**XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E
ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO**
**VIII ENCUESTRO LATINOAMERICANO DE GESTIÓN
Y ECONOMÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

Do conhecimento à ação: práticas avançadas de gestão da produção
Londrina, Paraná, Brasil. 23 a 25 de Outubro de 2019

**ANÁLISE DE CUSTO E DESEMPENHO TÉRMICO PARA UM
PROJETO DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL**

**ISKANDAR, Raphaela (1); RESENDE, Fabiana Barbosa de (2);
BRANDSTETTER, Maria Carolina G. O. (3)**

(1) Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Goiás, e-mail: raphaelaiskandar@hotmail.com (2) Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Goiás, e-mail: fabi1.eng@gmail.com, (3) Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Goiás, e-mail: mariacarolina.brands@gmail.com

ABSTRACT

The Housing Program of Social Interest aims to provide the access to adequate housing for low-income population segments in urban and rural areas. To be considered financially viable, this popular construction type should have basic attributes, in finishing as well as in recreation areas. According these parameters, it is common among builders to look for economic buildings, forgetting the analysis of building performance, the main objective of ABNT NBR 15575. According to the procedures and requirements of this standard, a case study was carried out aims analyzing the thermal performance of main vertical sealing and ceiling materials used in a standard Minha Casa, Minha vida project, comparing them with the cost, in order to find the low-cost model for this type of building without impairing performance. Twelve design combinations were simulated in the Design Builder software to evaluate the thermal performance according to the Brazilian performance standard and their costs were estimated for each alternative. The results compare the models pointing to the best cost benefit ratio, being the system with soil-cement walls and without ceiling the best option.

Keywords: Thermal Performance, Cost, Popular Construction.

1. INTRODUÇÃO

O Programa Habitação de Interesse Social objetiva viabilizar o acesso à moradia adequada aos segmentos populacionais de baixa renda em localidades urbanas e rurais. A promoção do acesso à moradia digna deve contemplar o direito à arquitetura, a assistência aos assentamentos pelo poder público e a exigência do cumprimento da Lei Federal nº 10.098/2000.

Entende-se por moradia digna aquela que atende às necessidades básicas de qualidade de vida, de acordo com a realidade local, contando com urbanização completa, serviços e equipamentos urbanos, diminuindo o ônus com saúde e violência e resgatando a autoestima do cidadão.

Os projetos de Habitação de Interesse Social já foram objeto de estudo de várias pesquisas envolvendo a relação custo benefício da eficiência energética no México (PRECIADO-PÉREZ; FOTIOS, 2017), no Brasil (TUBELO *et al.*, 2018), além de pesquisas europeias como estimativas de consumo energético em edificações italianas

(DELL'ISOLA *et al.*, 2018), simulação de desempenho energético e econômico na Itália (CARPINO; BRUNO; ARCURI, 2018) e análises do custo do ciclo de vida e desempenho energético em habitações europeias (FANTOZZI *et al.*, 2019).

Sob o argumento da viabilidade financeira, em empreendimentos populares comumente é preterido o atendimento aos requisitos de desempenho da edificação preconizados no país pela NBR 15575 (ABNT, 2013) e, conseqüentemente, a satisfação do cliente (RUIZ; GRANJA; KOWALTOWSKI, 2014; TUBELO *et al.*, 2018). Isso traz às habitações de interesse social um modelo construtivo padrão: áreas internas reduzidas e materiais de baixo custo, que pode comprometer o atendimento a requisitos de normas técnicas.

Segundo a NBR 15575 (ABNT, 2013), a edificação habitacional deve atender às exigências de desempenho térmico dos usuários, considerando-se a região de implantação da obra e as respectivas características bioclimáticas definidas na NBR 15220-3 (ABNT, 2005), considerando que o desempenho térmico do edifício depende do comportamento interativo entre fachada, cobertura e piso.

A Norma estabelece três procedimentos alternativos para avaliação da adequação de habitações às oito diferentes zonas bioclimáticas: Procedimento 1 – Simplificado; Procedimento 2 – Simulação e Procedimento 3 – Medição.

O procedimento 1 – Simplificado verifica o atendimento aos requisitos e critérios para o envelopamento da obra, com base na transmitância térmica e capacidade térmica das paredes de fachada e coberturas. Para os casos em que os valores obtidos para a transmitância térmica e/ou capacidade térmica se mostrarem insatisfatórios de acordo com a norma NBR 15575 (ABNT, 2013), o desempenho térmico global da edificação deve ser avaliado por simulação computacional, estabelecido no Procedimento 2 (CBIC, 2013).

A transmitância térmica e capacidade térmica são propriedades do sistema construtivo de vedação e cobertura objetos de avaliação no Procedimento 1 – Simplificado (normativo) e os níveis máximos utilizados como parâmetro de desempenho são relacionados na NBR 15575 (ABNT, 2013).

O auxílio de ferramentas computacionais para simulação permite respaldar decisões no projeto através do cálculo do desempenho térmico das edificações, possibilitando ao profissional verificar resultados que serão obtidos em função de suas escolhas, tanto na orientação da edificação quanto tipologia, definição de materiais de fechamentos, aberturas e estratégias de ventilação natural.

Considerando o imprescindível atendimento à norma de desempenho em conjunto com a viabilidade econômica dos empreendimentos, torna-se relevante avaliar alternativas de projetos plausíveis de execução e viáveis tecnicamente.

Perante este contexto, esse trabalho tem como objetivo determinar, por meio de simulações, o desempenho térmico de materiais para vedação vertical e forro utilizados em um projeto padrão Minha Casa, Minha Vida, e compará-los quanto ao custo. Busca-se encontrar a melhor alternativa quanto ao custo-benefício para esse tipo de edificação.

2. MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa é classificada como um estudo de caso de caráter quantitativo descritivo, com uso de técnicas computacionais para simular o desempenho térmico de um projeto

de habitação de interesse social (HIS), aplicando-se diferentes sistemas construtivos para vedação vertical (paredes externas e internas) e forros.

A pesquisa foi delineada conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Delineamento da pesquisa

Fonte: Autores

2.1 Seleção do projeto: Projeto HIS – padrão AGEHAB

Foi selecionado para simulação o projeto padrão utilizado na Agência Goiana de Habitação (AGEHAB): Casa 02 Tipo C. Este projeto residencial unifamiliar, com área construída de 44,67 m², apresentado na Figura 2, é executado nos conjuntos habitacionais em diversos municípios goianos, em convênios celebrados entre prefeitura/associações Municipais e Estado.

Figura 2 - Planta baixa projeto padrão HIS da AGEHAB

Fonte: arquivos AGEHAB

2.2 Sistema construtivo de vedação vertical e forro analisados

O sistema construtivo de vedação vertical para execução do modelo-base é de alvenaria de tijolo furado cerâmico com reboco interno e externo de 2,0 cm. O sistema de vedação horizontal não prevê forro. Foram propostos os modelos alternativos:

- Paredes internas e externas: alvenaria de tijolo cerâmico furado (9x14x19 cm), com reboco; alvenaria de tijolo solo cimento modular (7,5x12,5x2,5 cm); e parede de concreto maciço ($e=10$ cm);
- Forro: PVC; gesso em placa e sem forro.

Estes sistemas construtivos e materiais foram selecionados por serem amplamente utilizados na execução de habitação de interesse social, sendo processos viáveis tecnicamente.

Na Tabela 1 são apresentados os sistemas construtivos, materiais e suas propriedades. Os valores de densidade de massa aparente (ρ), condutividade térmica (λ) e calor específico (c) foram extraídos do software e verificados com a NBR 15220-3 (ABNT, 2005). O material tijolo solo cimento não possui propriedades específicas em norma, portanto os valores foram extraídos do trabalho de Silva *et al.* (2010).

Tabela 1 – Materiais selecionados e respectivas propriedades

sistema construtivo	materiais	espessura (cm)	propriedades		
			densidade de massa aparente – ρ (kg/m ³)	condutividade térmica – λ (w/(m.k))	calor específico – c (kj/(kg.k))
paredes	Tijolo cerâmico furado	9x19x39 14x19x39	1500	0,85	0,84
	Reboco - argamassa	0,02	1800	1,15	1,00
	Tijolo solo cimento	0,125	1810	0,35	0,71
	Concreto maciço	0,10	2400	1,75	1,00
forro / cobertura	PVC	-	1400	0,20	-
	Gesso em placa	-	1000	0,35	0,84
	Telha cerâmica	-	2000	1,00	0,80

Fonte: Adaptado da NBR 15220-3 (ABNT, 2005)

2.3 Definição dos modelos para análise e simulação

A Tabela 12 apresenta a combinação das 12 simulações. Foi considerada pintura na cor branca na face interna e externa somente para os modelos com tijolo cerâmico furado, adotando-se os valores de emissividade da parede de 0,9 e absorvância solar de 0,32. O telhado manteve a especificação de projeto para todas as simulações: estrutura em madeira ou metálica e cobertura com telha cerâmica tipo plan.

Tabela 2 – Modelos para simulação

modelo	sistema construtivo	material – vedação	espessura (m)	forro
1A: Modelo-base	Alvenaria de tijolo cerâmico furado 9x19x39 cm e reboco	Reboco + tijolo cerâmico furado 9x19x39cm + reboco	0,02 + 0,09 + 0,02	Não
1B		Reboco + tijolo cerâmico furado 9x19x39cm + reboco	0,02 + 0,09 + 0,02	PVC
1C		Reboco + tijolo cerâmico furado 9x19x39cm + reboco	0,02 + 0,09 + 0,02	Gesso
2A	Alvenaria de tijolo cerâmico furado 14x19x39cm e reboco	Reboco + tijolo cerâmico furado 14x19x39cm + reboco	0,02 + 0,14 + 0,02	Não
2B		Reboco + tijolo cerâmico furado 14x19x39cm + reboco	0,02 + 0,14 + 0,02	PVC
2C		Reboco + tijolo cerâmico furado 14x19x39cm + reboco	0,02 + 0,14 + 0,02	Gesso
3A	Alvenaria de tijolo solo cimento sem reboco	Tijolo solo cimento 7,5x12,5x25cm	0,125	Não
3B		Tijolo solo cimento 7,5x12,5x25cm	0,125	PVC
3C		Tijolo solo cimento 7,5x12,5x25cm	0,125	Gesso
4A	Parede de concreto sem reboco	Concreto maciço	0,10	Não
4B		Concreto maciço	0,10	PVC
4C		Concreto maciço	0,10	Gesso

Fonte: Autores

2.4 Definição da Zona bioclimática

De acordo com a NBR 15220-3 (ABNT, 2005) o Estado de Goiás faz parte da zona bioclimática 6.

2.5 Avaliação simplificada do desempenho térmico do sistema de vedação vertical externo e sistema de cobertura

O desempenho térmico do sistema de vedação vertical externo (SVVE) e sistema de cobertura (SC) foram avaliados aplicando-se o procedimento 1A simplificado com base na transmitância térmica (U) e capacidade térmica (CT) do sistema (ABNT NBR 15575, 2013).

A transmitância térmica e capacidade térmica do SVVE devem atender ao mínimo estabelecido na NBR 15575-4 (ABNT, 2013), para zona bioclimática 6, apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Transmitância e capacidade térmica de paredes externas e coberturas para zona bioclimática 6

elemento	absortância - α	transmitância térmica - u w/m ² .k	capacidade térmica - ct kj/m ² .k	nível desempenho
Paredes	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,7$	≥ 130	M
	$\alpha > 0,6$	$U \leq 2,5$		
Forro	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 2,3$	-	M
	$\alpha > 0,6$	$U \leq 1,5$		
	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 1,5$		I
	$\alpha > 0,6$	$U \leq 1,0$		
	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 1,0$		S
	$\alpha > 0,6$	$U \leq 0,5$		

Fonte: Adaptada da NBR 15575-4 e NBR 15575-5 (ABNT, 2013)

A NBR 15575-1 (ABNT, 2013) traz requisitos para condições térmicas internas para as edificações habitacionais em um dia típico de verão. Nesse projeto foi considerado o solstício de verão, dia 21 de dezembro para o hemisfério Sul.

A Tabela 4 apresenta os critérios de temperatura para a zona 6.

Tabela 4 – Temperatura para zona bioclimática 6

critério temperatura °C	nível desempenho
$T_i \max \leq T_e \max$	M
$T_i \max \leq (T_e \max - 2 \text{ °C})$	I
$T_i \max \leq (T_e \max - 4 \text{ °C})$	S
$T_i \max$: valor máximo diário da temperatura do ar no interior da edificação; $T_e \max$: valor máximo diário da temperatura do ar exterior à edificação	

Fonte: Adaptada da NBR 15575-1 (ABNT, 2013) – Anexo E

Por se tratar de um projeto modelo, podendo ser locado em qualquer orientação, em qualquer município, adotou-se a janela do dormitório orientada para o oeste e a janela da sala para o norte.

Para a realização de simulações foi utilizado o *software DesignBuilder*, um ambiente de modelagem para projetos de construção (DESIGNBUILDER 2.1, 2009).

Para cada um dos 12 modelos estimou-se o custo para sua execução, por meio das tabelas de custo de composições analítico e sintético do SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil e relatório de composição do serviço da AGETOP – Agência Goiana de Transportes e Obras.

Para o sistema de alvenaria com tijolo de solo cimento foi utilizada a composição adaptada pela AGEHAB. A Tabela 5 apresenta os custos obtidos após o cálculo orçamentário de cada alternativa.

Tabela 5 – Custo dos modelos simulados

modelo	sistema construtivo	forro	custo (R\$/m²)		
			vedação	forro	total
1A	Alvenaria de tijolo cerâmico furado 9x19x39 cm e reboco	Não	86,14	0,00	86,14
1B		PVC		30,32	116,46
1C		Gesso		20,00	106,14
2A	Alvenaria de tijolo cerâmico furado 14x19x39 cm e reboco	Não	98,82	0,00	98,82
2B		PVC		30,32	129,14
2C		Gesso		20,00	118,82
3A	Alvenaria de tijolo solo cimento sem reboco	Não	84,73	0,00	84,73
3B		PVC		30,32	115,05
3C		Gesso		20,00	104,73
4A	Parede de concreto sem reboco	Não	56,13	0,00	56,13
4B		PVC		30,32	86,45
4C		Gesso		20,00	76,13

Fonte: Autores

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Seguem os principais resultados e discussões quanto ao nível de desempenho e custo dos modelos.

3.1 Verificação de transmitância térmica e capacidade térmica de paredes externas e forro

Na Tabela 6 são apresentados os valores prescritos na NBR 15575-5 (ABNT, 2013), os valores obtidos da simulação e nível de desempenho alcançado pelos modelos.

Tabela 6 - Transmitância térmica e nível de desempenho para modelos de isolamento da cobertura selecionados

modelo	sistema construtivo	requisitos NBR 15575 (ABNT, 2013)			dados obtidos no <i>software</i>		
		absortância - α	transmitância térmica – U W/m².K - nível desempenho	capacidade térmica – CT kJ/m².K	transmitância térmica – U W/m².K	capacidade térmica – CT kJ/m².K	nível desempenho
1A	Alvenaria de tijolo cerâmico furado 9x19x39cm e reboco	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,7 - \underline{M}$	≥ 130	3,22	130,93	M
1B							
1C							
2A	Alvenaria de tijolo cerâmico furado 14x19x39cm e reboco				2,71	134,70	M
2B							
2C							
3A	Alvenaria de tijolo solo cimento 7,5x12,5x25cm sem reboco				1,90	160,64	M
3B							
3C							
4A	Parede de concreto 10cm sem reboco				3,06	240,00	M
4B							
4C							

Fonte: Autores

O valor de absorptância solar utilizado foi 0,32, logo o critério para transmitância térmica utilizado para análise foi $U \leq 3,7$ para nível de desempenho mínimo (M). Na Tabela 7 são apresentados os valores prescritos na NBR 15575-4 (ABNT, 2013), os valores obtidos da simulação e classificação do nível de desempenho.

Tabela 7 - Transmitância térmica, capacidade térmica e nível de desempenho para modelos simulados

modelo	sistema construtivo	requisitos NBR 15575 (ABNT, 2013)			dados obtidos no <i>software</i>		
		absortância - <i>a</i>	transmitância térmica – U W/m².K - nível desempenho	capacidade térmica – CT kJ/m².K	transmitância térmica – U W/m².K	capacidade térmica – CT kJ/m².K	nível desempenho
1A	Alvenaria de tijolo cerâmico furado 9x19x39cm e reboco	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,7 - \underline{M}$	≥ 130	3,22	130,93	M
1B							
1C							
2A	Alvenaria de tijolo cerâmico furado 14x19x39cm e reboco				2,71	134,70	M
2B							
2C							
3A	Alvenaria de tijolo solo cimento 7,5x12,5x25cm sem reboco				1,90	160,64	M
3B							
3C							
4A	Parede de concreto 10cm sem reboco				3,06	240,00	M
4B							
4C							

Fonte: Autores

O sistema de alvenaria com tijolo solo cimento apresentou melhor desempenho térmico em relação aos demais, com transmitância térmica igual 1,90 W/m².K.

3.2 Verificação das temperaturas internas e externas – NBR 15575

As temperaturas interna e externa obtidas na simulação e o nível de desempenho de cada modelo são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 – Temperatura interna e externa

modelo	material	espessura (m)	forro	NBR 15575 (ABNT, 2013)	dados obtidos na simulação		
				critério temperatura °C - nível de desempenho	temperatura °C		nível desempenho
					interna	externa	
1A	Reboco + tijolo cerâmico furado 9x19x39 + reboco	0,13	Não	$Ti_{max} \leq Te_{max} - \underline{M}$ $Ti_{max} \leq (Te_{max} - 2\text{ °C}) - \underline{I}$ $Ti_{max} \leq (Te_{max} - 4\text{ °C}) - \underline{S}$	27,27	31,20	I
1B	Reboco + tijolo cerâmico furado 9x19x39 + reboco	0,13	PVC		27,34		I
1C	Reboco + tijolo cerâmico furado 9x19x39 + reboco	0,13	Gesso		27,27		I
2A	Reboco + tijolo cerâmico furado 14x19x39 + reboco	0,18	Não		26,62		S
2B	Reboco + tijolo cerâmico furado 14x19x39 + reboco	0,18	PVC		26,87		S
2C	Reboco + tijolo cerâmico furado 14x19x39 + reboco	0,18	Gesso		26,82		S
3A	Tijolo solo cimento	0,125	Não		26,99		S
3B	Tijolo solo cimento	0,125	PVC		27,30		I
3C	Tijolo solo cimento	0,125	Gesso		27,20		S
4A	Concreto maciço	0,10	Não		27,90		I
4B	Concreto maciço	0,10	PVC		28,37		I
4C	Concreto maciço	0,10	Gesso		28,27		I

Ti max: valor máximo diário da temperatura do ar no interior da edificação;
Te max: valor máximo diário da temperatura do ar exterior à edificação

Fonte: Autores

3.3 Custo e desempenho térmico

A Figura 3 apresenta o comparativo de todas as alternativas em termos de custo e temperatura interna.

Figura 3 - Custo x Temperatura Interna

Fonte: Autores

Percebe-se que os projetos considerando paredes de concreto maciço (modelo 4), independentemente do tipo de forro, apresentaram menor custo, sendo o sem forro o

mais econômico. Entretanto tais modelos apresentaram o pior resultado de temperatura interna, consequentemente o pior desempenho. Ao contrário, os modelos de alvenaria com tijolo furado cerâmico com reboco foram os que apresentaram um melhor desempenho térmico, sendo o modelo sem forro com o melhor resultado. No entanto, estes modelos apresentaram o maior custo, chegando a 211,7% maior do que o mais econômico.

4. CONCLUSÕES

Entre os modelos analisados, o que apresentou maior equilíbrio entre desempenho térmico e custo foi o modelo 3A: parede solo cimento sem forro. O modelo não foi o mais econômico nem o de melhor desempenho, mas se destacou na relação custo benefício, além de apresentar a melhor transmitância entre todos. Cabe destacar o modelo 2A, cujos resultados de temperatura interna foram próximos aos do modelo 3A, porém inferiores em termos de transmitância e cerca de 15% menos econômico.

Hoje o principal modelo utilizado em edificações Minha Casa Minha Vida é de alvenaria com tijolo furado cerâmico com reboco sem forro, que apresentou resultados inferiores à alvenaria com bloco de solo cimento em ambas análises de custo e desempenho térmico.

Ressalta-se que a análise pode se estender a outros aspectos que envolvem a viabilidade econômico-financeira, entre os quais a logística e mão-de-obra especializadas, além das especificidades dos sistemas prediais.

O estudo mostra a importância da análise do desempenho térmico vinculada ao orçamento, concluindo que encontrar o modelo mais viável economicamente não necessita preterir o desempenho da edificação, indicando melhores alternativas que possam atender tanto os objetivos mercadológicos dos construtores quanto à habitabilidade dos usuários.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Rio de Janeiro. **NBR 15220-2**. Desempenho térmico de edificações. Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

_____. Rio de Janeiro. **NBR 15220-3**. Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

_____. Rio de Janeiro. **NBR 15575-1**. Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro. 2013.

_____. Rio de Janeiro. **NBR 15575-4**. Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro. 2013.

_____. Rio de Janeiro. **NBR 15575-5**. Edificações Habitacionais – Desempenho. Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro. 2013.

BRASIL. **Lei nº 10.098**, de 19 de dezembro de 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L10098.htm>. Acesso em: 05 abr. 2019.

CARPINO, C.; BRUNO, R.; ARCURI, N. Social housing refurbishment in Mediterranean climate: Cost-optimal analysis towards the n-ZEB target. **Energy and Buildings**, v. 174, p. 642-656, 2018.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho das Edificações Habitacionais**. Guia Orientativo para Atendimento à Norma ABNT NBR 15575/2013. Brasília, 2013.

DELL'ISOLA, M., FICCO, G., CANALE, L., FRATTOLILLO, A., BERTINI, I. A new heat cost allocation method for social housing. **Energy and Buildings**, v. 172, p. 67-77, 2018.

DESIGN BUILDER 2.1. **User's Manual**. 2009.

FANTOZZI, F., GARGARI, C., ROVAI, M., SALVADORI, G. Energy Upgrading of Residential Building Stock: Use of Life Cycle Cost Analysis to Assess Interventions on Social Housing in Italy. **Sustainability**, v. 11, n. 5, p. 1452, 2019.

PRECIADO-PÉREZ, O. A.; FOTIOS, S. Comprehensive cost-benefit analysis of energy efficiency in social housing. Case study: Northwest Mexico. **Energy and Buildings**, v. 152, p. 279-289, 2017.

RUIZ, J. DE A.; GRANJA, A. D.; KOWALTOWSKI, D. Cost reallocation in social housing projects considering the desired values of end-users. **Built Environment Project and Asset Management**, v. 4, n. 4, p. 352-367, 2014.

SILVA, W. M.; FERREIRA, R. C.; SOUZA, L. O.; SILVA, A. M. Análise termofísica e mecânica de tijolos de solo cimento confeccionados com a adição de resíduos agroindustriais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13, Canela, 2010. **Anais...** Canela, 2010.

TUBELO, R., RODRIGUES, L., GILLOTT, M., SOARES, J. C. G. Cost-effective envelope optimisation for social housing in Brazil's moderate climates zones. **Building and Environment**, v. 133, p. 213-227, 2018.