

LAUDO TÉCNICO
Nº 0649a/2015

1. Dados Gerais

1.1. Dados do Cliente

Razão Social: SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL, DE OLARIAS, DE LADRILHOS HIDRAULICOS E PRODUTOS DE CIMENTO, DE SERRARIAS E MARCENARIAS DE NH

Endereço: R. Joaquim Pedro Soares, 560 - Sala 702 – Novo Hamburgo/ RS

Fabricantes: Celucon Ind. e Com. de Concretos Ltda

A/C: SINDUSCON NH

Código da Proposta: Não aplicável

1.2. Dados da Amostra

Responsável pela Amostragem: Não aplicável

Data da Amostragem: Não aplicável

Data de Recebimento: Não aplicável

Período de Realização do Ensaio: Janeiro / 2015

Número(s) da(s) Amostra(s): 1

2. Amostra para análise:

O objeto de análise consiste em uma edificação de 2 pavimentos. As paredes externas são compostas por blocos de concreto celular de 15 cm de espessura e revestimento argamassado externo e interno de 2,5 cm de espessura, totalizando 20 cm de espessura. As paredes internas são de blocos de concreto celular, porém com 10 cm de espessura. A Figura 1 apresenta a perspectiva da edificação, com as identificações de cada cômodo simulado.

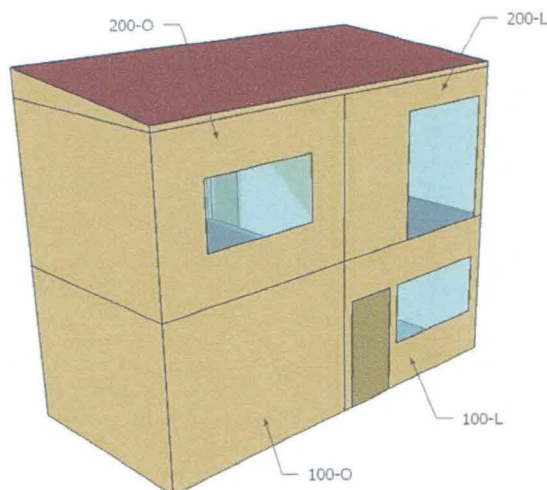


Figura 1 – Perspectiva da edificação simulada.

LAUDO TÉCNICO
Nº 0649a/2015

A cobertura do sistema é composta de laje de concreto com espessura de 12 cm e telhas de fibrocimento 8 mm (Figura 2). O pé direito considerado na simulação foi de 2,93 m. As portas internas e externas são de madeira e as janelas de duas folhas de correr, com vidro de 4 mm. As propriedades térmicas dos sistemas são apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

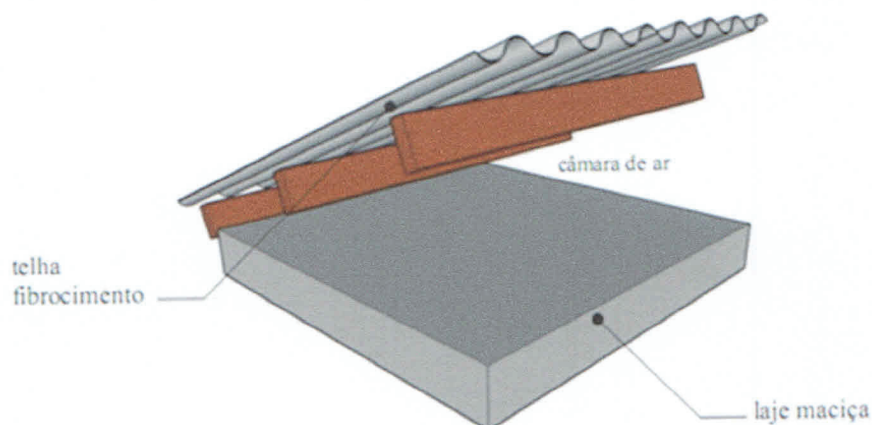


Figura 2 – Corte da cobertura em laje impermeabilizada.

Tabela 1 – Propriedade dos vidros

Sistema construtivo		Propriedades térmicas								
Descrição	e [m]	Ts	Rs	Rs	Tv	Rv	Rv	Tir	ϵ	k [W/m.K]
Vidro claro 4 mm	0,004	0,837	0,075	0,075	0,898	0,081	0,081	0	0,84	0,9

Fonte: Optics 5.2a, 2010 apud POZZA, 2011

Tabela 2 – Propriedades termofísicas dos materiais – Paredes, coberturas, forros e pisos

Material construtivo	Propriedades térmicas			
	e [m]	λ [W/m.K]	ρ [Kg/m³]	c [J/kg.K]
Argamassa 2,5 cm	0,025	1,15	2000	1000
Bloco de concreto 15 cm	0,015	0,12	500	1000
Bloco de concreto 10 cm	0,010	0,12	500	1000
Laje concreto	0,12	1,75	2400	1000
Telha fibrocimento	0,008	0,95	1800	840
Porta de madeira	0,03	0,15	614	2300

Obs.: espessura (e), condutividade térmica (λ), densidade de massa aparente (ρ) e calor específico (c).

Fonte: Adaptado de NBR 15220-2.

Data da Impressão: 19/06/2015

Instituto Tecnológico itt PERFORMANCE

Av. Unisinos, 950 – São Leopoldo(RS) – Acesso pelo Portão E

Fone: 51 3590 – 8887 – e-mail: ittperformance@unisinos.br

www.unisinos.br/ http://www.unisinos.br/itt/ittperformance/

LAUDO TÉCNICO
Nº 0649a/2015**2.1. Instrumentação:**

Para a simulação computacional selecionou-se o software EnergyPlus (versão 8.1) e para a modelagem da edificação foi utilizado o plug-in OpenStudio para o Google SketchUp 8. O algoritmo de solução utilizado foi o CTF (Conduction Transfer Function), o qual considera apenas a troca de calor sensível, desconsiderando o armazenamento e difusão de umidade nos sistemas construtivos.

3. Objetivo:

Este ensaio teve como objetivo analisar o desempenho térmico da edificação, bem como classificar o sistema de acordo com a ABNT NBR 15575:2013.

4. Responsáveis:

Coordenador operacional do itt Performance: Ms. Eng. Civil Roberto Christ

Laboratorista: Paulo Mezzomo

5. Métodos

O ensaio térmico foi desenvolvido para as oito zonas bioclimáticas (ZB) brasileiras, conforme Figura 3. Para tanto, as simulações térmicas foram realizadas para as cidades de Curitiba (ZB1), Santa Maria (ZB2), Florianópolis (ZB3), Brasília (ZB4), Niterói (ZB5), Campo Grande (ZB6), Cuiabá (ZB7), e Rio de Janeiro (ZB8). Os arquivos climáticos utilizados (TRY) foram elaborados a partir de dados horários, registrados em estação climatológicas do INMET entre os anos de 2000 e 2010¹.

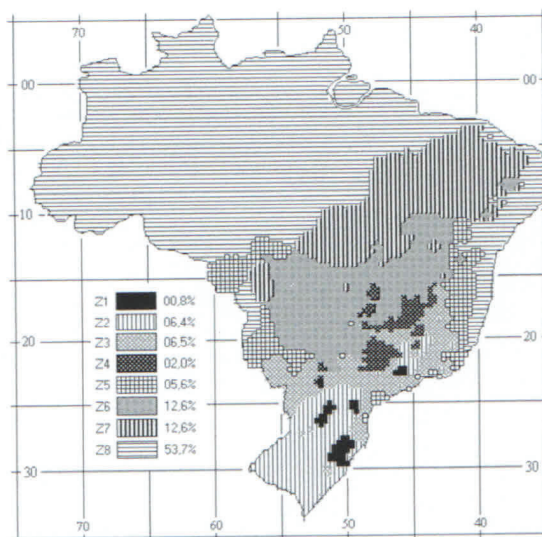


Figura 3 – Zonas bioclimáticas no Brasil (ABNT NBR 15220-3)

¹ <http://labeec.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos/formato-epw>

LAUDO TÉCNICO
 Nº 0649a/2015

O ensaio térmico foi orientado pelo método de simulação da norma de desempenho NBR 15575-1:2013. A avaliação deve ser feita para um dia típico de projeto de inverno e de verão e os valores da temperatura interna resultante das simulações são comparados com a temperatura externa. A diferença entre eles é comparada com os valores máximos para o verão e mínimos para o inverno (Tabela 3).

Tabela 3 – Critério de avaliação de desempenho térmico para ZB1 a ZB8

	Zonas bioclimáticas 1 a 7	Zona bioclimática 8	Zonas bioclimáticas 1 a 5
Nível de desempenho	Verão	Verão	Inverno
M	$T_{i,Max} \leq T_{e,Max}$	$T_{i,Max} \leq T_{e,Max}$	$T_{i,Min} \geq T_{e,Min} + 3^{\circ}C$
I	$T_{i,Max} \leq (T_{e,Max} - 2^{\circ}C)$	$T_{i,Max} \leq (T_{e,Max} - 1^{\circ}C)$	$T_{i,Min} \leq (T_{e,Min} + 5^{\circ}C)$
S	$T_{i,Max} \leq (T_{e,Max} - 4^{\circ}C)$	$T_{i,Max} \leq (T_{e,Max} - 2^{\circ}C)$	$T_{i,Min} \leq (T_{e,Min} + 7^{\circ}C)$

$T_{i,Max}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus centígrados;

$T_{e,Max}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus centígrados;

$T_{e,Min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus centígrados;

$T_{i,Min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus centígrados;

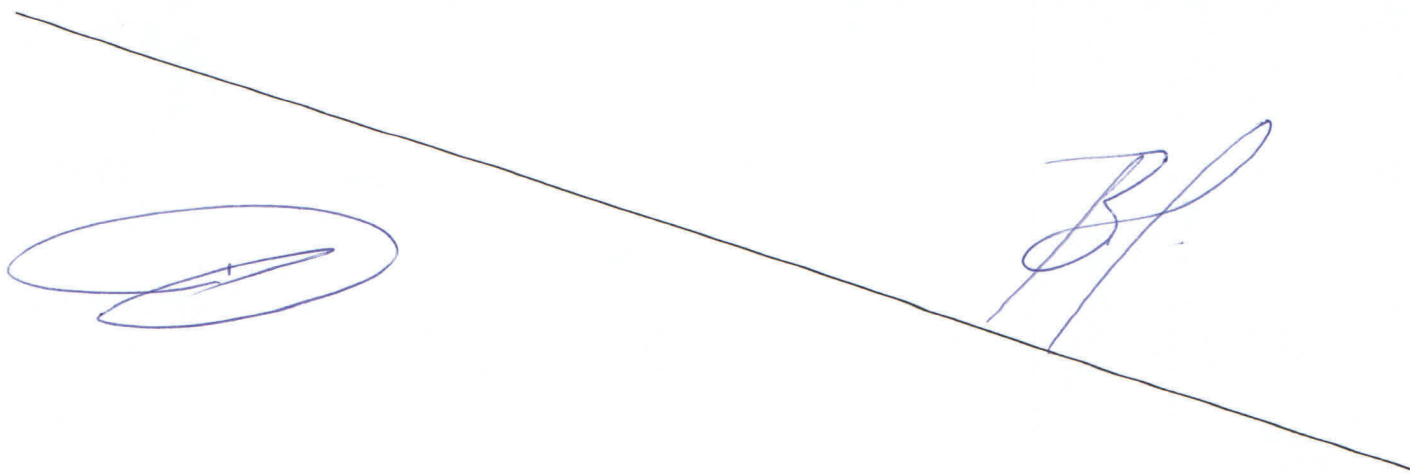
Zonas bioclimáticas de acordo com a norma NBR 15220 – Parte 3.

Fonte: adaptado de ABNT (2013 a)

Para que a edificação apresentasse a condição mais crítica termicamente, os ambientes escolhidos para análise possuem a orientação solar mais desfavorável. A taxa de renovação de ar dos ambientes e coberturas foi de 1 ren/h. Como a edificação não apresenta indicação de cor, a simulação foi realizada com as absorptâncias de 0,3, 0,5 e 0,7.

6. Resultados

Com a análise dos dados obtidos no ensaio térmico e com a adoção dos limites das zonas bioclimáticas analisadas (Tabela 3), apresentam-se na Tabela 4 o nível de desempenho e as temperaturas externas e internas máximas e mínimas obtidas através da simulação. As temperaturas dos ambientes internos da edificação estão identificadas na Tabela 4 como 100-L, 100-O, 200L e 200-O. As mesmas identificações podem ser vistas na Figura 1.



Data da impressão: 19/06/2015

Instituto Tecnológico itt PERFORMANCE

Av. Unisinos, 950 – São Leopoldo(RS) – Acesso pelo Portão E

Fone: 51 3590 – 8887 – e-mail: ittperformance@unisinos.br

www.unisinos.br/ http://www.unisinos.br/itt/ittperformance/

LAUDO TÉCNICO
 Nº 0649a/2015

Tabela 4 – Nível de desempenho térmico – temperaturas internas

ZB	Absort.	Situação	Temp. externa	Ambientes				Nível de desempenho
				100-L	100-O	200-L	200-O	
Condição padrão ¹								
1	0,3	Verão	31,75	22,77	24,35	29,40	28,14	I
		Inverno	1,96	10,98	11,50	8,45	8,64	I
	0,5	Verão	31,75	23,12	24,76	29,94	28,62	M
		Inverno	1,96	11,20	11,74	8,77	8,98	I
	0,7	Verão	31,75	23,47	25,14	30,42	29,06	M
		Inverno	1,96	11,41	11,97	9,08	9,30	S
2	0,3	Verão	32,10	26,28	25,04	31,22	30,14	M
		Inverno	10,33	14,86	15,10	14,36	14,42	M
	0,5	Verão	32,10	26,71	25,46	31,78	30,65	M
		Inverno	10,33	15,04	15,30	14,59	14,67	M
	0,7	Verão	32,10	26,71	25,46	31,78	30,65	M
		Inverno	10,33	15,04	15,30	14,59	14,67	M
3	0,3	Verão	31,80	25,57	24,05	30,27	28,96	M
		Inverno	6,06	13,16	13,58	10,85	10,95	M
	0,5	Verão	31,80	25,96	24,35	30,76	29,35	M
		Inverno	6,06	13,37	13,77	11,13	11,21	I
	0,7	Verão	31,80	26,32	24,68	31,20	29,70	M
		Inverno	6,06	13,56	13,96	11,39	11,45	I
4	0,3	Verão	32,11	25,44	24,40	29,05	28,12	I
		Inverno	11,24	18,28	18,60	17,89	17,99	I
	0,5	Verão	32,11	25,83	24,84	29,57	28,62	I
		Inverno	11,24	18,50	18,83	18,21	18,32	I
	0,7	Verão	32,11	26,23	25,25	30,06	29,08	I
		Inverno	11,24	18,71	19,04	18,50	18,62	S
5	0,3	Verão	33,29	26,65	25,76	31,47	30,50	M
		Inverno	10,80	16,38	16,70	15,43	15,52	M
	0,5	Verão	33,29	27,04	26,20	31,97	30,97	M
		Inverno	10,80	16,55	16,88	15,65	15,77	M
	0,7	Verão	33,29	27,04	26,20	31,97	30,97	M
		Inverno	10,80	16,71	17,03	15,87	16,00	I
6	0,3	Verão	33,66	25,74	24,75	28,68	27,92	S
	0,5			26,06	25,05	29,08	28,30	S
	0,7			26,35	25,35	29,45	28,65	S
7	0,3	Verão	37,69	29,88	28,80	24,47	33,59	I
	0,5			30,22	29,15	34,90	34,01	I
	0,7			30,53	29,51	35,30	34,40	I
8	0,3	Verão	35,15	27,93	26,71	33,18	32,17	M
	0,5			28,35	27,14	33,73	32,70	M
	0,7			28,75	27,58	34,21	33,16	M

Obs.: valores em °C; N/A: não atende; M: mínimo; I: intermediário; S: superior.

¹: ambiente com taxa de renovação de ar de 1ren/h

Data da impressão: 19/06/2015

Instituto Tecnológico itt PERFORMANCE

Av. Unisinos, 950 – São Leopoldo(RS) – Acesso pelo Portão E

Fone: 51 3590 – 8887 – e-mail: ittperformance@unisinos.br

www.unisinos.br/ http://www.unisinos.br/itt/ittperformance/

LAUDO TÉCNICO
Nº 0649a/2015

7. Observações

- CONTENDO 6 PÁGINAS, O PRESENTE RELATÓRIO TÉCNICO FOI ELABORADO PELA EQUIPE TÉCNICA DO ITT PERFORMANCE/UNISINOS E OS RESULTADOS AQUI APRESENTADOS NÃO PODEM SER UTILIZADOS INDISCRIMINADAMENTE, SENDO VÁLIDOS SOMENTE NO ÂMBITO DESTE DOCUMENTO, SENDO VEDADA SUA REPRODUÇÃO PARCIAL. A GENERALIZAÇÃO DOS RESULTADOS PARA QUALQUER LOTE/UNIVERSO SERÁ DE RESPONSABILIDADE DO CLIENTE.
- IMPORTANTE DESTACAR QUE OS RESULTADOS APRESENTADOS NESTE RELATÓRIO SÃO VÁLIDOS SOMENTE AOS ITENS ENSAIADOS.

Sem mais,



Dr. Prof. Engº. Civil Bernardo Fonseca Tutikian
CREA RS nº 121982



Prof. MSc. Engº. Civil Roberto Christ
CREA RS nº 182890

Final do Relatório – Recomendam-se cuidados para publicação destes resultados e, quando necessário esta publicação, o relatório deve ser reproduzido na íntegra. Reprodução em partes requer aprovação escrita do laboratório.