ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DE BLOCOS DE CONCRETO LEVE VISANDO O ATENDIMENTO DA NORMA DE DESEMPENHO.

Silva, F.H.L.[4], Sampaio, Z.L.M.[2], Eustáquio, H.M.B.[1], Albuquerque, A.A.[3], Campelo, M.S.[4], Silva, I.O.B.[4], Amorim, A.S.[4], Cabral, F. R.[4].

Avenida Gov. Antônio de Melo e Souza, 1046, Potengi, Natal/RN CEP.: 59125 – 090
E-mail: ferrnandohenrrique@gmail.com

[1] Eng. De Materiais, Doutor em Ciências e Engenharia dos Materiais – UFRN

[2] Eng. Civil, Mestre em Engenharia civil– UFRN

[3] Eng. Civil, Mestre em Engenharia de Produção – UFRN

[4] Graduando em Engenharia Civil – UNIFACEX

RESUMO

O crescente setor da indústria de blocos de concreto tem experimentado diversas mudanças no sentido de se adequarem às constantes exigências no cenário da construção civil com o advento da Norma de Desempenho – NBR 15575/2013. Os investimentos na área têm gerado uma cadeia produtiva mais consolidada, aumentando de forma direta e indireta a competitividade no setor, aumentando também, dessa forma, a sua participação no mercado. Diversas entidades que tratam do tema têm como principal escopo a melhoria da qualidade desses elementos essenciais nos sistemas de alvenarias de vedação. Neste contexto a presente pesquisa analisa a resistência e as propriedades térmicas e acústicas dos blocos de concreto leves, com a substituição total e parcial dos agregados graúdos e miúdos por argila expandida e vermiculita expandida respectivamente. Foram produzidos seis traços distintos com valores de vermiculita expandida fixado em 3% em relação à massa do cimento e teores de argila expandida de 25, 50, 75 e 100%.

Palavras-chave: vermiculita expandida, blocos de concreto leve e argila expandida.

INTRODUÇÃO

Com as novas exigências da Norma de Desempenho NBR 15575/2013, tornou-se imprescindível o uso de novas tecnologias no setor da construção civil, principalmente no que se diz respeito aos confortos térmico e acústico das habitações residenciais, bem como a estanqueidade dos materiais utilizados.

Os blocos de concretos estruturais ou de vedação por sua vez tem ganhado gradativamente espaço no meio construtivo, tendo em vista que o controle

tecnológico é bem mais criterioso quando comparado com os blocos cerâmicos convencionais e além do mais que o processo de execução é bem mais rápido.

Segundo PRUDÊNCIO JUNIOR (2002), a alvenaria com o objetivo de caráter estrutural deu início no século XVIII, e mesmo assim apenas no século XIX e XX foram realizados os primeiros testes de resistência dos elementos estruturais.

A adição de materiais em busca de novas propriedades ao concreto tem se tornado cada vez mais constante, e um deles é o agregado leve. MEHTA & MONTEIRO (2008) afirma que microestrutura desses agregados são constituídas por sistema celular de poros isolados entre si por paredes impermeáveis justificando valores de baixa massa específica e unitária.

A argila expandida (AE) é um agregado leve de formato arredondado com estrutura interna formada por uma espuma cerâmica com microporos e com uma casca rígida e de boa resistência devido ao processo de fabricação em fornos rotativos (CINEXPAN, 2015). Esse material quando empregado em proporções apropriadas confere boas propriedades mecânicas ao concreto (SUELEN, 2015).

A vermiculita expandida (VE) por sua vez apresenta em sua composição silicatos hidratados de magnésio, ferro e alumínio, com uma estrutura micáceo-lamelar. LUZ E LINS (2005) afirmam que este material tem grande aplicação na construção visando melhorias nas propriedades térmicas e acústicas dos ambientes internos de residências.

Segundo SAMPAIO et al (2016) a adição de materiais argilosos em sua forma expandida no concreto em quantidades adequadas, apresentam melhoramento nas propriedades térmicas e acústicas.

A finalidade deste artigo é averiguar a conduta das propriedades térmicas, acústicas e mecânicas dos blocos de concreto produzidos com argila expandida e vermiculita expandida e por fim apresentar uma porcentagem de substituição ideal para utilização na construção civil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para efeito da presente pesquisa foram empregados: cimento, areia, vermiculita expandida, argila expandida, cascalho, pó de pedra e água para a confecção das misturas.

O cimento utilizado foi o CP II Z – 32 normatizado conforme a NBR 11578 (ABNT, 1997). O aglomerante foi especificado através dos ensaios normativos regidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Os valores estão de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização do cimento

Ensaios	Valores	Normas
Massa específica	3100	NBR NM 23/2000
Finura	2%	NBR 11579/2012
Início de pega	2:30	NBR NM 65/2003
Fim de pega	4:15	NBR NM 65/2003
Expansibilidade	2 mm	NBR 11582/2012

O cascalho, a areia e o pó de pedra são derivados de jazidas locais. Os mesmos foram submetidos aos ensaios de massa específica e massa unitária. Os dados estão de acordo com os valores da Tabela 2.

Tabela 2 **–** Caracterização do agregado miúdo e graúdo

	Massa específica	Massa unitária	Norma
Cascalho	2,660 g/cm³	1,289 kg/dm³	NBR NM 53/2009
Areia	2,630 g/cm³	1,510 kg/dm³	NBR NM 52/2009
Pó de pedra	2,640 g/cm³	1,520 kg/dm³	NBR NM 52/2009

A vermiculita expandida foi oriunda do Estado da Paraíba, o dado está de acordo com a Tabela 3 que foi fornecido pelo fabricante MPL (Mineração Pedra Lavrada LTDA).

Tabela 3 – Massa especifica da vermiculita (MPL, 2014)

Tipo	Média
Massa específica	90 - 140

A argila expandida é proveniente do estado de São Paulo. Os dados expostos foram fornecidos pela fabricante CINEXPAN. A Tabela 4 demonstra os resultados.

Tabela 4 – Caracterização da argila expandida (CINEXPAN, 2016)

Ensaios	Valores
Massa especifica	1,240 g/cm³
Massa unitária	0,900 g/cm³
Resistência à compressão por esmagamento (MPa)	20 MPa
Absorção de água por imersão (% em volume 24h)	6

O traço de referência foi fornecido pela empresa P&B pisos e blocos, onde o mesmo foi utilizado como referência. Os demais foram substituídos em porcentagem de vermiculita expandida fixada em 3% e argila expandida nas proporções de 25, 50, 75 e 100%. A tabela 5 demonstra a variação das argilas.

Tabela 5 – Proporções dos materiais argilosos.

Nomenclatura dos traços	**Composição**	
	VE (%)	AE (%)
TR.0.0	0	0
T3.00	3	0
T3.025	3	25
T3.050	3	50
T3.075	3	75
T3.100	3	100

Para cada mistura foram confeccionados 14 blocos e 4 meio bloco nas dimensões de 14 cm x 19 cm x 39 cm e 14 cm x 19 cm x 19 cm respectivamente, totalizando 84 blocos e 24 meio bloco.

Os ensaios de massa específica, absorção, porosidade e índice de vazios foram determinados pela NBR 9778 (ABNT, 2009). Nos ensaios destrutivos do concreto endurecido foram realizados ensaios de compressão axial imposto pela Norma NBR 12118 (ABNT, 2014).

Para os ensaios térmicos e acústicos foram propostos a confecção de 6 amostras cúbicas com dimensões de 80 cm x 80 cm x 80 cm, onde as paredes

expostas a incidência solar foram confeccionadas com os blocos de concreto e as demais com blocos cerâmicos.

Os ensaios térmicos foram realizados com auxílio de termômetros introduzidos nas paredes dos blocos, tanto nas partes internas como externas, onde foram verificadas as diferenças de calor entre as duas faces. Ao todo foram feitas 3 medições de temperatura por parede, tanto interna como externa. Após a fixação dos termômetros e finalizado o tempo de estabilização (10 minutos) foram registradas as medições. Em seguida, foi repetido o procedimento para as paredes internas.

A análise sonora foi mensurada com auxílio do decibelímetro, onde o mesmo foi colocado no interior das amostras, estando totalmente isolado do meio exterior. Para quantificar a diferença sonora do traço referência sobre os demais foi emitido um ruído de mesma intensidade para todas as amostras e comparado a diferença entre as mesmas.

Tanto as medições dos ensaios térmicos quanto dos ensaios sonoros foram realizadas em triplicata.

Figura 1 – Amostras para os ensaios térmicos e acústicos

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ensaio térmico:

O gráfico da Figura 2 mostra a variação temperatura externo-interna das paredes produzidas com os blocos de concreto. Nota-se que o traço T3.100 mostrou melhor desempenho frente aos demais, obtendo uma variação de temperatura 10,33%, equivalente a 4,15 °C. O mesmo quando comparado com o traço TR.0.0

obteve uma redução de temperatura externa e interna de 3,84 e 7,1% respectivamente, o que representa uma variação de 1,6 e 2,75 °C. O traço T3.025 obteve uma variação de 8,95% e quando comparado com o traço TR.0.0 obteve uma redução de 0,95 e 2,83% respectivamente. Os traços T3.075 e T3.050 ficaram com valores semelhantes não sendo superiores a 1% quando comparado com o de 25%. O aumento do isolamento térmico é decorrente da porosidade do material aplicado, tendo em vista que estes não conduzem bem o calor.

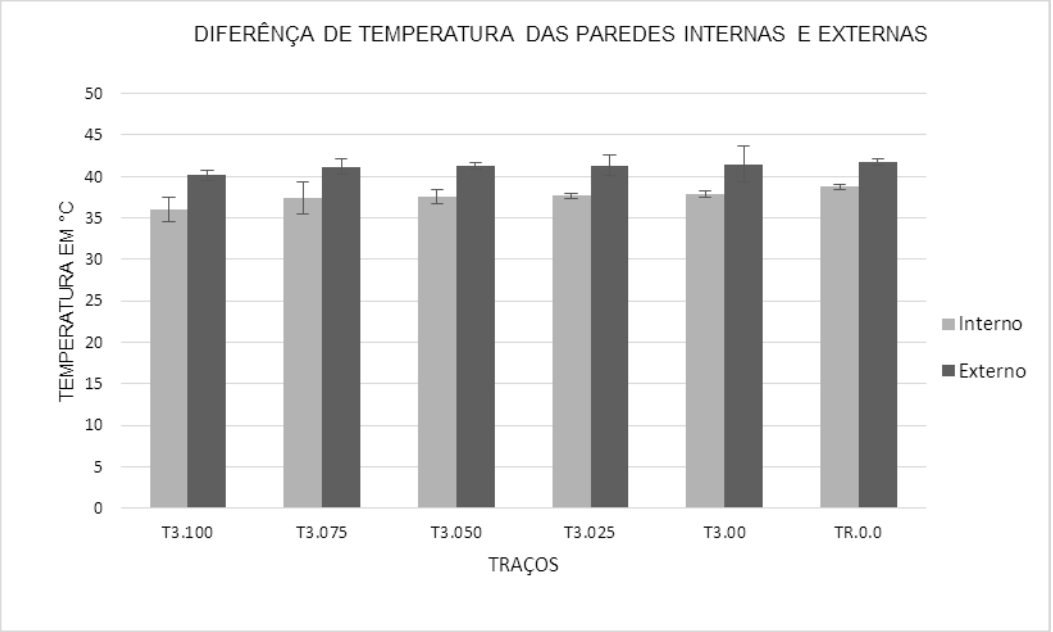

Figura 2 – Variação de temperatura entre as paredes.

Resistência à compressão axial:

O gráfico da Figura 3 expressa a resistência dos blocos nas idades de 7 e 28 dias. O traço T3.100 obteve maior queda de resistência a compressão aos 7 dias, dando uma diferença de 39,4% que equivale a 1,37 MPa quando comparado com o traço TR.0.0. Aos 28 dias o mesmo obteve uma redução de 30,26% quando feita a mesma comparação, atingindo uma diferença de 1,71 Mpa, diminuindo a diferença entre as idades em 19,88%, cerca de 0,34 Mpa. O traço com substituição de 3% de vermiculita expandida mostrou uma queda de resistência aos 7 dias de 4,61% e aos 28 dias um ganho de 0,35%, mostrando que a substituição influência mais nas primeiras idades. Os traços de 25, 50 e 75 % obtiveram valores de resistência semelhante ao T3.100, ficando com 3,52, 3,69 e 3,61 MPa respectivamente. Boa parte da resistência do concreto é devido a presença dos agregados. Os agregados VE e AE apresentam uma resistência inferior ao agregado comum o que resulta em

uma queda na resistência à compressão do concreto. Esse fato explica a redução da resistência obtida no gráfico da Figura 3 com o aumento dos teores desses materiais.

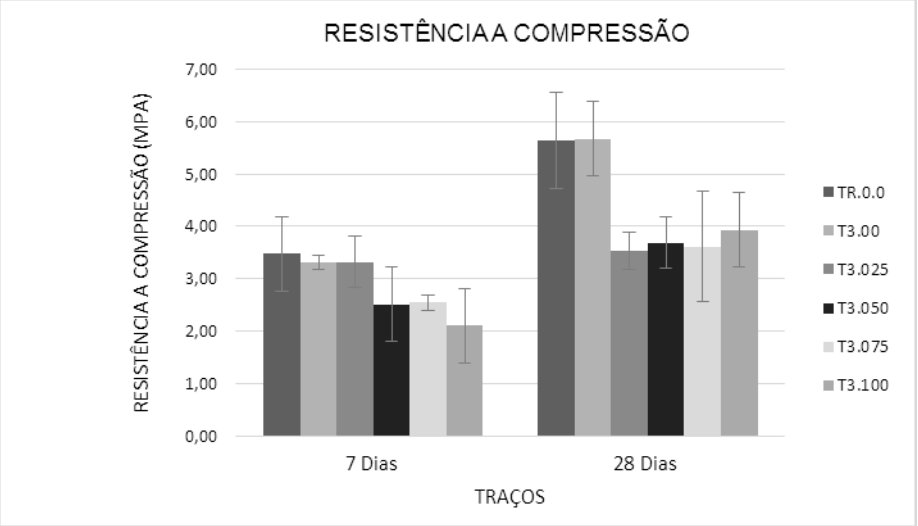

Figura 3 – Resistência à compressão axial.

Ensaio acústico:

O gráfico da Figura 4 expõe a diferença acústica entre os traços propostos. É possível perceber que algumas formulações demonstraram-se bastante semelhantes entre si. A comparação entre T3.00 e o traço de referência demostrou uma igualdade de comportamento, fato que comprova que, para propriedades acústicas a incorporação de 3% de vermiculita expandida não há influência. Já a incorporação de argila expandida demonstra que quanto maior a quantidade presente mais estável é o material (menores os desvios padrões). Com 100% dos agregados sendo substituídos por argila expandida tem-se o melhor desempenho, sendo esse traço com maior propriedade de barreira acústica.

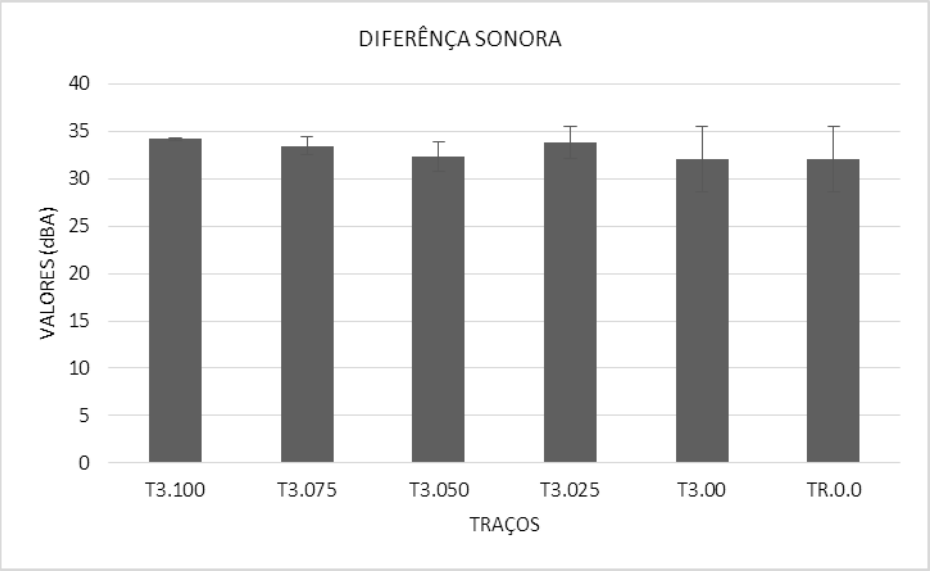

Figura 4 – Diferença entre a intensidade sonora externa e interna.

Absorção, índice de vazios e porosidade:

A Figura 5 demonstra a caracterização dos materiais em relação à absorção, índice de vazios e porosidade. Percebe-se que o resultado demonstra que o traço T3.100 éo que mais absorve, mais tem vazios e que possui a maior porosidade. Tal fato corrobora e justifica os resultados encontrados para a barreira acústica (Figura 4). Maior intensidade de vazios aumenta o coeficiente de absorção acústica dos materiais tornando mais adequado para aplicações que busquem esse conforto.

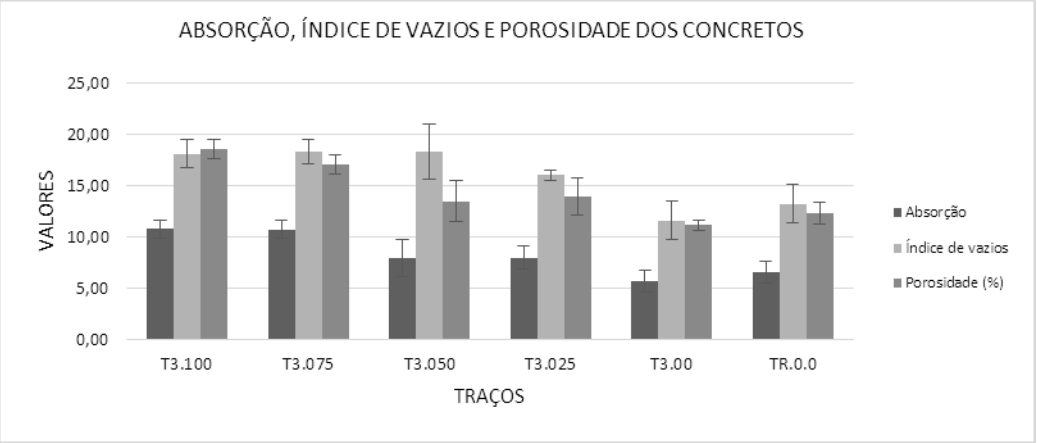

Figura 5 – Comportamento da absorção, índice de vazios e porosidade.

Massa específica:

O gráfico da Figura 6 mostra que quanto maior a proporção de AE no concreto, menor será sua massa específica. O traço T3.100 mostrou uma perda de massa quando comparado com o TR.0.0 em torno do 12%. O traço T3.00 não

mostrou diferença tão significativa. Quando se aumenta os teores de AE, aumenta se também a quantidade de vazios o que resulta na diminuição da massa específica.

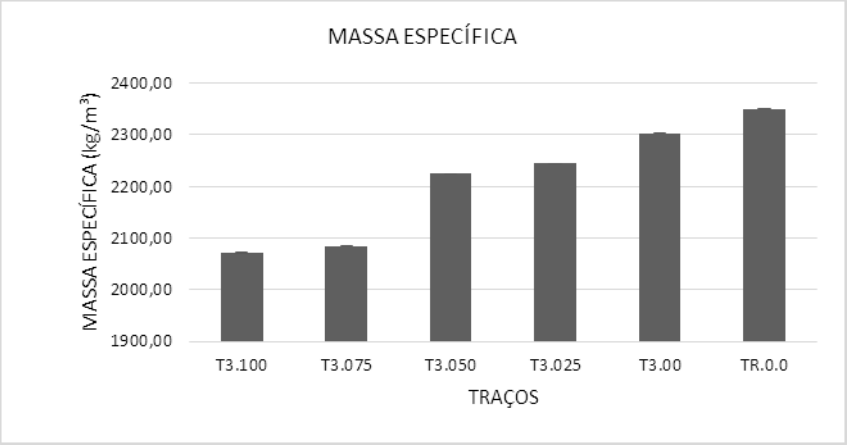

Figura 6 – Massa específica dos concretos.

Viabilidade econômica:

O gráfico da Figura 7 mostra a diferença de custo de materiais para a confecção de um bloco de dimensão 14 x 19 x 39 cm. Nota-se que quanto maior a adição dos matérias argilosos, maior o custo para a produção do mesmo visto que esses insumos possuem maior custo de produção. Quando comparado o traço T3.100 com o TR.0.0 nota-se um aumento de custo de R$ 0,24 reais, cerca de 22,85%. O traço T3.00 apresentou menor diferença de valor, sendo apenas de 1,23%.

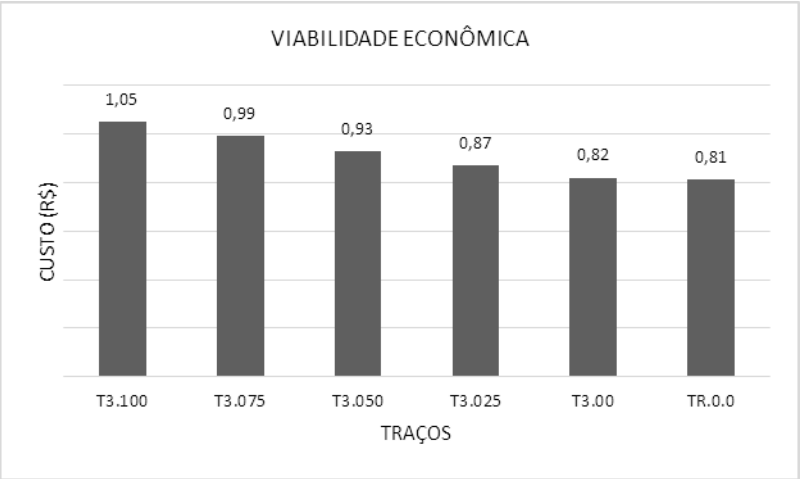

Figura 7 – Viabilidade econômica

CONCLUSÕES

O traço T3.100 mostrou ganhos satisfatórios nas propriedades térmicas, obtendo redução de temperatura em 7,1 % que equivale a 2,75 °C. Apesar de aumentar em 22,85% o custo de materiais para confecção dos blocos, os mesmos se mostraram viáveis devido a seu desempenho térmico.

A substituição de 3% de vermiculita expandida não se mostrou suficiente frente às propriedades analisadas, estando na maioria dos casos com resultados semelhantes à referência. O aumento do teor de argila expandida na composição dos blocos resultou em uma melhoria nas propriedades térmicas e acústicas.

A massa específica real do concreto diminuiu com o aumento dos teores de AE devido à baixa massa específica do agregado, mostrando redução na casa dos 2,0 kg quando comparando o traço T3.100 com o TR.0.0.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Marconi Ribeiro de Lara Andrade, Elyson Josedam de Freitas Castro e a P&B pisos e blocos pela matéria prima fornecida, bem como todo suporte e atenção prestado.

REFERÊNCIAS

(1) PRUDÊNCIO JÚNIOR, L.R., OLIVEIRA, A.L., BEDIN, C.A. Alvenaria estrutural de blocos de concreto. Grupo de Tecnologia em Materiais e Componentes à Base de Cimento Portland. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

(2) MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: estrutura, propriedades e materiais. IBRACON. São Paulo, 2008.

(3) CAMARGO, S. M. Avaliação da adição de vermiculita expandida em diferentes granulometrias em concretos leves produzido com argila expandida. 2015, 68p. Dissertação (Mestre em Ciência e Engenharia dos Materiais) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Engenharia dos Materiais, PPGCEM.

(4) LUZ, A.B.D.; LINS, F.A.F. Rochas e minerais industriais – usos e especificações. Rio de janeiro: Editores: A.B. de Luz; F.F. Lins, 2005.

(5) SAMPAIO, Z. L. M. Análise da influência das cinzas do bagaço de cana-de-açúcar no comportamento mecânico de concretos, IBRACON Struct. Mater. J. 7 (2014).

(6) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 11578 Cimento. Cimento Portland composto – Especificação. Rio de Janeiro, 1991.

(7) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR NM 23 Cimento Portland e outros materiais em pó. Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2001.

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

(9) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR NM 65 Cimento Portland. Determinação do tempo de pega. Rio de Janeiro, 2003.

(10) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 11582 Cimento Portland. Determinação da expansibilidade Le Chatelier. Rio de Janeiro, 2012.

(11) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR NM 53 Agregado graúdo. Determinação da massa específica e massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009.

(12) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR NM 52 Agregado miúdo. Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

(13) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 9778 Argamassas e concretos endurecidos. Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2009.

(14) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12118 Blocos vazados de concreto simples para alvenaria. Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2014.

THE ANALYSIS OF THE PROPERTIES OF BLOCKS OF LIGHTWEIGHT CONCRETE TO MEET THE PERFORMANCE STANDARD.

ABSTRACT

The growing sector of the industry of concrete block has experienced several changes in order to suit the growing demands in the scenario of civil construction with the advent of the standard of performance - NBR 15575/2013. The investments in the area have generated a production chain more consolidated, increasing of directly and indirectly the competitiveness in the sector, also increasing, thus, their participation in the market. Several entities that deal with the issue have as main scope to improve the quality of these essential elements in the systems of masonry of seal. In this

context the purpose of this research analyzed the resistance and the thermal properties and noise of concrete blocks using Lightweight aggregates, with the total replacement and partial of households of all ages for expanded clay and partly of the aggregates conventional kids by expanded vermiculite. Were produced six distinct traits with values of expanded vermiculite fixed at 3% compared to the mass of the cement and levels of expanded clay ranging from 0 to 100%.

Keywords: expanded vermiculite, blocks of lightweight concrete and expanded clay.