



Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais
Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO DE SISTEMA DE VEDAÇÃO EM ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO EM ATENDIMENTO À NBR 15575¹

BALDISSERA, EDUARDA (1); LOVATO, PATRÍCIA (2)

(1) Universidade de Passo Fundo, duda_xb@hotmail.com
(2) Universidade de Passo Fundo, patricialovato@upf.br

RESUMO

Em vista da crescente utilização de blocos de concreto em alvenaria de vedação na cidade de Machadinho/RS, este trabalho teve o intuito de analisar o desempenho térmico desse sistema de vedação vertical (SVV) em atendimento aos parâmetros exigidos pela NBR 15575 e determinar as composições de alvenaria com melhor custo-benefício. Foram definidas nove composições para o SVV, considerando revestimento com diferentes materiais, e efetuado o cálculo simplificado de desempenho térmico. Com os resultados obtidos, foi possível comparar os valores de transmitância e capacidade térmica com os valores estipulados na norma de desempenho, analisando para quais zonas bioclimáticas as composições atendem a referida norma e determinando seus custos estimados. Os resultados comprovam que o SVV em alvenaria de blocos de concreto com revestimento argamassado com espessuras empregadas usualmente nas construções não atende ao desempenho mínimo, sendo necessário uso de materiais isolantes. Dentre as soluções avaliadas, o uso de poliestireno expandido (EPS) e argamassa convencional é a opção com melhor custo entre as que atendem a norma.

Palavras-chave: Desempenho térmico. Bloco de concreto. Norma de desempenho. Materiais de isolamento.

ABSTRACT

In view of the increasing use of concrete blocks in sealing masonry in the city of Machadinho/RS, this work aimed to analyze the thermal performance of this wall system in compliance with the parameters required by NBR 15575 and determine the most cost-effective masonry compositions. Nine compositions were defined for the wall system, considering coating with different materials, and a simplified calculation of thermal performance was performed. With the results obtained it was possible to compare the values of transmittance and thermal capacity with the values stipulated in the performance standard, analyzing for which bioclimatic zones the compositions match that standard and determining their estimated costs. The results prove that the wall system in masonry of concrete blocks with mortar coating with thicknesses usually used in buildings doesn't meet the minimum performance, requiring the use of insulating materials. Among the evaluated solutions, the use of expanded polystyrene (EPS) and conventional mortar is the option with the best cost option among those that meet the standard.

¹ BALDISSERA, Eduarda; LOVATO, Patrícia. Análise do desempenho térmico de sistema de vedação em alvenaria de blocos de concreto em atendimento à NBR 15575. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

Keywords: *Thermal performance. Concrete blocks. Performance standard. Insulation materials.*

1 INTRODUÇÃO

Em um país como o Brasil, em que há grande variabilidade climática de região para região, é difícil manter as edificações confortáveis, principalmente no quesito térmico. Nesse sentido, a norma NBR 15220 – Desempenho térmico de edificações (ABNT, 2005) apresenta recomendações quanto ao desempenho térmico de habitações unifamiliares e multifamiliares aplicáveis na fase de projeto, visto que a escolha dos materiais tem influência direta e pode sofrer alterações antes da fase construtiva.

Pelo fato de a norma supracitada não fixar parâmetros mínimos de desempenho, possibilitando diferentes interpretações, entrou em vigor a norma NBR 15575 – Edificações habitacionais – Desempenho (ABNT, 2013b), conhecida como “Norma de Desempenho”, a fim de assegurar que as edificações ofereçam o mínimo de conforto e segurança. A norma de desempenho estabelece requisitos e critérios de desempenho para as edificações habitacionais, definindo as exigências do usuário como fator determinante das condições de segurança, habitabilidade e sustentabilidade.

Além disso, a norma estabelece que para atender as exigências de desempenho térmico é necessário considerar a zona bioclimática em que a edificação se encontra, assim como o desempenho global da edificação, não apenas os materiais constituintes, e reunir todas as características pertinentes à análise do sistema. Visto que alguns dos sistemas convencionalmente utilizados não conseguem atender aos critérios da NBR 15575-4 (ABNT, 2013c), mesmo se tratando de desempenhos mínimos, os construtores e projetistas vêm sendo instigados a buscar outros meios de melhorar estes sistemas.

Passos, Jungblut e Carasek (2019) constataram em seu trabalho o não atendimento do sistema construtivo de blocos de concreto aos requisitos da norma de desempenho, pois devido à alta condutividade térmica do material somente foi possível atingir o desempenho mínimo no critério de transmitância térmica quando empregada espessura de revestimento total superior a 5 cm.

Partindo-se do pressuposto de que blocos de concreto não conseguem atingir valores satisfatórios para os parâmetros especificados tanto na NBR 15575-4 (ABNT, 2013c) quanto na NBR 15220 (ABNT, 2005), houve o incentivo em estudar os materiais que refletem mudanças no desempenho do sistema. Assim, este trabalho teve por objetivo analisar o desempenho térmico e comparar o custo de diferentes composições do sistema de vedação vertical (SVV) em alvenaria de blocos de concreto.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo consistiu na realização do cálculo de desempenho térmico de paredes através do método de cálculo especificado pela norma NBR 15220-2 (ABNT, 2008), analisando-se os valores de transmitância e capacidade térmica de sistemas de vedação vertical em blocos de concreto.

Foram definidas nove composições, variando os materiais constituintes e suas espessuras, levando em consideração os materiais mais utilizados na região do estudo e os isolantes que têm se destacado no mercado, conforme mostrado no Quadro 1. As composições no Quadro 1 foram identificadas por meio de siglas, de acordo com os materiais pelas

quais são constituídas, sendo: ACR – argamassa convencional/espessura referência, ACO – argamassa convencional/espessura em obra, AV – argamassa com vermiculita, BC – bloco de concreto, EPS – poliestireno expandido, LPET – lã de PET, PTG – pasta de gesso, GEA – gesso acartonado, e PU – poliuretano.

Quadro 1 – Composições de vedação adotadas

Composição nº	Descrição	Espessura (cm)
1	ACR + BC + ACR	2 + 14 + 0,5
2	ACO + BC + ACO	1 + 14 + 0,5
3	AV + BC + AV	2 + 14 + 0,5
4	ACR + BC + EPS + ACR	2 + 14 + 5 + 0,5
5	ACR + BC + EPS + PTG	2 + 14 + 5 + 0,5
6	ACR + BC + PTG	2 + 14 + 0,5
7	ACR + BC + GEA	2 + 14 + 1,25
8	ACR + BC + LPET + GEA	2 + 14 + 5 + 1,25
9	ACR + BC + PU + PTG	2 + 14 + 1 + 0,5

Fonte: Os autores

As espessuras indicadas no Quadro 1 seguem a sequência: revestimento externo, bloco de concreto, material de isolamento (se houver) e revestimento interno, de acordo com os materiais de cada composição. A dimensão dos blocos considerada no estudo foi de (14 x 19 x 39) cm, que é a mais empregada nas obras no local de estudo, definida a partir de visita a obras da cidade. Além disso, para as composições 1 e 2 também foram analisadas situações com o uso de blocos com larguras de 9 (B9), 14 (B14) e 19 (B19) cm.

A espessura da argamassa de revestimento empregadas nas obras da cidade são 0,5 cm e 1,0 cm, para revestimento interno e externo, respectivamente, e foram as adotadas na Composição 2. Para a espessura de revestimento ACR (referência), adotou-se os valores mínimos estabelecidos na NBR 13749 – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas (ABNT, 2013a).

Para a escolha dos materiais de isolamento foram consideradas as suas propriedades térmicas, assim como o crescimento de comercialização de alguns materiais. Dessa forma, foram analisados poliestireno expandido, gesso, lã de PET, poliuretano e vermiculita expandida.

O cálculo do desempenho térmico foi realizado para cada composição, obtendo-se valores finais para os parâmetros de transmitância térmica e capacidade térmica. A transmitância térmica (Equação 1) é o inverso da resistência térmica total, a qual é o somatório do conjunto de resistências térmicas correspondentes às camadas de um elemento ou componente, incluindo as resistências superficiais externa e interna (ABNT, 2005).

$$U = \frac{1}{RT} \quad (1)$$

Em que:

RT é a resistência térmica total;

U é a transmitância térmica.

Levou-se em consideração a resistência térmica do bloco de concreto e a resistência térmica da parede, considerando argamassa de assentamento com espessura de 1 cm, com todas as juntas preenchidas. Para os cálculos, foram empregados os dados das propriedades térmicas dos materiais obtidos na NBR 15220-2 (ABNT, 2008), artigos técnicos e catálogos de fabricantes, conforme mostrado no Quadro 2.

Quadro 2 – Propriedades térmicas dos materiais

Material	ρ (kg/m ³)	λ (W/(m.K))	C (kJ/(kg.K))	Fonte
Argamassa convencional (AC)	2100	1,15	1,00	NBR 15220-2 (ABNT, 2008)
Pasta de gesso (PTG)	1200	0,50	0,84	NBR 15220-2 (ABNT, 2008)
Gesso acartonado (GEA)	750	0,35	0,84	NBR 15220-2 (ABNT, 2008)
Poliestireno expandido moldado (EPS)	12	0,030	1,21	Notarianni (2014)
Placa de Poliuretano (PU)	30	0,018	1,2	Catálogo Mcassab (2019)
Lã de PET (LPET)	30	0,035	0,70	Gypsum Drywall (2019)
Argamassa com vermiculita (AV)	686,4	0,24	1,23	BARROS (2018)
Bloco de concreto (BC)	2200	1,50	1,00	Associação Brasileira da Indústria de Blocos de Concreto (2019)

Em que: ρ é densidade aparente; λ é condutividade térmica; C é calor específico.

Fonte: Os autores

A capacidade térmica total (Equação 3) depende da capacidade térmica de cada seção (Equação 2), levando em consideração a espessura da camada, o calor específico e a densidade de massa aparente.

$$C_{tn} = \sum_{i=1}^n e_i \cdot c_i \cdot \rho_i \quad (2)$$

$$CT = \frac{Aa + Ab + \dots + An}{\frac{Aa}{c_{ta}} + \frac{Ab}{c_{tb}} + \dots + \frac{An}{c_{tn}}} \quad (3)$$

Em que:

e_i é a espessura da camada a;

c_i é o calor específico do material da camada a;

ρ_i é a densidade de massa aparente do material da camada a;

CT é a capacidade térmica total;

$C(ta)$, $C(tb)$, ..., $C(tn)$ são as capacidades térmicas do componente para cada seção (a, b, ..., n);

Aa , Ab , ..., An são as áreas de cada seção.

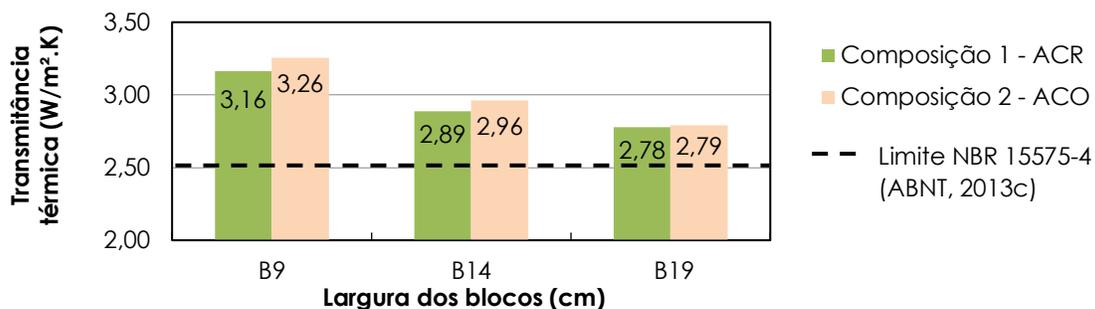
Após a obtenção das composições que atendem aos parâmetros para as zonas bioclimáticas, foi determinado o custo de cada uma delas. Para isso, foi efetuado levantamento de custo unitário ou em m^2 (dependendo da situação) dos diferentes materiais, por meio do contato com fornecedores da região ou através da tabela de insumos e composições do SINAPI, tendo como referência o mês de setembro de 2019. Com base nos custos de cada material foi possível compor o custo/ m^2 de cada composição, sem considerar o custo com mão-de-obra para execução. Os materiais comuns a todas as composições (bloco de concreto, argamassa de assentamento e de revestimento externo) não foram considerados, visto que não fazem diferença no custo final.

3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 Análise da transmitância térmica e capacidade térmica

Através do cálculo simplificado, considerando a transmitância térmica, os resultados obtidos para as duas composições constituídas de argamassa convencional, com espessuras de revestimento de referência e em obra, para as três dimensões de blocos, estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Transmitância térmica para as composições 1 e 2 variando a largura dos blocos

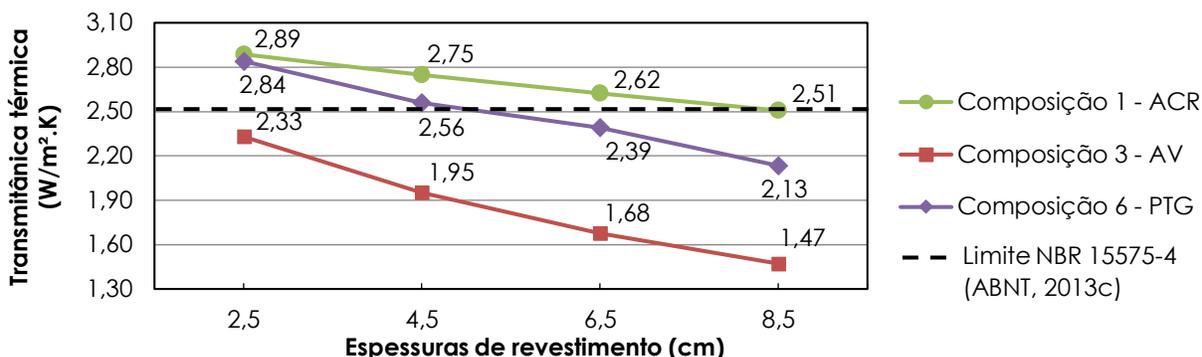


Fonte: Os autores

Confirmando o que foi constatado por Passos, Jungblut e Carasek (2019), para composição de alvenaria com argamassa convencional, o parâmetro de transmitância térmica, que deve ser menor ou igual a $2,5 W/m^2.K$, não atende ao limite da NBR 15575-4 (ABNT, 2013c), tanto para espessuras de revestimento encontradas em obra como para as espessuras mínimas fixadas na NBR 13749 (ABNT, 2013a). Observa-se que quanto maior a largura dos blocos, menor a transmitância térmica, porém mesmo com blocos de largura igual a 19 cm não foi possível atingir o valor estabelecido na norma.

Dessa forma, o cálculo de desempenho térmico foi realizado para as composições 1, 3 e 6, considerando o bloco de 14 cm de largura e espessuras de revestimento até atender a norma, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Transmitância térmica para as composições 1, 3 e 6, variando a espessura de revestimento

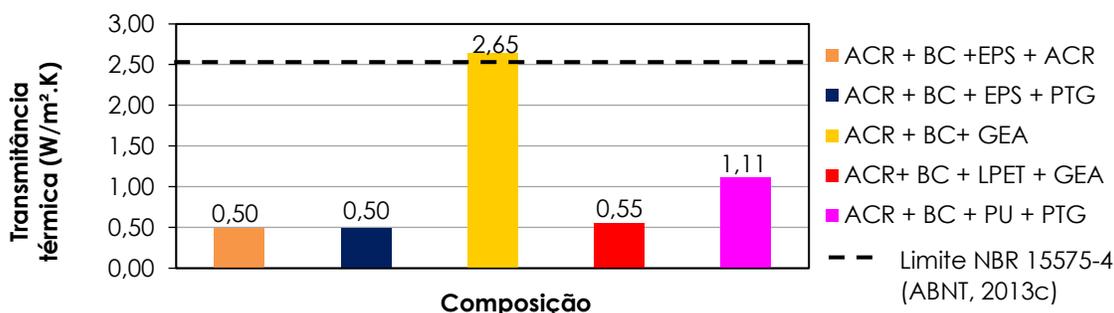


Fonte: Os autores

Constatou-se que para a Composição 1 a transmitância térmica somente é atendida para as zonas bioclimáticas 1 e 2 quando a espessura total de revestimento (externo + interno) for superior a 8,5 cm. A Composição 6 também não apresentou valores adequados para pequenas espessuras, atendendo à norma somente com espessura total de 6,5 cm. A Composição 3 apresentou valores satisfatórios, atendendo ao exigido com espessura total de revestimento mínima de 2,5 cm.

Para as composições considerando a utilização de placas ou mantas de isolamento térmico, obtiveram-se os resultados mostrados na Figura 3. Sendo assim, as composições que atendem ao parâmetro de transmitância térmica para todas as zonas bioclimáticas são aquelas em que foi previsto o emprego de poliestireno expandido, lã de PET e poliuretano como materiais isolantes.

Figura 3 – Transmitância térmica para as composições utilizando isolante térmico

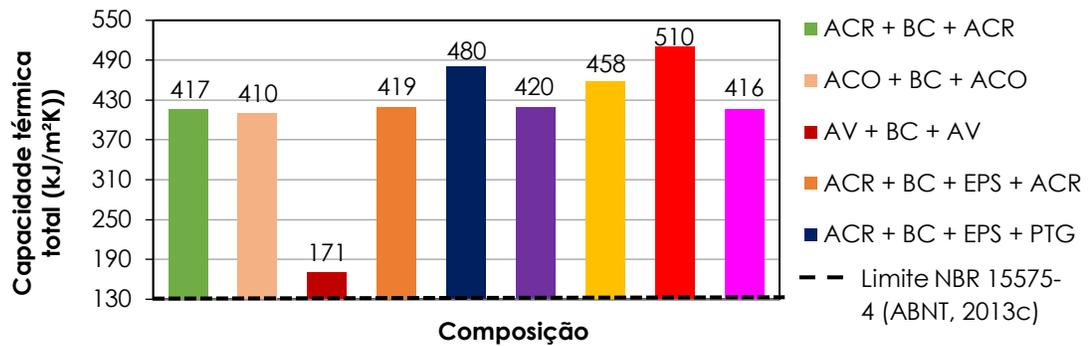


Fonte: Os autores

Em relação à capacidade térmica, percebe-se na Figura 4 que os resultados obtidos variaram consideravelmente entre as composições analisadas, tendo em vista que a densidade e o calor específico são distintos para cada material.

Considerando o critério da norma de desempenho para capacidade térmica, para as zonas bioclimáticas 1 a 7 a CT deve ser $\geq 130 \text{ kJ/m}^2.\text{k}$ e para a zona bioclimática 8 não há exigência. Dessa forma, todos os valores obtidos para as composições estão dentro dos limites estabelecidos na NBR 15575-4 (ABNT, 2013c), tendo pouca influência o uso ou não de materiais isolantes.

Figura 4 – Capacidade térmica para todas as composições

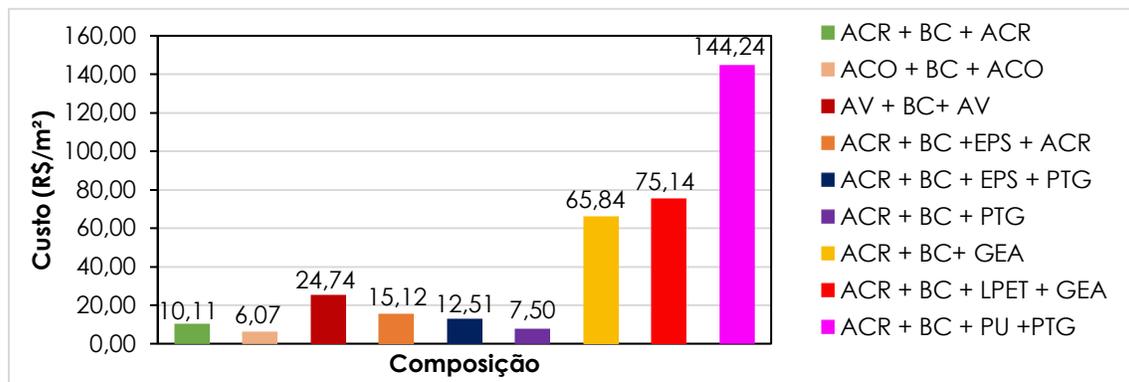


Fonte: Os autores

3.2 Determinação dos custos

Conforme os resultados obtidos, para as zonas bioclimáticas 3 a 8 todas as composições atendem à NBR 15575-4 (ABNT, 2013a) quando apresentarem pintura externa com cores claras. Portanto, mesmo que algumas não atendam ao exigido para as zonas bioclimáticas 1 e 2, o custo foi analisado para todas as composições. Os custos de cada material foram determinados de acordo com o exposto no item 2, para então compor o custo de cada composição, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Custos para cada composição



Fonte: Os autores

Percebe-se que as Composições 1 e 2 (somente com argamassa convencional) e composição 6 (somente com pasta de gesso) apresentam custo/m² menor que as demais, porém não atendem ao parâmetro de transmitância térmica para todas as zonas bioclimáticas. A argamassa com vermiculita atende a este parâmetro, porém, como ainda possui poucos distribuidores na região do estudo, o alto custo de frete resulta em custo/m² elevado em comparação com a argamassa convencional.

O menor valor de transmitância térmica foi obtido com o gesso acartonado em conjunto com a lã de PET, mas seu alto custo inviabiliza sua utilização em pequenas edificações, se comparado com as demais. As composições com EPS obtiveram um custo/m² próximo ao custo da argamassa convencional atendendo a todas as zonas bioclimáticas.

4 CONCLUSÕES

Considerando o uso de blocos de concreto em alvenaria de vedação, percebe-se que a maior dificuldade no atendimento à Norma de desempenho se refere aos valores de transmitância térmica, uma vez que a capacidade térmica é facilmente atingida. A espessura dos revestimentos utilizados e a condutividade térmica dos materiais são os dados que precisam ser melhor observados para um desempenho satisfatório desse sistema de vedação.

De acordo com a análise do custo das composições e materiais isolantes analisados, o EPS foi o que se mostrou mais adaptável às situações propostas, considerando a região onde foi realizado o estudo. Sendo um isolante com grande disponibilidade e preço baixo, aliado ao bom atendimento dos parâmetros, foi considerado a melhor opção para atender ao desempenho térmico mínimo. Ressalta-se que para o desempenho térmico mínimo ser atingido, além da escolha e especificação dos materiais, a mão de obra precisa ser qualificada para a correta execução do sistema.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE BLOCOS DE CONCRETO – BLOCOBRASIL. **Sistema construtivo para alvenaria estrutural e de vedação**. Disponível em: <http://www.blocobrasil.com.br/site/sistema-construtivo-alvenaria/>. Acesso em: 23 nov. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro, 2013a.

_____. **NBR 15220-1**: Desempenho térmico de edificações. Parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15220-2**: Desempenho térmico de edificações. Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2008.

_____. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013b.

_____. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, 2013c.

BARROS, I. M. S. **Análise térmica e mecânica das argamassas de revestimento com adição de vermiculita em substituição ao agregado**. 2018. 86f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

GYPSUM DRYWALL. **Catálogo Lã de PET**. 1p. Disponível em: <https://www.gypsum.com.br/pt-PT/download/file/pt/21de826e28ef4b3ea1cfa8330116013e/ficha-de-produto-la-de-pet?rev=5fc7243d-0bbb-4fa4-a564-2e46803906a3>. Acesso em: 15 set. 2019.

NOTARIANNI, F. **Elaboração de banco de dados de materiais isolantes térmicos não convencionais**. 2014. 93f. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

PASSOS, P. M. dos; JUNGBLUT, M. E.; CARASEK, H. Influência do revestimento de argamassa no desempenho térmico dos sistemas de vedação vertical. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 13, 2019, Goiânia. **Ancis...** Goiânia: ANTAC, 2019. p. 674 -691.