

# DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES

Prof.ª Dr.ª Carolina de Rezende Maciel  
2017

CONFORTO TÉRMICO

Universidade Presbiteriana Mackenzie | Faculdade de Arquitetura e Urbanismo | Apoio: Mackpesquisa

---

---

---

---

---

---

---

---

## Trocas Térmicas – Elementos Opacos

Radiação solar incidente

EXT. INT.

Trocas de calor através de paredes opacas  
Fonte: Adaptado de FROTA, A. Barros. Manual de Conforto Térmico, p.42.

CONFORTO TÉRMICO

Universidade Presbiteriana Mackenzie | Faculdade de Arquitetura e Urbanismo | Apoio: Mackpesquisa

---

---

---

---

---

---

---

---

## Trocas Térmicas – Elementos Opacos

Radiação solar incidente

Radiação solar refletida

EXT. INT.

Trocas de calor através de paredes opacas  
Fonte: Adaptado de FROTA, A. Barros. Manual de Conforto Térmico, p.42.

CONFORTO TÉRMICO

Universidade Presbiteriana Mackenzie | Faculdade de Arquitetura e Urbanismo | Apoio: Mackpesquisa

---

---

---

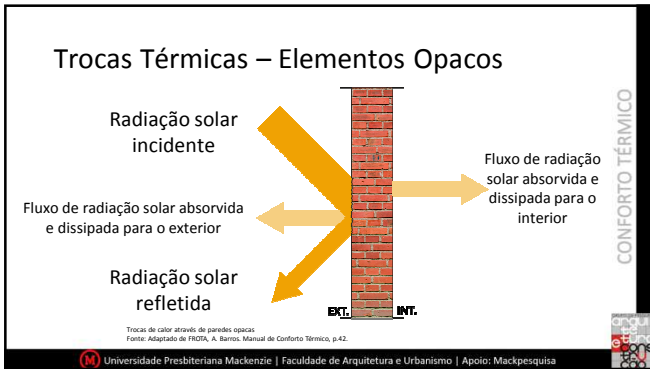
---

---

---

---

---



---

---

---

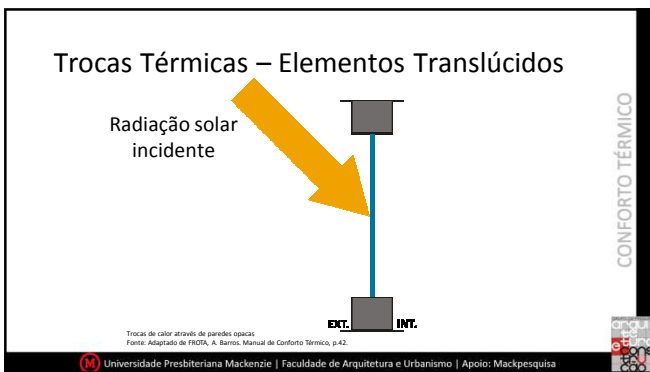
---

---

---

---

---



---

---

---

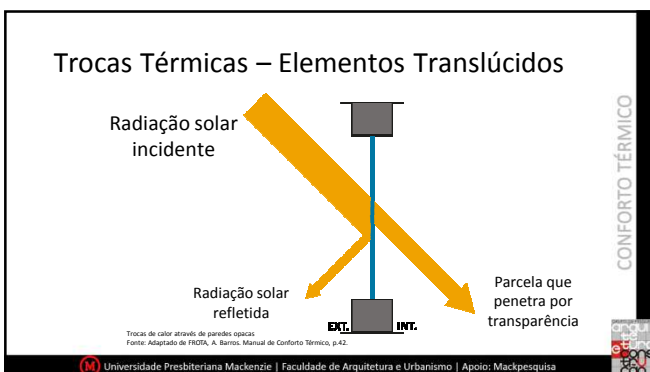
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

### Trocas Térmicas – Elementos Translúcidos

Radiação solar incidente

Parcela dissipada para o exterior

Radiação solar refletida

EXT. INT.

Parcela dissipada para o interior

Parcela que penetra por transparência

Trocas de calor através de paredes opacas.  
Fonte: Adaptado de FROTA, A. Barros. Manual de Conforto Térmico, p.42.

CONFORTO TÉRMICO

Universidade Presbiteriana Mackenzie | Faculdade de Arquitetura e Urbanismo | Apoio: Mackpesquisa

---

---

---

---

---

---

---

---

### Inércia Térmica

A inércia térmica depende das propriedades térmicas da envolvente e dos componentes construtivos internos. Uma parede apresenta maior ou menor inércia térmica de acordo com seu peso e sua espessura.

New Concrete House - Weipi da Mouron  
Fonte: <http://www.waspidesign.com.br/>

CONFORTO TÉRMICO

Universidade Presbiteriana Mackenzie | Faculdade de Arquitetura e Urbanismo | Apoio: Mackpesquisa

---

---

---

---

---

---

---

---

### Inércia Térmica

- À inércia térmica estão associados dois fenômenos de grande significado para o comportamento térmico do edifício: o amortecimento e o atraso da onda de calor, devido ao aquecimento ou ao resfriamento dos materiais.

MHP Desert Cultural Centre - HBBH Architects  
Fonte: <http://www.dialogdesign.ca/>

CONFORTO TÉRMICO

Universidade Presbiteriana Mackenzie | Faculdade de Arquitetura e Urbanismo | Apoio: Mackpesquisa

---

---

---

---

---

---

---

---

### Inércia Térmica – Amortecimento

- A capacidade de amortecimento é a propriedade do fechamento de diminuir a amplitude das variações térmicas.

Amortecimento da temperatura por meio da envoltória de um ambiente  
Fonte: Adaptado de AKUTSU, M. Método para avaliação do desempenho térmico de edificações, no Brasil.

CONFORTO TÉRMICO

Universidade Presbiteriana Mackenzie | Faculdade de Arquitetura e Urbanismo | Apoio: Mackpesquisa

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Inércia Térmica – Atraso ( $\phi$ )

- Medido em horas, é definido como o tempo que transcorre entre os momentos de ocorrência da temperatura máxima do ar no exterior e no interior da edificação.

Atraso térmico em relação à temperatura externa  
Fonte: Adaptado de AKUTSU, M. Método para avaliação do desempenho térmico de edificações, no Brasil.

CONFORTO TÉRMICO

Universidade Presbiteriana Mackenzie | Faculdade de Arquitetura e Urbanismo | Apoio: Mackpesquisa

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Inércia Térmica

- O atraso e o amortecimento, juntos, compõem a inércia térmica, que é função da densidade, da condutibilidade e da capacidade calorífica da parede.

Amortecimento e atraso térmico  
Fonte: Adaptado de AKUTSU, M. Método para avaliação do desempenho térmico de edificações, no Brasil.

CONFORTO TÉRMICO

Universidade Presbiteriana Mackenzie | Faculdade de Arquitetura e Urbanismo | Apoio: Mackpesquisa

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**NBR 15.575 (2013) – Edificações Habitacionais - Desempenho**



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

- Parte 1: Requisitos gerais
- Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais
- Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos
- Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE
- Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas
- Parte 6: Sistemas Hidrossanitários

CONFORTO TÉRMICO

Universidade Presbiteriana Mackenzie | Faculdade de Arquitetura e Urbanismo | Apoio: Mackpesquisa

---

---

---

---


---

---

---

---

**NBR 15.575 (2013) – Edificações Habitacionais - Desempenho**



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

- Parte 1: Requisitos gerais
- Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais
- Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos
- Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE
- Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas
- Parte 6: Sistemas Hidrossanitários

CONFORTO TÉRMICO

Universidade Presbiteriana Mackenzie | Faculdade de Arquitetura e Urbanismo | Apoio: Mackpesquisa

---

---

---

---

---

---

---

---

**NBR 15.575 (2013) – Edificações Habitacionais - Desempenho**



Os critérios de desempenho térmico são baseados nas zonas bioclimáticas brasileiras.

Paredes da fachada e cobertura devem atender aos critérios de desempenho:

- **Nível Mínimo (M);**
- **Nível Intermediário (I);**
- **Nível Superior (S);**

CONFORTO TÉRMICO

Zonamento Bioclimático Brasileiro  
Fonte: NBR 15.520 Desempenho Térmico de edificações - Parte 3: Zonamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social

Universidade Presbiteriana Mackenzie | Faculdade de Arquitetura e Urbanismo | Apoio: Mackpesquisa

---

---

---

---


---

---

---


---

### NBR 15.575 – 1A Método Simplificado



**Parede A**

Argamassa int.  
Bloco concreto  
Argamassa ext.



**Parede B**

Argamassa int.  
Bloco cerâmico  
Argamassa ext.

- **Paredes** – analisar valores de:
  - Transmitância térmica (U) -  $W/m^2.K$ ;
  - Capacidade térmica (CT) -  $kJ/m^2.K$ ;
- Exemplo:
  - Parede A –  $U= 2,86W/m^2.K$ ;  $CT= 2,03kJ/m^2.K$
  - Parede B -  $U= 2,55W/m^2.K$ ;  $CT= 115kJ/m^2.K$

Exemplos de vedações verticais.  
Fonte: IPT - Desenvolvimento de edificações habitacionais: Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013.

Universidade Presbiteriana Mackenzie | Faculdade de Arquitetura e Urbanismo | Apoio: Mackpesquisa

CONFORTO TÉRMICO

---

---

---

---

---

---


---

---

---


---

### NBR 15.575 – 1A Método Simplificado



**Cobertura A**

Laje maciça  
Câmara de ar  
Telha cerâmica



**Cobertura B**

Forro PVC  
Câmara de ar  
Telha  
Fibrocimento

- **Cobertura** – analisar valores de:
  - Transmitância térmica (U) -  $W/m^2.K$ ;
- Exemplo:
  - Cobertura A –  $U= 2,05 W/m^2.K$ ;
  - Cobertura B -  $U= 1,76 W/m^2.K$ ;

Exemplos de vedações verticais.  
Fonte: IPT - Desenvolvimento de edificações habitacionais: Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013.

Universidade Presbiteriana Mackenzie | Faculdade de Arquitetura e Urbanismo | Apoio: Mackpesquisa

CONFORTO TÉRMICO

---

---

---

---

---

---


---

---


---

---

### NBR 15.575 – 1B Método Simulação



DesignBuilder  
SOFTWARE



OpenStudio

- Modelo virtual da habitação, considerando todas as características construtivas, ou seja, dimensões, aberturas e tipo de portas e janelas, materiais constituintes, etc.
- Todas as condições climáticas devem ser consideradas para os **dias típicos de inverno e de verão**, incluindo temperatura e umidade relativa do ar, radiação solar, nebulosidade, direção e velocidade do vento.

Exemplos de vedações verticais.  
Fonte: IPT - Desenvolvimento de edificações habitacionais: Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013.

Universidade Presbiteriana Mackenzie | Faculdade de Arquitetura e Urbanismo | Apoio: Mackpesquisa

CONFORTO TÉRMICO

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## NBR 15.575 – 2 Método Medição



Protótipo Casa Eficiente (LABEEE - UFSC).  
Fonte: [http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente\\_vol\\_1\\_WEB.pdf](http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente_vol_1_WEB.pdf)

- Medições devem ser feitas em período que corresponda ao dia típico de verão ou de inverno, precedido por, pelo menos, um dia com características semelhantes.
- As medições in loco poderão ser realizadas em habitações já construídas ou em protótipos (deverão reproduzir as condições mais semelhantes possíveis àquelas que serão observadas na edificação real).

CONFORTO TÉRMICO

---

---

---

---

---

---

---

---

## Referências

- AKUTSU, Maria. *Método para avaliação do desempenho térmico de edificações no Brasil*. Tese de Doutorado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15220-3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575: Edifícios Habitacionais de até Cinco Pavimentos – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
- FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Suelli Ramos. *Manual de conforto térmico*. Studio Nobel, 2006.
- LAMBERTS, Roberto et al. *Casa eficiente: Bioclimatologia e desempenho térmico*. Florianópolis: UFSC/LabEEE, v. 1, p. 123, 2010.
- Wespi de Meuron Architects – Disponível em: <http://www.wespidemeuron.ch/>. Acesso em 28 jul. 2016.
- HBBH Architects – Disponível em: <http://www.dialogdesigo.ca/>. Acesso em 28 jul. 2016.

CONFORTO TÉRMICO

---

---

---

---

---

---

---

---