

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade

**ANÁLISE DE GRAUS-HORA DE RESFRIAMENTO E CONSUMO DE
AQUECIMENTO DE AMBIENTES DE PERMANÊNCIA PROLONGADA A PARTIR
DA ALTERAÇÃO DA ABSORTÂNCIA SOLAR DOS FECHAMENTOS OPACOS
VERTICAIS**

**DEGREE-HOUR ANALYSIS OF REFRIGERATION AND CONSUMPTION OF
LONG-STAY ENVIRONMENT HEATING BY THE ALTERNATION OF THE
SOLAR ABSORBANCE OF VERTICAL OPAQUE SHUTDOWNS**

Roberta Mulazzani Doleys Soares, Camila Marin Lenise, Caroline Herter e Jaqueline Petenon
Smaniotto

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo analisar a influência da absorptância solar dos fechamentos opacos verticais nos resultados de graus-hora de resfriamento e o consumo de energia para aquecimento dos ambientes de permanência prolongada de uma residência localizada na zona bioclimática 2 brasileira. O projeto da residência objeto de estudo apresenta algumas estratégias que beneficiam o conforto térmico e a sustentabilidade, possuindo paredes com jardim vertical, redutor de vento, placa solar, reaproveitamento de madeira em pergolado e o uso de tijolos de demolição. Para esse estudo será utilizado simulação computacional através do programa DesignBuilder, embasado por parâmetros da NBR 15575 Edificações Habitacionais - Desempenho (ABNT, 2013) e do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R, 2012). A pesquisa será de grande valia para compreender os efeitos da absorptância solar no desempenho térmico e consumo de energia da edificação avaliada, além de contribuir com os estudos vinculados a temática.

Palavras-chave: fechamentos opacos verticais, absorptância solar, desempenho térmico, consumo de energia.

ABSTRACT

The present work aims to analyze the influence of solar absorptance of opaque vertical shutdowns in cooling degree-time results and energy consumption for heating of loitering environments of a residence located on bioclimatic zone 2 Brazilian. The design of the residence object of study presents some strategies that benefit the thermal comfort and sustainability, having walls with vertical garden, wind reducer, solar plate, wooden pergola and reuse in the use of demolition bricks. For this study will be used computer simulation through DesignBuilder program, based on parameters of ISO 15575 Buildings Housing - Performance (ABNT, 2013) and Regulation Quality Technician Energy Efficiency Level Residential Buildings (RTQ-R, 2012). The research will be of great value to understand the effects of solar absorptance in thermal performance and assessed building energy consumption and contribute to studies linked the issue.

Keywords: vertical opaque shutdowns, solar absorptance, thermal performance, energy consumption.

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento do comportamento térmico de uma edificação é necessário, não só para que seja possível planejar e obter ambientes confortáveis termicamente, como para minimizar o consumo de energia [...] (PINTO, 2002). Diante disso, é válido compreender as propriedades termofísicas dos materiais e elaborar projetos que aproveitem os recursos renováveis para reduzir o uso da climatização artificial.

Este trabalho considerará como objeto de estudo um modelo de residência com área de 75,64m², possuindo varanda, sala de estar, sala de jantar e cozinha integrados, dois dormitórios, um banheiro e área de serviço. O projeto apresenta algumas estratégias que beneficiam o conforto térmico e a sustentabilidade, pois possui paredes com jardim vertical, o redutor de vento, placa solar, reaproveitamento de madeira no pergolado e o uso de tijolos de demolição.

Dessa forma, a presente pesquisa contemplará a análise da influência da absorptância solar (α) dos fechamentos opacos verticais nos resultados de graus hora de resfriamento e consumo energia para aquecimento dos ambientes de permanência prolongada de um modelo de residência.

1.1 Objetivo Geral

Avaliar a influência da absorptância solar dos fechamentos opacos verticais nos resultados de graus hora de resfriamento (GH_R) e consumo para aquecimento (CA) de uma residência localizada na Zona Bioclimática 2 Brasileira, através do programa computacional *DesignBuilder*.

1.2 Objetivos Específicos

- Utilizar os limites de transmitância térmica (U) /capacidade térmica (CT) para os fechamentos conforme a Zona Bioclimática 2 (ZB) e os valores de absorptância solar da NBR 15575 (2013) para as simulações do modelo de residência.

- Usar os parâmetros do método de simulação do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R) para as simulações do modelo de residência.

- Avaliar o impacto da variação da propriedade termofísica α dos fechamentos opacos verticais sobre os resultados de GH_R e CA dos ambientes de permanência prolongada.

- Comparar os resultados de GH_R e CA dos ambientes de permanência prolongada provenientes da alteração da α .

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Desempenho térmico

De acordo com Francisco (2009) o desempenho térmico é um fator importante em habitações, pois, uma vez projetada para o clima no qual está inserida, a edificação torna-se confortável, além de economizar energia.

Segundo a NBR 15575 (2013) a avaliação do desempenho térmico relaciona-se com as diversas características do local da construção, como: a topografia, temperatura e umidade do ar, direção e velocidade do vento, e da edificação, tais como: materiais utilizados, dimensões dos cômodos, pé direito, orientação das fachadas, dimensões e tipo de janelas. Nos métodos de avaliação do desempenho térmico, os dados climáticos são caracterizados pelos dias típicos de projeto, para os períodos de inverno e verão.

Os critérios de desempenho térmico são estabelecidos com base nas zonas bioclimáticas brasileiras, que estão divididas em oito áreas e apresentam um conjunto de

recomendações e estratégias construtivas (diretrizes bioclimáticas) orientadas e destinadas às habitações.

2.2 Fechamentos opacos

Nos fechamentos opacos a transmissão do calor ocorre pela diferença de temperatura entre o exterior e o interior da edificação. Segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2004), a transmissão de calor pode ser dividida em três fases, a primeira consiste na troca de calor com o meio exterior, que ocorre por convecção e radiação. Na segunda fase, ocorre à condução através do fechamento pela diferença de temperatura da superfície externa e interna, promovendo a troca de calor entre elas. Já a terceira fase é a troca de calor com o meio e as trocas térmicas voltam a ser por convecção e radiação.

A escolha consciente dos materiais a serem empregados na edificação de vem isolar o máximo possível do calor emitido externamente, portanto, optar por materiais isolantes, assim como escolher as cores adequadas, são uma das maneiras de tornar um edifício confortável termicamente.

2.2.1 Absortância solar

A NBR 15220-1 (ABNT, 2005, p. 3) define a absortância solar como o “quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície”. A Tabela 1 apresenta alguns valores de absortância solar.

Tabela 1 – Valores de α para algumas cores de superfícies

Pintura	Coefficiente de absorção para radiação solar (onda curta) (α)
Branco	0,20
Amarelo	0,30
Verde clara	0,40
Verde escura	0,70
Vermelha	0,74
Preta	0,97

Fonte: Adaptado NBR 15220-2 (ABNT, 2005, p. 8).

2.3 NBR 15575 edificações habitacionais – Desempenho

A NBR 15575 (2013) intitulada Edificações Habitacionais – Desempenho é dividida em seis partes, contemplando, resumidamente, os requisitos gerais, sistemas estruturais, pisos, vedações verticais, coberturas e sistemas hidrossanitários.

2.3.1 Valores de paredes externas para ZB 2

Os valores máximos admissíveis para a transmitância térmica (U), capacidade térmica (CT) e absortância solar (α) das paredes externas são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Transmitância térmica (U), capacidade térmica (CT) e absortância solar (α)

U (W/m ² .K)	CT (kJ / m ² .K)	α
≤ 2,5	≥ 130	Sem exigência

Fonte: Adaptado NBR 15575 (2013, p. 191 e 192).

2.3.2 Valores da cobertura para ZB 2

Os valores máximos admissíveis para a transmitância térmica (U) das coberturas, capacidade térmica (CT) e absortância solar (α) da cobertura considerando o fluxo térmico descendente, encontram-se indicados na Tabela 3.

Tabela 3 – Transmitância térmica (U), capacidade térmica (CT) e absortância solar (α)

U (W/m ² .K)	CT (kJ / m ² .K)	α
≤ 2,30	Sem exigência	Sem exigência

Fonte: Adaptado NBR 15575 (2013, p. 256).

Segundo a NBR 15575 (2013) a absorvância à radiação solar das superfícies expostas deve ser definida conforme a cor e as características das superfícies externas da cobertura e das paredes expostas. Portanto, utilizam-se os valores especificados no projeto, porém, no caso das paredes se não houver definição deve-se considerar para a simulação a cor clara ($\alpha=0,30$), a cor média ($\alpha= 0,50$) e a cor escura ($\alpha=0,70$).

2.4 Regulamento técnico da qualidade para o nível de eficiência energética de edificações residenciais – RTQ-R

O RTQ-R (2012) determina os requisitos técnicos e os métodos para classificação de edificações residenciais quanto à eficiência energética, apresentando o método prescritivo e o método de simulação.

No método de simulação, importante para este trabalho, o desempenho da envoltória da edificação é determinado através de um programa computacional. Para tanto, deve-se seguir as especificações quanto à modelagem da geometria da edificação sob avaliação, o programa de simulação e o arquivo climático.

O regulamento apresenta as especificações quanto à modelagem do sistema de ventilação natural, do padrão de ocupação, padrão de uso da iluminação, taxa metabólica, densidades de potência instalada de iluminação, cargas internas de equipamentos e a temperatura do solo dos modelos.

2.4.1 Programa computacional DesignBuilder

Para o método de simulação deste trabalho será utilizado o programa computacional *DesignBuilder*, que foi desenvolvido no Reino Unido pela *DesignBuilder Software Ltda* e que consiste em uma ferramenta para simulação do desempenho térmico e energético de edificações. A interface utiliza os algoritmos do EnergyPlus e corrige suas limitações gráficas no processo de modelagem.

O programa possibilita importar arquivos 2D e 3D dependendo do tipo arquivo, a modelagem da edificação pode ser feita no próprio programa. O *DesignBuilder* fornece relatórios de consumo de climatização, iluminação e equipamentos, dentre outros dados mais específicos sobre o consumo de energia, além do consumo de outros tipos de combustível.

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi dividida em três etapas, sendo elas: apresentação da edificação objeto de estudo, dados para a simulação e avaliação da influência da absorvância solar (α) dos fechamentos opacos verticais.

3.1 Edificação objeto de estudo

A residência objeto de estudo é uma casa térrea, conforme se observa na Figura 1. Possui uma área de 75,64m², varanda, sala de estar, sala de jantar e cozinha integrados, dois dormitórios, um banheiro e área de serviço (Figura 2). Na Tabela 4 são ilustrados os materiais que compõem a residência.

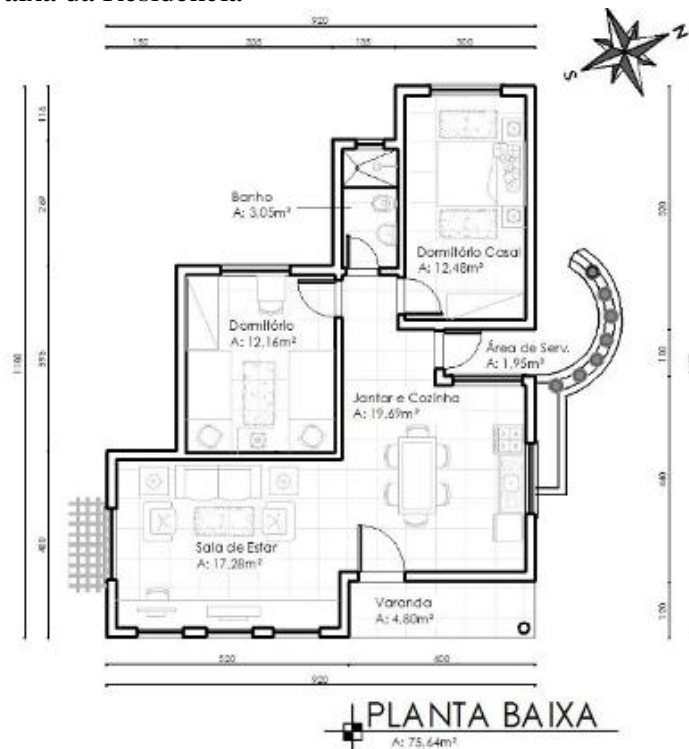
Figura 1 – Vistas isométricas da residência objeto de estudo



Tabela 4 – Valores de CT e U de paredes externas e cobertura

		Capacidade Térmica (CT) kJ/m ² .K	Transmitância Térmica (U) W/m ² .K
Paredes externas		130	2,50
Cobertura	Aparente	185	1,79
	Escondida	180	1,79

Figura 2 – Planta Baixa da Residência



3.2 Dados para a simulação

O regulamento estabelece alguns parâmetros importantes para a modelagem do sistema de ventilação natural da edificação, como o coeficiente de rugosidade do entorno, os coeficientes de pressão superficial, o coeficiente de descarga para janelas e portas e o coeficiente do fluxo de ar por frestas.

O coeficiente de rugosidade do entorno é baseado na ASHRAE *Handbook of Fundamentals* (2009) que deve ser de 0,33, o qual representa um terreno de centro urbano.

Os valores coeficiente de pressão superficial dependem da forma da edificação, da direção do vento e da influência de obstruções como edificações vizinhas, vegetação e características locais do terreno.

O coeficiente de descarga para janelas e portas retangulares deve ser de 0,60. O coeficiente do fluxo de ar por frestas deve ser de 0,001 kg/s.m e o expoente do fluxo de ar deve ser 0,65 (INMETRO, 2012, p. 68).

Para as simulações será considerado o dia típico de verão e de inverno da Zona Bioclimática 2 Brasileira.

3.2.1 Padrão de uso da ventilação natural

Neste trabalho, a edificação objeto de estudo será analisada utilizando o padrão de uso da ventilação natural com controle automático por temperatura.

3.2.2 Padrão de ocupação

O padrão de ocupação do ambiente é em função da porcentagem das pessoas disponíveis no horário conforme as especificações do RTQ-R (2012, p. 69).

3.2.3 Atividade

Os valores recomendados para as taxas metabólicas são ilustrados na Tabela 5.

Tabela 5 - Taxas metabólicas para cada atividade

Ambiente	Atividade	Calor produzido (W/m ²)	Calor produzido para área de pele = 1,80 m ² (W)
Sala	Sentado ou assistindo TV	60	108
Dormitório	Dormindo ou descansando	45	81

Fonte: Adaptado INMETRO (2012, p. 70).

3.2.4 Padrão de uso da iluminação

Serão adotados dois padrões de uso da iluminação: um para os dias de semana e outro para os finais de semana, conforme apresentado no RTQ-R (2012, p. 71 e p. 82).

3.2.5 Cargas internas de equipamentos

De acordo com o RTQ-R (INMETRO, 2012) as cargas internas de equipamentos devem ser modeladas somente para a sala, em um período de 24h e com potência de 1,5 W/m².

3.2.6 Temperatura do solo e arquivo climático

A temperatura do solo será determinada através do programa computacional *Slab*, que é um programa auxiliar do *EnergyPlus*, para representar a ZB 2 será usado o arquivo climático de Santa Maria-RS.

3.3 Avaliação da influência da absorvância solar (α) dos fechamentos opacos verticais

Esta etapa consistirá na avaliação da influência da absorvância solar (α) das paredes externas sobre o valor de GH_R e CA da sala e dos dormitórios da residência objeto de estudo. Utilizando as cores sugeridas pela NBR 15575 (2013) mencionadas no referencial teórico (p. 4).

4 RESULTADOS ESPERADOS

Almeja-se através desta pesquisa analisar a propriedade termofísica absorvância solar, para compreender a extensão de seus efeitos no desempenho térmico e consumo de energia para aquecimento dos ambientes de permanência prolongada de uma residência localizada na ZB 2, intensificando os estudos desta variável que influencia diretamente no envelope das edificações.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 15220-1 Desempenho térmico de edificações - Parte 1, 2 e 3. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

FRANCISCO, M. do L. Recomendações de conforto térmico para projeto arquitetônico e implantação de unidades habitacionais em assentamentos rurais.

Instituto de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Requisitos Técnicos da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Residenciais – RTQ-R. Brasil, 2012.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. Eficiência energética na arquitetura. 2 ed. São Paulo: ProLivros, 2004.

PINTO, L. da R. Desempenho térmico de edificações: um programa de simulação computacional através do método da admitância; 2002; 110 f; Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas.