

## TRANSFERÊNCIA DE CALOR ATRAVÉS DE SUPERFÍCIES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

DIEGO BRITO HOFFMANN HERMES<sup>1</sup>, THAYNÁ LIMA SILVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Aluno de engenharia, UNIP, Brasília - DF, dibrittos@gmail.com;

<sup>2</sup>Aluna de engenharia, UNIP, Brasília – DF, thaynalima145@gmail.com;

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
Palmas/TO – Brasil  
17 a 19 de setembro de 2019

**RESUMO:** Os diversos os materiais empregados na construção civil influenciam continuamente o conforto térmico das edificações. Deste modo, se faz necessário uma análise da incidência de tais fenômenos térmicos que interferem na garantia desse conforto a fim de entender os novos processos construtivos a fim de manter o conforto térmico utilizando os materiais mais favoráveis para construção civil, visando aproveitar a transferência de calor do dia e o frescor da noite e com isso reduzir os custos e aumentar a eficiência energética. A importância do estudo da transferência de calor na construção representa uma importante ferramenta para avaliar e diagnosticar uma edificação existente. Desta forma o presente trabalho teve por objetivo o estudo dos benefícios desses materiais, na economia de energia elétrica; na promoção da redução nos preços das tarifas; na melhoria da performance dos ambientes; na redução do calor que as lâmpadas incandescentes produzem no ambiente; atuar na promoção de uma economia sustentável. O estudo desses processos que atuam na edificação permite fazer uma avaliação frente às mudanças climáticas, com isso na fase de projeto pode se fazer a escolha correta de materiais que mais se adequados para ser empregado na edificação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Transferência de calor; engenharia civil; edificações;

## HEAT TRANSFER THROUGH SURFACES IN CIVIL CONSTRUCTION

**ABSTRACT:** The materials used in civil construction continuously influence the thermal comfort of buildings. Thus, an analysis of the analysis of such processes demonstrated that the civil construction processes are more suitable for the civil construction, aiming to take advantage of a means of heat transfer. of the day and the heat of the night and thereby reduce the cost and increase energy efficiency. The evaluation of the performance of the heat transfer in the construction of the platform is important to evaluate and diagnose an existing building. In this way the present work had the objective of the study of the materials standards, in the electrical energy economy; in promoting the rate in tariffs; in improving the performance of environments; in reducing heat such as incandescent lamps not in the environment; promote a sustainable economy. The study of processes that function as teaching programs can be submitted to an assessment of the change of focus in relation to climate changes, which can be used in building.

**KEYWORDS:** Heat transfer; civil Engineering; buildings;

## INTRODUÇÃO

O conforto térmico é depende de fatores quantificáveis como por exemplo: temperatura do ar, velocidade do ar, humidade, etc., e de fatores não quantificáveis como: estado mental, hábitos, educação, etc. Assim, as preferências de conforto das pessoas variam bastante conforme a sua aclimatização particular no ambiente local.

Quando há uma diferença de temperatura entre diversas partes de um sistema, ocorre uma transferência de energia da zona quente para a zona fria. Sentimos "calor" quando nosso corpo tem dificuldade em liberar a energia produzida internamente pelo metabolismo, e temos "frio" quando o corpo ativa mecanismos fisiológicos que aumentam a geração de energia interna e diminuem a passagem dela para o meio ambiente. O calor é chamado energia que passa de um lugar para outro que

a temperatura (unidade: J), e transferência de calor na taxa em que este fenômeno ocorre (unidade:  $W = J / s$ ). A transferência de calor é de fundamental importância para a vida cotidiana (cozinhar, aquecer ou resfriar alimentos, fornecer água quente, aquecer residências, isolá-los termicamente, etc.) e para muitos processos tecnológicos importantes e em muitos outros ramos da indústria, ciência e tecnologia.

Com o intuito de obter um ambiente termicamente confortável, no interior dos edifícios, há normas vigentes que estabelecem parâmetros para o conforto térmico, tais como: a Norma Regulamentadora NR 17, Associação de Normas Brasileiras - ABNT NBR 15220, dentre outras. Inicialmente estas normas tem como principal preocupação definir as condições de conforto térmico, com objetivo de contribuir na qualidade energética. As atividades desenvolvidas pelo homem necessitam de fatores coadjuvantes que possam facilitar essas atividades e proporcionar conforto e qualidade de vida. Portanto, estas normas têm conseguido formas de minimizar o consumo energético.

Independente das variações climáticas, o ser humano possui um organismo que consegue adaptar-se constantemente a essas variações de clima.

Para manter a temperatura interna, sem a influência da temperatura externa, o organismo utiliza o oxigênio para realizar a queima de calorías provenientes dos alimentos, transformando-as em energia e gerando o calor interno. Porém, mesmo realizando esse processo, o corpo pode sofrer influência externa, que pode se dar através de condução, convecção, radiação, evaporação ou transpiração, processos que dependem de certas variáveis de conforto térmico. (LAMBERTS, 1997).

Havendo diminuição ou aumento de calor externo, o organismo ajusta-se automaticamente para atingir a temperatura de equilíbrio do corpo,  $36^{\circ}$  Celsius, podendo chegar a  $37^{\circ}$  Celsius. Esses mecanismos são conhecidos como termorreguladores e são ativados assim que o corpo humano detecta as variações de temperatura (LAMBERTS, 1997).

Quando está frio os termorreguladores corporais são ativados tentando evitar a perda térmica e aumentando a produção de calor corporal interna. O primeiro dispositivo termorregulador ativado no frio é a vasoconstrição periférica, onde os vasos capilares da pele se contraem enquanto os mais próximos dos órgãos internos se abrem. Desta forma, há o resfriamento da pele, levando-a proximidade da temperatura do meio, evitando a perda de calor por fenômenos como a radiação e convecção (LAMBERTS, 1997).

Outro mecanismo termorregulador e o que se ativa no frio é o arrepio. O movimento que gera o arrepio, consegue aquecer a pele por atrito aumentando a rugosidade da pele para evitar a perda de calor por convecção (LAMBERTS, 1997).

Há vários fatores que influenciam diretamente no conforto térmico, alguns podem ser medidos diretamente, como a temperatura do ar ( $T_{AR}$  -  $^{\circ}C$ ), a Umidade relativa (UR - %), e a velocidade de deslocamento do ar ( $V$  - m/s) (ASHRAE. 2005)

Além dessas medidas variáveis, a atividade física (MET - ou  $W/m^2$ ) e a roupa ( $I_{clo}$  ou  $m^2$   $^{\circ}C/W$ ) também influenciam diretamente sobre a sensação térmica do corpo, conforme se observa na Figura 1.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para avaliar a transferência de calor através das superfícies, simulou-se a incidência térmica atuante nos materiais com suas diversas composições, que expostos ao meio ambiente, a fatores como: chuva e amplitude térmica pode-se notar que as variações de temperatura que provocam dilatações térmicas prejudiciais a estrutura, foi possível relacioná-los com o comportamento dos materiais mediante as condições de exposição.

A NBR 15.220-2 exemplifica os cálculos de resistência térmica de materiais homogêneos e heterogêneos, assim como a capacidade de transmitância térmica, fator solar e o atraso térmico. Todos os materiais e elementos construtivos se comportam em função de suas propriedades térmicas (SPECHT, 2010).

- Condutividade térmica

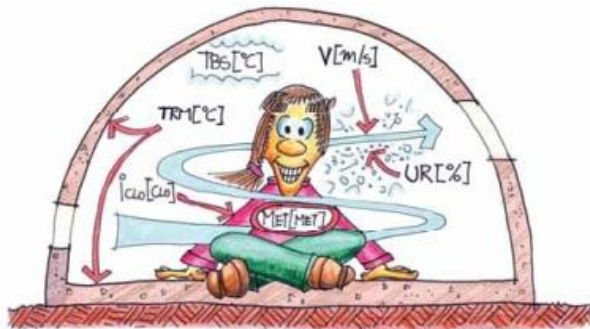
Condutividade térmica ( $\lambda$ ), dependendo da densidade do material, representa sua capacidade em conduzir maior ou menor quantidade de calor por unidade de tempo, conforme se observa na Tabela 1 (SPECHT, 2010).

Tabela 01 - condutividade térmica de alguns materiais

MATERIAL	$\lambda$ (W/m.k)
Concreto normal, densidade de 2.200 a 2.400 kg/m <sup>3</sup>	1,750
Tijolo de barro, densidade de 1.000 a 1.300 kg/m <sup>3</sup>	0,700
Madeira, densidade de 450 a 600 kg/m <sup>3</sup>	0,150
Isopor, densidade de 25 a 2.40 kg/m <sup>3</sup>	0,035

Fonte: Lamberts (1997)

Figura 01 – Variáveis de conforto

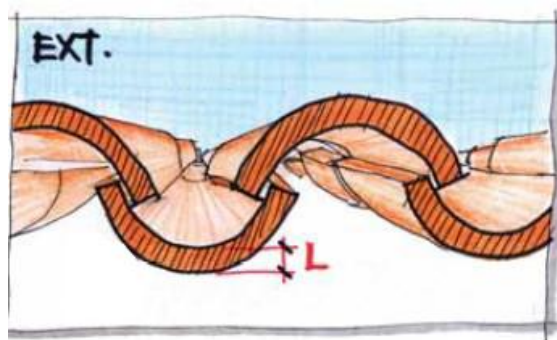


Fonte: Lamberts (1997)

- Resistência térmica

Resistência térmica (R) de um determinado tipo de material é sua propriedade em resistir a passagem do calor. Quanto maior a espessura do material, maior será a resistência que ele oferece a passagem de calor. Quanto maior a condutividade térmica ( $\lambda$ ), maior será a transferência de calor entre a sua superfície e, conseqüentemente, menor será sua resistência térmica, como mostra a Figura 2 (SPECHT, 2010).

Figura 2 – Resistência térmica em uma telha de barro



Fonte: Lamberts (1997)

A equação que determina:  $R = \frac{L}{\lambda}$ ; Onde R = resistência térmica do material ( m<sup>2</sup> K/W): L = 0,01 m (espessura da telha em metros);  $\lambda = 0,70$  W/m K obtido da tabela acima;  $R = L / \lambda = 0,01 / 0,70 = 0,14\text{m}^2 \text{ K/W}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

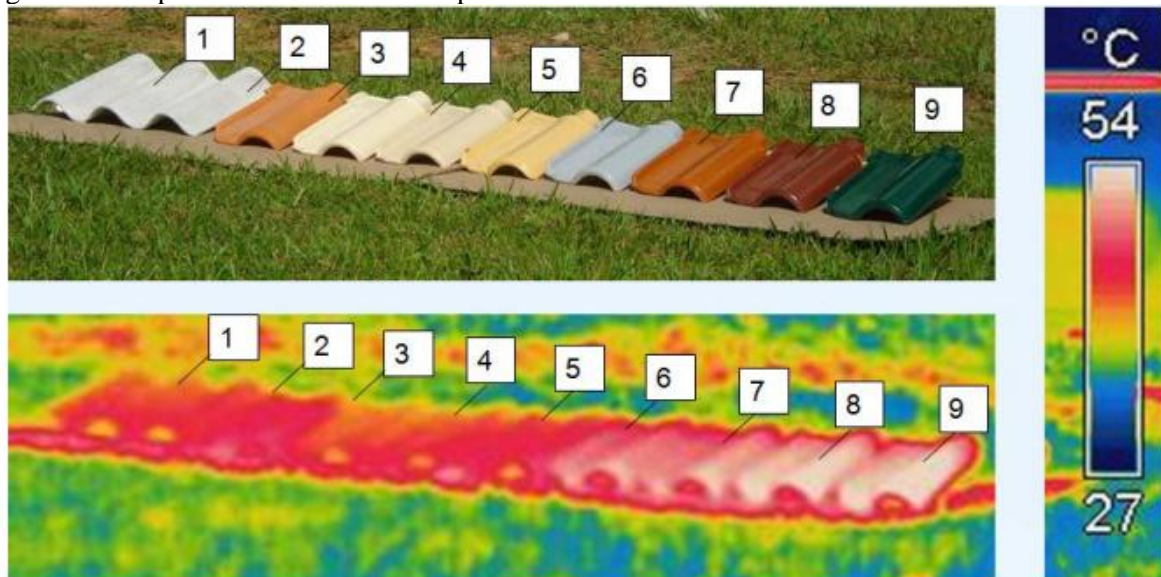
A mais importante fonte de calor que contribui para o ganho térmico em edifícios é a radiação solar. Ela pode ser obstruída pelos elementos vegetais da natureza e pela topografia do local. A árvore,

por exemplo, pode fazer sombra para uma edificação no verão. Em locais arborizados a radiação solar chega a ser bloqueada entre 60 a 90%, causando a redução da temperatura (PIVETTA, 2010).

Este fenômeno ocorre quando a vegetação absorver a radiação para seu metabolismo (fotossíntese), a parcela de calor que a árvore transfere para o solo é bem menor que a céu aberto. Além disso, o movimento do ar nas folhas das árvores diminui boa parte do calor absorvido do sol (PIVETTA, 2010).

Na escala da edificação existem cinco diferentes tipos de radiação solar, são eles: radiação solar direta (onda curta), radiação solar difusa (onda curta), radiação solar refletida pelo solo ou pelo entorno (onda curta), radiação térmica emitida pelo solo ou pelo céu (onda longa) e radiação térmica emitida pelo edifício (onda longa) (McCluney 1993). Na Figura 3, podemos observar um exemplo das propriedades térmicas dos materiais (PIVETTA, 2010).

Figura 3 - Temperatura x acabamento superficial da telha



Fonte: (PIVETTA, 2010)

Temos então a transmissão de calor em coberturas,  
Planos horizontais:

$$\epsilon \cdot \Delta R L \cdot R_{se} = 4^{\circ}\text{C} \text{ (Dados Experimentais)}$$
$$T_{\text{sol-ar}} = T_{\text{ext}} + \alpha \cdot R_{s} \cdot R_{se} - 4$$

Fluxo de calor em planos horizontais (coberturas):

$$\Phi = U \cdot A \cdot (T_{\text{ext}} + \alpha \cdot R_{s} \cdot R_{se} - 4 - T_{\text{int}})$$

## CONCLUSÃO

Foi possível concluir que, em diferentes estações do ano, a seleção de materiais influencia termicamente nas condições de conforto ambiental. Foram analisadas as principais propriedades térmicas dos elementos construtivos, como: a condutividade térmica, a resistência térmica, a transmitância térmica, a densidade de fluxo de calor. Através dessa análise é possível selecionar materiais de construção civil para os mais variados tipos de aplicações, como manter um ambiente aquecido ou refrigerado com a menor perda energética possível. Além do tipo de material, concluiu-se que fatores como cor do elemento e formato podem influenciar termicamente, pois estão relacionadas com a absorção da radiação solar, que é o fator mais relevante para o ganho térmico em edificações.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente, pois sem ele não teria chegado nesse ciclo que se encerra da minha vida.

Agradeço aos amigos de Faculdade que me ajudaram de certa forma a chegar até aqui.  
Aos professores da Universidade UNIP, por passarem seus conhecimentos dentro de sala de aula.

E a todos em geral que foram essenciais para conclusão deste trabalho.

## **REFERÊNCIAS**

ASHRAE, ASHRAE Handbook - Manual de fundamentos - Fundamentals Handbook (SI Edition). Atlanta, 2009

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

PIVETTA, Joseane. Influência De Elementos Paisagísticos No Desempenho Térmico De Edificação Térrea. 2010. Dissertação. Londrina -PR. Mestrado Em engenharia civil. Disponível em: <<http://www.uel.br/pos/enges/portal/pages/arquivos/dissertacao/65.pdf>>. Acessado em: 24 de maio de 2019.

SPECHT, Luciano Pivoto; BORGES, Pedro Augusto Pereira; RUPP, Ricardo Forgiarini and VARNIER, Rosane. Análise da transferência de calor em paredes compostas por diferentes materiais. 2010, vol.10, n.4, pp.7-18. ISSN 1678-8621.