

ESTUDO EXPERIMENTAL DO CONFORTO TÉRMICO EM CÔMODOS CONSTRUÍDOS DE BLOCOS CERÂMICOS, CONFECCIONADOS DE MATERIAL COMPÓSITO, ESSENCIALMENTE FORMADO POR RESÍDUOS DE RASPA DE PNEU E ISOPOR

Í. R. B. Gomes¹; M. C. M. Neto²; Z.J. Junior²; M. F. Lobato³; L.C. Medeiros⁴; L. G. M.
de Souza⁵

^{1,3,4 e 5} Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

² Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN

Email: ivertonufrn@yahoo.com.br

RESUMO

O crescimento da população e o estímulo ao consumo de produtos industrializados descartáveis tem aumentado a quantidade e a diversidade dos resíduos urbanos. A utilização desses resíduos como matéria-prima tem sido adotada como solução para o problema. O presente trabalho utilizou um compósito constituído essencialmente de resíduos provenientes de raspa de pneu e isopor, como também cimento e gesso, para confecção de blocos cerâmicos, a serem usados na construção de cômodos utilizados para ensaios de conforto térmico, levando em consideração as principais variáveis, que são a umidade relativa do ar e a velocidade do vento, segundo normas vigentes. Após análises nos cômodos, percebeu-se a existência de características de conforto térmico, tendo em vista resultados das variáveis que influenciam tal conforto.

Palavras-Chave: Conforto térmico. blocos cerâmicos. resíduos.

1 INTRODUÇÃO

1.1 A questão ambiental

O crescimento da população e o estímulo ao consumo de produtos industrializados descartáveis tem aumentado a quantidade e a diversidade dos resíduos urbanos. A simples disposição dos resíduos industriais, comerciais e domésticos urbanos em aterros sanitários fez com que eles estejam em vias de

saturação. A utilização desses resíduos como matéria-prima tem sido adotada como solução para o problema.

1.2 Conforto térmico

A sensação de conforto térmico é definida como o estado mental que expressa satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa, ou seja, conforto térmico é a satisfação psicofisiológica de um indivíduo com as condições térmicas do ambiente. ⁽²⁾

O conforto térmico depende de variáveis físicas ou ambientais e também de variáveis subjetivas ou pessoais. As principais variáveis físicas que influenciam no conforto térmico são: temperatura do ar, temperatura média radiante, umidade do ar e velocidade relativa do ar. As variáveis pessoais envolvidas são: atividade desempenhada pela pessoa e vestimenta utilizada pela pessoa. Ainda, há as variáveis características individuais, aspectos psicológicos, culturais e hábitos. ⁽⁴⁾

Sendo o conforto térmico fundamental em uma habitação, várias instituições no mundo e pesquisadores iniciaram estudos nesta área, avaliando o desempenho térmico das habitações e definindo parâmetros de conforto. Há pouco mais de vinte anos, no Brasil, se intensificaram os estudos com relação ao desempenho térmico de habitações, em especial das chamadas habitações de interesse social.

Estudo realizado em uma tese de doutorado, realizado junto a Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, teve por base a cidade de Londrina – PR. Nele é proposta uma metodologia para avaliar o desempenho térmico em edificações térreas residenciais unifamiliares através de limites de conforto térmico ajustados para uma população local. ⁽³⁾

Os referidos limites baseiam-se na zona de conforto térmico para países de clima quente e em desenvolvimento, que recomenda para o interior temperaturas variando de 18 a 29°C. O parâmetro adotado como critério de avaliação é o total de horas por ano em que as temperaturas internas obtidas na simulação apresentam-se fora dos limites de temperatura da referida zona. ⁽⁵⁾

1.3 Índice de conforto térmico

O processo de avaliação do ambiente térmico requer a existência de critérios e valores limites de referencia baseados nos índices e escalas de conforto térmico. No intuito de quantificar o comportamento humano ante as variações térmicas do ambiente, são definidos índices que expressam a relação entre causa e efeito, com a utilização de valores numéricos representativos do fenômeno.

Com base nos índices, estabelecem-se as zonas de conforto térmico delimitadas graficamente sobre diversos tipos de nomogramas ou através de cartas e diagramas que limitam os parâmetros físicos e definem o domínio no qual se estabelecem as zonas de conforto térmico.

As escalas de conforto térmico podem ser semânticas ou numéricas, sendo montadas em termos de sensações subjetivas graduadas por conforto e desconforto térmico, relacionando-se tais graduações com os parâmetros físicos de estímulo.

Atualmente, os índices evoluíram e os modelos de conforto estão sendo desenvolvidos com o apoio da informática. ⁽³⁾

As condições de conforto térmico dependem da atividade desenvolvida pelo individuo, da sua vestimenta e das variáveis do ambiente que proporcionam as trocas de calor entre o corpo e o ambiente. Além disso, devem ser consideradas outras variáveis como sexo, idade, biótipo, hábitos alimentares etc. ⁽³⁾

Os índices de conforto térmico procuram englobar, num parâmetro, o efeito conjunto dessas variáveis. E, em geral, esses índices são desenvolvidos fixando um tipo de atividade e a vestimenta utilizada pelo individuo para, a partir daí, relacionar as variáveis do ambiente e reunir, sob a forma de cartas nomogramas, as diversas condições ambientais que proporcionam respostas iguais por parte dos indivíduos.

1.4 Classificação dos índices de conforto

Os índices de conforto térmico foram desenvolvidos com base em diferentes aspectos do conforto e podem ser classificados como a seguir:

- índices biofísicos — que se baseiam nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente, correlacionando os elementos do conforto com as trocas de calor que dão origem a esses elementos;
- índices fisiológicos — que se baseiam nas reações fisiológicas originadas por condições conhecidas de temperatura seca do ar, temperatura radiante média, umidade do ar e velocidade do ar;
- índices subjetivos — que se baseiam nas sensações subjetivas de conforto experimentadas em condições em que os elementos de conforto térmico variam.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Composição e fabricação dos blocos

Foram misturadas para cada traço em volume de material, as seguintes proporções: Mistura um: 1,0 parte de EPS + 1,0 raspa de pneu + 1,0 gesso + 1,0 areia + 0,67 partes de cimento; Mistura dois: 1,0 parte de EPS + 1,0 raspa de pneu + 1,0 gesso + 1,0 areia + 1,0 parte de cimento E m seguida adicionava-se 30% de água em volume da mistura total para a formulação final do compósito, tornando-o líquido pastoso apropriado para ser moldado. A proporção 0,67 de cimento que correspondeu a dois terços da composição total da mistura foi escolhida após várias misturas estudadas em trabalhos anteriores, chegando a medida citada a mais ideal para o fim proposto.

Com base nas duas proporções feitas, foi realizado um estudo comparativo do comportamento do compósito em dois cômodos construídos para tal finalidade. O cômodo que iremos chamar de um, foi feito com a mistura de número um. Já o cômodo denominado de dois foi construído com o

compósito de mistura dois. Foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos para construção das paredes da unidade habitacional:

1. Peneiramento e remoção de materiais prejudiciais a fabricação dos blocos;
2. Montagem do molde;
3. Aplicação do desmoldante na forma, vaselina líquida;
4. Dosagem dos componentes para a fabricação dos blocos;
5. Mistura e homogeneização a seco dos componentes;
6. A mistura é colocada depois num recipiente com água, 30% do volume total da mistura;
7. Homogeneização da mistura com água;
8. Lançamento *in loco* do material compósito no molde;
9. Após alguns minutos colocavam-se garrafas PET no interior do molde;
10. Após 10 minutos, remova o dos componentes do molde;
11. Acompanhamento da secagem.

2.2 Construção da unidade habitacional

A unidade habitacional construída possui dois cômodos onde cada um deles foi utilizado uma proporção das misturas diferentes, porém com a mesma técnica aplicada que foi a de lançamento *in loco*, que consiste de um molde com dimensões de 170 cm x 30 cm x 15 cm onde nele era colocada o compósito pronto (misturado) com as devidas proporções, de forma que após 10 minutos o molde podia ser desmontado que o compósito encontrava se curado.

Outra vantagem percebida com o emprego da técnica de lançamento *in loco* e que o bloco construído não necessitava ser transportado do local de produção para o destino final, pois tal técnica trabalha com o molde já no local de origem do bloco, ganhando assim em tempo e eficiência.



Figura 1. Cômodos após seu término

A zona de conforto térmico para países de clima quente e em desenvolvimento foi escolhida como representativa para pessoas adaptadas aos climas existentes no Brasil.⁽⁵⁾

Na avaliação dos elementos construtivos levantados nas unidades habitacionais em estudo.⁽²⁾ Desempenho térmico de Edificações e sua aplicabilidade para esta região de estudo.⁽⁶⁾

As recomendações construtivas específicas para cada Zona Bioclimática, foi utilizado como parâmetro na análise por prescrição dos dados construtivos coletados na unidade habitacional, mais especificamente a Zona Bioclimática 8, onde esta situada a cidade de Natal.⁽⁶⁾

A avaliação por prescrição dos dados coletados servira para verificação das exigências mínimas construtivas dos pacotes prescritivos para o clima de Natal.⁽²⁾

2.3 Zona de conforto considerada

Para verificação do cumprimento dos limites dos parâmetros térmicos dos ambientes analisados, utilizou-se a zona de conforto para países em desenvolvimento com clima quente. Recomenda-se que para o interior, temperaturas variando de 18 a 29°C, podendo-se admitir até 32°C para velocidades do ar de 2 m/s, em ambientes onde não haja trabalhos de escritório.

Essas medições foram registradas a cada quinze minutos, nos dias sete, oito, dez e vinte e dois de outubro do ano de 2010, nas quais o nível de radiação solar global foi mais intenso.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ensaio de umidade relativa do ar

A seguir serão mostrados os resultados dos ensaios de umidade relativa do ar para os dois cômodos nos períodos da manhã e tarde, com seus respectivos gráficos e análises.

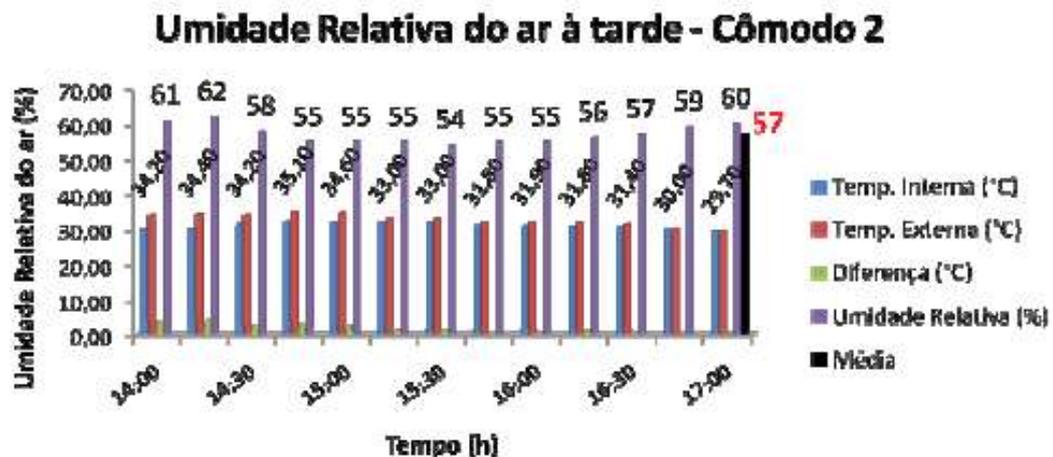


Figura 2 – Gráfico do ensaio de umidade relativa do ar à tarde – Segundo Cômodo

O valor de temperatura média do ar para ambientes internos estão dentro do limite de conforto, no qual recomenda para o interior, temperaturas variando de 18 a 29°C, podendo-se admitir até 32°C para velocidade do ar de 2,0 m/s, em ambientes onde não haja trabalhos de escritório.⁽⁵⁾ Foi usada a zona de conforto a mesma utilizada para a ABNT fazer a classificação bioclimática da cidade do Natal.

Umidade Relativa do ar manhã - Cômodo 2

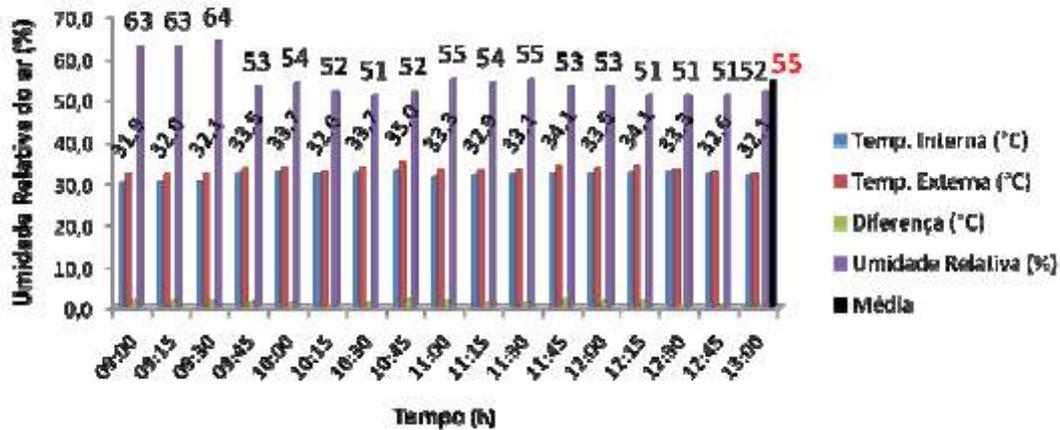


Figura 3 – Gráfico do ensaio de umidade relativa do ar manhã – Segundo Cômodo

A Figura 2 apresenta o gráfico para os valores de umidade relativa do ar, para o segundo cômodo no período da manhã, quando comparados com o mesmo cômodo, porém no período da tarde, foi visto que no início da manhã por volta das 9:00h o valor da umidade relativa do ar teve o maior pico, valores equiparados para o período da tarde de 14:00h. Mas a diferença foi quase constante do início ao fim do ensaio, diferente com o turno da tarde. Ensaio da velocidade do vento (Anemômetro)

Umidade Relativa do ar à tarde - Cômodo 1

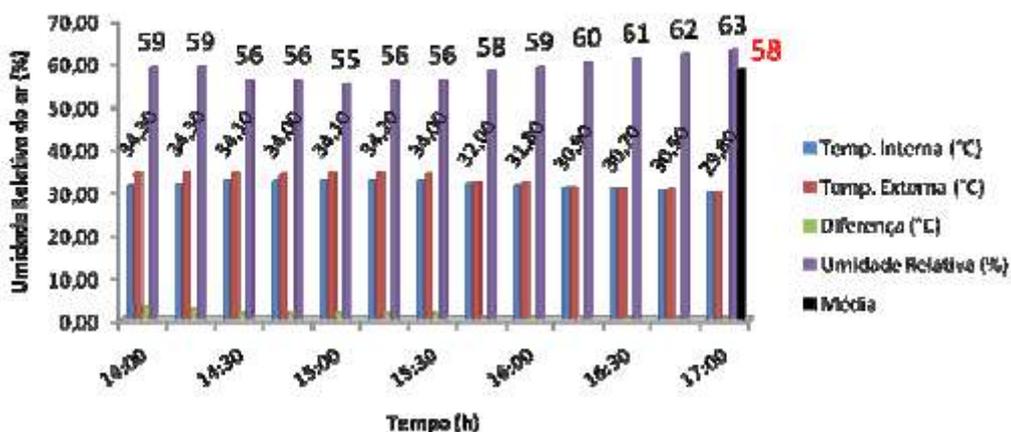


Figura 4 – Gráfico do Ensaio de umidade relativa do ar à tarde – Primeiro Cômodo

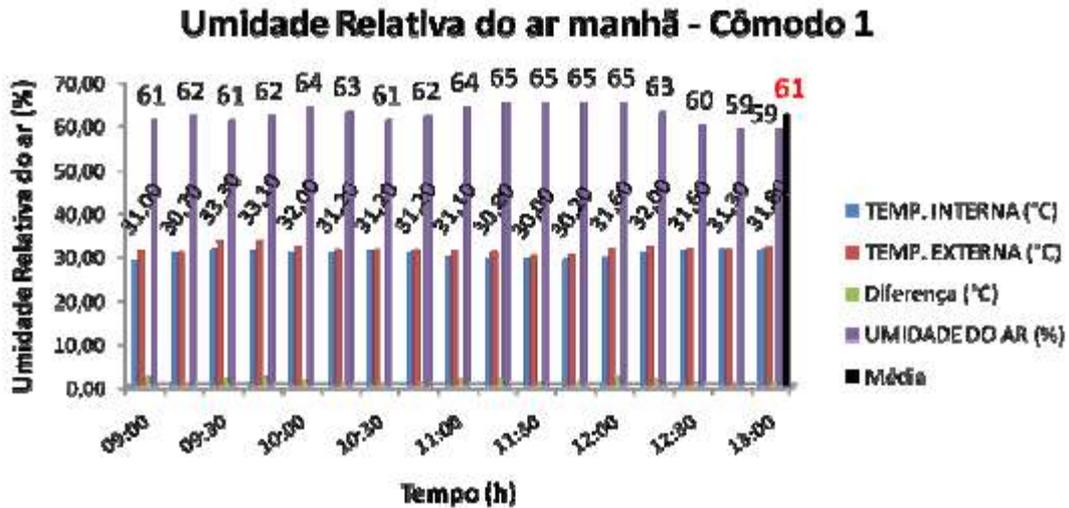


Figura 5 – Gráfico do Ensaio de umidade relativa do ar manhã – Primeiro Cômodo

Foram feitos ensaios da velocidade do vento nos dois cômodos, em períodos de tempo das 9:00 h as 13:00 h, onde obtivemos os resultados a seguir.

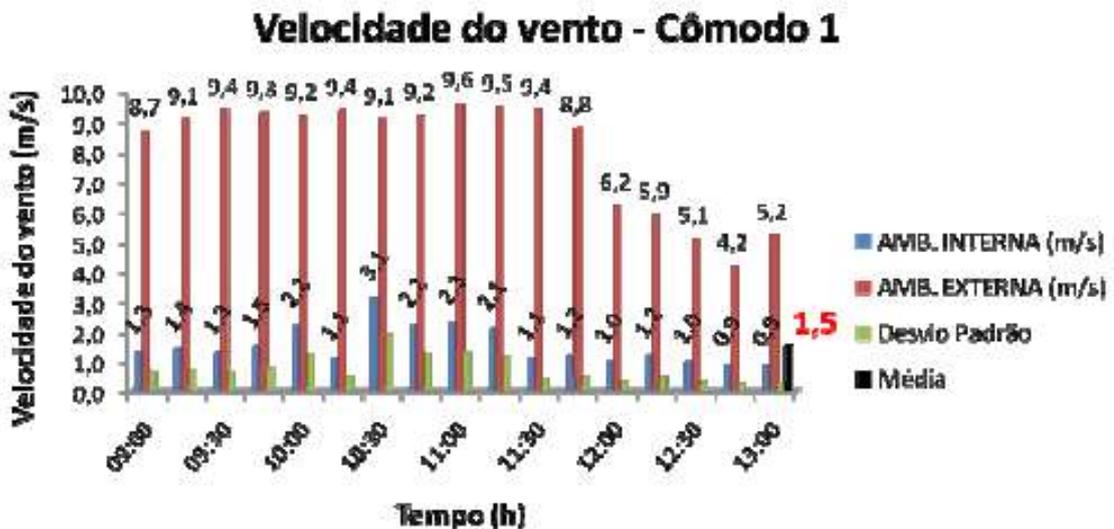


Figura 6 – Gráfico do Ensaio de velocidade do vento – Primeiro Cômodo

As condições de ar parado (0,15 m/s no inverno e 0,25 m/s no verão). Como os ensaios de velocidade do vento foram feitos no verão e os valores no ambiente interno para o primeiro cômodo estão em media 1,5 m/s, portanto tomando base à norma o valor médio obtido encontra-se dentro dos

parâmetros estabelecidos para os dois cômodos, sendo o segundo possuindo um maior valor médio de velocidade, em torno de 2,9 m/s.⁽¹⁾

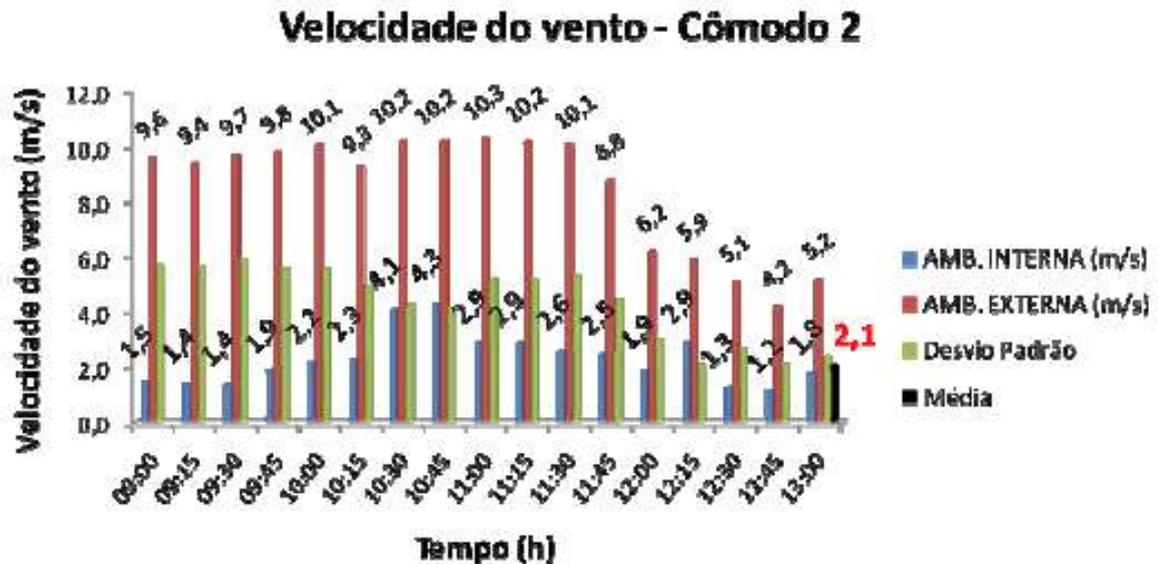


Figura 7 – Gráfico do Ensaio de velocidade do vento – Segundo Cômodo

Após ensaios pertinentes para obtenção de conforto térmico, segundo as normas vigentes que levam em condições as variáveis como umidade relativa do ar e velocidade do vento, percebeu-se que os cômodos construídos com os blocos cerâmicos constituídos essencialmente de resíduos de raspa de pneu, isopor, gesso e cimento, apresentaram características que atendiam as exigências de residência tipo escritório, para padrões de conforto térmico, de acordo com a região climática de Natal – RN.

REFERÊNCIAS

- (1) AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. ASHRAE 55/2004: *Thermal environmental conditions for human occupancy*. Atlanta, 2004.
- (2) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 15.220: *Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações*, 2005.
- (3) BARBOSA, M. J.; LEMOS, P. N.; *Avaliação comparativa de desempenho térmico entre cinco sistemas construtivos de habitação popular*, Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, Fortaleza – CE, 1999.
- (4) FANGER, P. O. *Thermal Comfort - Analysis and Application in Environmental Engineering*. Copenhagen, 1970.
- (5) GIVONI, B. *Comfort, climate, analysis and building design guidelines*. Energy and Building, vol. 18, pp.11-23, jul.1992.
- (6) _____. NBR 15220-3/2005, *Desempenho térmico de edificações (Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social*.

EXPERIMENTAL STUDY OF HEAT IN CONFRTO ROOMS CONSTRUCTED OF CERAMIC BLOCKS , made COMPOSITE MATERIAL MAINLY FORMED BY WASTE TIRE AND RASPA ISOPOR

ABSTRACT

Population growth and stimulus the consumption of disposable industrial products has increased the quantity and diversity of municipal waste . The use of waste as a raw material has been adopted as a solution to the problem. This study used a composite consisting essentially of waste from tire scrapes and Styrofoam , as well as cement and plaster for making ceramic blocks , to be used in the construction of rooms used for testing the thermal comfort , taking into account the main variables , which are the relative humidity and wind speed , according to current standards. After analysis in the rooms, we noticed the existence of characteristics of thermal comfort results in view of the variables that influence such comfort.

Keywords: Thermal Comfort . Ceramic blocks . Residues.