

F96-05 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório Nº 3782/2020



1. Dados do Cliente

Razão Social: Blocos Artefatos de Concreto Ltda

Endereço: Fazenda Boa Esperança, S/N – Bairro: Centro – Rodeio/MG – CEP: 36510-000

A/C: Wellington Luiz Fernandes

Código da Proposta/Pedido: 5448/3337

2. Objetivo

Determinação do tempo de resistência ao fogo do sistema descrito no item 4, sem finalidade estrutural, através do procedimento descrito na ABNT NBR 10636:1989 – Paredes divisórias sem função estrutural – Determinação da resistência ao fogo – Método de ensaio, verificando as características de (a) estabilidade estrutural, (b) estanqueidade a passagem de gases e fumaça e (c) isolamento térmico.

3. Responsáveis

Relatório de Ensaio Autorizado por: Dra. Arq. e Urb. Maria Fernanda de Oliveira

Responsável pelo Ensaio: Dr. Eng. Civil Roberto Christ

Analista de Projetos: Engª. Civil Maira Janaina Ott

Laboratorista: Matheus Schallenberger e Giovana Poleto

4. Amostras para análise

A amostragem é responsabilidade do Cliente.

Data de Recebimento: 18/09/2020

Número(s) da(s) Amostra(s): 6348

Período de Realização do Ensaio: 20/10/2020

Local da realização das atividades do Ensaio: nas dependências permanentes do itt Performance (Unisinos).

A amostra para análise consiste em um sistema de vedação vertical, sem função estrutural, constituído por blocos compostos por duas camadas externas de microconcreto armado e preenchimento em EPS. Os blocos foram assentados com emprego de argamassa do tipo AC II sendo feita a amarração entre blocos com armadura Ø 10 mm. A face interna recebeu tratamento de juntas, sem revestimento, e a face externa recebeu revestimento em massa acrílica. A amostra ensaiada possui dimensões de 315x300 cm, sendo a superfície exposta às elevadas temperaturas de 250x250 cm, conforme prescrições de norma. A amostra foi executada pela equipe do contratante sobre uma estrutura metálica móvel, acoplável ao forno vertical de ensaio. A Tabela 1 apresenta os dados da amostra e a Figura 1 apresenta a execução da amostra.

F96-05 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório Nº 3782/2020

Tabela 1 – Características dos materiais componentes da amostra

Material	Propriedade			
Bloco	Tipo Blocos de vedação <i>Blocom</i>	Camada 1: Microconcreto	Espessura: 15 mm	Densidade: 2500 kg/m ³
		Camada 2: EPS	Espessura: 120 mm	Densidade: 15 kg/m ³
		Camada 3: Microconcreto	Espessura: 15 mm	Densidade: 2500 kg/m ³
	Dimensões	90 x 90 x 15 cm		
	Tipo	Argamassa ACII		
	Espessura	2 a 3 mm		
Tratamento das juntas na face interna	Densidade	2000 kg/m ³		
	Tipo	Massa acrílica <i>Suvinil</i> (2 demãos)		
	Espessura	2 a 3 mm		
Revestimento externo	Densidade	1560 a 1600 kg/m ³		
	Traço	Massa acrílica <i>Suvinil</i> (2 demãos)		
	Espessura	2 a 3 mm		
	Densidade	1560 a 1600 kg/m ³		

Fonte: informações fornecidas pelo cliente.



Figura 1 – Execução da amostra, sendo (a) assentamento dos blocos; (b) aplicação da argamassa de assentamento e (c) sistema após aplicação do revestimento

5. Instrumentação

A Tabela 2 apresenta os equipamentos utilizados no ensaio.

Tabela 2 – Equipamentos utilizados no ensaio

Descrição	Fabricante / Modelo	Capacidade Técnica	Calibração	Rastreabilidade
Câmera Termográfica	FLIR / A325	Cap. Mínima: 0 °C Cap. Máxima: 350 °C Resolução: 1 °C	-	-
Cronômetro Digital	Extech Instrument (itt Performance – E050P)	Cap. Mínima: 0:00'00"1 s Cap. Máxima: 99:99'99"9 s Resolução: 0:00'00"1 s	Data: 28/08/2020 Validade: 1 ano	Laboratório: Novus Certificado: 7930/2020
Forno vertical de resistência ao fogo	Grefortec/GFT 03276 FG (itt Performance - E054P)	Capacidade: 1200 °C Resolução: 0,01 °C	-	-

(Continua na página 3)

F96-05 – RELATÓRIO DE ENSAIO
 Relatório Nº 3782/2020

Continuação da Tabela 2

Descrição	Fabricante / Modelo	Capacidade Técnica	Calibração	Rastreabilidade
Trena a laser	Bosch / GLM 20 (itt Performance – E108P)	Cap. Mínima: 0,001 m Cap. Máxima: 20,00 m Resolução: 0,001 m	Data: 09/12/2019 Validade: 1 ano	Laboratório GERO Certificado: 51405/2019
Termohigrômetro	AKROM (itt Performance – E216P)	Cap. Mín.: -20°C / 0% Cap. Máx.: 60°C / 100 % Resolução: 0,1 °C / 0,1%	Data: 20/11/2019 Validade: 1 ano	Laboratório: Kellab Certificado: J014552/19
Esfera do lado esquerdo	itt Performance - E054P-EE	Cap. Máxima: 15,00 kg	Data: 11/02/2020 Validade: 1 ano	Laboratório:SENAI Certificado:5163/2019
Esfera central	itt Performance - E054-EC	Cap. Máxima: 15,00 kg	Data: 11/02/2020 Validade: 1 ano	Laboratório:SENAI Certificado:5163/2019
Esfera do lado direito	itt Performance - E054-ED	Cap. Máxim: 15,00 kg	Data: 11/02/2020 Validade: 1 ano	Laboratório:SENAI Certificado:5163/2019
Termopar tipo K Forno Vertical (3x1200)	Thermomax (itt Performance - TRFK 86)	Cap. Mínima: 500,00 °C Cap. Máxima: 1100,00 °C Resolução: 0,01 °C	Data: 13/05/2020 Validade: 1 ano	Laboratório: Novus Certificado: 4068/20
Termopar tipo K Forno Vertical (6x1100)	Thermomax (itt Performance - TRFK 83)	Cap. Mínima: 500,00 °C Cap. Máxima: 1100,00 °C Resolução: 0,01 °C	Data: 27/08/2020 Validade: 1 ano	Laboratório: Novus Certificado: 7902/20
Termopar tipo K Forno Vertical (6x1000)	Thermomax (itt Performance - TRFK 93)	Cap. Mínima: 500,00 °C Cap. Máxima: 1100,00 °C Resolução: 0,01 °C	Data: 28/08/2020 Validade: 1 ano	Laboratório: Novus Certificado: 7916/20
Termopar tipo K Forno Vertical (3x1300)	Thermomax (itt Performance - TRFK 101)	Cap. Mínima: 500,00 °C Cap. Máxima: 1100,00 °C Resolução: 0,01 °C	Data: 27/08/2020 Validade: 1 ano	Laboratório: Novus Certificado: 7918/20
Termopar tipo K Forno Vertical (6x850 mm)	Thermomax (itt Performance - TRFK 102)	Cap. Mínima: 0,00 °C Cap. Máxima: 1100,00 °C Resolução: 0,01 °C	Data: 13/05/2020 Validade: 1 ano	Laboratório: Novus Certificado: 4055/20
Termopar tipo T Forno Vertical (10 x 30 mm)	Thermomax (itt Performance - TRFT 77)	Cap. Mínima: 20,00 °C Cap. Máxima: 180,00 °C Resolução: 0,01 °C	Data: 27/08/2020 Validade: 1 ano	Laboratório: Novus Certificado: 7869/2020
Termopar tipo T Forno Vertical (10 x 30 mm)	Thermomax (itt Performance - TRF 57)	Cap. Mínima: 20,00 °C Cap. Máxima: 180,00 °C Resolução: 0,01 °	Data: 27/08/2020 Validade: 1 ano	Laboratório: Novus Certificado: 7889/20
Termopar tipo T Forno Vertical (1 x 30 mm)	Thermomax (itt Performance - TRFT 78)	Cap. Mínima: 20,00 °C Cap. Máxima: 180,00 °C Resolução: 0,01 °C	Data: 27/08/2020 Validade: 1 ano	Laboratório: Novus Certificado: 7897/20
Termopar tipo T Forno Vertical (10 x 30 mm)	Thermomax (itt Performance - TRFT 62)	Cap. Mínima: 20,00 °C Cap. Máxima: 180,00 °C Resolução: 0,01 °C	Data: 27/08/2020 Validade: 1 ano	Laboratório: Novus Certificado: 7898/20
Termopar tipo T Forno Vertical (10 x 30 mm)	Thermomax (itt Performance - TRFT 72)	Cap. Mínima: 20,00 °C Cap. Máxima: 180,00 °C Resolução: 0,01 °C	Data: 27/08/2020 Validade: 1 ano	Laboratório: Novus Certificado: 8481/2020
Termopar tipo T Forno Vertical (10 x 30 mm)	Thermomax (itt Performance - TRFT 74)	Cap. Mínima: 20,00 °C Cap. Máxima: 180,00 °C Resolução: 0,01 °C	Data: 27/08/2020 Validade: 1 ano	Laboratório: Novus Certificado: 7894/2020
Termopar tipo K Forno Vertical (6x1000)	Thermomax (itt Performance – TRFK 91)	Cap. Mínima: 500,00 °C Cap. Máxima: 1100,00 °C Resolução: 0,01 °C	Data: 27/08/2020 Validade: 1 ano	Laboratório: Novus Certificado: 7899/20
Termopar tipo K Forno Vertical (6x850)	Thermomax (itt Performance – TRFK 104)	Cap. Mínima: 0,00 °C Cap. Máxima: 1100,00 °C Resolução: 0,01 °C	Data: 27/08/2020 Validade: 1 ano	Laboratório: Novus Certificado: 7903/20

F96-05 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório Nº 3782/2020

6. Métodos

O método de ensaio utilizado é o prescrito pela ABNT NBR 10636:1989. O ensaio consiste na determinação do tempo de resistência ao fogo da amostra quando exposta ao programa de aquecimento descrito pela referida norma. A amostra é classificada como corta fogo (CF), no período em que atender os requisitos de estabilidade, estanqueidade e isolamento térmico, e como para chamas (PC), no período que atender apenas as características de estabilidade e estanqueidade. O ensaio é realizado em um forno vertical normatizado composto por 4 queimadores alimentados por gás liquefeito de petróleo (GLP). A amostra é acoplada ao forno e monitorada continuamente por 5 termopares do tipo K, de diâmetro 1,5 mm, em sua face exposta ao fogo, e 5 termopares do tipo T, de diâmetro 0,7 mm, em sua superfície não exposta ao fogo. As posições e numerações dos termopares internos (face exposta às altas temperaturas) são apresentados na Figura 2 (a) e as dos termopares externos (face não exposta às altas temperaturas) na Figura 2 (b). A posição dos termopares 6 a 10 (externos) coincide com a posição dos termopares 1 a 5 (internos) e obedecem aos preceitos de locação da norma. Os termopares 11 e 12 são complementares.

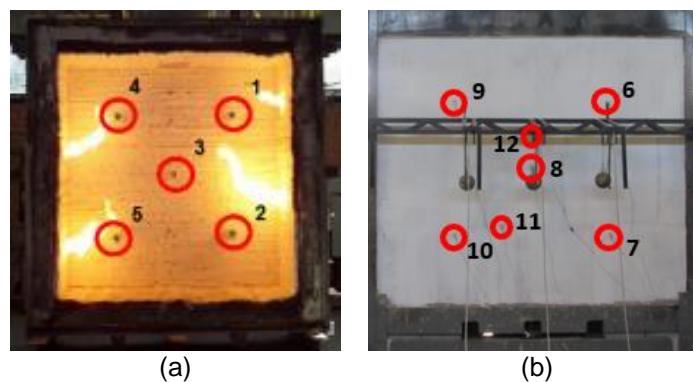


Figura 2 – Numeração dos termopares (a) internos, no interior do forno, e (b) externos, na face da amostra não exposta ao fogo

6.1. Estabilidade estrutural

A estabilidade estrutural é verificada através do impacto mecânico de 3 esferas de aço, com massa de 15 kg cada, alinhadas horizontalmente a uma distância de 1,40 m da base da amostra. O impacto é realizado em movimento pendular, atingindo uma energia de 20 J, sendo analisadas as manifestações produzidas na amostra após o impacto. Este impacto é aplicado 3 minutos antes do término do ensaio.

6.2. Estanqueidade

A estanqueidade à passagem de gases e fumaça é avaliada mediante a inflamação de um chumaço de algodão posicionado a uma distância de 1 a 3 cm das fissuras deflagradas na amostra, por um período de 10 segundos.

6.3. Isolamento térmico

A verificação do isolamento térmico consiste na análise das temperaturas registradas na face não exposta às altas temperaturas da amostra. Como limite, a norma especifica que a temperatura média (média aritmética dos 5 termopares na face externa da amostra) não pode ser superior a 140°C e ultrapassar 180°C em nenhum dos termopares, sendo

F96-05 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório Nº 3782/2020

estas temperaturas acrescidas da temperatura ambiente. A incerteza de medição (U) é informada no item 7 e considerada para a classificação na situação mais favorável à segurança.

7. Resultados

O ensaio teve início às 14h09min e duração de 106 minutos, sendo a temperatura inicial (To) de 26,7°C. A Tabela 3 apresenta o roteiro das manifestações apontadas e a evolução do ensaio.

Tabela 3 – Desenvolvimento do ensaio de resistência ao fogo

Tempo (min)	Ocorrência
0	Início do programa térmico
5	Estalos na amostra
7	Fissura vertical na fiada central, bloco esquerdo
14	Realizado teste de estanqueidade, sem inflamação do chumaço de algodão
18	Estalos na amostra com maior frequência
29	Realizado teste de estanqueidade, sem inflamação do chumaço de algodão
41	Coloração amarelada na superfície
42	Realizado choque mecânico, sem danos ao sistema
44	Realizado teste de estanqueidade, sem inflamação do chumaço de algodão
57	Realizado choque mecânico, sem danos ao sistema
59	Realizado teste de estanqueidade, sem inflamação do chumaço de algodão
62	Liberação de fumaça pela fissura vertical
68	Estalos na amostra com maior frequência
74	Realizado teste de estanqueidade, sem inflamação do chumaço de algodão
78	Realizado teste de estanqueidade, sem inflamação do chumaço de algodão
87	Realizado choque mecânico, ocasionando fissuração excessiva no sistema.
89	Realizado teste de estanqueidade, sem inflamação do chumaço de algodão
96	Realizado teste de estanqueidade, sem inflamação do chumaço de algodão
106	Realizado teste de estanqueidade, com inflamação do chumaço de algodão
106	Fim do programa térmico.
U = 0,5 min	

7.1. Estabilidade estrutural

Apresenta-se na Tabela 4 o deslocamento horizontal (no sentido do forno) sofrido pela amostra a cada instante do ensaio.

Tabela 4 – Deformações ocorridas na amostra durante o ensaio de resistência ao fogo

Tempo (min)	Deslocamento (mm)	Tempo (min)	Deslocamento (mm)
0	0	45	9
5	3	50	9
10	8	60	13
15	8	70	16
20	8	80	16
30	7	90	21
40	7	100	21
U: tempo = 0,5 min e deslocamento = 4,18 mm			

A deformação máxima registrada no sistema durante o ensaio de resistência ao fogo foi de 21 mm, ocorrida aos 100 minutos de ensaio. Aos 87 minutos foi realizado impacto mecânico, com ocorrência de fissurações no sistema.

F96-05 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório Nº 3782/2020

7.2. Estanqueidade

Durante o ensaio foram realizados 8 testes de estanqueidade. Em função da fissuração ocorrida no sistema após impacto mecânico, aos 106 minutos, durante teste de estanqueidade, houve inflamação do chumaço de algodão, caracterizando a perda de estanqueidade do sistema. O registro desta ocorrência pode ser observado na Figura 3.



Figura 3 – Realização do ensaio de estanqueidade (a) e (b) inflamação do chumaço de algodão

7.3. Isolamento térmico

A Figura 4 apresenta o gráfico com os valores de temperatura da superfície interna da amostra (diretamente exposta às altas temperaturas), a Figura 5 o gráfico com os valores de temperatura da superfície externa da amostra (não exposta diretamente às altas temperaturas) e a Figura 6 o gráfico com os limites normativos e a temperatura média obtida no interior do forno, em graus Celsius (°C), obtidos no desenvolvimento ensaio.

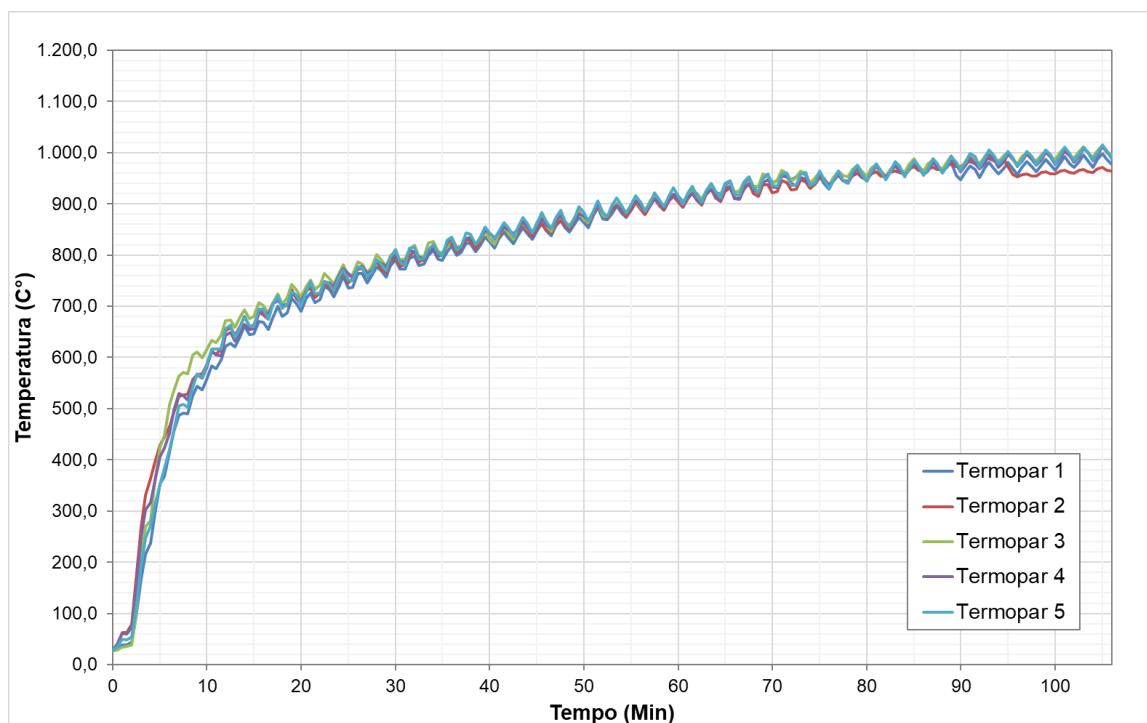


Figura 4 – Valores de temperatura registrados pelos termopares da face interna

F96-05 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório Nº 3782/2020

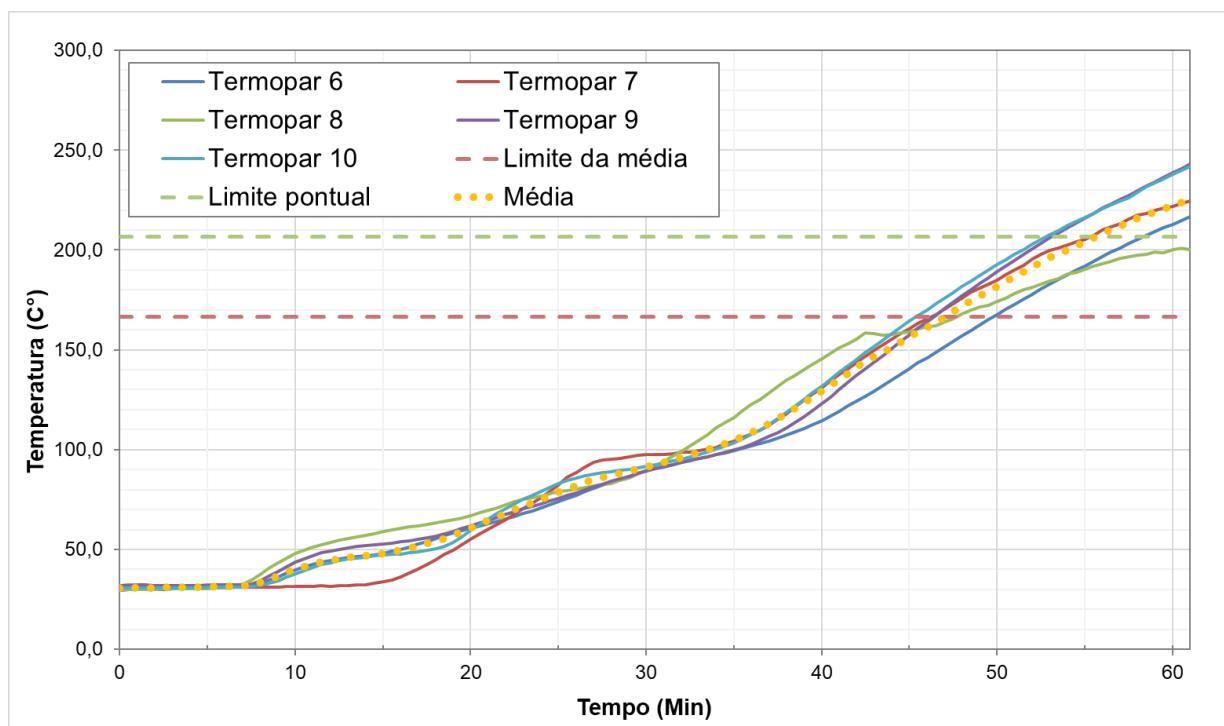


Figura 5 – Valores de temperatura registrados pelos termopares da face externa

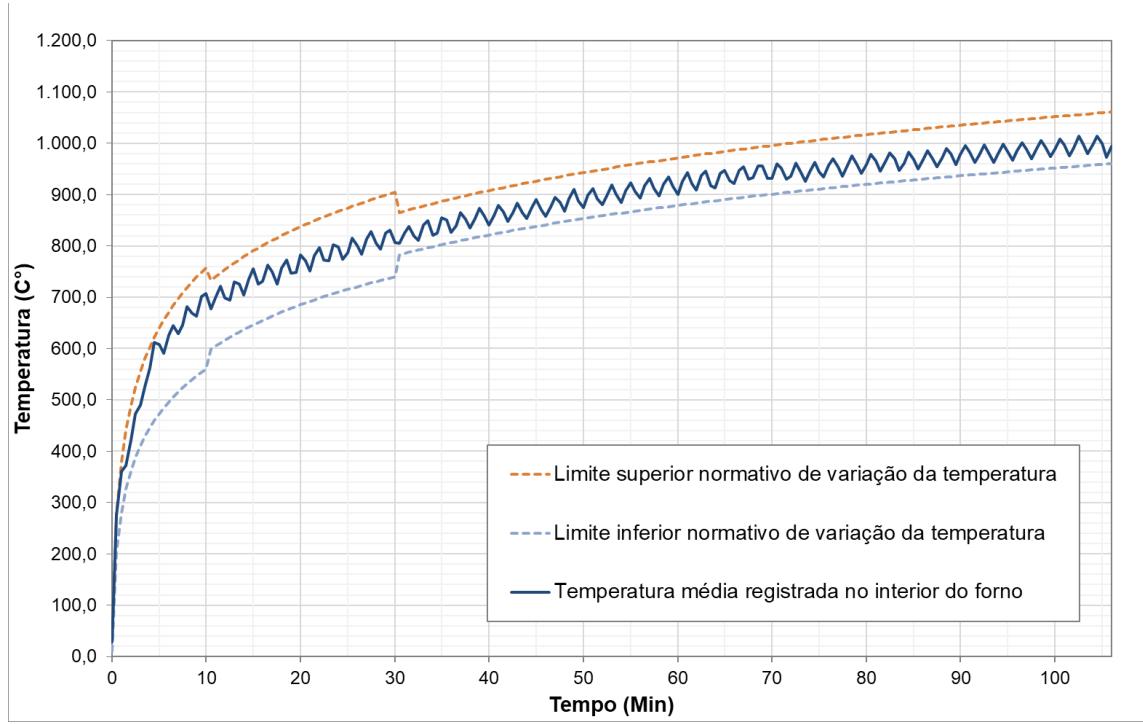


Figura 6 – Limites normativos e valor médio de temperatura registrado no interior do forno vertical

A Tabela 5 apresenta as temperaturas pontuais e a média das medições na face não exposta ao fogo. Sendo a temperatura no início do ensaio de 26,7 °C, o limite de temperatura média dos termopares é de 166,7 °C e o limite de temperatura em cada termopar de 206,7 °C.

F96-05 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório Nº 3782/2020

Tabela 5 – Desenvolvimento de temperaturas durante o ensaio de resistência ao fogo

Tempo (min)	Termopar 6	Termopar 7	Termopar 8	Termopar 9	Termopar 10	Termopar 11	Termopar 12	Média Externa
0,0	31,86	29,71	29,97	32,07	30,59	28,95	30,3	30,84
5,0	31,99	30,65	30,4	32,12	30,94	29,68	30,62	31,22
10,0	39,84	31,59	47,96	43,64	37,88	30,47	32,22	40,182
20,0	60,58	55,05	66,86	61,89	59,4	32,54	37,52	60,756
30,0	89,19	97,49	89,8	89,23	91,61	46,7	65,12	91,464
40,0	114,48	131,14	145,6	123	131,88	64,35	84,21	129,22
45,0	140,6	160,64	159,07	157,37	164,21	72,17	89,04	156,37
46,0	145,92	165,42	161,67	163,9	169,86	74,26	89,99	161,35
47,0	151,41	170,41	164,05	170,51	175,83	74,38	90,53	166,44
48,0	157,04	175,98	167,83	177,05	181,77	75,64	91,27	171,93
49,0	162,45	180,93	171,46	183,12	187,31	76,56	92,03	177,05
50,0	167,61	184,86	174,29	188,99	192,56	77,48	92,76	181,66
51,0	172,77	190,09	178,03	194,73	197,66	77,72	93,52	186,65
52,0	177,86	195,43	181,42	200,54	202,87	78,54	94,19	191,62
53,0	182,8	199,58	184,5	206,01	207,49	78,63	95,21	196,07
54,0	187,59	202,57	187,88	211,29	212,31	79,48	96,14	200,32
55,0	191,91	205,45	190,52	216,09	216,41	79,99	96,92	204,07
56,0	196,65	209,97	193,22	220,87	220,43	81,98	97,84	208,22
57,0	201,02	213,22	195,88	225,29	224,48	82,35	98,94	211,97
58,0	205,28	217,53	197,34	229,5	228,85	85,85	100,08	215,7
59,0	209,12	219,79	199,17	233,94	233,71	86,93	101,08	219,14
60,0	212,58	221,85	200,04	238,56	237,74	87,7	102,06	222,15

U: tempo = 5 min e temperatura = 7,06 °C

*Média feita sobre os termopares numerados de 6 a 10 (quantidade mínima de termopares definida em norma)

Verifica-se que aos 47 minutos, o isolamento térmico do sistema extrapolou os limites normativos na temperatura média, e aos 53 minutos ultrapassou o limite de temperatura pontual.

A Figura 7 apresenta as imagens registradas pela câmera termográfica ao longo do ensaio.

F96-05 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório Nº 3782/2020

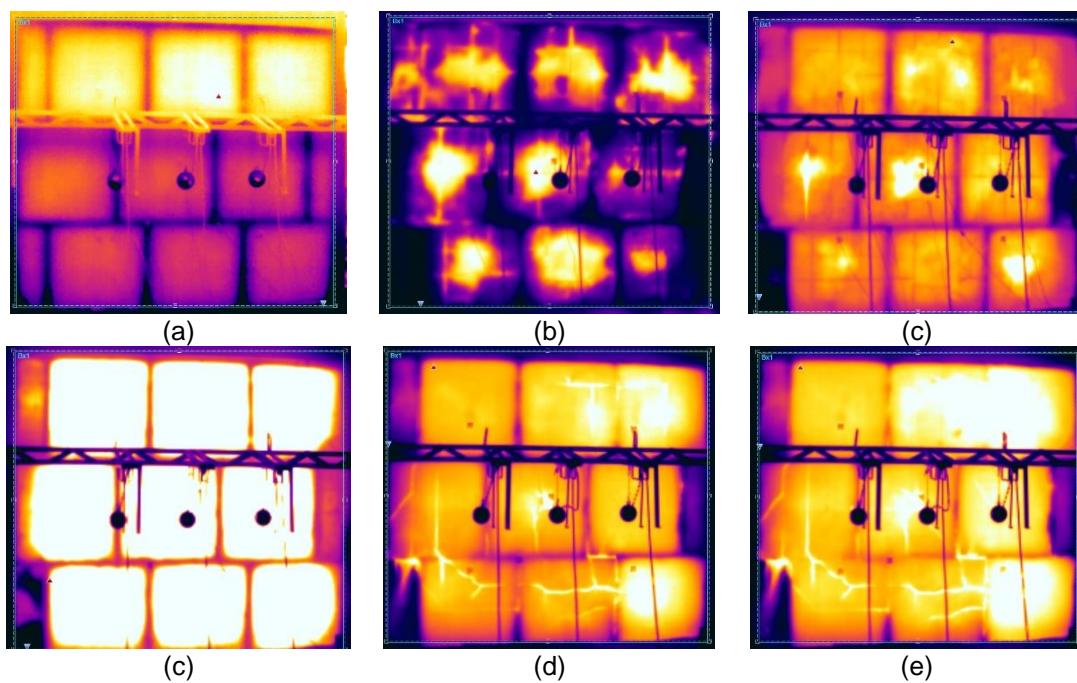


Figura 7 – Imagens de câmera termográfica aos (a) 0 minutos; (b) 15 minutos; (c) 30 minutos; (d) 60 minutos; (e) 90 minutos e (f) 106 minutos

7.4. Aspecto final ao término do ensaio

A Figura 8 apresenta o aspecto das faces da amostra após a execução do ensaio. A Figura 9 apresenta alguns detalhes da amostra após o ensaio.



Figura 8 – Aspecto das faces (a) exposta às elevadas temperaturas e (b) face não exposta após o ensaio



Figura 9 – Aspecto pós-ensaio, (a) degradação de blocos na face exposta e (b) trincas na face não exposta

F96-05 – RELATÓRIO DE ENSAIO
Relatório Nº 3782/2020

7.5 Considerações finais

A amostra manteve-se íntegra durante os 106 minutos de ensaio.

Quanto à estanqueidade, houve a inflamação do chumaço de algodão, caracterizando a perda de estanqueidade aos 106 minutos de ensaio.

Quanto ao isolamento térmico do sistema ensaiado, houve acréscimo de temperatura além dos limites estabelecidos em norma registrado aos 47 minutos.

O ensaio foi finalizado aos 106 minutos, uma vez que houve perda de estanqueidade do sistema.

Conclui-se que o sistema se enquadra na categoria destacada a seguir (conforme ABNT NBR 10636:1989):

- ✓ **CORTA-FOGO**, atendendo às exigências de (estabilidade, estanqueidade e isolamento térmico), enquadrando-se na categoria **CF45**;
- ✓ **PARA-CHAMA**, atendendo às exigências de estabilidade e estanqueidade, enquadrando-se na categoria **PC90**.

Observações

- Os resultados apresentados neste relatório referem-se somente aos itens ensaiados.
- CONTENDO 10 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.
- O laboratório não foi responsável pela amostragem do(s) item(ns) ensaiado(s), e os resultados se aplicam a amostra conforme recebida.

Sem mais,

Emitido em 23 de outubro de 2020.

Dra. Arq. e Urb. Maria Fernanda de Oliveira
CAU RS A160003-6

Dr. Eng. 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.