

REBOCO CELULÓSICO: ESTIMATIVA DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA

FLÁVIA RAMIRES DA SILVA¹; MÁRCIO DA FONSECA MARTINS²; GILBERTO GUIMARÃES GRANADA³; ALINE TABARELLI⁴; EDUARDO COSTA COUTO⁵; MARIA TEREZA F. POUEY⁶

¹Acadêmica do Curso de Engenharia Civil/UFPel – flavia.ramires@hotmail.com

²Acadêmico do Curso de Engenharia Civil/UFPel – marciofm88@gmail.com

³Empresário, Paretérmica: Paredes Térmicas do Brasil – paretermica@bol.com.br

⁴Professora do Centro de Engenharias/UFPel – aline.tabarelli@ufpel.edu.br

⁵Professor do Centro de Engenharias/UFPel – e.c.couto@uol.com.br

⁶Orientadora, Professora do Centro de Engenharias/UFPel – mtpouey@brturbo.com.br

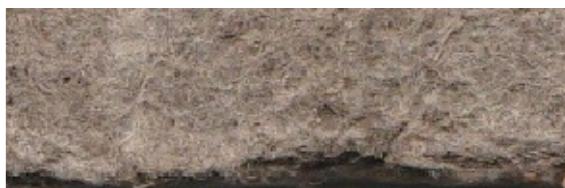
1. INTRODUÇÃO

O reboco celulósico é comercializado em Pelotas-RS e em municípios vizinhos e foi patenteado, em 2012, junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), sob o nº PI 0000118-0, intitulada “Revestimento de parede, tipo massa, constituído de fibras celulósicas, madeira reconstituída ou mistura destas”.

É um revestimento de interiores, tipo massa, de aplicação localizada, para paredes no seu estado bruto (tijolo), em alvenaria, madeira, placas divisórias ou outras superfícies com suficiente aderência. A técnica utilizada para aplicação sobre a parede é a mesma do revestimento de argamassa de cimento, cal e areia (PATENTE PI 0000118-0, 2012).

Sua principal composição são fibras celulósicas altamente resinadas, inclusive borracha líquida, emulsificante, espessante, dispersante, estabilizador, dentre outros (PARETÉRmica, 2015). A figura 1(a) mostra aspecto visual da massa celulósica seca, enquanto a 1(b), o aspecto com acabamento final, pois admite texturização e/ou pintura.

O custo do reboco celulósico, em relação ao reboco usual, gira em torno de 10 a 50% mais caro, esta variação é função da utilização de celulose virgem ou sucata de papel em sua composição (PATENTE PI 0000118-0, 2012).



a) Massa celulósica

Fonte: autores



b) Com acabamento final - texturização e/ou cor

Fonte: <http://paretermica.com.br/produto.html>

Figura 1 – Aspectos visuais da massa celulósica

As fibras lignocelulósicas vêm sendo consideradas para fins de isolamento térmico, uma vez que são leves, flexíveis, de baixo custo, abundantes e apresentam uma estrutura “micrográfica” caracterizada por muitos vazios, o que induz maior resistência térmica ao fluxo de calor (NEIRA, 2005). Corroborando com a ideia, Cruz (2009) cita as fibras vegetais ou lignocelulósicas, entre os materiais naturais que vêm sendo empregados na construção civil com a finalidade de controlar as trocas de calor entre o ambiente externo e interno, principalmente nas paredes e coberturas das edificações que sofrem incidência direta da radiação solar.

Ainda de acordo com a patente PI 0000118-0, 2012, uma das vantagens que o material apresenta é um relativo isolamento, tanto térmico como acústico.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo estimar o valor da condutividade térmica da massa celulósica empregada como reboco.

A condutividade térmica (λ) é uma propriedade dos materiais, depende da densidade do material e representa sua capacidade em conduzir maior ou menor quantidade de calor, na unidade de tempo (LAMBERTS *et al.*, 2014). É expressa em W/(m.K) (ABNT NBR 15220-1, 2005). Os métodos normatizados para determinação desta propriedade (placa quente protegida e método fluximétrico, ambos realizam medições em regime permanente) são descritos na norma técnica NBR 15220 Desempenho térmico de edificações, em suas Partes 4 e 5 (ABNT NBR 15220-4 e ABNT NBR 15220-5, 2005). No entanto, neste trabalho, a condutividade foi estimada, através de cálculo empregando dados experimentais levantados em regime variável, embora contrariando o prescrito na norma técnica, a estimativa serve com um estudo exploratório.

2. METODOLOGIA

Os dados usados neste trabalho foram levantados em um estudo experimental que avaliou a influência da aplicação do reboco celulósico como revestimento de superfícies, quanto à resposta térmica à variação natural da temperatura do ar, em condições de verão, portanto em regime variável. (MARTINS *et al.* - aceito no ENCAC/ELACAC 2015 - Encontro Nacional e Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído).

Neste estudo, foram construídas duas câmaras com mesmas dimensões e constituição (painel de madeira reconstituída OSB - *Oriented Strand Board*), sendo que uma difere-se da outra pela aplicação do reboco celulósico na superfície externa. Ambas receberam o mesmo acabamento externo, ou seja, mesma pintura. O experimento foi montado nas dependências do Centro de Engenharias, na cidade de Pelotas / RS. A disposição foi feita conforme pode ser observado na figura 2.

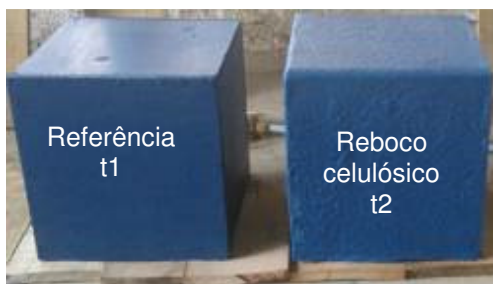


Figura 2 – Disposição das câmaras

No interior de cada câmara foi instalado um registrador Data Logger, marca OmegaEngineering Inc., a fim de registrar a temperatura do ar interno, chamadas de t1, a do interior da câmara sem reboco, considerada referência, e t2, a da câmara com reboco celulósico. Também foi registrada a temperatura do ar do ambiente onde o experimento foi instalado, chamada, neste trabalho, de temperatura externa – t_{ext} .

A obtenção de dados ocorreu, em condições de verão, no mês de março de 2015, do dia 11 ao dia 20, começando e encerrando às 12h. Os registros das temperaturas aconteceram de uma em uma hora, totalizando 217 medições para cada tratamento.

Para estimar o valor da condutividade térmica do material empregado no reboco celulósico, a partir do esquema mostrado na figura 2, foram feitos cálculos

de acordo com os princípios de transferência de calor e procedimentos e dados apresentados na ABNT NBR 15220-2 (2005).

Para tanto, as características adotadas para os materiais estão apresentados na tabela 1. Para a espessura do reboco celulósico, foi adotado um valor médio entre 6 e 9 mm, verificados em diferentes partes das câmaras (menor no centro das laterais e maior próximo aos bordos).

Tabela 1 – Característica dos materiais

Material	Espessura (mm)	Condutividade térmica - λ (W/(m.K))
OSB	20	0,12(Tabela B.3 – NBR 15220/2)
Reboco celulósico	7	$\lambda_{RC}(?)$

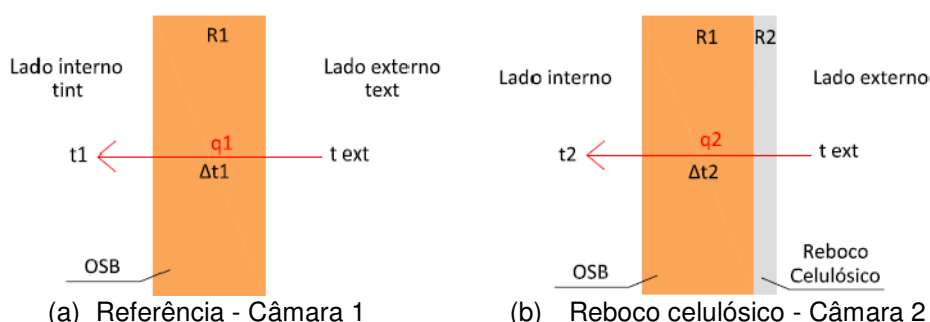


Figura 3 – Esquema de transferência de calor adotado

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das diferenças de temperaturas verificadas em cada câmara, considerando que a temperatura externa é a mesma e que houve um acréscimo da resistência térmica do fechamento com o acréscimo da camada do reboco celulósico, foi calculada a resistência térmica da camada de reboco celulósico e, em seguida, a condutividade térmica (λ) do material. A Figura 4 apresenta gráfico com os valores calculados de λ para as diversas medições de temperaturas.

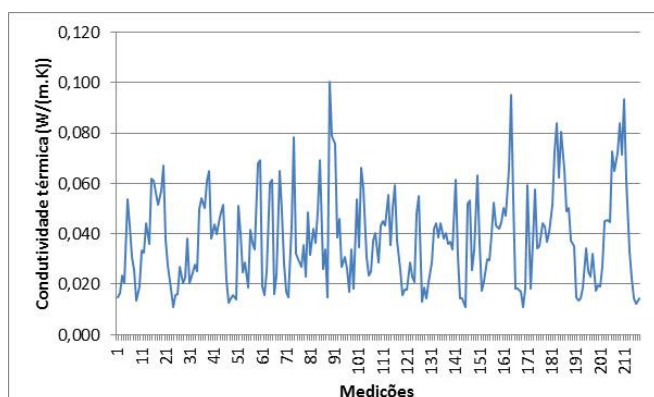


Figura 4 – Valores de condutividade térmica (λ) calculados em função das diferenças de temperaturas medidas experimentalmente

Os valores calculados variaram de 0,013 a 0,10, com média de 0,030 W/(m.K). O valor médio é compatível com o de um bom material isolante térmico e, por exemplo, chega a ser inferior à 0,058 W/(m.K) de um aglomerado de fibras de madeira (leve /200-250 kg/m³). O valor máximo, 0,10 W/(m.K), coincide com os de alguns materiais derivados da madeira, tais como placa prensada (350-450 kg/m³) e aparas de madeira aglomerada com cimento em fábrica (250-350 kg/m³)(Tabela B.3 – NBR 15220/2).

4. CONCLUSÕES

Os métodos normatizados para determinação da condutividade térmica (λ) dos materiais, placa quente protegida e método fluximétrico, são descritos na norma técnica NBR 15220- Desempenho térmico de edificações (Partes 4 e 5). Este trabalho não utilizou um método padronizado, fazendo apenas uma estimativa a partir de cálculo empregando dados experimentais de diferenças de temperaturas ocorridas ao longo de dez dias, cujos resultados apresentaram variação de acordo com a variação destas diferenças. Os valores estimados são compatíveis com os de um isolante térmico, no entanto, sua confirmação deve ser resultado de ensaios normatizados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15220. **Norma Brasileira de Desempenho Térmico de Edificações**. Parte 1: Definições, Símbolos e Unidades. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15220. **Norma Brasileira de Desempenho Térmico de Edificações**. Parte 2: Métodos de Cálculo da Transmitância Térmica, da Capacidade Térmica, do Atraso Térmico e do Fator de Calor Solar de Elementos e Componentes de Edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15220. **Norma Brasileira de Desempenho Térmico de Edificações**. Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15220. **Norma Brasileira de Desempenho Térmico de Edificações**. Parte 5: Medição da resistência e da condutividade térmica pelo método fluxométrico. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3.ed. Rio de Janeiro, 2014.

MARTINS, Márcio *et al.*, **Avaliação térmica-experimental de reboco celulósico comercializado em Pelotas-RS** (trabalho completo aceito no ENCAC/ELACAC 2015 - Encontro Nacional e Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído).

NEIRA, D. S. M. **Fibras de sisal (Agave sisalana) como isolante térmico de tubulações**. Natal, RN, 2005. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Natal, RN, 2005. 79 f.

PARETÉRMICA. **Paredes Térmicas do Brasil**. Disponível em: <http://www.paretermica.com.br/empresa.html>. Acesso em 27 de julho de 2015.

PATENTE PI 0000118-0. **Processo para obtenção de um revestimento de parede tipo massa constituído em fibra celulósica, madeira reconstituída ou mistura dessas**. Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (INPI), 2012.