras, o EPS vem logo em seguida com 22%.
- No teste de resistência a compressão concluiu-se que devido o EPS ser um material deformável, o seu bloco não rompeu;
- No teste de tração na flexão o bloco rompeu-se com uma força de 51,33 kgf, atingindo uma flexa de 12 cm;
- Na execução das lajes que utilizaram os blocos de EPS como material de enchimento, foi verificado que ocorreram alguns problemas, como: desprendimento dos blocos devido a força do vento e quebra de alguns deles, quando foi preciso a locomoção sobre a laje.
- Os requisitos mínimos para utilização do bloco de EPS nas lajes é que os mesmos sejam presos por arames para evitar o desprendimento devido a força do vento. Além de utilizar aditivo à base acrílica (PVC) na face inferior do bloco para melhorar a aderência entre o bloco e o revestimento inferior.
- Devido ser um material novo, não foi encontrado valores na literatura referentes a resistência à compressão e nem a tração na flexão para blocos de EPS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. _____. **NBR 12142**: Concreto- Determinação da Resistência à Tração na Flexão em corpos de prova Prismáticos – Rio de Janeiro, 1991. 3 p.
2. _____. **NBR 15270-3**: Citações em Documentos – Rio de Janeiro, 2005. 27 p.



3. BOROWSKI, G. da C. **Cálculo de deslocamentos em lajes nervuradas**. 2005. 29 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.
4. LOPES, A. F. de O. **Estudo técnico comparativo entre lajes maciças e nervuradas com diferentes tipos de materiais de enchimento**. 2012. 102 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2012.
5. BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Organização do texto: Juarez de Oliveira. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 1990. 168 p. (Série Legislação Brasileira).
6. NOGUEIRA, D. J. L.; CASTRO, F. dos S. **Sistemas estruturais de lajes: parâmetros de escolhas da solução estrutural de lajes**. 2012. 132 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade da Amazônia, Belém, 2012.
7. SILVA, A. R. da. **Análise comparativa de custos de sistemas estruturais para pavimentos de concreto armado**. 2002. 211 f. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
8. SILVA, H. V. da; SILVA, S. T. da. **Soluções alternativas para blocos de enchimento em lajes nervuradas**. 2010. 85 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade da Amazônia, Belém, 2010.
9. SILVA, T. F. da. Pirâmides de Quéfren. Disponível em: <http://www.infoescola.com/civilizacao-egipcia/piramide-de-quefren/> Acesso em: 16 Out 2015
10. SILVÉRIO, M. dal. Pont. **Análise da utilização de materiais recicláveis em substituição às tabelas cerâmicas em lajes pré-moldada**. 2009. 114 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2009.
11. SMIRIGLIO, G. da S. **ANÁLISE COMPARATIVA DE PROJETO DE UM PAVIMENTO, FEITO EM LAJES MACIÇAS CONVENCIONAIS E EM LAJES LISAS**. 2005. 75 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
12. TESSARI, J. **Utilização de poliestireno expandido e potencial de aproveitamento de seus resíduos na construção civil**. 2006. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.