

	UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS CENTRO DE TECNOLOGIA LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS E MATERIAIS Av. Lourival Melo Mota – Campus A. C. Simões – Maceió, AL CEP 57.072-970 - Fone: (82) 3214-1603 – FAX: 3214-1287 http://www.ctec.ufal.br/npt - npt@ctec.ufal.br	Relatório N.º 22-02/20 Página 1/4
---	---	---

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 22-02/20

DENSIDADE E RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE CORPOS DE PROVA

Empresa: ISOBLOCO INDUSTRIA DE CONCRETO LTDA
CNPJ: 29.130.610/0001-91
Telefone: (82) 3035-4642
Endereço: Rua Doutor Walter Ananias de Barros, 27. Porto Grande, Marechal Deodoro – AL
Diretor: Carlos Henrique França Ramos
CPF: 934.759.774-00
Telefone do solicitante: (82) 9 9117-0550
E-mail: direcao@isobloco.com.br

Obs.: Relatório a ser apresentado à Associação Rede Metrológica de Alagoas

I – INTRODUÇÃO

Este relatório trata da descrição das atividades de inspeção da densidade e da resistência à compressão em blocos de concreto celular aerado executadas pelo contratante. Foram utilizadas as recomendações e diretrizes das normas:

- NBR 13438/2013: Blocos de concreto celular autoclavado – Requisitos;
- NBR 13440/2013: Blocos de concreto celular autoclavado – Métodos de ensaio.

II – DESCRIÇÃO DA AMOSTRA

Para verificação da densidade e da resistência à compressão dos blocos foram enviados ao LEMA pelo contratante amostras de três lotes de blocos de CCA. Os lotes foram identificados como Lote 1, Lote 2 e Lote 3, sendo deixados no laboratório um quantitativo de 24 unidades do Lote 1, 24 unidades do Lote 2 e 32 unidades do Lote 3.

Na Tabela 1 tem-se as informações referentes às datas de moldagem (fornecida pela empresa), número de unidades produzidas por lote (fornecido pela empresa) e a data de entrega dos blocos no Lema.

Tabela 1 – Informações sobre as amostras de blocos

Identificação do lote	Data de moldagem	Produção do dia	Data de entrega
Lote 1	30/01/2020	400 blocos	10/03/2020
Lote 2	04/02/2020	500 blocos	11/03/2020
Lote 3	06/02/2020	550 blocos	12/03/2020

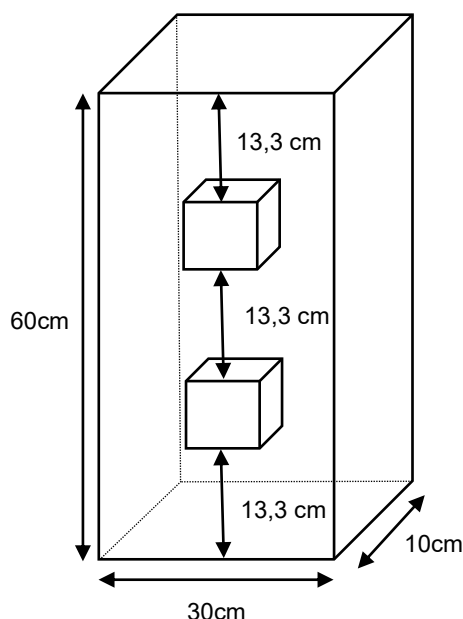
III – DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS

Para cada lote foram separadas 8 unidades de blocos (numerados de 17 a 24) a fim de constituir a amostra estabelecida na NBR 13438/2013, em função do número de blocos produzidos em cada lote (entre 50 e 3200 blocos). De cada bloco foram extraídos dois corpos de prova cúbicos com 100 mm de aresta, seguindo-se o procedimento da NBR 13440/2013. A extração foi realizada por pessoal da empresa contratante. Os locais de extração dos corpos de prova no bloco estão

	UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS CENTRO DE TECNOLOGIA LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS E MATERIAIS Av. Lourival Melo Mota – Campus A. C. Simões – Maceió, AL CEP 57.072-970 - Fone: (82) 3214-1603 – FAX: 3214-1287 http://www.ctec.ufal.br/npt - npt@ctec.ufal.br	Relatório N.º 22-02/20 Página 2/4
---	---	---

ilustrados na Figura 1, em atendimento à referida norma. Dessa forma, para cada bloco foram constituídas duas unidades de corpos de prova, sendo obtidos no total 16 corpos de prova para cada lote, formando as duas amostras cada uma de 8 unidades de corpos de prova.

Figura 2 – Locais de extração dos cps no Isobloco



Após a extração, as duas amostras (16 corpos de prova) de cada lote foram levados à estufa por 24h à temperatura de 100°C para secagem. Em seguida foram pesados e as três dimensões foram medidas, a fim de determinar a densidade, fazendo-se a relação da massa pelo volume.

O ensaio de resistência à compressão foi realizado em uma das amostras (8 corpos de prova), sendo realizada a segunda amostragem apenas se necessário. Os corpos de prova foram retirados da estufa, receberam um capeamento com pasta de gesso, e foram rompidos após 4 h expostos ao ar. A resistência foi medida por meio de uma Máquina Universal de ensaios com capacidade de 100 kN e a velocidade de aplicação de carga foi de 0,05 MPa/s, de acordo com a NBR 13440/2013.

Para fins de aceitação ou rejeição do lote, tanto com relação à densidade quanto para a resistência à compressão, a NBR 13438/2013 preconiza que, se na primeira amostra de 8 corpos de prova, houver nenhuma ou apenas uma unidade defeituosa (ou seja, corpo de prova que não atende a tolerância), o lote é aceito; se houver 4 ou mais unidades defeituosas, o lote é rejeitado; se houver 2 ou 3 unidades defeituosas, faz-se a segunda amostragem. Nesta segunda amostragem, o lote é aceito se houver no máximo 4 unidades defeituosas, considerando-se as duas amostras, ou seja, os 16 corpos de prova.

	UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS CENTRO DE TECNOLOGIA LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS E MATERIAIS Av. Lourival Melo Mota – Campus A. C. Simões – Maceió, AL CEP 57.072-970 - Fone: (82) 3214-1603 – FAX: 3214-1287 http://www.ctec.ufal.br/npt - npt@ctec.ufal.br	Relatório N.º 22-02/20
		Página 3/4

IV – RESULTADOS

Densidade

Nas Tabelas 2 a 4 tem-se os valores das massas e dimensões médias dos corpos de prova (médias obtidas a partir de determinações nas 4 faces), bem como os valores calculados para a densidade. A identificação dos corpos de prova segue a numeração do bloco (17 a 24) com a terminação 1 ou 2 representando os dois corpos de prova extraídos de cada bloco.

Lote 1

Tabela 2 – Resultados de densidade dos corpos de prova do Lote 1

Corpo de prova	Massa (kg)	Medida 1 (m)	Medida 2 (m)	Medida 3 (m)	Densidade (kg/m³)
17.1	0,74386	0,0985	0,0990	0,0985	774
17.2	0,76171	0,1005	0,1000	0,1000	758
18.1	0,68500	0,0995	0,0990	0,0985	706
18.2	0,73312	0,0995	0,1000	0,0990	744
19.1	0,88962	0,1005	0,1020	0,1000	868
19.2	0,83880	0,1010	0,1000	0,0995	835
20.1	0,76634	0,0995	0,1015	0,1010	751
20.2	0,70246	0,1000	0,1005	0,1000	699
21.1	0,74354	0,0990	0,0990	0,0985	770
21.2	0,74926	0,0995	0,1005	0,1005	746
22.1	0,83152	0,1040	0,1010	0,1030	769
22.2	0,78825	0,1020	0,1020	0,1010	750
23.1	0,77523	0,0995	0,0995	0,0995	787
23.2	0,79584	0,1010	0,1000	0,1010	780
24.1	0,76514	0,1015	0,1025	0,1005	732
24.2	0,68629	0,0980	0,0985	0,0985	722
Média (kg/m³)					762
Desvio-padrão (kg/m³)					43,36
Coefficiente de variação (%)					5,7

Lote 2

Tabela 3 – Resultados de densidade dos corpos de prova do Lote 2

Corpo de prova	Massa (kg)	Medida 1 (m)	Medida 2 (m)	Medida 3 (m)	Densidade (kg/m³)
17.1	0,75901	0,1000	0,0995	0,0995	767
17.2	0,76591	0,1015	0,1005	0,1000	751
18.1	0,70615	0,0985	0,0980	0,0980	746
18.2	0,72540	0,0990	0,0990	0,0985	751
19.1	0,76002	0,1000	0,0990	0,0995	772
19.2	0,78732	0,1015	0,1000	0,1015	764
20.1	0,84283	0,0995	0,0990	0,1000	856
20.2	0,85862	0,1005	0,1010	0,1005	842
21.1	0,72022	0,1000	0,0995	0,0995	727
21.2	0,73849	0,1005	0,1015	0,1000	724
22.1	0,77148	0,1010	0,1000	0,1010	756
22.2	0,74953	0,1010	0,1010	0,0995	738
23.1	0,79212	0,1020	0,1010	0,1010	761
23.2	0,75671	0,1000	0,1010	0,1000	749
24.1	0,81180	0,1010	0,1015	0,1005	788
24.2	0,80854	0,1015	0,0995	0,1010	793

Média (kg/m³) 768
Desvio-padrão (kg/m³) 36,67
Coefficiente de variação (%) 4,8

Lote 3

Tabela 4 – Resultados de densidade dos corpos de prova do Lote 3

Corpo de prova	Massa (kg)	Medida 1 (m)	Medida 2 (m)	Medida 3 (m)	Densidade (kg/m³)
17.1	0,92840	0,0995	0,1010	0,1000	924
17.2	0,98592	0,0990	0,1015	0,1010	971
18.1	0,94066	0,1025	0,1005	0,1000	913
18.2	0,93742	0,1020	0,1010	0,1010	901
19.1	0,75148	0,0985	0,0985	0,0980	790
19.2	0,73563	0,0995	0,0985	0,0980	766
20.1	0,77374	0,0990	0,1000	0,1000	782
20.2	0,79601	0,1000	0,1005	0,0995	796
21.1	0,67683	0,0980	0,0975	0,0970	730
21.2	0,68554	0,0990	0,0990	0,0980	714
22.1	0,68239	0,0995	0,0990	0,0995	696
22.2	0,63972	0,0980	0,0970	0,0985	683
23.1	0,71812	0,1015	0,1010	0,1000	700
23.2	0,64788	0,0980	0,0970	0,0980	695
24.1	0,71101	0,1000	0,0985	0,0990	729
24.2	0,68264	0,0985	0,0975	0,0985	722

Média (kg/m³) 782
Desvio-padrão (kg/m³) 94,14
Coefficiente de variação (%) 12,03

Percebe-se dos resultados acima que houve uma pequena variação nos valores das densidades dos corpos de prova dos Lotes 1 e 2, e maior variação nos resultados do Lote 3. Porém a NBR 13438/2013 não faz referência a tolerâncias de variação para este ensaio.

Resistência à compressão

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados de resistência à compressão da primeira amostragem (8 corpos de prova) dos Lotes 1, 2 e 3.

Tabela 5 – Resultados de resistência à compressão dos corpos de prova

Corpo de prova	Resistência à compressão (MPa)		
	Lote 1	Lote 2	Lote 3
17.1	1,9	1,6	2,7
18.1	1,5	1,1	3,7
19.1	1,6	1,3	2,5
20.1	1,8	2,1	1,6
21.1	1,6	1,4	1,4
22.1	1,6	1,6	1,2
23.1	2,0	1,5	1,2
24.1	1,8	1,6	1,4
Média (MPa)	1,7	1,5	2,0
Desvio padrão (MPa)	0,18	0,29	0,92
CV (%)	10,22	18,65	46,84

Devido ao elevado coeficiente de variação observado nos resultados dos corpos de prova do Lote 3, decidiu-se realizar a segunda amostragem para este lote, embora a norma não estabeleça nenhum limite de variação. Na Tabela 6 podem ser vistos os resultados de resistência à compressão do Lote 3, considerando-se as duas amostragens.

Tabela 6 – Resultados de resistência à compressão dos corpos de prova do Lote 3

Corpo de prova	Resistência à compressão (MPa)
17.1	2,8
17.2	3,4
18.1	3,7
18.2	3,7
19.1	2,5
19.2	2,2
20.1	1,6
20.2	1,8
21.1	1,4
21.2	1,4
22.1	1,2
22.2	1,3
23.1	1,2
23.2	1,3
24.1	1,4
24.2	1,3
Média (MPa)	2,0
Desvio padrão (MPa)	0,9
CV (%)	46,1

Como se pode perceber, a variabilidade dos resultados permaneceu quando analisados os resultados dos 16 corpos de prova do Lote 3, porém a média da resistência foi a mesma e, com exceção do Bloco 17, os valores para os dois corpos de prova de um mesmo bloco foram muito próximos.

Resumo dos resultados

A NBR 13438/2013 apresenta uma classificação dos blocos em função da resistência e da densidade, como pode ser visto na Tabela 7.

Tabela 7 – Classes de resistência à compressão e densidade de massa aparente seca segundo a NBR 13438/2013

Classe	Resistência à compressão (MPa)		Densidade aparente seca
	Menor valor mínimo (MPa)	Menor valor isolado (MPa)	Média (kg/m³)
C 12	1,2	1,0	< 450
C 15	1,5	1,2	< 500
C 25	2,5	2,0	< 550
C 45	4,5	3,6	< 650

No que diz respeito à densidade, pode-se concluir que os blocos aqui analisados não se enquadram em nenhuma das classes apontadas pela norma.

	UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS CENTRO DE TECNOLOGIA LABORATÓRIO DE ESTRUTURAS E MATERIAIS Av. Lourival Melo Mota – Campus A. C. Simões – Maceió, AL CEP 57.072-970 - Fone: (82) 3214-1603 – FAX: 3214-1287 http://www.ctec.ufal.br/npt - npt@ctec.ufal.br	Relatório N.º 22-02/20
		Página 7/4

Para a resistência à compressão, os blocos podem ser classificados na Classe C15, pois apresentaram como menor valor médio 1,5 MPa. Para esta classe, o menor valor isolado deve ser de 1,2 MPa. Nos Lotes 1 e 3, todos os corpos de prova apresentaram valor maior ou igual a 1,2 MPa, enquanto no Lote 2, apenas o corpo de prova 18.1 apresentou valor inferior, configurando apenas uma unidade considerada defeituosa. Com isso todos os lotes estão aptos no que se refere à resistência à compressão.

V – OBSERVAÇÕES

Destaca-se que a densidade e a resistência à compressão dos blocos estudados foram analisadas empregando-se as normas estabelecidas para BCCA (Bloco de Concreto Celular Autocladado), pois é o material que mais se aproxima dos blocos aqui analisados, embora estes não sejam produzidos em autoclave.

VI – NOTAS

No intuito de zelar pela credibilidade e tradição do LEMA da Universidade Federal de Alagoas, lembramos que nossos relatórios de ensaios:

- a) Tem significação restrita e os resultados se aplicam às amostras ensaiadas.
- b) Não podem ser usados para fins de propaganda e comerciais, sob qualquer forma ou meio de difusão.
- c) Sua reprodução ou divulgação deve ser integral, sem alterações, e em atendimento às atividades técnicas ou em cumprimento de exigências legais.
- d) Não dão direito do uso comercial do nome LEMA.
- e) As informações fornecidas pelo interessado não são de responsabilidade do LEMA.

Maceió, 31 de julho de 2020.

Visto – Coordenador do LEMA:



Prof. Paulo C. C. Gomes
CREA/AL Nº 020297443

Técnico do LEMA:



Jonas Gabriel Vanderlei
SIAPE 1856237

Pesquisador do LEMA:



Prof.ª Karoline A. de M. Moraes
CREA/AL Nº 020443356