XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

CONTRIBUIÇÕES ÀS NORMAS BRASILEIRAS DE DESEMPENHO ACERCA DA ABSORTÂNCIA TÉRMICA [1]

ARAÚJO, João Pedro Guedes (1); BLASO, Thiago de Almeida (2); CAVALCANTI, Gabriela L. de Luna (3) e CAVALCANTI, Fernando Sá (4)

(1) Arquiteto e Urbanista, Universidade Federal de Alagoas, jpguedes.araujo@gmail.com
(2) Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, thiago.blaso@hotmail.com
(3) Arquiteta e Urbanista, Universidade Federal de Alagoas, gabriela.lucia@hotmail.com
(4) Professor Adjunto da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, fernando.antonio@fau.ufal.br

RESUMO

Atualmente, o Brasil possui apenas duas normas técnicas sobre o desempenho térmico de edificações e ambas adotam o mesmo zoneamento bioclimático. Para todas estas zonas, as normas indicam a adoção de sistemas construtivos que, entre outros requisitos, atendam a um limite máximo para a Transmitância Térmica de coberturas e paredes externas, além de definir a absortância ao estabelecer o Fator de Ganho Solar. Este artigo apresenta uma avaliação do desempenho térmico de uma edificação padrão a partir da utilização de diferentes sistemas de fechamentos, de modo que esta combinação possa contribuir para produzir uma base de dados que subsidie novas revisões destas normas. Esta avaliação se deu por meio de simulações utilizando o software EnergyPlus na sua Versão 8.5. Para estas simulações, foi tomado como base um ambiente padrão de 6,00 x 6,00 x 3,00 (dimensões em metros) com as propriedades limites estabelecidas pela NBR15220 e alguns modelos que terão variação da absortância térmica destes sistemas e assim definir a necessidade ou não de isolamento térmico nas edificações e assim, contribuindo para a conscientização de profissionais no que tange a produção de edificações eficientes do ponto de vista térmico e energético.

Palavras-chave: *Normas de Desempenho, Absortância Térmica, Desempenho Térmico.*

ABSTRACT

Currently, Brazil has only two technical standards on the thermal performance of buildings and both adopt the same bioclimatic zoning. For all these zones, the standards indicate the adoption of construction systems that, among other requirements, meet a maximum limit for the Thermal Transmittance of roofs and external walls, in addition to defining the absorbance when establishing the Solar Gain Factor. This paper presents an evaluation of the thermal

1 ARAÚJO, João Pedro Guedes; BLASO, Thiago de Almeida; CVALCANTI, Gabriela L. de Luna; CAVALCANTI, Fernando Sá. Contribuições às normas brasileiras de desempenho acerca da absortância térmica. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

performance of a standard building using different locking systems, so that this combination can contribute to produce a database that supports new revisions of these standards. This evaluation took place through simulations using the EnergyPlus software in its Version 8.5. For these simulations, a standard environment of 6.00 x 6.00 x 3.00 (dimensions in meters) was taken with the limit properties established by NBR15220 and some models that will have a variation in the thermal absorption of these systems and thus define the need or not for thermal insulation in buildings and thus, contributing to the awareness of professionals regarding the production of efficient buildings from the thermal and energy point of view.

***Keywords**: Performance Standards, Thermal Absorbance, Thermal Performance.*

1 INTRODUÇÃO

As novas soluções construtivas, compostas por diferentes composições de materiais e maiores preocupações quanto às orientações das edificações, fizeram com que fosse possível a melhora do desempenho térmico com algumas mudanças na elaboração dos projetos. Neste cenário, em 2005 foi criada a primeira Norma Brasileira referente ao desempenho térmico em edificações: a ainda vigente NBR 15220 (ABNT, 2005), que tem como objetivo diminuir o consumo de energia com condicionamento artificial e alcançar maior conforto térmico dos usuários. Em 2013 foi lançada outra norma sobre edificações residenciais, a NBR 15575 (ABNT, 2013). A partir da criação das normas notou-se maior preocupação quanto ao desempenho e conforto térmico (além de outras variáveis para obtenção de um bom desempenho em edificações), quando estes assuntos se tornaram mais presentes em pesquisas e trabalhos acadêmicos.

A envoltória é um fator determinante para o desempenho térmico e é composta por elementos que estão em contato com o meio externo ou Sistemas de Vedação Vertical e Horizontal, sendo divididos em quatro grupos principais: paredes, coberturas, pisos e aberturas. As diferentes características relacionadas aos materiais utilizados, como a transmitância térmica, absortância e capacidade térmica, influenciam significativamente nas características termofísicas da envoltória (FERREIRA et al., 2017).

A alta incidência de radiação solar também desperta atenção para a composição dos telhados das edificações, pois estes são a parte crítica da envoltória, altamente suscetíveis à radiação solar, sendo indicado o uso de isolamentos térmicos para diminuir o ganho de calor solar pela cobertura. Sugere-se ainda a pintura da superfície externa do telhado na cor branca, cobertura com vegetação para fornecer umidade e sombra, ou usar materiais com alta capacidade térmica para minimizar o ganho de calor solar (SADINENI; MADALA; BOEHM, 2011, MIRRAHIMI et al., 2016 , CHENG; NG; GIVONI, 2005).

Quanto à absortância térmica, propriedade que informa a porcentagem de radiação absorvida e refletida por uma superfície opaca, as divergências entre as normas são ainda maiores, haja vista que a NBR 15575 admite envoltórias com absortância de 100%, pois apenas separa as recomendações em 02 grupos: até 60% e acima de 60%. Esta caracterização simplificada pode comprometer o desempenho térmico de edificações em climas quentes. Já a NBR 15220 estabelece o limite máximo para absortâncias da envoltória ao limitar o Fator de Ganho Solar (FS) das edificações, já que são grandezas diretamente proporcionais.

Embora se saiba que as cores são sensações visuais e variam conforme a percepção

do observador, associar esta propriedade com a cor pode ser uma alternativa não confiável (DORNELLES, 2008), no entanto, esta simplificação é aceita e utilizada por referências normativas nacionais e internacionais – como pela American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers (ASHRAE, 2001) e pela NBR 15.220 (ABNT, 2005).

Tendo por base os limites recomendados pelas Normas vigentes no Brasil, este artigo pretende avaliar a possibilidade de uso de absortâncias que extrapolam os limites estabelecidos e associá-los a uma baixa transmitância térmica.

2 MÉTODO

Para este estudo, foram simulados ambientes com propriedades termofísicas dentro dos limites recomendados pelas Normas Brasileiras utilizando o software EnergyPlus, a partir de um ambiente padrão com as configurações conforme descritos a seguir.

2.1 Caracterização dos modelos digitais

As dimensões internas deste ambiente padrão são 6,00m x 6,00m e pé direito de 3,00m com uma abertura lateral na forma de janela que será dimensionada de acordo com as recomendações da NBR15575 que oferece uma possibilidade já revisada a partir dos parâmetros estabelecidos na Norma anterior (NBR15220), além de uma porta de acesso com 0,80m de largura e 2,10m de altura (porta padrão em madeira) e serão consideradas abertas em algumas simulações, pois para analisar a influência da ventilação natural foi considerada uma situação com todas as aberturas fechadas e ocorrendo apenas a renovação do ar interno por meio da infiltração (1ren/h) e para os demais casos com 5 e 10 renovações de ar por hora para o caso base.

Todas as paredes que envolvem o ambiente simulado serão consideradas paredes externas, potencializando o efeito das propriedades aqui trabalhadas para a envoltória da edificação. Esta configuração caracteriza-se como a pior situação em uma edificação, pois os fluxos de calor a serem considerados na simulação ocorrem entre da fachada e da cobertura da sala e o exterior, para o verão, a edificação foi considerada com abertura voltada para Oeste e para o inverno, esta abertura encontra-se voltada para Sul, conforme as recomendações da NBR15575.

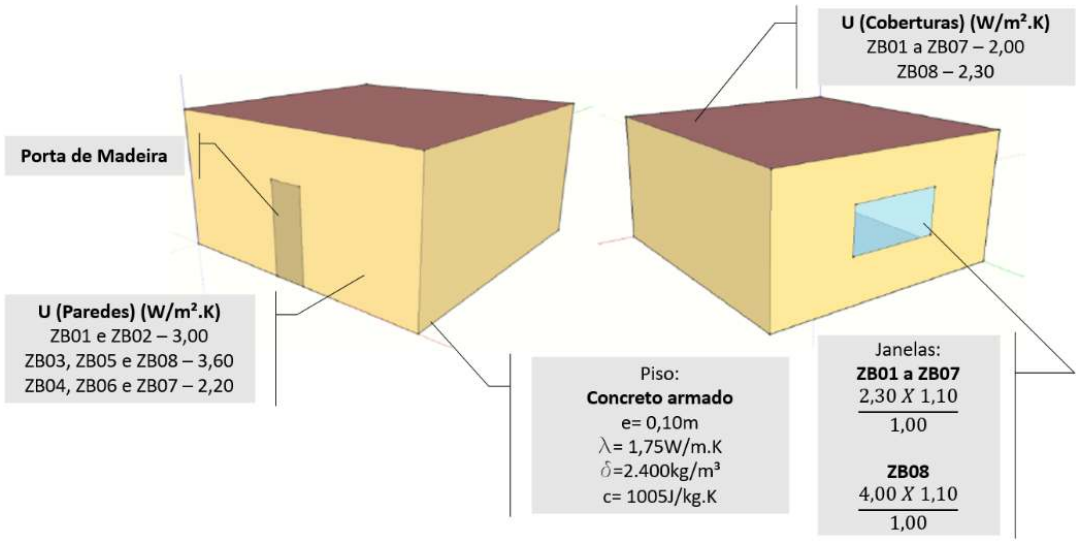
A espessura das paredes foi considerada constante com 0,20m, no entanto, como as recomendações para as diferentes zonas bioclimáticas brasileiras são variáveis, houve a necessidade de alteração no valor da condutividade térmica, criando um material teórico que atendesse às normas brasileiras de desempenho em seu indicador limite.

A absortância do modelo base foi considerada como a = 0,3, indicando uma cor clara, próxima do branco, conforme dados obtidos por Dornelles (2008). Os demais modelos tiveram alteração na absortância térmica, adotando além dos valores determinados pelas normas brasileiras, em alguns casos, estas características foram definidos para alguns modelos, em desacordo com as recomendações das normas aqui analisadas, o que o tornaria inadequado a partir dos requisitos pelo método prescritivo, no entanto, cabe investigar se o desempenho final de fato é além dos limites estabelecidos como valores satisfatórios.

A Figura 1 apresenta as características e as configurações dos sistemas de vedação para o modelo utilizado neste estudo. Buscou-se com este modelo os limites das

normas de desempenho válidas no Brasil e com isso avaliar por meio de simulação computacional o desempenho térmico de edificações com tais características, podendo sugerir que sistemas construtivos em desacordo com estas normas poderiam promover um resultado satisfatório.

Figura 1 – Vista externa do modelo simulado com as propriedades geométricas e termofísicas consideradas para o caso padrão.



Fonte: Os Autores.

2.2 Cidades Simuladas

Para uma análise mais detalhada acerca da contribuição da absortância e transmitância térmica no desempenho das edificações, foram avaliadas oito cidades (sendo uma para cada Zona Bioclimática Brasileira) de modo a verificar a influência do isolamento nos diversos climas típicos do Brasil. Estas cidades estão apresentadas a seguir na Figura 2.

Figura 2 – Cidades Brasileiras consideradas nas simulações.



Fonte: Os Autores.

Estas simulações foram realizadas utilizando os dados fornecidos pela NBR 15575 em sua maioria, no entanto, algumas cidades simuladas não apresentam dados climáticos para elaboração do dia típico nos anexos desta norma, assim, optou-se por utilizar os arquivos climáticos (extensão .epw) disponíveis no sítio do Laboratório de Eficiência Energética nas Edificações (LabEEE) por serem considerados mais próximos da realidade brasileira. Estes arquivos foram elaborados a partir da base de dados do INMET para 411 Municípios Brasileiros.

2.3 Análise dos resultados

Os valores de temperatura externa utilizados como parâmetros para análise dos materiais nas zonas bioclimáticas foram obtidos da NBR 15575-1. Embora, tenha ocorrido a necessidade de retirar dados das simulações climáticas para os dados das seguintes cidades: Santa Maria (ZB 02), São Carlos (ZB 04), Garanhuns (ZB 05), estes dados foram inseridos a partir de uma análise do arquivo climático utilizado para as simulações.

Após a realização das simulações computacionais foram analisados os resultados de acordo com as recomendações da NBR15575 (ABNT, 2013) que determina os seguintes critérios para desempenho mínimo (M), intermediário (I) e superior (S) conforme apresentado no Quadro 1 e foram considerados modelos aprovados apenas os que atendam às exigências desta norma ao menos na condição de desempenho mínimo.

Quadro 1 – Critérios para o Desempenho no Verão e Inverno em todas as Zonas Bioclimáticas Brasileiras

Níveis de Desempenho	Critérios	
	Condições de Verão	
Critérios	ZB 01 a 07	ZB08
M	Ti.max < Te.max	Ti.max < Te.max
I	Ti.max < (Te.max - 2°C)	Ti.max < (Te.max - 1°C)
S	Ti.max < (Te.max - 4°C)	Ti.max < (Te.max - 2°C)
	Condições de Inverno	
	ZB 01 a 05	ZB06 a ZB08
M	Ti.min > (Te.min + 3°C)	Nestas Zonas Bioclimáticas, este critérios não precisam ser avaliados.
I	Ti.min > (Te.min + 5°C)	
S	Ti.min > (Te.min + 7°C)	

Fonte: NBR15575 (ABNT, 2013)

Onde:

M – Desempenho mínimo
I – Desempenho Intermediário
S – Desempenho superior
ZB – Zonas Bioclimáticas
Ti – Temperatura interna (°C)
Te – Temperatura externa (°C)

3 Resultados e Discussões

Ao analisar as simulações foi possível classificar o desempenho de cada modelo em mínimo, intermediário, superior ou insatisfatório de acordo com os critérios estabelecidos pela NBR 15575.

Existe uma crítica frequente quanto ao o fato de a NBR 15575 não considerar a

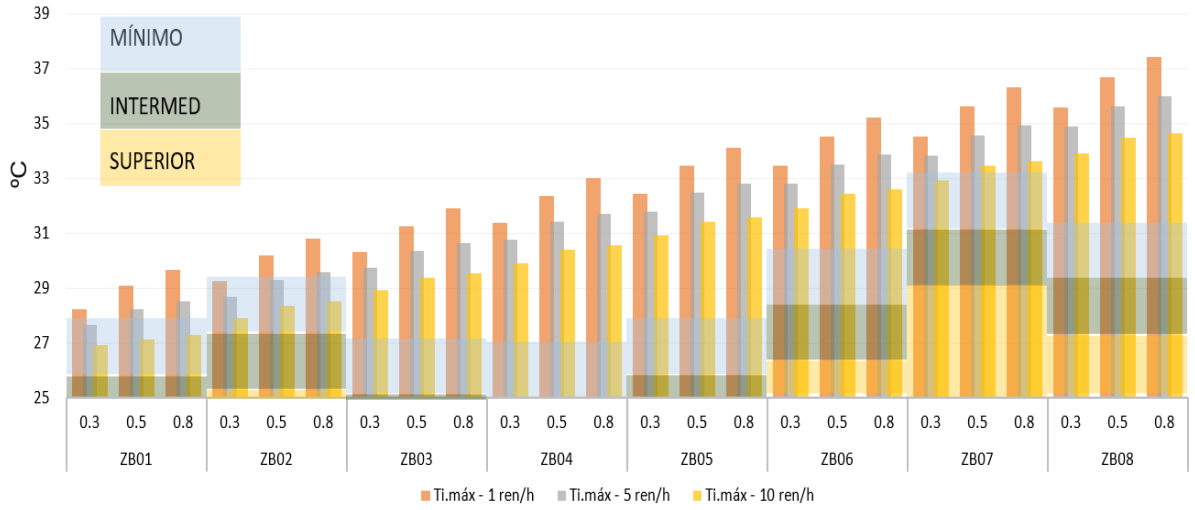
simulação anual horária pois este tipo de simulação poderia representar melhor o desempenho do edifício, indicando os graus-hora de desconforto por calor e/ou frio ao longo do ano com base em recomendações já estabelecidas na literatura (SORGATO; MELO; LAMBERTS, 2013, CHVATAL, 2014), no entanto, para este trabalho, foram realizadas simulações em dia típico conforme recomendado.

No verão, o modelo utilizado como referência neste trabalho apresentou resultados satisfatórios no que diz respeito às recomendações normativas adotadas no Brasil apenas para algumas Zonas Bioclimáticas, como o caso das Zonas Bioclimáticas 01 e 02 e para a Zona Bioclimática 07 com 10 renovações de ar por hora, no entanto, por se tratar de um modelo com materiais aplicados em sua envoltória que apresentam propriedades termofísicas limítrofes aos requisitos especificados pela NBR 15575, alguns modelos apresentaram desempenho insatisfatório, o que pode ser questionável quanto ao método simplificado de avaliação de desempenho da NBR15575.

Após a simulação do caso base, foram simulados os modelos que avaliam apenas a influência da absortância no desempenho da edificação, variando esta propriedade para paredes e coberturas com valores de 0,5 e 0,8 e comparados com os dados obtidos no modelo base.

Para as condições de verão, é possível observar que mesmo nas zonas bioclimáticas em que o caso base foi aprovado, a partir do momento que a absortância é alterada para uso de cores mais escuras, ainda que dentro dos parâmetros requeridos pelas normas brasileiras, como o caso de a=0,5; o desempenho obtido não foi satisfatório, indicando que em algumas zonas bioclimáticas, deve-se priorizar o uso de cores claras e evitar o limite recomendado pelas normas, pois um baixo desempenho térmico pode provocar desconforto ao usuário (Figura 3).

Figura 3 – Indicação do desempenho térmico obtido a partir da variação da absortância para o verão.



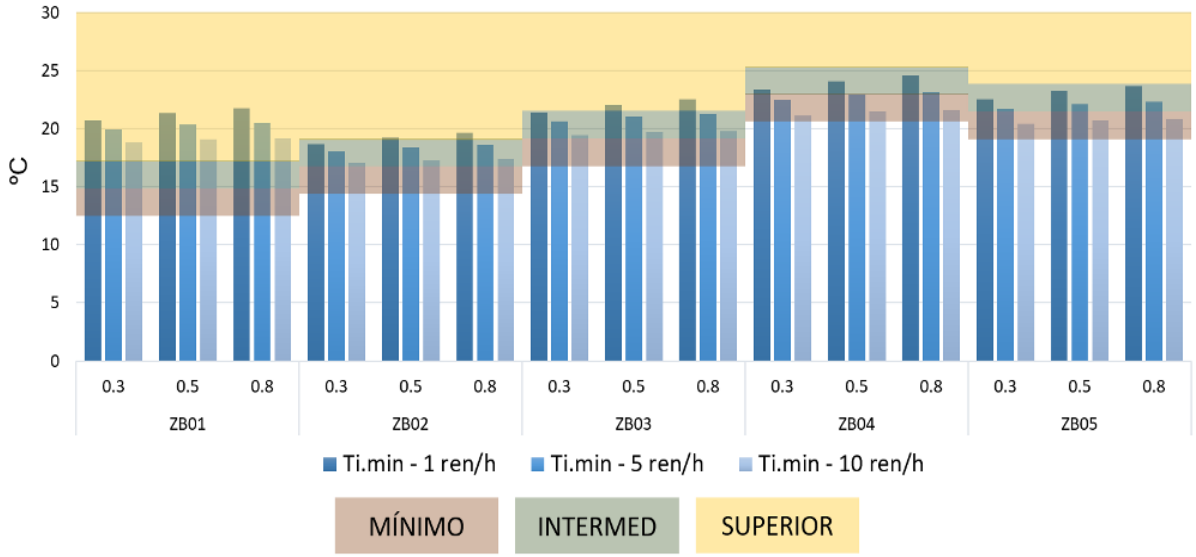
Fonte: Os Autores.

Para as zonas bioclimáticas 03, 04, 05, 06 e 08, em nenhum dos casos houve desempenho satisfatório, mesmo com a utilização de cores claras (a=0,3) devendo ser levado em consideração na especificação do projeto também as propriedades de isolamento.

As propriedades termofísicas dos sistemas construtivos da edificação devem ser analisados em conjunto com a ventilação natural, principalmente para as condições de verão, pois embora não tenha sido parte da análise deste trabalho, o aumento do número de renovações de ar por hora possibilitou em alguns casos a mudança de faixa do nível de desempenho.

Já em relação ao desempenho no inverno (Figura 4), todos os modelos simulados atenderam ao desempenho mínimo e em alguns casos, como na Zona Bioclimática 01 e para 01 renovação de ar por hora da zona bioclimática 02, este desempenho foi superior.

Figura 4 – Indicação do desempenho térmico obtido a partir da variação da absortância para o inverno.



Fonte: Os Autores.

Apenas os casos com 10 renovações de ar por hora nas Zonas Bioclimáticas 03, 04 e 05 obtiveram desempenho mínimo, nos demais casos o desempenho foi intermediário ou superior. Estes desempenhos acima do mínimo, sugerem que edificações com propriedades termofísicas em desconformidade com a norma possam obter um desempenho intermediário ou mínimo, o que poderia possibilitar o uso de materiais de Construção Civil não convencionais.

Observa-se então que o procedimento de avaliação de desempenho apenas pelos requisitos não indica, de forma correta o verdadeiro desempenho da edificação quanto aos impactos de Transmitância e Absortância Térmica, o que pode produzir uma classificação equivocada em relação ao seu desempenho.

Para os demais casos, embora em algumas situações o desempenho tenha sido considerado superior, não se pode deixar de considerar que o desconforto por calor é predominante no brasil, principalmente em climas tropicais. No entanto, para a zona bioclimática 01, mesmo com os valores de absortância acima do limite estabelecido nas normas, a edificação apresentou um bom desempenho tanto para verão quanto para o inverno.

4 Conclusão

Diante do exposto acima, é possível concluir que as normas brasileiras têm desempenhado um papel fundamental na regulação do processo de projeto e

construção de edificações, no entanto, ao simular o modelo base com propriedades térmicas limítrofes aos recomendados pelas mesmas, estes modelos não obtiveram o desempenho mínimo exigido pela NBR-15575, o que evidencia uma maior investigação acerca destes parâmetros.

Para as Zonas Bioclimáticas que apresentam climas mais frios, como o caso da zona bioclimática 01, é possível utilizar cores mais escuras sem comprometer o desempenho da edificação, desde que sejam observadas as características gerais da envoltória, garantindo uma baixa transferência de calor para o ambiente interno, principalmente no verão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Federal de Alagoas (UFAL) pela bolsa de iniciação científica e possibilidade de realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220–03**: Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-01**: Edificações Habitacionais – Desempenho: Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2013.

ASHRAE. AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **ASHRAE Adenddum to ASHRAE 140-2017**: Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs. 94 f. Atlanta, 2017.

CHENG, V.; NG, E.; GIVONI, B. Effect of envelope colour and thermal mass on indoor temperatures in hot humid climate. **Solar Energy**, v. 78, n. 4, p. 528–534, 1 abr. 2005.

CHVATAL, Karin M Soares. Avaliação do procedimento simplificado da NBR 15575 para determinação do nível de desempenho térmico de habitações. In: **Ambiente Construído**. vol.14 no.4 Porto Alegre. 2014.

DORNELLES, K. A. **Absortância solar de superfícies opacas: métodos de determinação e base de dados para tintas Látex Acrílica e PVA**. 160 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

FERREIRA, C. C., SOUZA, H. A. de, ASSIS, E. S. de. Discussão dos limites das propriedades térmicas dos fechamentos opacos segundo as normas de desempenho térmico brasileiras. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 183- 200, jan./mar. 2017.

MIRRAHIMI, S. et al. The effect of building envelope on the thermal comfort and energy saving for high-rise buildings in hot–humid climate. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 53, p. 1508–1519, 1 jan. 2016.

SADINENI, S. B.; MADALA, S.; BOEHM, R. F. Passive building energy savings: A review of building envelope components. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 8, p. 3617–3631, 1 out. 2011.

SORGATO, M. J.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. Análise do Método de Simulação de Desempenho Térmico da Norma NBR 15575. In: **ENCAC 19**. Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 12., Brasília, 2013. Anais... Brasília: ANTAC, 2013.