



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

ESTUDO COMPARATIVO DO CONFORTO TÉRMICO EM AMBIENTE REDUZIDO DE ALVENARIA DE CERÂMICA VERMELHA

Marina Rodrigues Brochado (1); José Luiz Fernandes (2); Rosana Dischinger Miranda (3); Ricardo Fazoli da Silva (4)

- (1) Departamento de Engenharia Civil – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Brasil – e-mail: marina@cefet-rj.br
- (2) Departamento de Engenharia Mecânica – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Brasil – e-mail: jluizfernandes@gmail.com
- (3) Departamento de Engenharia Civil – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Brasil – e-mail: rmiranda@cefet-rj.br
- (4) Departamento de Engenharia Civil – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Brasil – e-mail: rifazoli@hotmail.com

RESUMO

O estudo do nível de qualidade ambiental das edificações, independentemente da atividade que se desenvolva no interior das mesmas, objetiva a análise do conforto térmico dos usuários, com a finalidade de promover o bem estar e qualidade de vida. Há diversos modelos de análise de conforto térmico nas edificações, podendo ser de forma analítica ou racional, onde se considera a hipótese que pessoas de qualquer localidade devem ter as mesmas preferências térmicas, uma vez que os indivíduos são biologicamente iguais. Por outro lado, os modelos adaptativos consideram que o homem tende a tomar medidas físicas que melhorem a sua sensação de conforto. O presente trabalho apresenta o estudo comparativo do desempenho térmico de dois modelos reduzidos de ambiente construído, um deles com o bloco estrutural de cerâmica vermelha, apropriado da tecnologia alemã, e o outro com o bloco cerâmico estrutural convencional brasileiro. Para tal, dois ambientes de 1,1m x 1,1m x 0,6m de alvenaria estrutural foram construídos com o objetivo de medir as suas temperaturas internas e externas utilizando-se instrumentos de medida de termorresistências do tipo Pt100 (bulbos de resistência de Platina submetidos a corrente elétrica constante, imersos em Óxido de Magnésio e encapsulados por uma bainha de Aço Inox 304). O experimento consistiu na medição de temperatura dos dois ambientes reduzidos num intervalo de 48h, com as medidas sendo tomadas a cada 3 minutos. Os dados coletados são monitorados em um computador através de um conversor USB i485, que faz a interface entre o protocolo (método de comunicação) dos aquisitores e o protocolo de computadores. Na análise do experimento nos modelos reduzidos, através de software específico, pode-se perceber a diferença de temperatura entre os ambientes, que em alguns instantes chegou a 3° C a menos no ambiente construído com bloco apropriado da tecnologia alemã.

Palavras-chave: Conforto Térmico, Cerâmica Vermelha, Bloco Apropriado do Alemão, Qualidade Ambiental das Edificações.

1 INTRODUÇÃO

A partir do início da década de 1990, a indústria da construção civil busca construções com melhor desempenho ambiental em consonância com critérios sociais e econômicos, resultante do impacto ambiental gerado pelas construções. Entre as iniciativas nesta direção estão as avaliações ambientais de edifícios, apontando caminhos para a melhoria de seu desempenho (ZAMBRANO et al, 2004).

Nas edificações, as funções das alvenarias são a compartimentação, definição dos ambientes internos e vedação das edificações para proteção dos agentes climáticos. Além disso, serve de suporte e proteção para as tubulações das instalações, quando são embutidas, e, juntamente com as esquadrias e os revestimentos, cria as condições de habitabilidade da edificação. Podem ser executadas em blocos ou tijolos de cerâmica ou concreto, entre outros materiais (SABBATINI, 1998).

As alvenarias são sistemas construtivos monolíticos, erguidas no sentido vertical das edificações, compostas de elementos menores, que podem ser tijolos cerâmicos ou outros materiais. São usadas na construção de paredes divisórias, de vedação e estruturais (PIANCA, 1978). A alvenaria de tijolos cerâmicos tem um vasto emprego em construções. É a mais conhecida e utilizada, sendo essa preferência devido às suas várias qualidades, como a rapidez e a economia gerada em sua execução, e as dimensões dos tijolos, que em muito facilitam o transporte e tornam cômodo o manejo.

Atingir os quesitos de um projeto sustentável é uma tarefa complexa em função do grande número de fatores que devem ser considerados, da falta de conhecimento sobre os efeitos das interações entre vários fatores ambientais e as respostas das pessoas e do meio ambiente a estes fatores. O presente trabalho apresenta o estudo comparativo do desempenho térmico de dois modelos reduzidos (protótipo de ambiente construído), um deles com o bloco estrutural de cerâmica vermelha, apropriado da tecnologia alemã, e o outro com o bloco cerâmico estrutural brasileiro.

O experimento é realizado em dois ambientes de 1,1m x 1,1m x 0,6m de alvenaria estrutural, construídos com o objetivo de medir as suas temperaturas internas e externas, utilizando-se termorresistências do tipo Pt100 (bulbos de resistência de Platina submetidos a corrente elétrica constante, imersos em Óxido de Magnésio e encapsulados por uma bainha de Aço Inox 304). As temperaturas dos ambientes são aferidas e plotadas em gráficos, para análise de desempenho térmico da edificação. A pesquisa em questão se torna bastante relevante e oportuna, principalmente em relação ao conforto térmico e à economia de energia, que podem ser obtidos com o uso de materiais adequados.

1.1 Alvenaria Estrutural

São muitos os autores que discorrem a respeito deste tema; há muitas referências bibliográficas disponíveis, mas nenhuma que se destaque de maneira preponderante. A ABNT é a referência mais consultada, apesar de ser uma norma. Também há a BIA (Brick Industry Association), que é uma associação privada destinada a editar normas e periódicos a respeito de Alvenaria Estrutural.

1.1.1 Conceitos

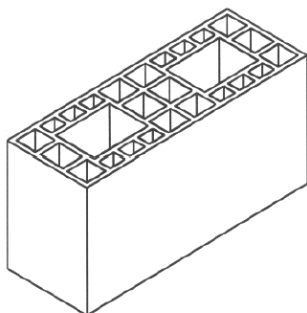
As alvenarias estruturais são resultantes da união dos blocos estruturais, através de juntas de argamassa, formando um conjunto rígido e coeso. É utilizada como a estrutura suporte de edifícios e dimensionada a partir de um cálculo racional. São construídas em canteiro de obra, moldada *in situ*. (SABBATINI, 1998)

Ainda de acordo com Sabbatini (1998), as alvenarias estruturais podem ser:

- Não-armadas: são aquelas empregadas como estrutura suporte, sem armação de aço. Os pequenos reforços metálicos, como cliques e telas são colocados apenas em cintas, vergas, contravergas, na amarração entre paredes e nas juntas horizontais com a finalidade de evitar fissuras localizadas.
- Parcialmente armadas: São as que empregam como estrutura suporte paredes de alvenaria sem armação e paredes com armação. Estas últimas se caracterizam por terem os vazados verticais dos blocos preenchidos com graute (um microconcreto de grande fluidez) envolvendo barras e fios de aço.
- Armada: a alvenaria é armada em várias fiadas com vergalhões de aço e preenchida com concreto; o tijolo, neste caso, serve como forma e ao mesmo tempo estrutura.

1.1.2 Materiais

Blocos cerâmicos estruturais vazados (Figura 1.a) constituem os elementos da alvenaria estrutural (Figura 1.b), que têm a função de resistir às cargas horizontais e verticais, e outras cargas e ações, além do seu peso próprio. São assentados com os furos na vertical e apresentam relação de área líquida para a área bruta igual ou inferior a 65%, e são componentes estruturais que podem ser usados na alvenaria não armada e a armada (MONETTO, 2007).



(a)



(b)

Figura 1 – elementos: (a) Bloco cerâmico estrutural vazado (ABNT 15270 - 2/2005) e (b) Alvenaria Estrutural (MONETTO, 2007)

1.1.3 Inovações do Bloco Apropriado da Tecnologia Alemã

As pesquisas voltadas para a adaptação do modelo alemão para a criação de um novo modelo de tijolo fluminense iniciaram-se a partir do projeto de pesquisa “Uma Abordagem Interdisciplinar na Área de Inovação Tecnológica: Estudo da Indústria da Cerâmica Vermelha” em 1999, a partir de um convênio entre as instituições Centro Federal de Educação Tecnológica - CEFET/RJ - e Instituto de Tecnologia para os Trópicos – ITT - da Fachhochschule / Köln, na Alemanha, no âmbito do intercâmbio CAPES, Brasil e DAAD, Alemanha. O conhecimento dos estudos alemães trouxe aos pesquisadores subsídios para o desenvolvimento de diversos projetos e pesquisas, visando ao aumento da produtividade, redução do consumo, redução do desperdício energético na indústria de Cerâmica Vermelha Fluminense e à ampliação do conforto ambiental nas edificações. O estudo de apropriação da tecnologia de produção de bloco estrutural alemão para as indústrias do Estado do Rio de Janeiro contempla as inovações no produto e processo de produção: o design inovador do tijolo (bloco) e a adição dos agentes formadores de poros e de resíduos combustíveis à massa de argila.

Os fundamentos de inovação na produção de bloco de cerâmica vermelha adotados nesta pesquisa experimental são apropriação da inovação no design do bloco, que se apresenta por encaixes e furos dispostos de maneira a contribuir para o isolamento térmico das paredes e para a rigidez das alvenarias. Os furos arredondados objetivam a diminuição das tensões no interior da peça e a posição desalinhada dos mesmos dificulta o fluxo de calor através da peça. A Figura 2 apresenta o bloco utilizado no experimento.



Figura 2 – O bloco Apropriado

1.2 Conforto Térmico

Em relação a conforto térmico, há várias correntes de pensamento e modelos teóricos que visam definir parâmetros que satisfaçam o máximo possível os alvos da pesquisa, que neste caso são seres humanos, mas há várias linhas de pesquisa de conforto térmico em aviários e locais de suinocultura.

P. O. Fanger é o principal representante da corrente Analítica ou Racional, que “pessoas de qualquer localidade devem ter as mesmas preferências térmicas, por serem biologicamente iguais, considerando a influência que os parâmetros individuais (tipo físico, vestimenta e taxa metabólica) e os parâmetros ambientais (temperatura radiante média, temperatura, umidade e velocidade do ar) exercem na preferência térmica das pessoas” (GOMES, 2004).

Richard de Dear, por outro lado, prevê uma abordagem adaptativa, isto é, o homem tende a tomar medidas físicas que melhorem a sua sensação de conforto térmico em relação ao ambiente. De acordo com Gomes (2004), há “três processos inter-relacionados, porém distintos: ajustes comportamentais, adaptações fisiológicas e ajustes psicológicos”.

1.2.1 Conceitos

De acordo com Lamberts (1997, p. 41), conforto térmico “é um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa. Se o balanço de todas as trocas de calor a que está submetido o corpo humano for nulo e a temperatura da pele e a produção de suor estiverem dentro de certos limites, pode-se dizer que o homem sente conforto térmico”.

1.2.2 Parâmetros de Conforto

Segundo GIVONI (1992), o organismo humano pode estar em conforto mesmo em diversos limites de umidade relativa (entre 20% e 80%) e de temperatura (entre 18°C e 29°C), em países em desenvolvimento, explicitado zona de conforto, conforme Figura 2 (LAMBERTS, 1997). De acordo com Lamberts (1997), quando o ambiente interior estiver com temperatura próxima a 18°C, deve-se evitar o impacto do vento, que pode produzir desconforto. Em situações de temperatura próxima a 29°C é importante controlar a incidência de radiação solar sobre as pessoas, evitando assim o excesso de calor. Analisando esta situação pelo método de Fanger (1972), conclui-se que o conforto térmico só é possível próximo aos 29°C se as pessoas estiverem vestindo roupas leves e submetidas a pequena quantidade de ventilação.

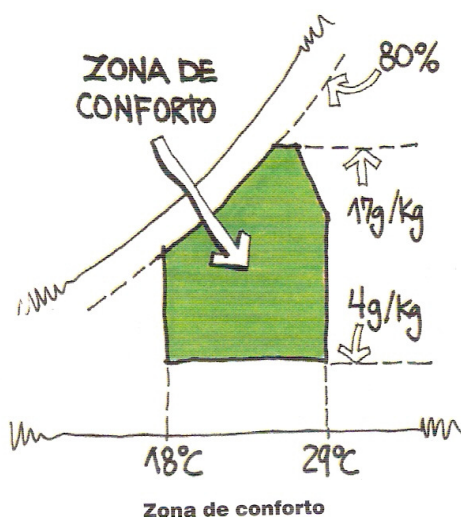


Figura 3 - Zona de Conforto (LAMBERTS, 1997)

De acordo com Lamberts (1997), isto vem reforçar a idéia de Givoni (1992) de que, em países em desenvolvimento, estes costumes permitem a aclimação das pessoas até limites de temperatura mais amplos em relação aos países desenvolvidos.

1.3 Termorresistências

Segundo Schmidt (1979), a resistência elétrica de vários materiais varia com a temperatura: para os metais, de um modo geral, aumenta com o aumento da temperatura, e para os semicondutores, diminui com o aumento da temperatura. Esse efeito é especial para a platina, pois, a 0° C, a mesma apresenta uma resistência de exatamente 100 Ω , o que a torna o padrão ideal para termômetros termoeletrônicos.

1.3.1 Aspectos construtivos

Geralmente, como visto em pesquisa de mercado (não citarei marcas por razões de imparcialidade), o bulbo de resistência (elemento de platina encapsulado) é montado em uma bainha de aço inox 304, totalmente preenchida com óxido de magnésio, de tal maneira que haja uma ótima condução térmica (com o mínimo possível de perdas e proteção do bulbo com relação a choques mecânicos). A isolamento elétrica entre o bulbo e a bainha obedece à norma ASTM E 1137.

1.3.2 Critérios de Escolha

Apesar de haver outras opções de termômetros disponíveis no mercado, a pesquisa em questão optou pelas termorresistências Pt100, uma vez que:

- As termorresistências Pt100 são feitas sob medida, tanto em termos de temperatura quanto em termos de medida da bainha de aço inox (diâmetro e comprimento da haste, além do desenho da rosca, quando se trata de elemento de imersão em sistemas hidráulicos, conforme Figura 3) o que nos dá maior caráter operacional;



Figura 4 - Modelos de termorresistências

- Como o bulbo de resistência (elemento de platina – diagonal direita inferior da Figura 3) é confeccionado com alto grau de pureza, as medidas têm graus pequenos de erro (da ordem de 0,2% da faixa máxima) e bom tempo de resposta (0,3 segundos, em média). Cabe ressaltar que os erros de medida, em se tratando de resistências Pt100, são provenientes do contato indireto com o bulbo (o contato direto não é possível, uma vez que o elemento de platina é caro e frágil) e de possíveis falhas de montagem (baixo filtro do aquisitor e isolamento falho dos cabos de conexão).

2 OBJETIVO

O objetivo do experimento é determinar o desempenho térmico dos dois protótipos de ambiente, correlacionando as temperaturas medidas nos dois ambientes construídos: um construído com bloco de cerâmica estrutural vermelha convencional brasileiro e outro ambiente construído com bloco cujo *design* é apropriado da tecnologia alemã. A hipótese considerada é que a geometria diferenciada do tijolo apropriado da tecnologia alemã gera menores valores de temperatura interna no ambiente construído, proporcionando melhor desempenho térmico às edificações.

3 METODOLOGIA

Os ambientes foram identificados com as letras A e B, sendo A para o tijolo apropriado e B para o tijolo convencional brasileiro. Os números de 1 a 11 explicitam as posições das termorresistências, conforme Figura 4.

3.1 Determinação da Estratégia de Coleta de Dados

Os dados foram coletados através de aquisitores de dados do tipo FieldLogger, com configuração estabelecida pelo usuário. No caso deste experimento, foi escolhido um instante inicial (14:00h do dia 19/12/2009) e um número de aquisições (48h = 2880min; como se tem 1 aquisição a cada 3 minutos, resultam 960 aquisições por termorresistência).

3.2 Previsão da Forma de Apresentação de Dados

Os dados serão apresentados como *gráficos* gerados pelo software Field Chart, que é especializado em extrair os dados dos aquisitores do tipo FieldLogger.

3.3 Ambientes

Os ambientes têm as mesmas medidas: 1,1m x 1,1m x 0,6m e estiveram expostos às mesmas condições de temperatura e ambiente. Nenhum deles tinha elementos construtivos (portas, janelas etc.) e aparelhagem interna que pudesse dissipar calor. (lâmpadas, aparelhos de ar-condicionado etc.)

Por mais que as termorresistências usem energia elétrica, a corrente padrão de medição é muito pequena (de ordem de grandeza de 10^{-4}), o que torna a dissipação das mesmas desprezível.

Sob a telha foram colocadas placas de poliuretano de 3cm de espessura e densidade 33UD, para funcionarem como isolantes térmicos, objetivando assim que o calor interno fosse resultado do fluxo de calor através das alvenarias. Os pontos de medição das temperaturas são localizadas nos pontos de 1 a 11, conforme detalhado na Figura 4.

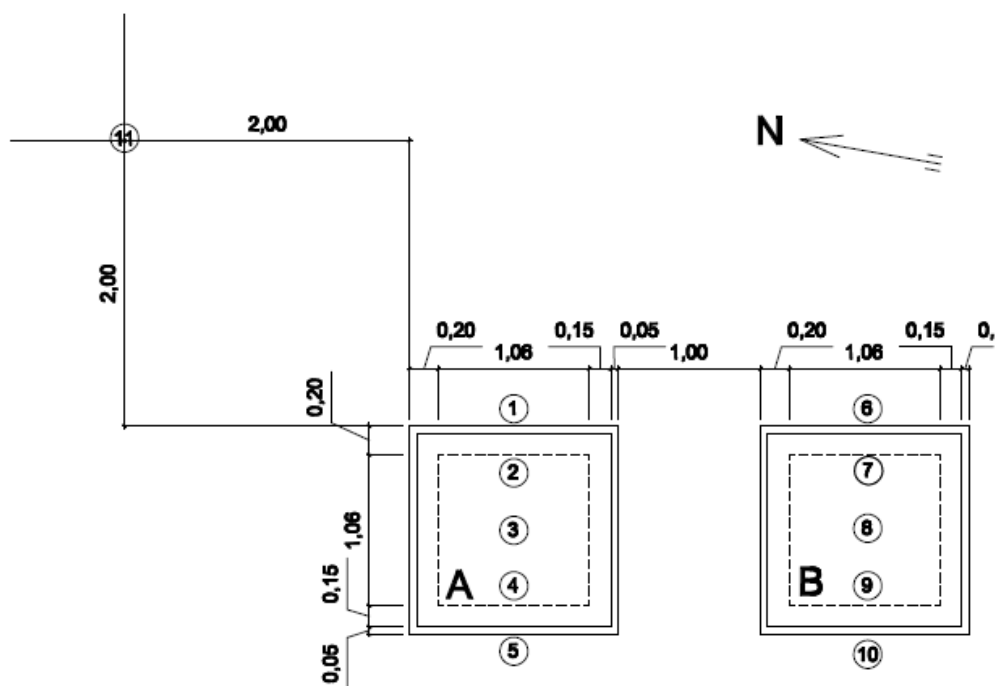


Figura 5 - Planta Baixa dos Protótipos e Pontos de Medição de Temperatura

3.4 Critérios do Experimento

- O intervalo de 3 minutos foi escolhido por razões de limitação de memória e desempenho, uma vez que os registradores têm capacidade limitada de armazenamento. Caso o intervalo de aquisição se encontrasse na casa dos segundos, haveria uma quantidade excessiva de dados, além de implicar em lentidão do sistema;
- Optou-se por colocar a estação de trabalho longe da área de medição, por razões de segurança e possibilidade técnica, uma vez que os cabos de conexão dos Pt100 podem ter até 1200m (o próprio aquisitor faz cálculos de compensação de distância).

3.5 Classificação das Termorresistências

Tabela 1 - Classificação das termorresistências

Número	Modelo	Ambiente	Orientação	Posição	Nome
1	Pt100	A	Oeste	Externo	PT1-AOE
2	Pt100	A	Oeste	Interno	PT2-AOI
3	Pt100	A	Centro	Interno	PT3-ACI
4	Pt100	A	Leste	Interno	PT4-ALI
5	Pt100	A	Leste	Externo	PT5-ALE
6	Pt100	B	Oeste	Externo	PT6-BOE
7	Pt100	B	Oeste	Interno	PT7-BOI
8	Pt100	B	Centro	Interno	PT8-BCI
9	Pt100	B	Leste	Interno	PT9-BLI
10	Pt100	B	Leste	Externo	PT10-BLE
11	Pt100	AMBIENTE	-	-	PT11-AMB

- Número: como o próprio nome diz, é um número indexado a cada termorresistência;
- Modelo: modelo da termorresistência. Todas são Pt100;
- Ambiente: refere-se ao ambiente em que a termorresistência está inserida. A termorresistência está no meio externo, para medida de temperatura ambiente local, logo a denominação ‘AMBIENTE’;
- Orientação: refere-se à posição do Sol, considerando o Norte Magnético mostrado na Planta de Situação. Para as termorresistências dentro dos ambientes, foi dada a denominação ‘Centro’; Para a 11, classificação desconsiderada;
- Posição: se a termorresistência está dentro ou fora do ambiente. Para a 11, classificação desconsiderada;
- Nome: é uma combinação abreviada das classificações, uma vez que os gráficos só exibiam nomes de até 8 caracteres.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

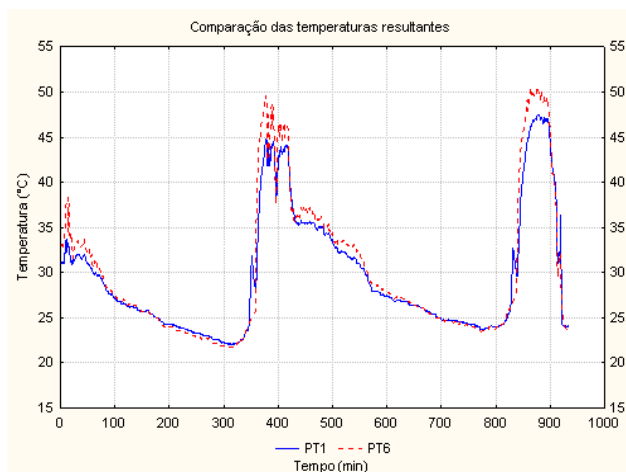
De acordo com a premissa inicial, o objetivo do experimento era estabelecer comparativos dos dois tijolos estruturais produzidos por empresas do estado do Rio de Janeiro. Para tal, e munidos da classificação apresentada na Tabela 1, comparam-se as temperaturas dos termopares em cada ambiente, considerando orientação e posição iguais como parâmetros de referência.

Vale ressaltar que os ambientes construídos estavam ao ar livre, e no decorrer da medição foram expostos a condições iguais de temperatura e umidade (com as devidas ressalvas, uma vez que não se pode controlar a homogeneidade dos raios solares; para efeitos de modelagem, considera-se que os raios solares são paralelos e a sua incidência homogênea.)

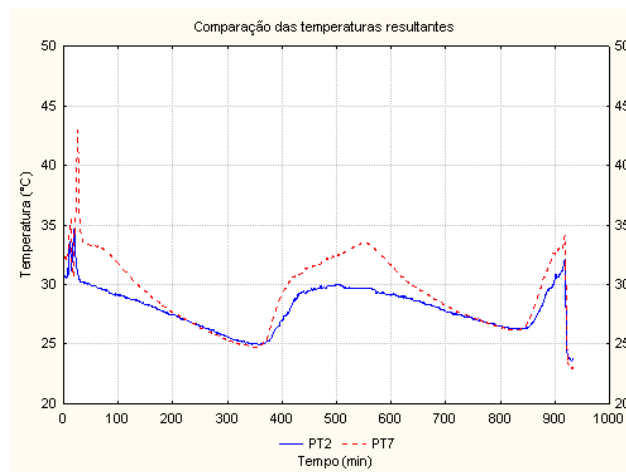
Por verificação pessoal, a temperatura na face do tijolo apropriado estava visivelmente menor do que na do tijolo convencional.

Não há problemas quanto à premissa teórica de céu anisotrópico (LAMBERTS, 1997), uma vez que ambos os ambientes estavam sob as mesmas condições, como outrora mencionado.

Os gráficos das temperaturas das Paredes Externas da Face Leste e das Paredes Internas da Face Leste estão apresentados no Gráfico 1.



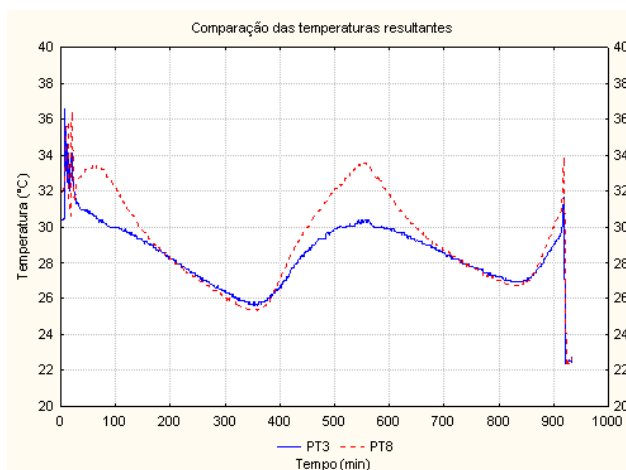
(a)



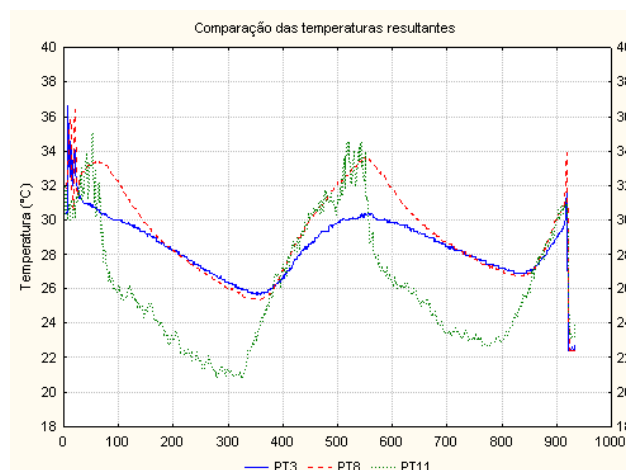
(b)

Gráfico 1- Temperaturas da Face Leste nas (a) Paredes Externas e (b) Paredes Internas

O Gráfico 1 trata das paredes externas dos ambientes construídos. A linha PT1 se refere ao termorresistor PT1-ALE, que estava na cada construída com o tijolo apropriado, e a linha PT6 ao termorresistor PT6-BLE, que estava na casa construída com o tijolo convencional. (para efeitos de simplicidade, a linha azul cheia é a linha do tijolo apropriado e a linha vermelha tracejada é a do tijolo convencional). As temperaturas da casa como o tijolo apropriado são visivelmente menores em quase todos os instantes do gráfico, à exceção das quedas de temperatura (essas quedas são relativas ao período de noite). Nesses períodos, a temperatura da casa apropriada foi maior, o que não é necessariamente um mau indicador: países tropicais como o Brasil têm estações do ano pouco definidas, com pancadas de chuva no final da tarde em dias excepcionalmente quentes. Uma temperatura maior possivelmente ajudaria a estabilizar o clima nesses tipos de dias.



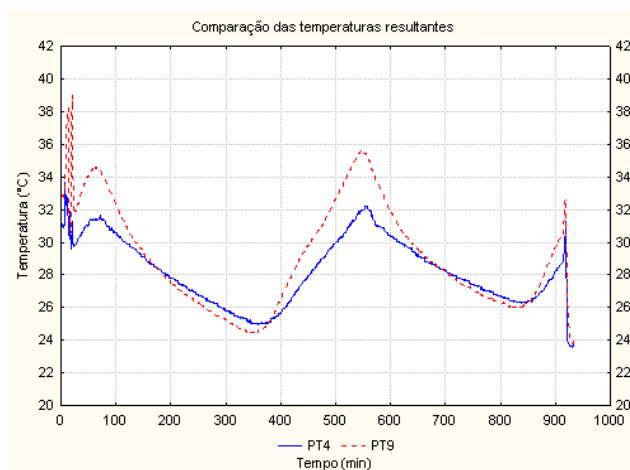
(a)



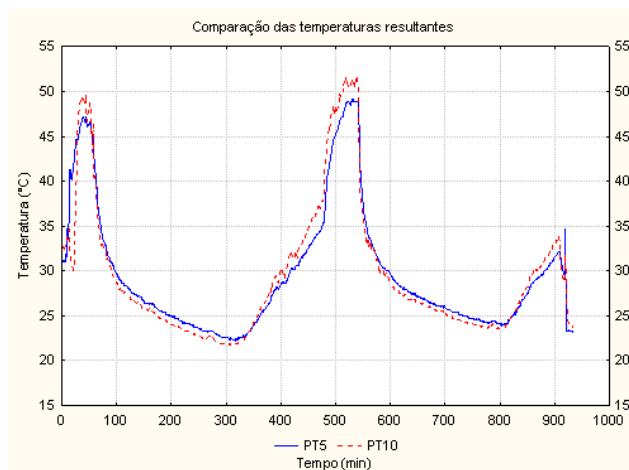
(b)

Gráfico 2 – Ambientes: (a) Internos e (b) em Geral

O Gráfico 2 se refere aos ambientes internos, ou seja, entre as 4 paredes dos protótipos. Como previamente mencionado, os telhados estavam isolados com placas de Poliuretano, o que minimizou a transmissão de calor por parte das telhas. Comparando com o Gráfico 6, pode-se inferir que o tijolo apropriado tem uma maior retenção de calor, devido a sua geometria diferenciada (MONETTO, 2007), além de dissipar melhor a energia retida, suavizando as variações do ambiente externo, como perceptível em (b) (a linha verde pontilhada é a temperatura do ambiente externo, dada pelo PT11-AMB).



(a)



(b)

Gráfico 8 – Face Oeste: (a) Paredes internas e (b) Paredes Externas

Nas paredes da face oeste, dadas por (a) e (b), o desempenho se mantém consoante aos gráficos 1 e 2, mas com a devida ressalva prática, uma vez que as paredes voltadas para o oeste estavam submetidas ao sol da tarde.

5 CONCLUSÕES

Com este experimento, conclui-se que o bloco estrutural apropriado tem desempenho térmico superior, tanto na menor temperatura da face quanto na dissipação. Ainda que nenhum dos tijolos tenham se enquadrado na faixa proposta de conforto, ressalta-se que os protótipos não tinham elementos construtivos como portas e janelas; além disso, não foi tomada nenhuma medida para melhorar a sensação de conforto nos mesmos, como propõe a corrente adaptativa de De Dear (DE DEAR, 1998).

Nesse íterim, confirma-se a hipótese inicial do melhor desempenho térmico do tijolo apropriado. Todavia, a geometria diferenciada trouxe alguns inconvenientes de execução, por não haver elementos de arremate, o que deixou o protótipo do tijolo apropriado pouco apazível do ponto de vista estético, conforme figura 6. Até então, nada que fuja do razoável, por se tratar de uma tecnologia experimental. Outrossim, o experimento pode ser expandido, ampliando o ambiente e adicionando elementos construtivos como janelas e portas.



Figura 6 – Ambientes construídos

6 REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma NBR 15270-2: *Componentes cerâmicos - Parte 2- Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural - Terminologia e requisitos*. Rio de Janeiro: 2005.

DEAR. R. J. “Global Database of Thermal Comfort – Field Experiments” *ASHRAE Transactions*. Atlanta: v. 104, p. 1141-1151, 1998

FANGER, P. O. *Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1972

GOMES, ADRIANA DIAS. *Relações entre preferências térmicas humanas no interior de edificações e as temperaturas externas: um estudo sobre o método adotado na norma ASHRAE 55-2004*, UFSCar, 2004.

GOULART, S. V. G. et al. Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações, visando o conforto térmico. Relatório interno nº 2/94. Núcleo de Pesquisa em Construções da UFSC. Florianópolis. SC. Brasil, 1994.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. *Eficiência Energética na Arquitetura*. São Paulo: ProLivros, 1997

MONETTO, GLÓRIA MARIA. *Contribuição ao Estudo da Aplicação da Cerâmica Vermelha de Alta Porosidade em Alvenaria Estrutural*, CEFET-RJ, 2006.

PIANCA, João Batista. Manual do construtor. Porto Alegre: Editora Globo, 1978.

ROMERO, Mariana Adriana Bustos. *Princípios bioclimáticos para o desenho urbano*. São Paulo: Projeto, 1988.

SABBATINI, Fernando Henrique; MASSETTO, Leonardo Tolaine. Estudo comparativo da resistência das alvenarias de vedação de blocos utilizados na região de São Paulo. Congresso Latino Americano de tecnologia e gestão na produção de edifícios, soluções para o terceiro milênio. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Depto. de Engenharia de Construção Civil – PCC-USP, 1998.

SCHMIDT, Valfrido; “Materiais elétricos: condutores e semicondutores v. 1”, São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1979.

ZAMBRANO, Letícia Maria de Araújo; BASTOS, Leopoldo Eurico Gonçalves; Slama Jules Ghislain. *Contribuição e Avaliação do Desempenho da Edificação: Estudo de Caso na Indústria Farmacêutica*. I Conferência Latino Americana de Construção Sustentável. X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, julho, 2004.

7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CEFET/RJ pela oportunidade participar desta pesquisa através do Programa de Iniciação Científica e ao CNPQ pelo subsídio financeiro.