

# **PROPRIEDADES TÉRMICAS DA MADEIRA**

# Introdução

As propriedades térmicas da madeira podem ser observadas quando se fornece ou se remove Energia (calor) ao material.



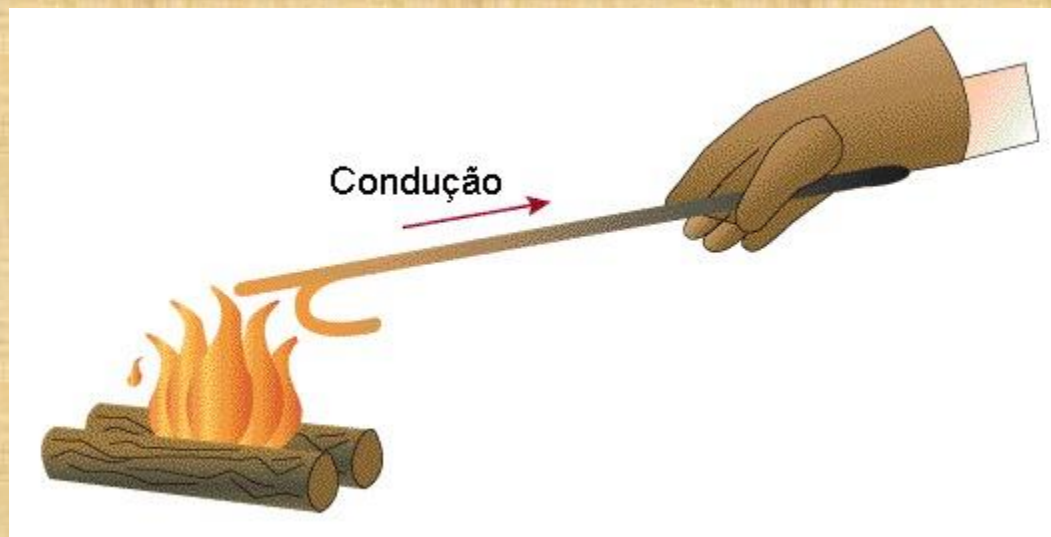
# Transferência de calor

- A transferência de calor pode acontecer de três formas:
- Condução;
- Convecção;
- Radiação.



# Condução

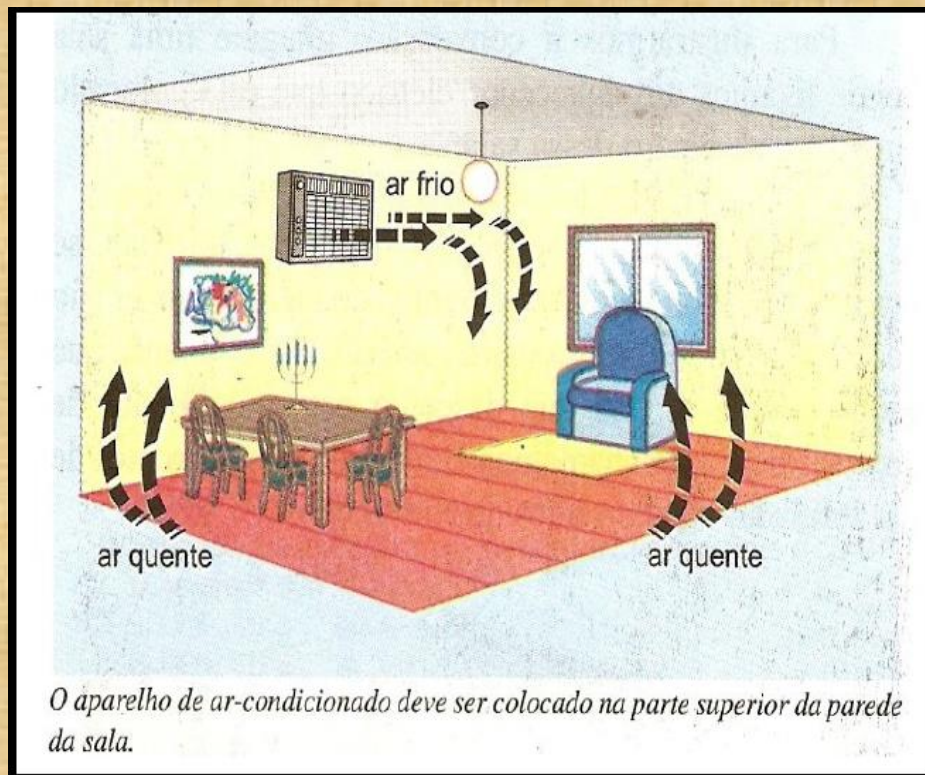
- A transferência de calor via condução ocorre pela colisão entre os átomos e moléculas de uma determinada substancia, assim gerando calor; como no caso da madeira.





# Convecção

- É como ocorre a transferência de calor dentro de ambientes fechados.



# Radiação

- A transferência de calor por radiação ocorre por meio de ondas eletromagnéticas. Não é necessário contato entre os corpos para que haja transferência de calor, pois as ondas podem se propagar no vácuo.



# Propriedades térmicas da madeira

- Dentro das propriedades térmicas da madeira, as mais importantes são:
- Calor específico.
- Condutividade térmica.
- Transmissão ou Difusão térmica.
- Coeficiente de expansão térmica (dilatação).
- Capacidade de isolamento térmico.



# CALOR ESPECÍFICO

- Calor específico é a quantidade de energia (calor), em Kcal ou KJ necessária para que haja aumento de 1 °C de temperatura em 1kg de matéria.
- O calor específico da madeira depende da temperatura e do teor de umidade do material. Contudo, esta propriedade independe da densidade ou da espécie florestal.



Substância	calor específico (cal/g°C)
Água	1,0
Ar	0,24
Carbono	0,12
Hidrogênio	3,4
Ouro	0,032
Vidro	0,16
<b>Madeira</b>	<b>0,42</b>

Tabela 01 de Calor Específico de Várias Substâncias

# CALOR ESPECÍFICO

- Esta propriedade se utiliza muito na vida cotidiana aliada a propriedade de condutividade térmica. Os cabos de utensílios de cozinha e aparelhos de aquecimento são feitos de madeira não apenas por serem maus condutores de calor, mas porque se aquecem muito menos que se fossem de metal. No entanto, quando a madeira contém água o seu calor específico é aumentado, devido ao fato do calor específico da água ser mais alto.



# CONDUÇÃO TÉRMICA DA MADEIRA

- O que é?
  - É a velocidade com que o calor se transporta em materiais submetidos a um gradiente de temperatura.
- Importância:
  - Isolamento térmico;
  - Industrialização da madeira nos processos de aquecimento, vaporização ou cozimento;



# Coeficiente de condutividade térmica

- Indica a quantidade de calor conduzido em um cubo de  $1\text{m}^3$ , calculado em  $\text{Kcal/m.h.}^\circ\text{C}$

↓ coeficiente = melhor isolante térmico

$$\lambda_{12} = 0,168 \cdot r_{12} + 0,022 \quad (\text{Kcal} / \text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}) \quad (27)$$

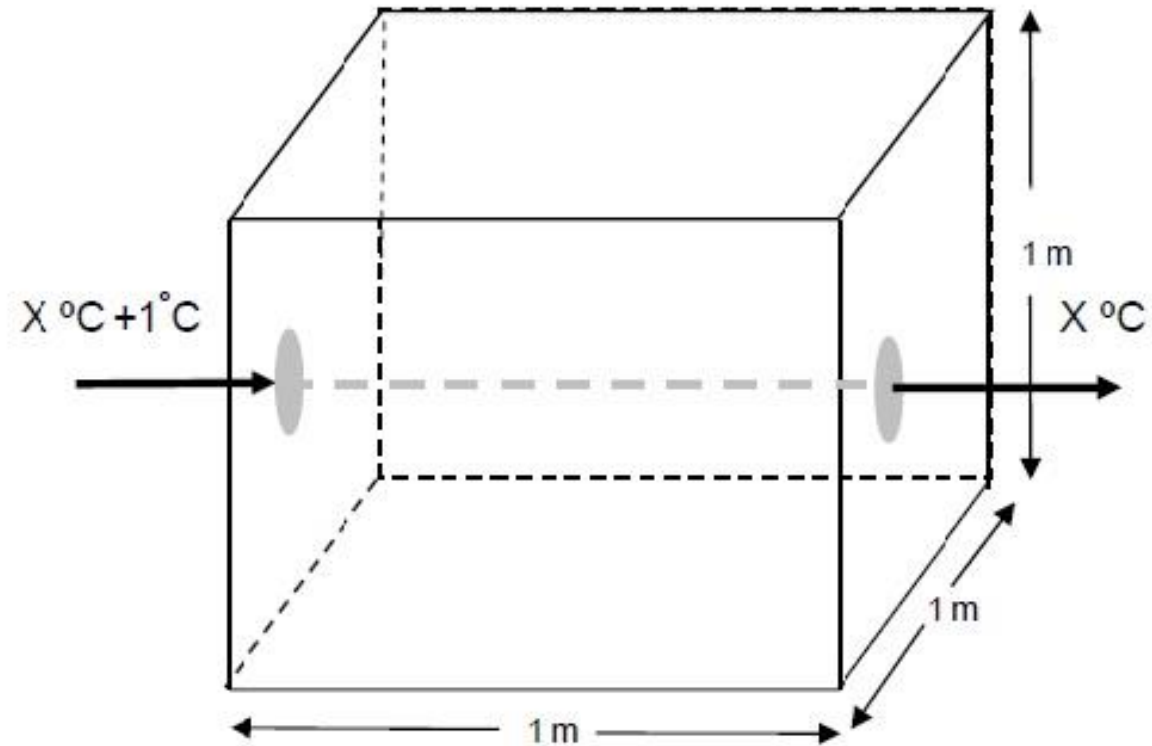


Figura 01 - Representação esquemática da forma de determinação do coeficiente de condutividade térmica ( $\lambda$ ) da madeira.

# Coeficiente de condutividade térmica da madeira

- É considerado relativamente baixo:  $\lambda=0,12$ ;
- A causa disso é a falta de elétrons livres e o tipo da estrutura porosa da madeira, pois existe ar dentro de seu interior, este junto com o material lenhoso possuem baixa condutividade.
- Mesmo sendo baixa a condutividade na madeira, a condução do calor é maior no sentido da grã e, em relação aos outros sentidos anatômicos no sentido radial ele é 5 a 10 % maior que no sentido tangencial.



- O fluxo de calor na madeira varia de acordo com a direção anatômica, as irregularidades estruturais e outras variáveis relatadas abaixo:
- - Quanto maior a massa específica, o teor de umidade, o teor de extrativos e o aumento de temperatura maior será a condutividade térmica.

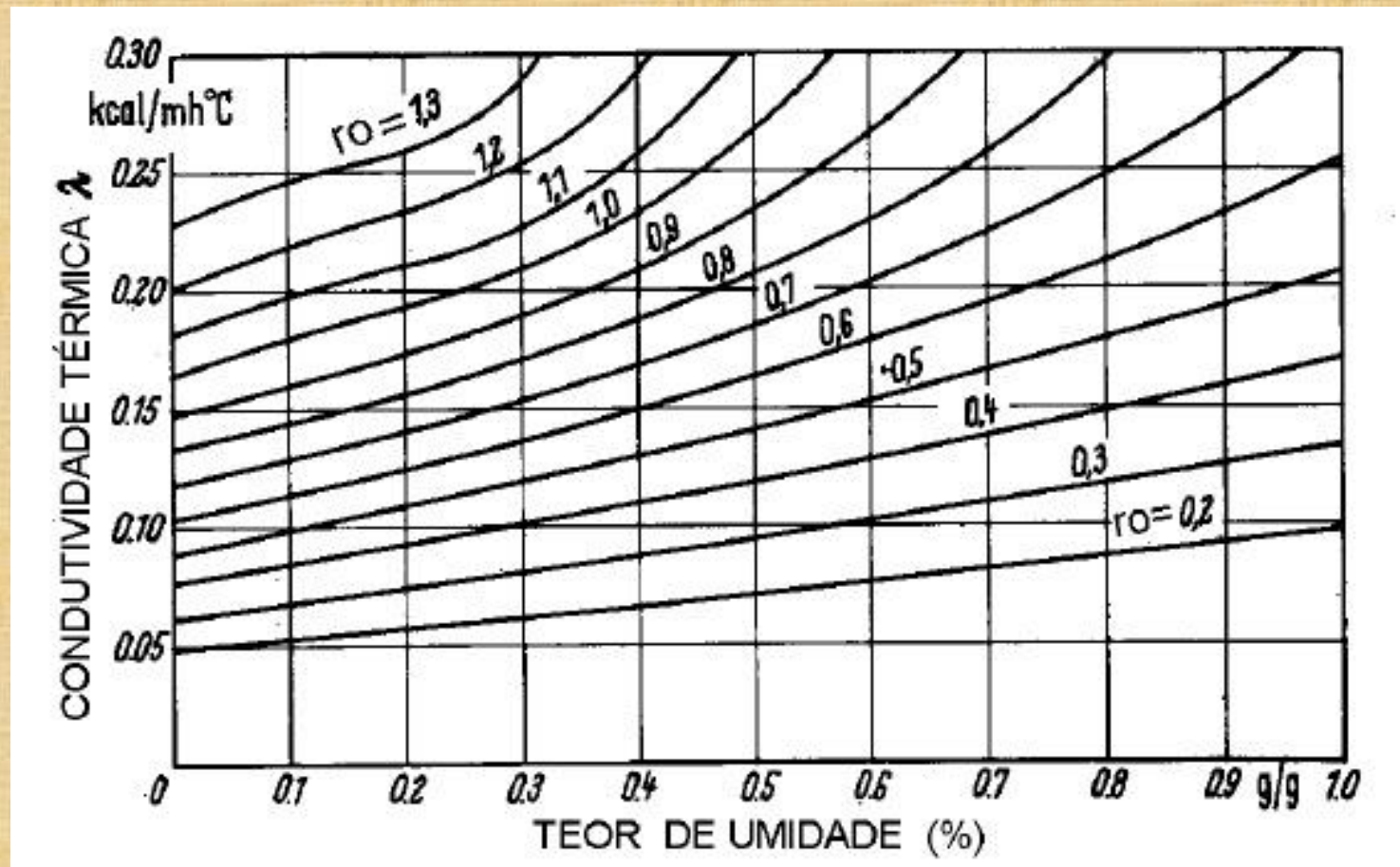


Figura 02: Relacionamento entre a condutividade térmica e o teor de umidade, para madeiras com diferentes massas específicas, a 0%U.

<b>MATERIAL</b>	<b>Kcal / m.h.°C</b>
Vácuo	0,00
Ar	0,0216
Poliestireno expandido	0,035
Lã de vidro (20 kg/m <sup>3</sup> ) seca	0,05
Balsa ( <i>Ochroma lagopus</i> )	0,054
Chapa aglomerada	0,07 - 0,12
Pinheiro do Paraná ( <i>Araucaria angustifolia</i> )	0,12
Tijolo	0,4
Água	0,5
Concreto armado	1,75
Cobre	50,0
Alumínio	230,0
Ferro	330,0

Tabela 02 : exemplos de alguns coeficientes de condutividade térmica



# Na prática

- O coeficiente de condutividade térmica ( $\lambda$ ) é utilizado para calcular o coeficiente de transmissão térmica (K), e/ou o coeficiente de resistência à transmissão térmica ( $1/K$ ), com a finalidade de satisfazer as exigências térmicas de uma edificação.

- Na combustão da madeira, as camadas superficiais proporcionam uma superfície de carbonização protetora que isola a restante seção da madeira do oxigênio, diminuindo a propagação do fogo.



# TRANSMISSÃO TÉRMICA

- Rapidez em que um material pode absorver calor de suas imediações;
- relação entre a condutividade térmica e o produto do calor específico com a massa específica da madeira;
- $a = \lambda / C.r$  (m<sup>2</sup> /h) 34

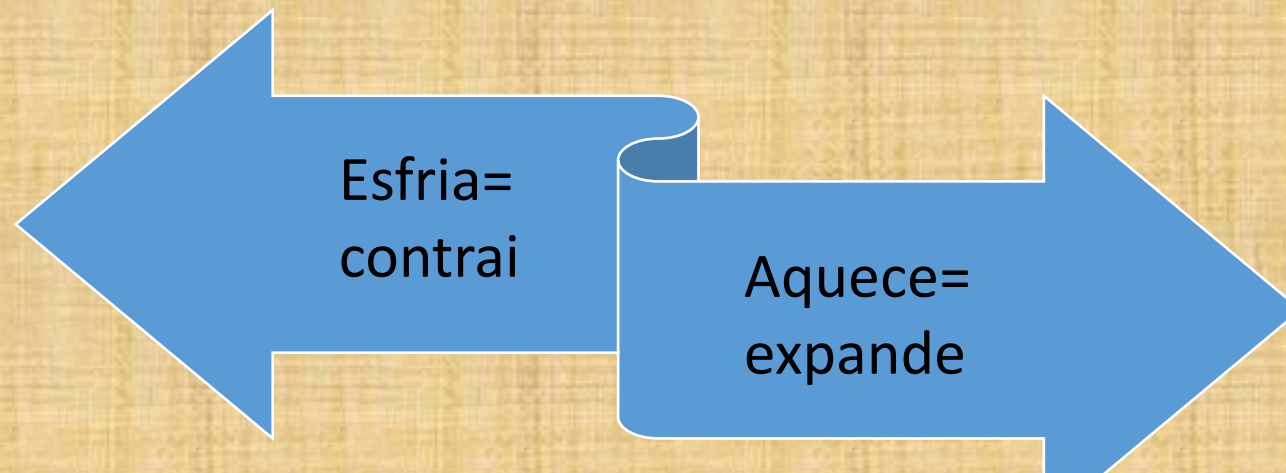


# DIFUSÃO TÉRMICA

- Expressa quão rapidamente um corpo se ajusta por inteiro à temperatura de seu entorno;
- Materiais de baixa difusividade retardam a transferência de variações externas de temperatura para o interior das construções;
- A difusão térmica da madeira é baixa se comparada a outros materiais como o metal.

# EXPANSÃO TÉRMICA (DILATAÇÃO)

- É causada pela mudança de temperaturas, ocorrendo uma alteração dimensional da madeira.
- Quando aquecida aumenta de tamanho, já quando resfriada, seu tamanho diminui.
- Na madeira, a temperatura e a expansão são praticamente de exclusividade linear.



# EXPANSÃO TÉRMICA (DILATAÇÃO)

- Na madeira, as variações de expansão, em suas dimensões são pequenas e na prática, desprezáveis. Já que a madeira é utilizada entre variações de temperaturas pequenas.

# EXPANSÃO TÉRMICA (DILATAÇÃO)

Nas condições de temperatura = 0°C e umidade = 0%, seus coeficientes de dilatação, na direção axial ou longitudinal, nas direções radial ou tangencial e dilatação volumétrica, são respectivamente:

$$\alpha = 0,05 \times 10^{-4}$$

$$\alpha = 0,5 \times 10^{-4}$$

$$\alpha = 1 \times 10^{-4}$$

Sendo assim: a expansão da madeira nas maioria das vezes é vista pela variação da umidade, que normalmente é maior que a de temperatura.



# Isolamento Térmico

**Madeira**



**Bom isolante  
térmico**

# Isolamento Térmico

- Esta propriedade, tem muita importância o isolamento de temperatura em edificações, e também na industrialização da madeira.
  - $1/K = 1/Q_i + d_1 / \lambda_1 + d_2 / \lambda_2 + \dots + d_n / \lambda_n + 1/Q_e$

onde:

$1/K$  = Coef. de resistência à transmissão térmica, ou de calor/frio

$Q_i$  = Coef. de transmissão térmica entre o ar do ambiente interior e a superfície interior da parede considerada

$d$  = Espessura individual da camada da parede que está sendo considerada;

$\lambda$  = Coeficiente de condutividade térmica do material que constitui a camada considerada

$Q_e$  = Coeficiente de transmissão térmica entre o ar do ambiente exterior e a superfície exterior da parede considerada.

# Isolamento Térmico

<u>Material</u>	<u>W/ m<sup>2</sup> °C</u>	<u>Observações</u>
Alumínio	200	A madeira é 1650 vezes melhor isolante
Aço	60	A madeira é 500 vezes melhor isolante
Betão	1,5	A madeira é 12 vezes melhor isolante
Vidro	1,15	A madeira é 10 vezes melhor isolante
Madeiras Resinosas	0,12	A madeira é 3 vezes pior isolante, mas evita as “pontes térmicas “
Materiais Isolantes	0,04	

# Isolamento Térmico

- Chapas Isolantes: são painéis de fibras de madeira, que fornece ao material propriedades termoacústicas
- São leves, inodoras.
- O uso de madeira em construção serve para retenção de calor no ambiente, além de menor absorção no interior das construções



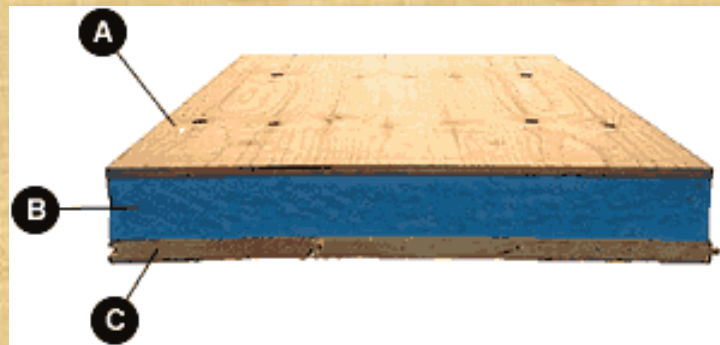
# Isolamento Térmico



Isofan ventilatto



Airfan OSB



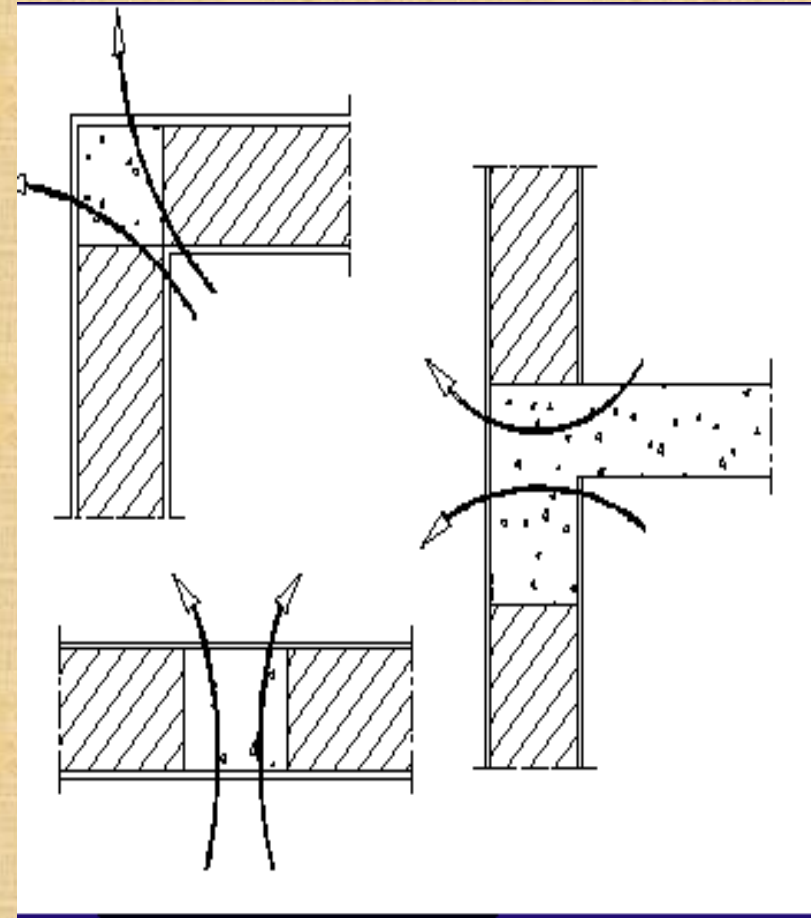
Isofan



Airfan

# Pontes Térmicas

- Pontes térmicas são zonas da construção, cujo a resistência térmica é alterada, devido a diferença de condutibilidade térmica.
- Perda térmica para o exterior
- Diminuição da temperatura superficial interior
- Aparecimento de manchas, fissuras,



# REFERÊNCIAS

- [http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=1238&subject=E](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1238&subject=E)
- <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/conducao-termica-1.htm>
- <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasmoreschi/PROPRIEDADES%20DA%20MADEIRA.pdf>