

ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO EM PROTÓTIPOS DE HABITAÇÕES PARA USUÁRIOS DE BAIXA RENDA, COM ISOLAMENTO TÉRMICO REUTILIZANDO EMBALAGENS TETRA PAK: ETAPA 1

Dirceu Medeiros de Moraes (UFRR)
dirceu@engcivil.ufrr.br



No mundo contemporâneo a busca por materiais alternativos de baixo custo, associados às questões ambientais vem auferindo uma importância expressiva nas pesquisas científicas, inclusive na indústria da construção civil. Vários são os estudos que demonstram interesse no desenvolvimento de técnicas para diminuir o emprego de recursos naturais. Atualmente, um dos principais temas abordados nos fóruns de debates é a questão climática, que passa por sérias transformações com grande interferência humana. Um dos indicadores da qualidade na avaliação de desempenho do imóvel é o seu conforto térmico. Dentre os materiais de construção para aprimorar esta temática, têm-se as mantas isolantes industrializadas a serem aplicadas nos telhados, onde diminuem a irradiação e a transmissão do calor, reduzindo, assim, o consumo de energia elétrica. Outro material que está em análise no Laboratório de Materiais de Construção do Departamento de Engenharia Civil, da Universidade Federal de Roraima, que pode substituir as mantas isolantes industrializadas é a embalagem Tetra Pak. No momento, embalagens de sucos ades, leite ultra high temperature, dentre outras, são descartadas sem nenhum reaproveitamento. Este trabalho tem como objetivo estudar este material alternativo e de baixo custo, para melhorar o conforto térmico das edificações residenciais da população de baixa renda da cidade de Boa Vista, Roraima. Como metodologia, foram construídos no campus do Paricarana, da Universidade Federal de Roraima, três protótipos de alvenaria de blocos cerâmicos com telhado de madeira e cobertura com telha de fibrocimento, onde em um protótipo foi fixado um tipo de subcobertura industrializada comercializada no mercado local, em outro um sistema de isolamento térmico efetuado com embalagens Tetra Pak e um outro sem isolamento térmico, o referencial comparativo. Foram instalados termômetros para medidas das temperaturas internas dos protótipos em estudo, sendo monitorados três vezes ao dia: às oito horas, às doze horas e às dezoito horas, nos meses de setembro e outubro de 2010. Os resultados demonstraram que é viável a reaproveitamento de embalagens Tetra Pak em sistema

de forro de edificações, proporcionando maior redução da temperatura interna comparado aos demais protótipos.

Palavras-chaves: Sustentabilidade, subcobertura ecológica, conforto térmico

1. Introdução

Na atual evolução tecnológica a busca por produtos de baixo custo associados à questão ambiental toma uma grande proporção, inclusive na indústria da construção civil. Vários são os estudos que demonstram interesse no sentido de desenvolver técnicas para melhorar a utilização dos recursos naturais do planeta. Entre estes incluem: Goulart (1993), Sattler (1989), Morais (2007).

Um dos temas mais abordados ultimamente, em quase todos os setores sociais, é a questão climática, que com o passar dos anos sofre grande interferência humana, o que gera variações e mudanças significativas.

O clima é um conjunto de fenômenos meteorológicos que caracterizam uma dada região num período mínimo de trinta anos. É uma grandeza que envolve diversas variáveis e, ainda, vem sendo bastante estudado para um entendimento e caracterização devida sua alta complexidade.

Segundo Goulart (1993), o clima afeta a execução, a segurança, o conforto e o desempenho das edificações. E, portanto influencia a ocupação da mesma. A influência do seu conhecimento sobre o ser humano torna-se uma necessidade a cada dia mais imperiosa, pois, o crescente desenvolvimento econômico de algumas nações mundiais coloca a humanidade em condições cada vez mais arbitrárias e quase sempre desfavoráveis.

Uma das grandes influências das edificações, quanto à sua ocupação humana, é o conforto térmico, que segundo ASHRAE (2001) é definido como o contentamento humano de estar e permanecer num determinado local se sentindo termicamente confortável.

A razão de atender alguns requisitos de conforto térmico reside no desejo humano de sentir-se termicamente confortável. Além disso, o conforto térmico pode ser justificado do ponto de vista da performance humana, embora a redução ou aumento do desempenho do homem com o calor ou o frio, ainda seja uma questão pouco conclusiva.

As principais variáveis que influenciam o conforto térmico são: temperatura do ar, temperatura radiante média, umidade, velocidade do ar e ainda, em função da atividade física, o metabolismo, e a resistência térmica oferecida pela veste.

Existem, basicamente, três tipos de análise e avaliações das variáveis de conforto térmico, que são: a avaliação efetuada através de medições *in loco* que, essencialmente, consiste em medidas através de instrumentação; as avaliações efetuadas através de modelos físicos, que empregam simulações computacionais e; a avaliação a partir da percepção dos usuários, onde cada ser humano é avaliado por questionários.

Para aumentar o conforto térmico nas edificações têm-se os isolantes térmicos, que são sistemas construtivos que dificultam a dissipação de calor, devido sua alta resistência térmica. Estes sistemas estabelecem uma barreira de proteção à passagem do calor entre dois meios que naturalmente tenderiam rapidamente a igualarem suas temperaturas.

Dentre os vários tipos de isolantes térmicos existentes o mais eficiente é o sistema a vácuo. Porém, devido à dificuldade para obtê-lo e mantê-lo, conseqüentemente elevando seu custo, é raramente utilizado. Na prática se utiliza o ar, que graças a sua baixa condutividade térmica e baixo coeficiente de absorção de radiação, constitui um elemento muito resistente à passagem de calor. Podem ser utilizados sistemas de isolamento térmico mais simples os quais serão comentados neste trabalho.

As edificações são construídas para proteção, conforto e bem-estar de seus usuários. O excesso ou redução de algumas condições naturais das moradias, tais como, temperatura, umidade, ruídos podem ocasionar danos à saúde ou até mesmo a morte de indivíduos.

Entende-se como exigência dos usuários de edifícios habitacionais o conjunto de necessidades básicas a serem satisfeitas pelo edifício de modo a cumprir suas funções. Para traduzir as necessidades dos usuários quanto à segurança, habitabilidade e sustentabilidade, são estabelecidos requisitos mínimos de desempenho. Portanto, os profissionais envolvidos na construção, especialmente arquitetos e engenheiros civis, passam a especificar, projetar e executar para atender ao desempenho; sendo-lhes cobrados, por meio desta abordagem, maior responsabilidade e domínio sobre as condições de exposição dos materiais/componentes, técnicas construtivas e custo.

A preocupação com o conforto térmico embora não seja recente teve impulso nas últimas décadas. No Brasil, foram investidos expressivos recursos em construções de habitações para a população de baixa renda. Os principais objetivos visavam minimizar o déficit habitacional nacional, que segundo o Ministério das Cidades (2010), em 2010, era aproximadamente de seis milhões de moradia.

Portanto, foram construídos diversos conjuntos habitacionais com sistemas construtivos inovadores, entre estes, Cidade de Deus, no Rio de Janeiro e Cidade Tiradentes, em São Paulo. No entanto, por ausência de estudo prévio para análise dos sistemas construtivos adotados, copiados de países europeus, onde apresentavam características climáticas diferentes da realidade brasileira, foram detectados graves patologias nas referidas edificações.

Segundo o Ministério das Cidades (2010), com o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), em 2007, foram investidos cerca de doze bilhões de dólares em urbanização de favelas. Desde 2009, o programa Minha Casa Minha Vida possibilita a construção de um milhão de moradias. Para o PAC 2, mais dois milhões de casas terão aporte.

Neste contexto, uma novidade para os futuros edifícios habitacionais de até cinco pavimentos é a nova norma brasileira de desempenho, a ABNT NBR 15575:2008, que ia começar a vigorar a partir de maio de 2010. No entanto, poucas ações foram realizadas, onde raras construtoras buscaram conhecê-la e ajustar-se, acarretando com isto, o adiamento do cumprimento da referida norma para 2012.

De acordo com a norma mencionada anteriormente, projetos de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, com restrições quanto os sistemas estruturais, de pisos, de vedações, de coberturas e hidro-sanitários, após a vigência da norma ABNT NBR 15575:2008, estão fadados a reprovação. Exames de subcoberturas, objeto deste trabalho, estão inseridos na Parte 5 da nova norma brasileira de desempenho.

Atualmente, outra temática que vêm conquistando não só a indústria da construção civil, mas todos os setores industriais é a questão ambiental. Neste contexto, busca-se a reutilização de embalagens Tetra Pak, dando um destino ecologicamente correto a este subproduto que necessita de um processamento industrial para sua reciclagem. Porém para a sua aplicação como subcobertura não necessitará agregar valor.

O uso de materiais que minimizem a transferência de calor através de vedações verticais e horizontais para o interior das edificações, se faz necessário, a fim de reduzir a temperatura interna, proporcionando conforto térmico aos moradores e diminuindo o consumo de energia para o resfriamento.

A maior parte dos materiais de construção civil (concreto, tijolo, entre outros), não é de origem metálica, assim absorvem grande parte da radiação solar, aquecem-se e transferem o calor para o interior da edificação (VITTORINO et al., 2003).

O desempenho térmico das edificações está diretamente ligado às características do telhado, por exemplo, o material das telhas, a cor da superfície externa, a emissividade, e a ventilação existente na camada de ar correspondente ao ático. Entra-se assim na finalidade de isolar termicamente o ambiente externo e o interno da edificação para dificultar a transferência de calor entre estes dois recintos que se encontram com níveis diferentes de temperatura.

Entre os materiais empregados para isolamento térmico, existem os que dificultam a transferência do calor por condução, os isolantes resistivos, e os que minimizam a passagem por radiação, os isolantes reflexivos (VITTORINO et al., 2003).

Com referencia aos materiais que dificultam a passagem do calor por condução podem citar a fibra de vibro e a lã de rocha. O bom desempenho térmico destes materiais está ligado ao valor da resistência térmica que eles apresentam. Quanto maior a resistência térmica, maior a resistência à passagem do fluxo de calor.

Quanto os isolantes reflexivos ou de barreiras radiantes, que reduzem a transferência do calor por radiação, são formados por um material de baixa emissividade e alta refletividade, o qual reduz a emissão da radiação. Assim, os ganhos térmicos no verão e as perdas de calor no inverno são reduzidos. O material comumente aplicado como barreira radiante é o alumínio.

As principais normas internacionais referentes ao conforto térmico foram elaboradas pela *Internacional Organization for Standardization - ISO* e pela *American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers - ASHRAE*, a saber: ISO 8996:2004, referente à produção de calor orgânico ou taxa metabólica; ISO 7730:1994 e ISO 9920:1995, concernente ao isolamento térmico fornecido pelas roupas; ISO 10551:1995, relativo às escalas de julgamento das sensações subjetivas das pessoas; ISSO DIS 7726:1996, alusivo aos instrumentos e características de medição de variáveis ambientais e; a ASHRAE Standard 55:2004, referente às condições para a ocupação humana.

No Brasil, onde as características climáticas são bem diversificadas, não existem normas para avaliar o conforto térmico das edificações. Atualmente, aguarda-se a legitimidade da NBR 15575:2008, um conjunto de seis normas para avaliação de desempenho de edificações habitacionais de até cinco pavimentos, cuja validade prevista a partir de maior de 2010, foi adiada para 2012.

Existem duas grandes linhas de pesquisa para analisar o conforto térmico: a investigação de campo e a análise em câmaras climatizadas.

Atualmente diversas metodologias, através de cálculo do índice de conforto térmico, foram desenvolvidas para avaliar os ambientes que estão mais ligados a regiões de clima quente. Dentre estas metodologias destacam-se: o índice de temperatura efetiva de Yaglou e Houghten; o índice de conforto equatorial de Web; o método de Olgyay; a carta bioclimática de Givoni e; o método Fagner.

Mesmo antagônicos alguns métodos buscam mecanismos eficazes que propiciem avaliar o desempenho térmico de edificações.

Segundo Sarja; Hannus (1995) apud Santos et. al. (1995), a finalidade das habitações é atender as necessidades dos usuários durante toda a sua vida útil. Para isso devem ser funcionais, confortáveis e econômicas, buscando tecnologias para a sua construção de forma a contentar os seus ocupantes. Atualmente as construções civis devem ser voltadas para a

adaptação às mudanças climáticas, procurando adequá-las dentro do conceito de sustentabilidade.

Conforme o referido autor, entende-se por economia sustentável, projetar visando economia de energia, gerar baixo impacto ambiental e prever tratamento de resíduos por toda a vida útil da edificação.

De acordo com Tetra Pak (2010), em meados de 1943 o sueco Ruben Rausing, estudante da Universidade de Harvard, conheceu, nos Estados Unidos, um sistema até então novo, as lojas de autosserviço. Visando à expansão desta ideia para o mundo, concluiu que seriam necessárias embalagens especiais para o transporte de alguns produtos perecíveis. Entendeu que se estes produtos fossem embalados onde não fossem contaminados por microrganismos, criando uma barreira especial, podia aumentar sua vida útil.

Atualmente a referida embalagem compreende uma caixa especial usada para embalagem de leite longa vida, com barreiras de proteção constituídas por seis camadas. As quatro primeiras protegem de fato o leite, por isto levam o nome de Tetra Brik.

As camadas da referida caixa são de diferentes materiais, que, além de protegerem, ajudam a conservar o produto. São, assim, divididas, iniciando de dentro para fora: duas camadas de plástico, que protege o produto e evita contato com as demais camadas; uma camada de alumínio, que evita a passagem de oxigênio, luz e a contaminação do meio externo; a quarta camada, também, de plástico; seguida da quinta camada, de papel, que dá sustentação à embalagem e permite a inscrição das informações do fabricante, por fim, uma última camada de plástico que protege esta quinta camada de papel. O papel representa em média 75%, em massa, o polietileno, 20% e o alumínio, 5%.

Em 1951, o referido sueco patenteou a embalagem de leite longa vida e fundou a empresa Tetra Pak. A partir de então foram desenvolvidas várias técnicas e diversos produtos são embalados por este sistema, transformando, assim, a Tetra Pak numa das mais influentes multinacionais do mundo, atuando em 165 países.

Roraima está localizado na região mais setentrional do Brasil e conforme IBGE (2005), possui uma extensão territorial de 224298,98 km². Limita-se ao Norte e Oeste com a República Bolivariana da Venezuela; Ao Sul e Oeste com o Estado do Amazonas; e também ao Sul com o Estado do Pará e ao Leste com a República Cooperativista da Guiana.

Roraima situa-se no Planalto das Guianas que se caracteriza por um relevo em forma de escada cuja parte mais alta denomina-se Planalto Sedimentar de Roraima, seguido do Planalto do Interflúvio Amazonas - Orinoco, Planalto Norte da Amazônia, por fim e mais abaixo, uma série de Planaltos Residuais e o Pediplano Rio Branco - Rio Negro.

Segundo FREITAS (2009), nos planaltos acima de 1800 metros não há período seco bem definido e a temperatura do mês mais frio oscila entre 15° e 20°C, mostrando nítida influência do relevo. Nas regiões mais baixas, a temperatura média mínima mensal é de 20°C e a média máxima de 38°C. Há uma faixa de transição climática nas regiões dos Planaltos Residuais, onde o relevo é constituído de elevações isoladas. Nas áreas pediplanas inundáveis, a temperatura tem uma média mensal acima de 26°C. A Figura 1, a seguir, apresenta a temperatura média dos meses dos últimos 35 anos.

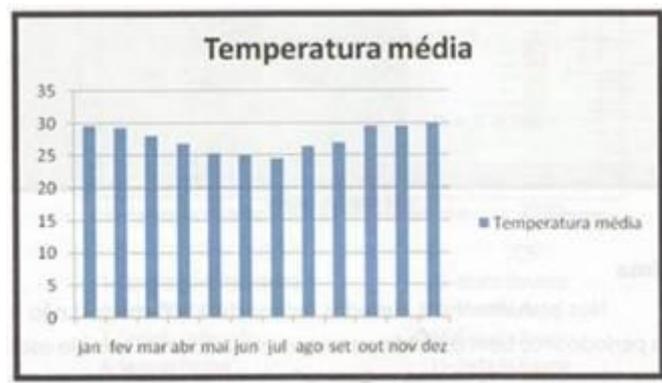


Figura 1 – Temperatura média dos últimos 35 anos em Boa Vista/RR (Fonte: Freitas, 2009)

De acordo com o sistema de classificação de Foepper, o Estado de Roraima possui três tipos de clima: o tipo Afi (tropical chuvoso com predomínio de floresta); O Awi (tropical chuvoso com predomínio de savanas) e o Ami (tropical chuvoso com predomínio de chuvas de monção).

Boa Vista, sua capital, localiza-se na bacia do Rio Branco, no centro do Estado, região que apresenta melhores condições para a ocupação, por suas condições de relevo, clima e cobertura vegetal. Esta na altitude de 92 metros acima do nível do mar. Seu clima é quente e úmido, existindo apenas duas estações climáticas destacáveis: verão, de outubro a março e; inverno, de abril a setembro.

Este trabalho tem como objetivo propor melhorias para aumentar o conforto térmico de habitações de interesse social, na cidade de Boa Vista, Roraima, onde se pretende aplicar uma subcobertura alternativa de baixo custo.

2. Metodologia

2.1 Materiais

Os materiais de construção utilizados neste trabalho foram selecionados por serem amplamente aplicados nas edificações residenciais da população de baixa renda de Boa Vista/RR.

Foram construídos três protótipos no campus do Paricarana da Universidade Federal de Roraima, na cidade de Boa Vista/RR, cujos dados georreferenciados apresentaram as seguintes valores: 02° 49' 11" N; 060° 40' 24" W. A posição geográfica foi escolhida de forma que os raios solares incidissem em todas as paredes externas.

O processo construtivo dos protótipos constituiu-se na execução do lastro de concreto simples, vedações verticais com blocos cerâmicos e sistema de cobertura em uma água.

Na fundação foi construído um lastro de concreto simples, no traço 1:5, com área útil de (1,20 x 1,20)m e espessura de 7 mm. As paredes foram edificadas com blocos cerâmicos de seis furos, assentados com argamassa de cimento e areia, no traço 1:5. Nas paredes não foram aplicados revestimentos, para simular as edificações residenciais da população de baixa renda, onde no início de sua ocupação, as paredes, geralmente, não são revestidas. O sistema de cobertura foi executado com estrutura de madeira e telha de fibrocimento, de espessura 4 mm e adotado beiral de 10 cm.

A Figura 2, a seguir, apresenta a planta baixa e um corte dos protótipos em estudo.

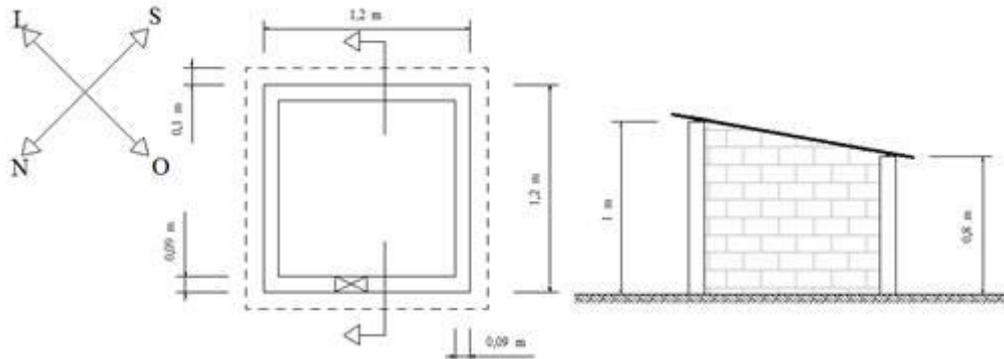


Figura 2 – Planta baixa e corte dos protótipos

A Figuras 3, a seguir, ilustra as etapas construtivas dos protótipos em estudo.



Figura 3 - Construção dos protótipos: a) execução das paredes de vedações; b) estrutura do telhado; c) montagem do sistema de isolamento térmico com embalagens Tetra Pak; d) efetivação do sistema de isolamento térmico com manta industrializada e cobertura com telhas de fibrocimento.

A Figura 4, a seguir, apresenta uma vista externa dos protótipos, onde a cobertura do primeiro, da esquerda para direita, foi efetuada com estrutura de madeira e telhas de fibrocimento sem isolamento térmico, sendo este o referencial comparativo. No segundo, a cobertura foi executada com estrutura de madeira e telha de fibrocimento e instalação de um isolamento térmico utilizando embalagens Tetra Pak. E no terceiro, a cobertura foi efetivada com estrutura de madeira, telha de fibrocimento e montagem de isolamento térmico utilizando manta industrializada.



Figura 4 – Vista externa dos protótipos

2.2 Métodos

A metodologia experimental deste trabalho consistiu numa revisão bibliográfica com intuito de selecionar um procedimento que quantificasse e qualificasse a temperatura no interior dos protótipos, já que para vários autores, mesmo não sendo o único fator para determinar o conforto térmico de uma edificação, a temperatura é o mais importante.

Em seguida, foram construídos no campus do Paricarana da Universidade Federal de Roraima, três protótipos com fundação em lastro de concreto simples, alvenaria de vedação com blocos cerâmicos, estrutura do telhado em madeira e cobertura com telhas de fibrocimento com espessura de cinco milímetros, onde no primeiro protótipo da Figura 4, da esquerda para a direita, foi fixado um tipo de subcobertura industrializada comercializada no mercado local, no segundo um sistema de isolamento térmico efetuado com embalagens Tetra Pak e o terceiro, sem isolamento térmico, o referencial comparativo. Para medidas das temperaturas internas foram empregados termômetros de mercúrio, colocados dentro de um back de vidro, alocado no centro do protótipo, sob o lastro de concreto, sendo monitorados três vezes ao dia, a saber: às oito horas, às doze horas e às dezoito horas, nos meses de setembro e outubro de 2010.

Para a determinação das temperaturas externas, no período da coleta dos dados, foram utilizados os registros da temperatura da estação meteorológica localizada no aeroporto Atlas Brasil Cantanhede, vizinho ao campu do Paricarana, cuja estação integra o Instituto de Meteorologia - INMET.

Através das medições das temperaturas internas dos protótipos confirmou-se qual sistema de isolamento térmico mais favorável quanto ao desempenho térmico. A partir destas análises, definiu-se um possível sistema de isolamento térmico para edificações residenciais de usuários de baixa renda.

Valores de temperatura determinados nas medições em campo foram compilados em planilhas do Excel, onde foram analisados e discutidos, conforme a seguir.

3. Resultados

A partir dos registros das temperaturas internas dos protótipos, observou-se variação de temperatura de aproximadamente 1°C. Também foram calculadas as médias das temperaturas internas nos horários em estudo, obtendo-se a Figura 5, a seguir.

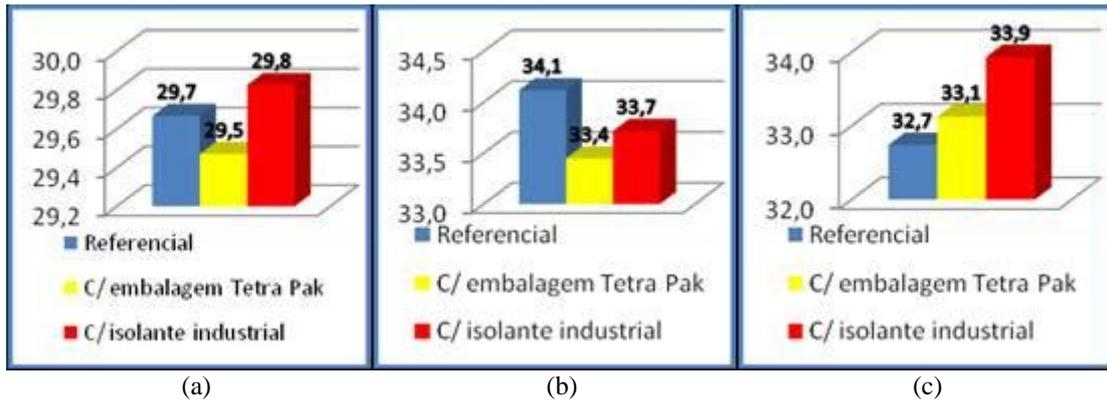


Figura 5 – Temperaturas internas dos protótipos: a) às 8:00h; b) às 12:00h e c) às 18:00h

De acordo com a Figura 5, anteriormente, os valores das temperaturas internas do protótipo construído com isolamento térmico de embalagens Tetra Pak, comparando com o referencial e com os dados da temperatura do protótipo com a manta térmica industrializada, apresentou, às 8:00h, uma diferença de temperatura interna de 0,2°C e de 0,4°C, respectivamente. Para às 12:00h estes valores foram de 0,7°C e 0,3°C, na mesma ordem, e às 18:00h, diferentemente dos registros anteriores o protótipo com embalagens Tetra Pak apresentou temperatura interna superior ao referencial na ordem de 0,4°C, porém inferior ao protótipo com manta térmica industrializada, da ordem de 0,8°C. Isso se deu devido o referência comparativo resfriar-se mais rapidamente.

A Figura 6, a seguir, apresenta as curvas de desempenho das médias das temperaturas internas e externas dos protótipos em estudo.

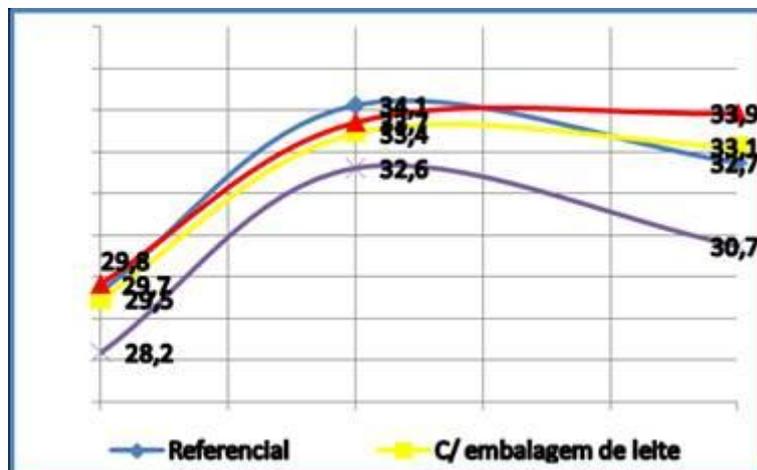


Figura 6 – Curvas das médias das temperaturas internas e externas às 8:00 h, 12:00 h e 18:00 h.

Conforme a Figura 6, anteriormente, observou-se que às 8:00h, o protótipo com sistema de isolamento térmico com embalagens Tetra Pak apresentou melhor desempenho térmico comparado com os demais. Bem como às 12:00h devido a conservação da temperatura interna. No entanto, às 18:00h o referencial apresentou temperaturas internas inferiores as demais, por motivo da dissipação rápida do calor, pois neste protótipo não havia nenhum obstáculo sistema de forro para impedir a troca de calor com o meio externo.

Outro dado relevante foi quanto à variação da temperatura em relação à média das temperaturas internas, onde se observou que a maior variação foi registrada no protótipo de referência, alcançando um valor de 4,4°C. A menor variação foi observada no protótipo com

embalagens Tetra Pak, obtendo um valor de 3,9°C. Estes resultados permitem verificar que a variação excessiva da temperatura pode causar estresse térmico, desconfortável para o ser humano.

4. Conclusões

Este trabalho demonstrou que é viável o reaproveitamento das embalagens Tetra Pak, para sistema de forro das edificações, o que proporcionou maior redução da temperatura interna.

Esta proposta é vantajosa em função da redução do consumo de energia com a redução do uso eletrodomésticos que amenizam a temperatura ambiente e, ainda, por proporcionar uma reutilização das embalagens Tetra Pak, atenuando assim a geração de resíduos sólidos e consequentemente os impactos ambientais.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15575: Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos: Parte de 1 à 6.* Rio de Janeiro, 2008. 251p.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. ASHRAE. *handbook of Fundamentals - Physiological Principles for Comfort and Health.* Chapter 8, Atlanta, USA, 2001, pp. 1-32.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. ANSI/ASHRAE Standard 55: *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.* Atlanta – USA. 2004. 30p.

FREITAS, A. *Geografia e História de Roraima.* 7 ed. Boa Vista: Editora IAF, 2009. 225p.

GOULART, S. *Dados Climáticos para avaliação de Desempenho Térmico de Edificações em Florianópolis.* 1993. 124 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Mapas 2005. Disponível em: [HTTP://www.ibge.gov.br/](http://www.ibge.gov.br/). Acesso em: 08 de agosto 2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 8996: *Ergonomics – Determination of metabolic heat production.* Geneve - Switzerland. 2004, 24p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, ISO 7730: *Moderate thermal environment – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort.* Geneve - Switzerland. 1994, 26p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, ISO 9920: *Ergonomics of the thermal environment – Estimation of the insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble.* Geneve - Switzerland. 1995, 64p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, ISO 10551: *Ergonomics of the thermal environment – Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales.* Geneva - Switzerland. 1995, 18p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, ISO DIS 7726: *Ergonomics of the thermal environments – Instruments for measuring physical quantities.* Genève - Switzerland. 1996, 48p.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; PAPST, A. L. *Desempenho Térmico de Edificações.* Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000. Disponível em: http://www.labee.ufsc.br/graduacao/ecv_5161/ApostilaECV5161_Versao2005_Modulo1.pdf Acesso em: 23 dez 2010.

MORAIS, D. M. *Briquetes de Resíduos ligno-celulósicos como potencial energético para queima de produtos cerâmicos: Aplicação em uma indústria de cerâmica vermelha que abastece o Distrito Federal.* 2007. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Estrutura e Construção Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

MINISTÉRIO DAS CIDADES <<http://www.cidades.gov.br/ministerio-das-cidades>>. Acesso em: 24 dez 2010.

SATTLER, M. A. *Dias Climáticos Típicos para o Projeto Térmico de Edificações em Porto Alegre*: CIENTEC, 1989. 38 p. (Boletim Técnico, 9) Porto Alegre. 1989

SANTOS, A; PEREIRA, A. C.W. *Diretrizes para implantação dos sistemas de vedação na habitação de interesse social através da modulação*. Disponível em: <<http://www.mom.arq.ufmg.br/coloquiomom/comunicacoes/pereira.pdf>>. Acesso em: 20 dez 2010.

Tetra Pak Industria. Disponível em <<http://www.tetrapak.com>> Acesso em 22 jul 2010.

VITTORINO, F.; SATO, N. M. N.; AKUTSU, M. *Desempenho térmico de isolantes refletivos e barreiras radiantes aplicados em coberturas*. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2003, Curitiba, Paraná. ENCAC, p. 1277-1284.