



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Prefeitura Municipal de Florianópolis
Diretoria Central de Licitações
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL
Em _____

Norma Legal

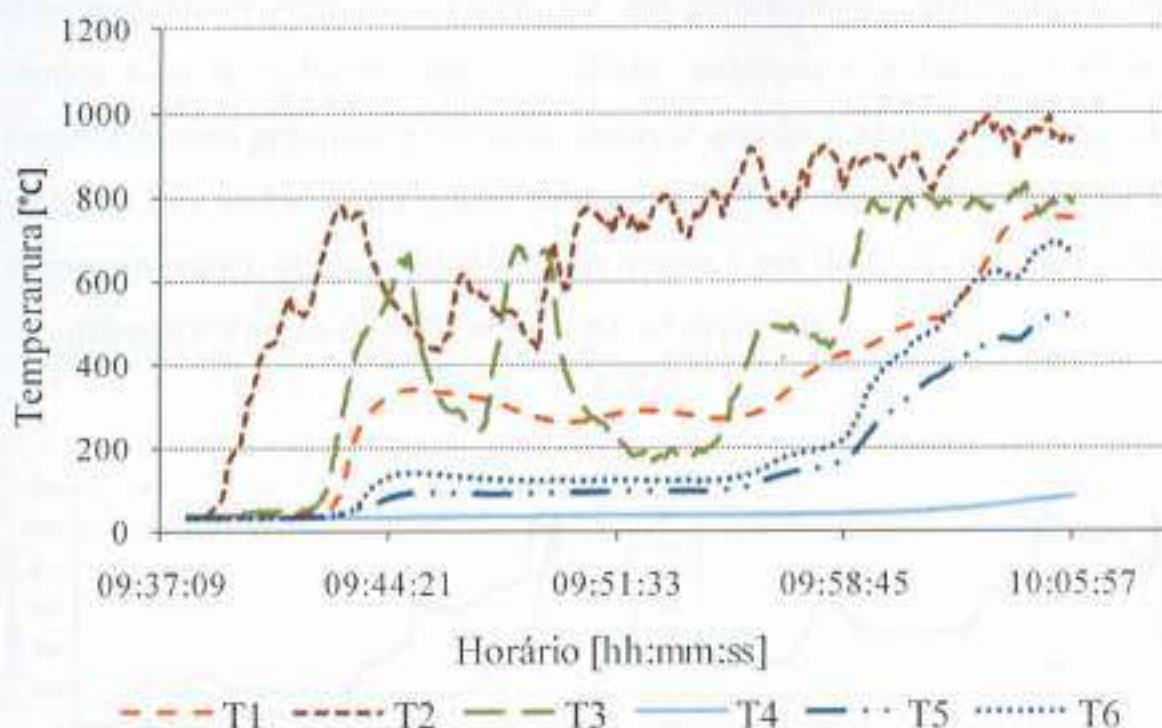


Figura 4.4 – Resultados das temperaturas ao longo da fachada lateral direita.

Verifica-se que a temperatura no termopar 2, mais próximo ao foco do incêndio, sobe muito rapidamente, com uma taxa de 165,3 °C/min. Os demais sensores apresentaram um aumento de temperatura a partir de 09:41:50, demonstrando que o calor se dissipou para o restante do ambiente, após 5 minutos após o início do incêndio.

Constata-se, também, ao mesmo tempo que se notava uma redução das temperaturas medidas no termopar 3, houve um aumento das temperaturas internas. Esse fato pode ser explicado pela retroalimentação de oxigênio pela janela da sala.

Conforme pode ser observado nos registros do termopar 6, as temperaturas externas, nas proximidades da porta da cozinha, possível rota de fuga, foram de apenas 45°C, no momento do colapso.





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Procedimento de Registro de Documentos
Diretoria Central de Licitações
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL
Em _____/_____/____

Luiz Englert

Já no conjunto de gráficos da Figura 4.5, que contemplam a análise da diferença térmica entre o ambiente onde o incêndio começou e a face da parede do dormitório mais próximo, é possível observar que às 9:44:04 a temperatura do painel na face voltada para o foco estava em 79°C e que a temperatura na face do mesmo painel, porém voltada para o quarto 1 era de 27°C , sendo registrada uma diferença térmica de 48°C entre o painel divisório.

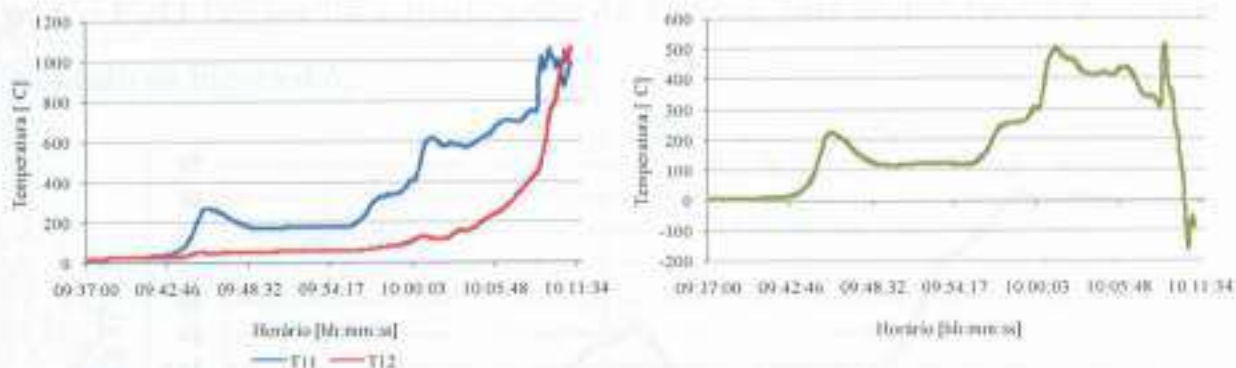


Figura 4.5 – Resultados da diferença de temperatura entre o ambiente foco do incêndio e o quarto 1.

A maior diferença de temperatura foi registrada às 10:01:22, e seu valor atingiu 499°C . Enquanto a temperatura na face mais aquecida era de 612°C , na face menos aquecida a temperatura registrada era de apenas 113°C , evidenciando uma boa capacidade de retardo das paredes externas de fechamento do sistema construtivo CASA FISCHER.

A partir deste momento constata-se que a temperatura no quarto 1 começa a se elevar, fazendo com que a diferença entre as duas faces seja reduzida. Isto pode ser explicado pelo fato do fogo ter atingido o interior quarto 1, devido à ignição do material no seu interior.




FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

 Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Diretoria Geral de Licitações,
 Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL
 Em: ____/____/____

Núcleo Legal

4.1.2 Registros Termográficos e dos Termopares no Ambiente Externo

Como descrito anteriormente, as temperaturas no ambiente externo foram monitoradas com uso de termógrafos (fixo e móvel) e de um termopar PT 100, denominado T7, posicionado na barreira B1.

As temperaturas registradas pelo T7 ficaram em torno de 36°C, no início do ensaio, e evoluíram para 46°C, às 10:06:18h (horário da última leitura efetuada, pois o Field Logger foi retirado antes do colapso, para evitar danos), conforme indicado na Figura 4.6.



Figura 4.6 – Gráfico do comportamento das temperaturas do termopar T7, durante o ensaio, das 09:37h até às 10:06:18h.

Examinando a Figura 4.6 percebe-se que, em termos gerais, o comportamento da curva de evolução das temperaturas do termopar T7, posicionado em frente à janela lateral da sala, foi similar ao verificado no interior do protótipo, marcado por uma elevação mais branda de temperatura nos primeiros sete (7) minutos de ensaio, seguida de uma elevação rápida que dura até os treze (13) minutos. Depois disso se verifica um período de redução das temperaturas, que dura cerca



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Prefeitura Municipal de Florianópolis
Diretoria Central de Licitações
Contratos e Convênios
CONFERE COIA O ORIGINAL
Em: ____/____/____

Forma Legal

de (três) minutos, após o qual as mesmas voltam a crescer, até próximo ao momento do colapso, quando foram interrompidas as leituras.

Os registros termográficos são apresentados a seguir. Como esperado, os mesmos indicam a existência de temperaturas radiantes mais elevadas do que as medidas na barreira B1 pelo T7, pois os termógrafos são sensores de área que captam a radiação térmica e são mais sensíveis à temperatura do ar.

Na Figura 4.7 pode-se observar o registro das temperaturas na barreira B1, face exposta ao incêndio, às 9:55h. Observa-se que as temperaturas registradas ficaram, na média, em torno de 97°C.

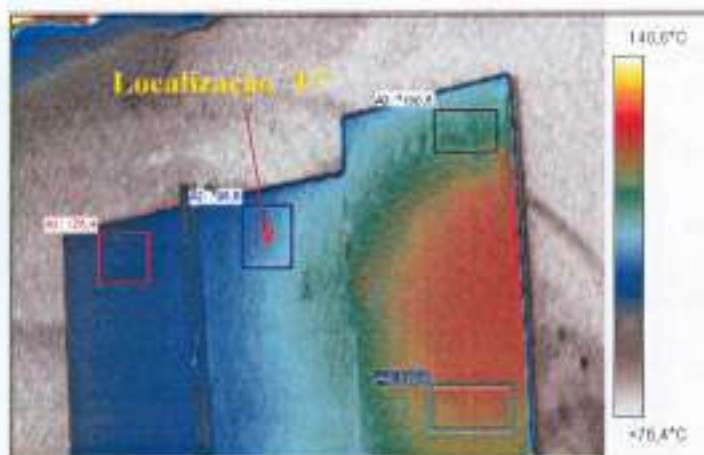


Figura 4.7 – Temperatura na barreira B1, face exposta ao incêndio a 18 minutos do início do ensaio, correspondente às 09:55h.

Na Figura 4.8 tem-se as temperaturas registradas, pelo termógrafo móvel, na face da barreira B1 não exposta ao incêndio, às 10:08h, hora do colapso da estrutura, aos 31 minutos de ensaio, enquanto na Figura 4.9 têm-se a temperatura, no mesmo momento, na fachada lateral direita do protótipo, na zona próxima a janela da sala. Percebe-se, examinando as figuras, que a temperatura na face não exposta da barreira B1, na média, ficou em torno de 108°C enquanto as temperaturas registradas pela termografia no protótipo ficaram entre 700°C e 800°C.





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Presidência da República
Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
Diretoria Central de Licitação
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL
Em _____/_____/_____

Nome: Luiz Englert

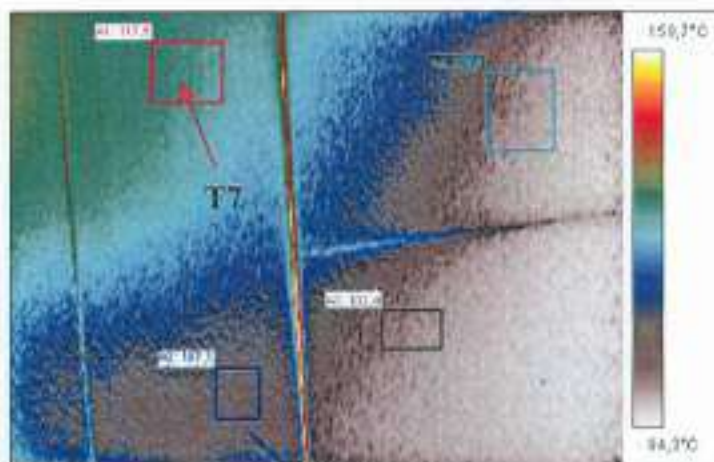


Figura 4.8 – Temperatura registrada, pelo termógrafo móvel, atrás da barreira B1, não exposta ao incêndio, às 10:08h ou 31 minutos de ensaio, quando houve o colapso da estrutura do protótipo.



Figura 4.9 – Temperatura registrada pelo termógrafo fixo, às 10:08h ou 31 minutos de ensaio, quando houve o colapso da estrutura.

Na hora do colapso da estrutura, às 10:08h, foram também captadas as temperaturas na face exposta da barreira B2, que atingiram, em média, 214°C, nas áreas monitoradas indicadas na Figura 4.10.

Após o colapso da estrutura manteve-se um período de observação do comportamento das temperaturas, no protótipo e nas barreiras, para verificar qual seria a evolução de temperaturas no entorno do protótipo.



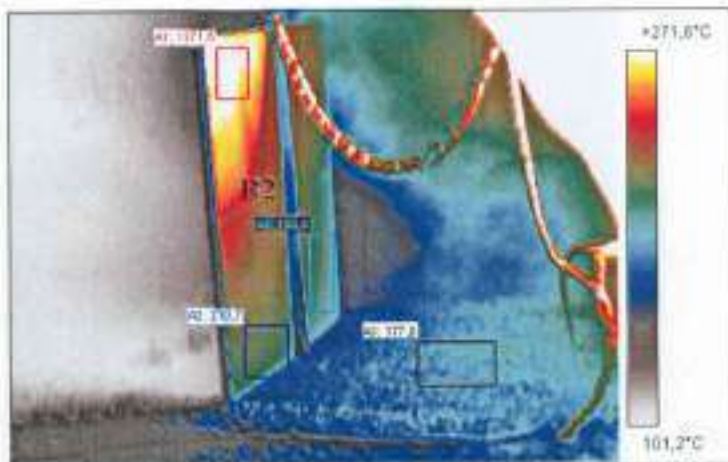


Figura 4.10 – Temperatura na face exposta da barreira B2, às 10:08h, quando houve o colapso da estrutura do protótipo.

Cinco (5) minutos após o colapso foram registradas temperaturas próximas de 800°C no protótipo, enquanto na face não exposta da barreira B2 as temperaturas atingiram, na média, um patamar de 244°C, nas áreas monitoradas, como mostra a Figura 4.11.

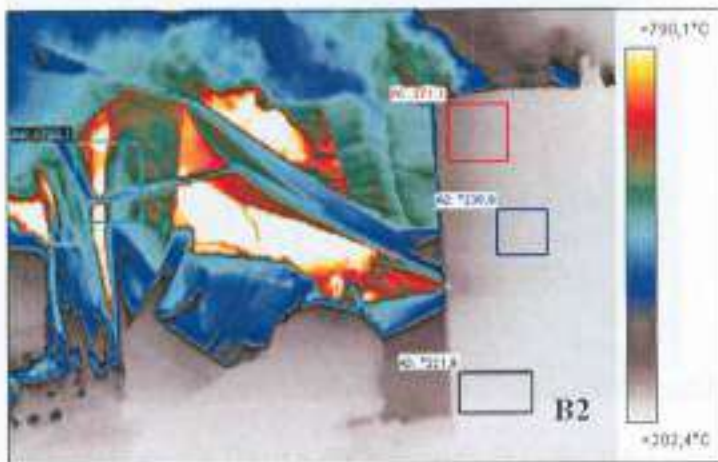


Figura 4.11 – Temperaturas na face não exposta da barreira B2, às 10:13h, 5 minutos após o colapso da estrutura do protótipo.

Após nove (9) minutos do colapso, foram registradas temperaturas próximas a 1120°C no protótipo, enquanto na zona da barreira B1 captaram-se, na média, temperaturas em torno de 236°C, como ilustra a Figura 4.12.





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Proteção Civil
Diretoria Central de Licitações,
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL



Figura 4.12 – Temperaturas captadas pelo termógrafo fixo, às 10:17h, 9 minutos, após o colapso da estrutura.

Notou-se, nesse momento, a ocorrência de reflexos da radiação das chamas na barreira B1, o que fez com que o termógrafo móvel captasse algumas temperaturas próximas a 312°C, como mostra a Figura 4.13.

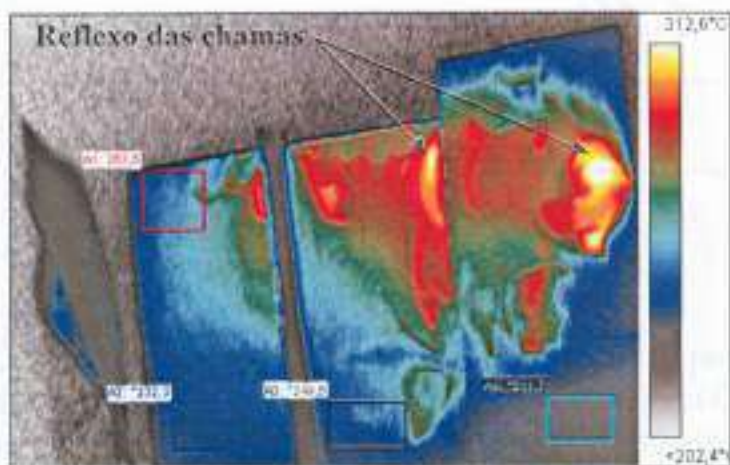


Figura 4.13 – Temperatura na frente da barreira B1, às 10:17h, 9 minutos após o colapso da estrutura do protótipo, mostrando o reflexo das chamas.

4.2 Resultados das Análises dos Gases

A seguir apresentam-se os teores de gases detectados nas amostras coletadas no interior e no entorno do protótipo.




FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

 Prefeitura Municipal de Petrópolis
 Diretoria Central de Licitações
 Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL
 Em _____/_____/_____.

4.2.1 Teores de Gases Registrados no Interior do Protótipo

No período compreendido entre as 09h37min e as 10h04min, correspondente a 27 minutos de ensaio, foram coletadas e analisadas 10 amostras dos gases gerados pelo incêndio no interior do protótipo. A concentração de cada gás, por ponto de coleta, obtida durante o ensaio, pode ser observada nos gráficos ilustrativos contidos nas Figuras 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, 4.18 e 4.19.

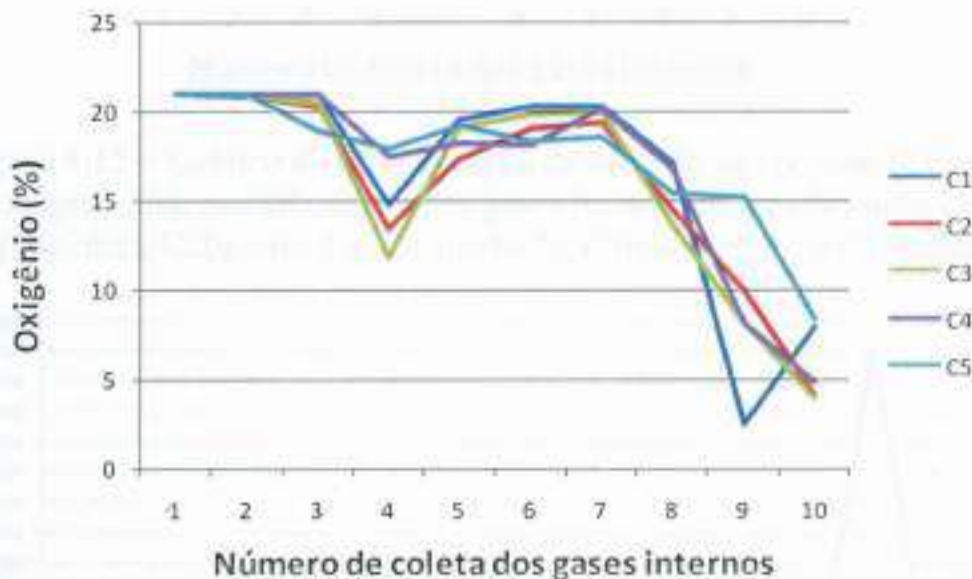


Figura 4.14 – Gráfico de concentração de oxigênio (O_2), em porcentagem (%), nas 10 coletas dos gases internos, em cada ponto de coleta C1(cozinha), C2(quarto 1), C3(quarto 2), C4(sala/baixo) e C5(sala/alto).





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Prefeitura Municipal de Porto Alegre
Diretoria Central de Urbanização
Compras e Derivados
CONFERE COM O ORIGINAL
Em _____/_____/_____

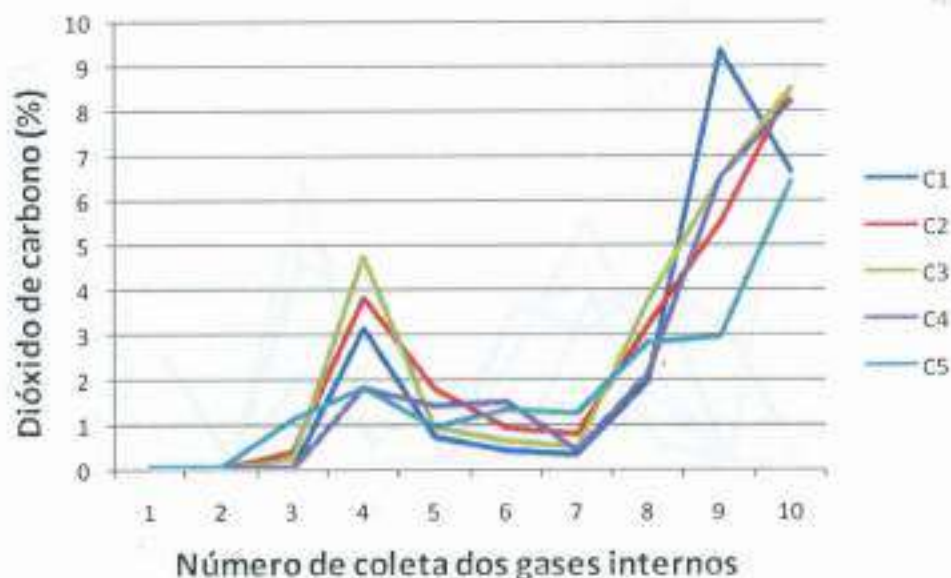


Figura 4.15 – Gráfico de concentração de dióxido de carbono (CO_2), em porcentagem (%), nas 10 coletas dos gases internos, em cada ponto de coleta C1(cozinha), C2(quarto 1), C3(quarto 2), C4(sala/baixo) e C5(sala/alto).

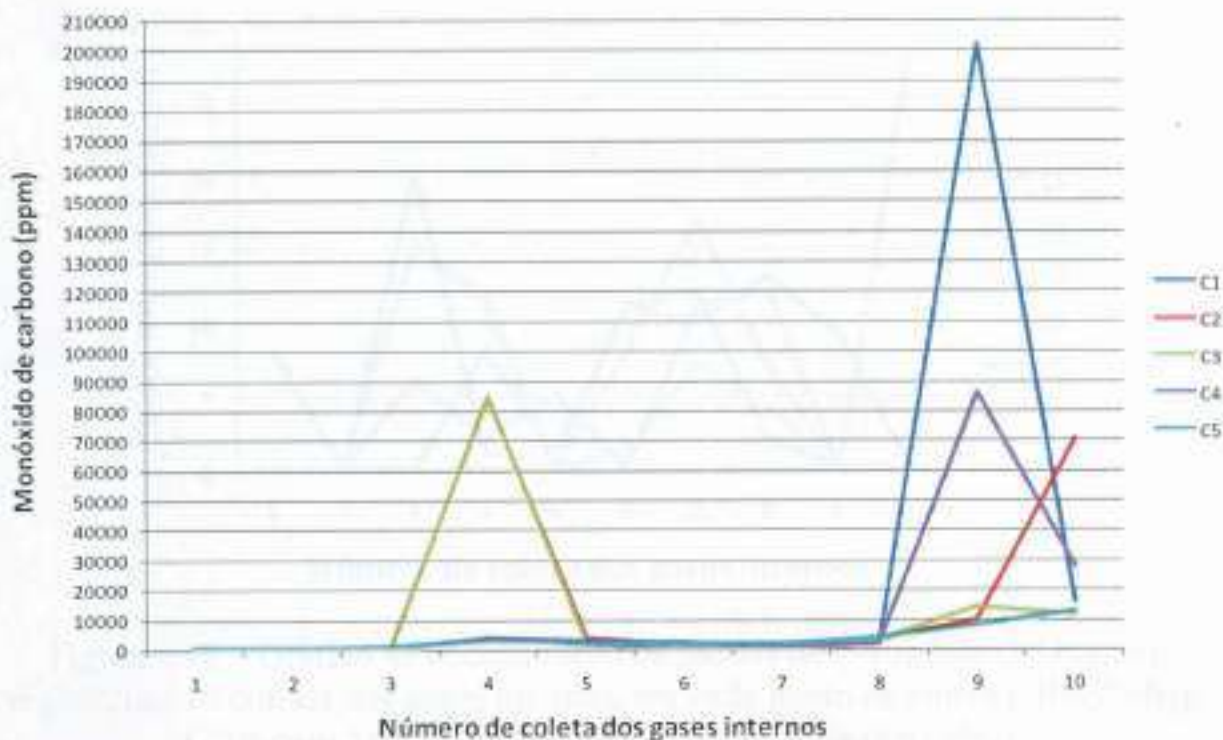


Figura 4.16 – Gráfico de concentração de monóxido de carbono (CO), em partes por milhão (ppm), nas 10 coletas dos gases internos, em cada ponto de coleta C1(cozinha), C2(quarto 1), C3(quarto 2), C4(sala/baixo) e C5(sala/alto).



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Página 162 de 204
Diretoria Geral de Licitações,
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL
Em: / /

Fls. 162

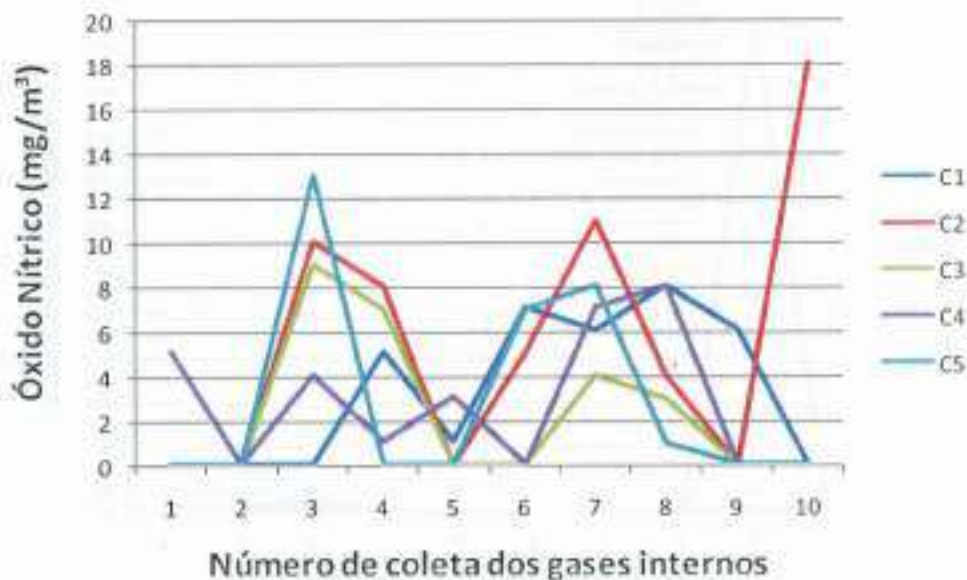


Figura 4.17 – Gráfico de concentração de óxido nítrico (NO), em mg/m³, nas 10 coletas dos gases internos, em cada ponto de coleta C1(cozinha), C2(quarto 1), C3(quarto 2), C4(sala/baixo) e C5(sala/alto).

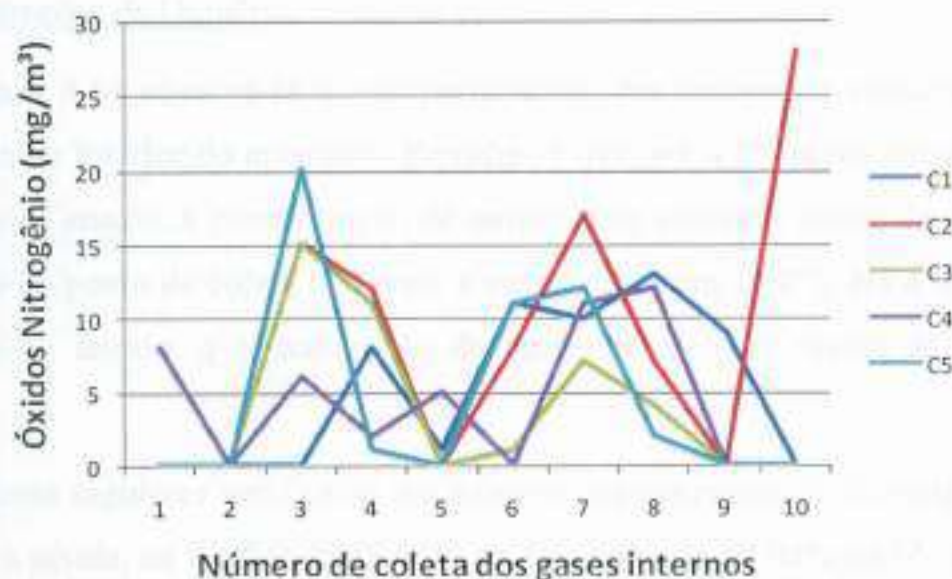


Figura 4.18 – Gráfico de concentração de óxidos de nitrogênio (NOx), em mg/m³, nas 10 coletas dos gases internos, em cada ponto de coleta C1(cozinha), C2(quarto 1), C3(quarto 2), C4(sala/baixo) e (sala/alto).





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Presidência Municipal de 1971
Diretoria Central de Licitações
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL
Em _____/_____/_____/

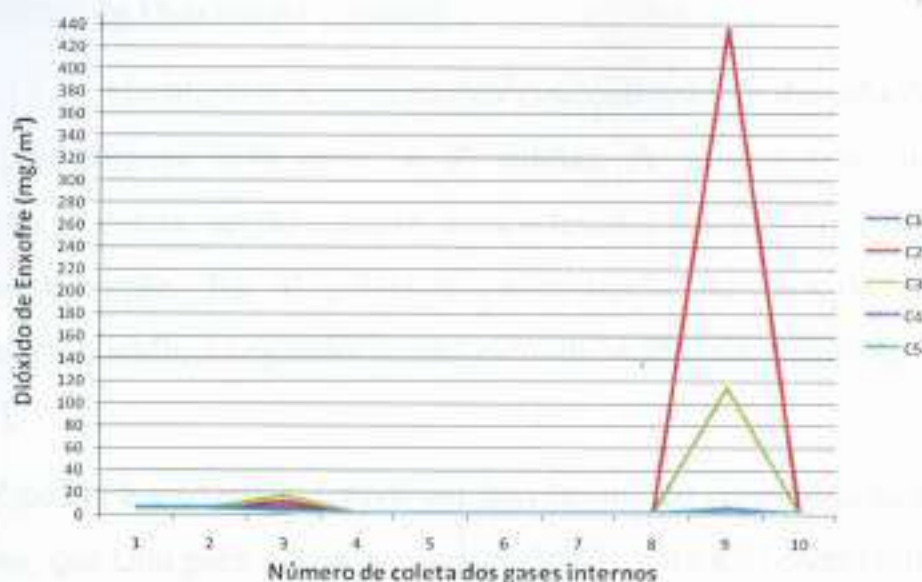


Figura 4.19 – Gráfico de concentração de dióxido de enxofre (SO_2), em mg/m^3 , nas 10 coletas dos gases internos, em cada ponto de coleta C1(cozinha), C2(quarto 1), C3(quarto 2), C4(sala/baixo) e C5(sala/alto).

Concentrações de Oxigênio

Na Figura 4.14 observa-se o comportamento, em termos de concentração de oxigênio no interior do protótipo. Percebe-se que, até a 3ª coleta, ocorrida aos 4 minutos de ensaio, a concentração de oxigênio se encontra acima de 20%, com exceção do ponto de coleta C5, onde a mesma cai para 18,8%. Na 4ª coleta, a 7 minutos de ensaio, a concentração de oxigênio cai para níveis de 15%, em média.

Nas coletas seguintes verifica-se um aumento da concentração de oxigênio, que retorna a níveis, na média, de 18,64% na 5ª coleta, de 19,08% na 6ª coleta e de 19,64% na 7ª coleta. A partir da 8ª coleta, ocorrida a 19 minutos do início do ensaio, a concentração de oxigênio volta a cair progressivamente, sendo registrado, na média, 15,44% na 8ª coleta, 8,68% na 9ª coleta e 5,72% na 10ª coleta.




FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

 Diretoria Central de Licitação,
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL

Nome: _____

Concentrações de Dióxido de Carbono

Na Figura 4.15 visualiza-se a evolução da concentração de dióxido de carbono, que foi praticamente nula na 1ª e 2ª coletas. A mesma apresenta alguma alteração na 3ª coleta, sendo o ponto mais relevante o C5 (sala), que atinge 1,1 % de concentração. Na 4ª coleta a concentração de dióxido de carbono continuou crescendo, chegando a um pico de 4,7% no ponto de coleta C3 (quarto 2).

Entre a 5ª coleta e a 6ª coleta houve um decréscimo da concentração do dióxido de carbono, que caiu para níveis médios de 0,94% para a 5ª coleta e 0,64% para a 6ª coleta. A partir da 7ª coleta houve novo aumento da concentração do dióxido de carbono que atingiu valores médios de 2,74%. Na 8ª coleta e na 9ª coleta as concentrações ficaram, na média, em 6,14% e 7,64%, respectivamente.

Concentrações de Monóxido de Carbono

A Figura 4.16 ilustra o comportamento da concentração de monóxido de carbono no interior do protótipo, que teve comportamento similar ao dióxido de carbono, ou seja, um crescimento inicial, seguido de um decréscimo e de um novo acréscimo da concentração. Nas primeiras coletas, 1ª e 2ª, a concentração de monóxido de carbono ficou, na média, em 1,2 ppm e 1ppm, respectivamente.

A partir da 3ª coleta a concentração teve aumento considerável, tendo como pico a coleta no ponto C5(sala) atingindo 380ppm. Na 4ª coleta o comportamento da concentração de monóxido de carbono foi elevadíssima, chegando a picos de 83.500 ppm para a coleta no ponto C2(quarto 1) e 84.000ppm para o ponto de coleta C3 (quarto 2). Nas coletas seguintes (5ª, 6ª e 7ª), houve uma grande redução da concentração, sendo a máxima concentração registrada na 5ª coleta de 3.417ppm no C2 (quarto 1), na 6ª coleta de 2.063 ppm no C4 (sala) e na 7ª coleta de 1.167ppm no C5 (sala).





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Presidência da República
Diretoria Central de Licitações,
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL
Em _____/_____/____

Da 8ª coleta em diante houve novamente o aumento da concentração do monóxido de carbono, chegando a 3578ppm no C5 (sala) na 8ª coleta, a 201.000ppm no C1 (cozinha) na 9ª coleta. Para a 10ª coleta o pico registrado foi para o C2 (quarto 1) com 70.000ppm.

Concentrações de Óxido Nítrico e de Nitrogênio

As Figura 4.17 e 4.18 mostram a evolução das concentrações de óxido nítrico e de óxido de nitrogênio, respectivamente. As mesmas se comportaram de forma similar, marcada por uma elevação da concentração até a 3ª coleta e uma redução entre a 4ª e a 5ª coleta. Nas coletas seguintes (6ª, 7ª e 8ª), as concentrações aumentaram novamente, porém nas últimas coletas (9ª e 10ª) voltaram a diminuir, com exceção do ponto de coleta C2 (quarto 1).

Concentrações de Dióxido de Enxofre

O dióxido de enxofre teve comportamento distinto dos demais gases, conforme pode ser observado na Figura 4.19. Na 1ª coleta se registrou um aumento da concentração da ordem de 4mg/m³ para todos os pontos de coleta, C1(cozinha), C2(quarto 1), C3(quarto 2), C4(sala/baixo) e C5(sala/alto), valor que permaneceu constante na 2ª coleta. Na 3ª coleta houve um acréscimo considerável da concentração nos pontos C2(quarto 1) e C3(quarto 2), que atingiram valores de 10mg/m³ e 15mg/m³, respectivamente.

Entre a 4ª e a 8ª coleta a concentração de dióxido de enxofre permaneceu estável, sendo alterada na 9ª coleta, no ponto de coleta C2 (quarto 1), que atingiu 435mg/m³. Ao mesmo tempo se registrou, no ponto C3 (quarto 2), um valor de 113mg/m³ e no ponto C5(sala/alto) uma concentração de 4mg/m³, evidenciando grandes variações entre os cômodos.




FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

 Prefeitura Municipal de Patrimônio
 Diretoria Central de Licitações,
 Contratos e Convênios
 CONFERE COM O ORIGINAL
 Em _____/_____/_____

Paulo Luiz Englert

4.2.2 Teores de Gases Registrados no Entorno do Protótipo

Para avaliar o efeito sobre a vizinhança durante o sinistro, foram coletadas amostras de ar com contaminação de fumaça advinda do incêndio no entorno do protótipo.

A coleta de gases na área externa foi efetuada por meio de um equipamento manual de sucção. Os responsáveis ficaram posicionados atrás de cada uma das barreiras, e procederam à coleta nos intervalos de tempo pré-estabelecidos, de 6 minutos, conforme se evidencia na Figura 4.20. Não foi efetuada correção do tempo, pois a coleta era instantânea.

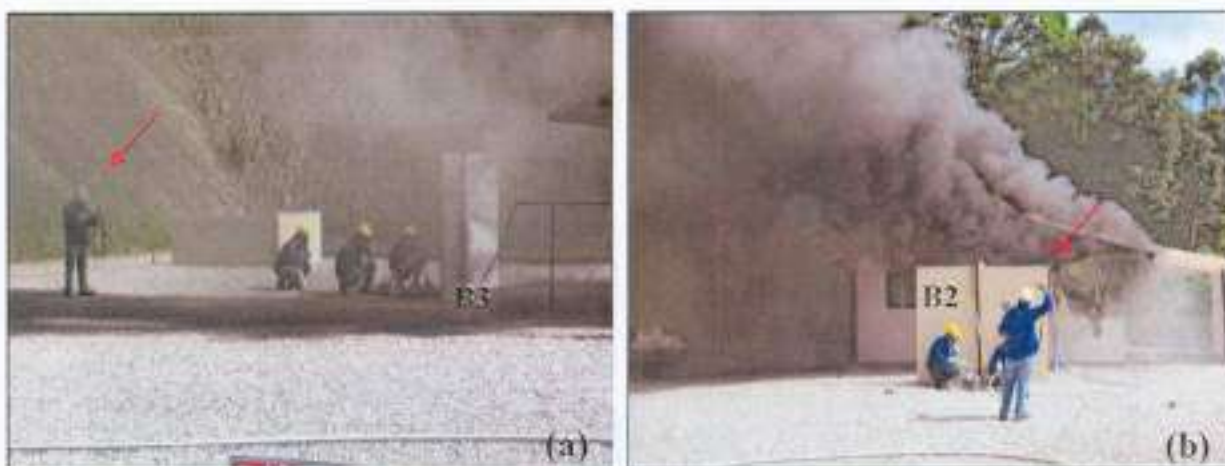


Figura 4.20 – Vista do processo de coleta dos gases externos (a) próximo a barreira B3 e (b) próximo à barreira B2.

Observa-se que a barreira B3 foi a mais atingida pela fumaça, como pode se verificar na Figura 4.21. Por isso, a mesma teve registros de medições mais acentuadas de monóxido de carbono (CO) do que as demais. Registraram-se concentrações de monóxido de carbono de cerca de 8ppm na 1ª coleta, 23ppm na 2ª coleta e 10ppm na 3ª coleta.





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Protocolo de Registro em
Diretoria Central de Licitações
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL



Figura 4.21 – (a) Vista geral do comportamento da fumaça durante o ensaio; (b) Detalhe da densidade da fumaça na barreira B3.

Já o nível de oxigênio no ambiente próximo as barreiras não ficou abaixo de 20%, durante todo o período de duração do ensaio, inclusive na barreira B3, a mais atingida pela fumaça, conforme ilustram as Figuras 4.22 e 4.23.

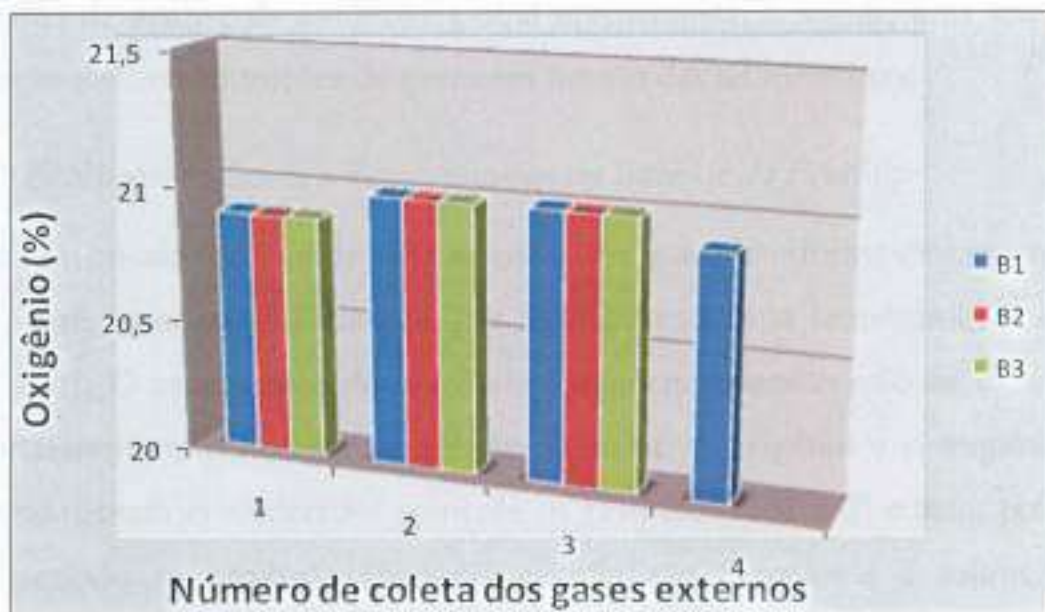


Figura 4.22 – Concentração de oxigênio (%) no ambiente externo ao protótipo, durante a realização do ensaio.





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Procuradoria Geral do Estado
Diretoria Central de Licitações
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL

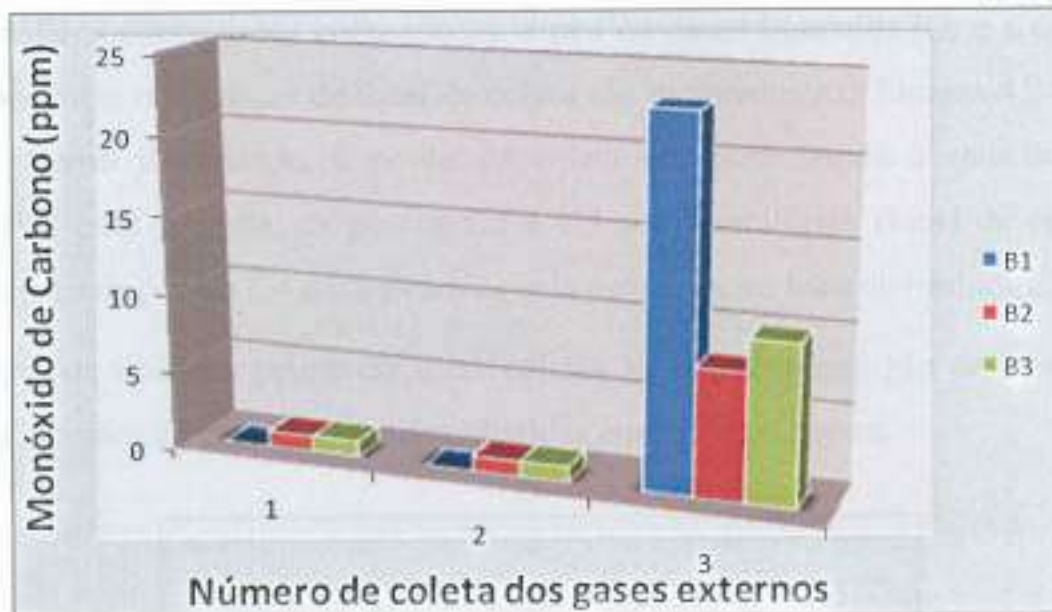


Figura 4.23 – Concentração de monóxido de carbono (ppm) no ambiente externo ao protótipo, durante a realização do ensaio.

4.3 Registros da Evolução dos Gases em Função das Temperaturas

Para fins de análise da evolução global apresenta-se, a seguir, uma análise da evolução das concentrações de gases em função das temperaturas.

4.3.1 Evolução de Gases x Temperaturas no Interior do Protótipo

Durante o ensaio foram coletadas amostra dos gases, conforme descrito no item 4.2.1, e registradas temperaturas, por termopares e pelo termógrafo, conforme item 4.1.1. O cruzamento desses ficou focado na concentração de dois gases, importantíssimos para a sobrevivência humana, o oxigênio e o monóxido de carbono. Foram considerados somente os resultados até a 5ª coleta, pois após esse período as condições prevalentes não são favoráveis à sobrevivência humana.

Os dados obtidos subsidiaram a análise das conseqüências do ensaio, efetuada no item 5 desse relatório, que focou a questão da sobrevivência humana em função dos contaminantes e do poder calorífico do incêndio.





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Protestante, Metodista, Católica, Evangélica
Diretoria Central de Licitações
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL
Em _____/_____/_____

Os gráficos combinados contendo os teores de gases liberados (O_2 e CO) e as temperaturas nos pontos de local de coleta são mostrados nas Figuras 4.24 até a 4.28. Como já referido, o ponto de coleta C1 corresponde à rota de fuga provável pela cozinha, os pontos C2 e C3 aos dormitórios (local de repouso noturno) e os pontos C4 e C5 ficam na sala próximos ao foco de incêndio.

Observa-se que nas primeiras duas coletas as temperaturas são amenas e as concentrações de gases são muito reduzidas em todos os pontos.

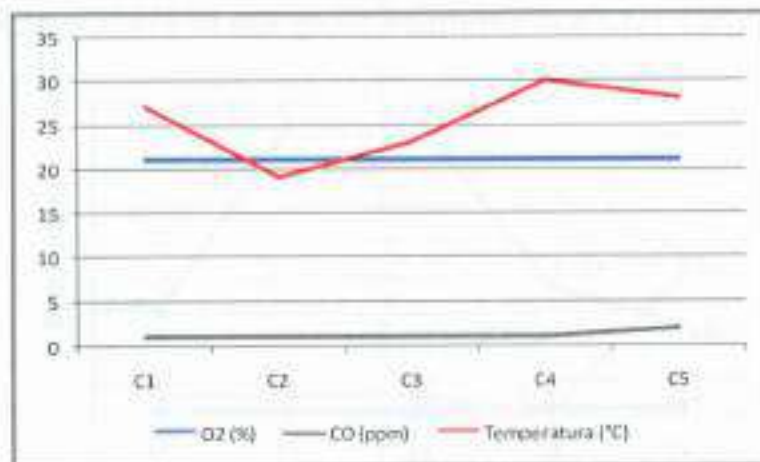


Figura 4.24 – 1ª coleta dos gases internos (O_2 e CO) x temperaturas.

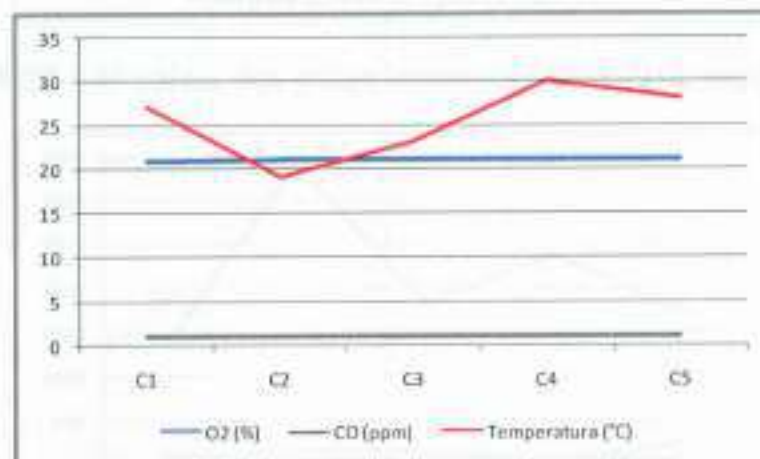


Figura 4.25 – 2ª coleta dos gases internos (O_2 e CO) x temperaturas.





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Departamento Central de Licitações
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL

Recurso Original

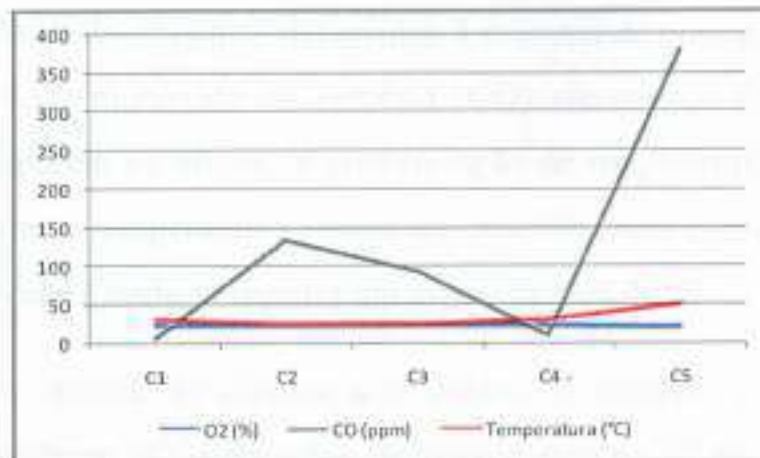


Figura 4.26 – 3ª coleta dos gases internos (O₂ e CO) x temperaturas.

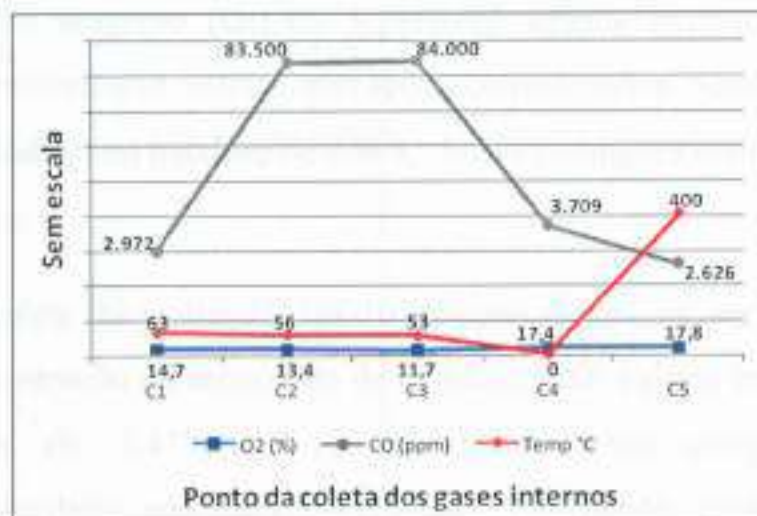


Figura 4.27 – 4ª coleta dos gases internos (O₂ e CO) x temperaturas.

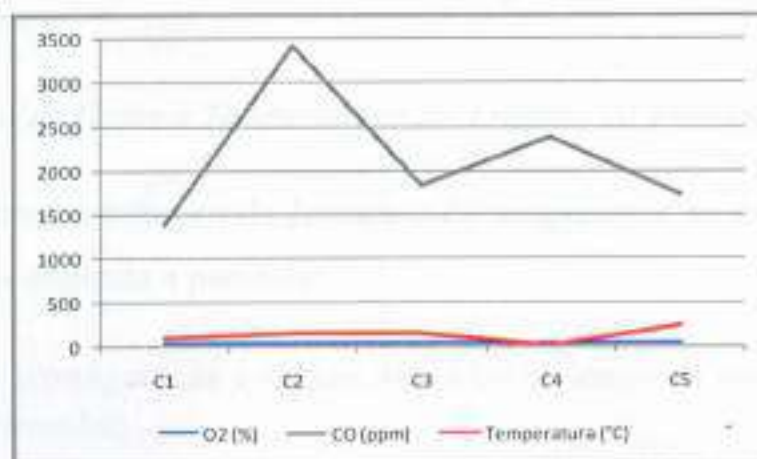


Figura 4.28 – 5ª coleta dos gases internos (O₂ e CO) x temperaturas.



[Handwritten signature]



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Departamento Central de Licitações
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL

Entretanto, a partir da 3ª coleta, decorridos 4 minutos de ensaio, observa-se que a concentração de monóxido de carbono (CO) cresce significativamente em vários pontos, porém os níveis de concentração de oxigênio (O₂) permanecem acima de 20% e as temperaturas continuam amenas, com exceção do ponto de coleta C5 (sala/alto), onde se registra um aumento para 49°C.

Aos 7 minutos, quando se efetuou a 4ª coleta, se detectou concentrações de monóxido de carbono (CO) elevadas, principalmente no C2 (quarto 1) e no C3 (quarto 2), com picos de 83.500 ppm e 84.000 ppm, respectivamente. A concentração de oxigênio (O₂) cai significativamente para níveis abaixo de 17,8% e as temperaturas sofrem elevações consideráveis, sendo registrado no ponto C5 (sala/alto) um máximo de 400°C. Essas condições começam a ameaçar a sobrevivência.

Quando a 5ª coleta foi realizada, aos 10 minutos de ensaio, verificou-se que os níveis de concentração de monóxido de carbono (CO) caíram bruscamente para níveis abaixo de 3.417ppm. Acompanhando esse comportamento, as temperaturas também sofreram decréscimo, retornando para patamares de 234°C. Paralelamente, a concentração de oxigênio (O₂) se elevou para níveis acima de 17,3%.

4.3.2 Evolução de Gases x Temperaturas no Entorno do Protótipo

A análise do comportamento da fumaça e da temperatura no ambiente externo ao protótipo foi efetuada a partir de:

- imagens termográficas e visuais, tomadas ao longo do ensaio, no entorno de cada barreira;
- registro de temperaturas, na zona no entorno da barreira B1, efetuado por meio do termopar T7 (PT100);





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Limites, Condições de Licitação, Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL

- concentrações dos gases no ambiente externo ao protótipo, coletados no entorno de cada uma das barreiras;

A análise dos efeitos sobre a vizinhança ficou focada na evolução de temperaturas e na concentração de dois gases: o oxigênio (O_2) e o monóxido de carbono (CO), determinantes da qualidade do ar. Os resultados obtidos estão expressos nas Figuras 4.29, 4.30 e 4.31.

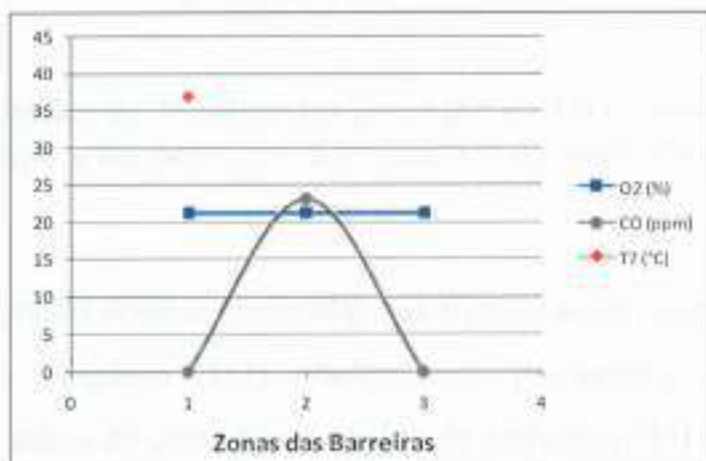


Figura 4.29 – Gráfico da 1ª coleta dos gases (O_2 e CO) no ambiente externo ao protótipo x temperaturas, a 6 minutos do início do ensaio.

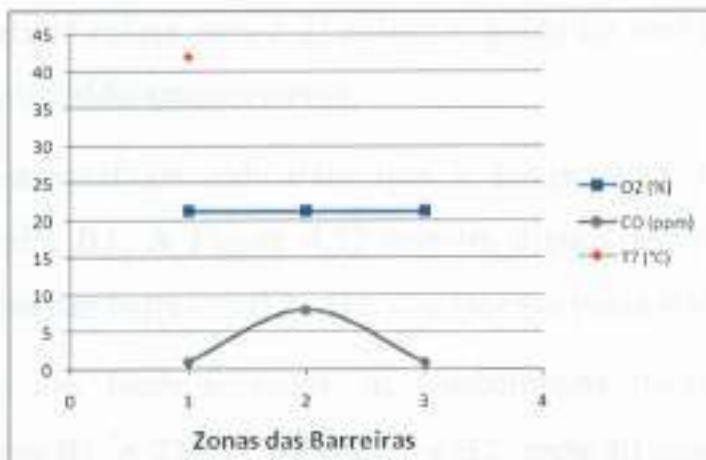


Figura 4.30 – Gráfico da 2ª coleta dos gases (O_2 e CO) no ambiente externo ao protótipo x temperaturas, a 12 minutos do início do ensaio.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Distrito Central de São Paulo
Consultas e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL

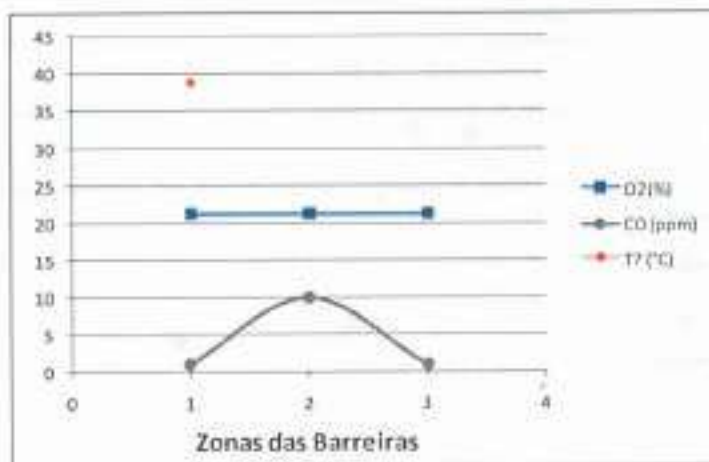


Figura 4.31 – Gráfico da 3ª coleta dos gases (O_2 e CO) no ambiente externo ao protótipo x temperaturas, a 19 minutos do início do ensaio.

Constata-se que, nas 3 coletas mostradas nas figuras acima, o comportamento da concentração de oxigênio (O_2) praticamente permanece inalterado, sendo mantidos níveis acima de 20%. O monóxido de carbono (CO) teve uma pequena variação, sendo que o máximo de concentração foi registrado na 2ª coleta, na zona da barreira B3, com 23 ppm.

O comportamento das temperaturas, registradas pelo T7, seguiu uma tendência de crescimento da 1ª coleta para a 2ª coleta, seguida de uma diminuição na 3ª coleta, como já discutido anteriormente.

Os registros termográficos indicaram que a temperatura radiante foi mais elevada na barreira B2. A Figura 4.32 contém alguns resultados médios das zonas monitoradas das barreiras B1 e B2, nas faces exposta e não exposta.

Verifica-se que, nas faces expostas, as temperaturas médias oscilam entre 244°C, na barreira B1, a 236°C, na Barreira B2, após 40 minutos do início do ensaio. Mas nas faces na expostas as temperaturas são bem menores, atingindo cerca de 100°C, no momento do colapso.



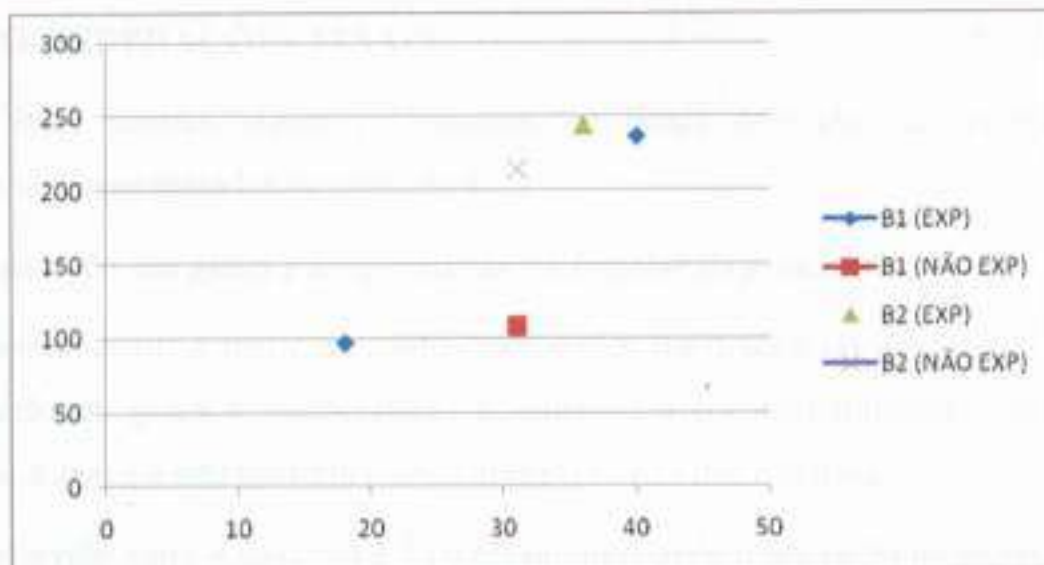


FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Página 174 de 204
Contrato e Compromisso
CONFERE COM O ORIGINAL

Barro Engert



EXP – Zona da barreira exposta ao incêndio

NÃO EXP – Zona da barreira não exposta ao incêndio

Figura 4.32 – Gráfico das temperaturas x tempo de ensaio, registradas no termógrafo móvel.



**FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT**

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Prefeitura Municipal de Florianópolis
Diretoria Central de Licitações
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL

Porto Alegre

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse item contém algumas considerações finais derivadas da análise dos resultados apresentados no capítulo 4.

5.1 Evolução dos gases e temperaturas no interior do protótipo

Pode-se deduzir, a partir da análise dos dados mostrados no item 4.3.1, que a evolução de gases e temperaturas durante os 4 (quatro) minutos iniciais do ensaio é suave e não acarreta risco à sobrevivência dos usuários.

No intervalo entre 4 (quatro) e 7 (sete) minutos após o início do incêndio, nota-se uma elevação súbita da temperatura no interior do protótipo, associada à liberação de concentrações elevadas de monóxido de carbono (CO).

Para entender melhor esse comportamento apresentam-se, na Tabela 5.1, as temperaturas minuto a minuto no interior do protótipo, priorizando os quartos – em função de se considerar que uma pessoa possa estar dormindo quando ocorrer uma situação de incêndio – e a cozinha – em virtude dessa ser uma “rota de fuga” natural do protótipo para o tipo de incêndio gerado, com foco no sofá da sala, como descrito no item 3.4.

Para que se possa avaliar qual o efeito dessas temperaturas, desenvolvidas durante o ensaio, se reproduz na Figura 5.1 um quadro com a descrição dos efeitos da radiação térmica no ser humano, apresentado por DEHANN (2007).

O quadro proposto por Dehann mostra que a evolução das temperaturas traz danos que podem variar de uma simples dor ou ardência na pele até queimaduras de 2º grau, que podem levar a óbito.





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Tabela 5.1 – Temperaturas nos quartos e na cozinha entre 04:00 e 10:00 minutos do início do ensaio.

horário	tempo acumulativo do incêndio (min.:s)	A1.2 (quarto 1) h=120cm	C1.2 (quarto 2) h=120cm	T5 (cozinha) h=80cm
09:41:00	04:00	22	23	28
09:41:30	04:30	22	23	28
09:42:00	05:00	22	23	29
09:42:30	05:30	23	24	31
09:43:00	06:00	27	26	39
09:43:30	06:30	36	34	52
09:44:00	07:00	56	53	63
09:44:30	07:30	104	84	78
09:45:00	08:00	147	128	86
09:45:30	08:30	164	149	88
09:46:00	09:00	165	153	87
09:46:30	09:30	155	147	86
09:47:00	10:00	147	137	85

Figura 5.1 – Efeitos da Radiação Térmica em Sólidos Densos (Madeira, Plástico, Tecido Humano) em Ar Calmo – 20 °C

Fonte: (DEHAAN, 2007)

Source	Radiant Heat Flux (\dot{q}'') (kW/m ²)	Equilibrium Surface Temperature ^a	Observed Effect
Direct summer sun	1	100°F (40°C)	None
Distance from fireplace	2-4	120°F (45°C)	Pain after 30 s
Proximity to fireplace	4-6	130°F (54°C)	Pain after 8-10 s 2nd degree burns to skin 20-30 s
Near proximity to fireplace	10	200-300°F (100-200°C)	Scorching of some materials Melting of some thermoplastics
Face of fireplace	20	400-500°F (200-300°C)	Some cellulose and synthetics ignite in < 60 s
Inside of fireplace	30	600-800°F (300-400°C)	Autoignition of many fuels in 0-30 s (wood in > 60 s)
Adjacent to flames	50	800°F (400°C)	Autoignition of nearly all materials in < 5 s
Post-flashover	120-150	>800°F (>500°C)	Rapid combustion

^aEstimated from various sources including ASTM E1321-97: Standard Test Method for Determining Material Ignition and Flame Spread Properties.





A qualidade do ar no interior do protótipo foi analisada em conjunto com as temperaturas, visto que a concentração de gases tóxicos também é fator relevante para a sobrevivência das pessoas.

Para servir de referência para a análise, os limites de tolerância da NR-15 para condições de trabalho são mostrados na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Limite de tolerância a contaminantes.

Fonte: NR 15 – Norma Reguladora - Atividades e operações insalubres, Ministério do Trabalho, Brasil.

Contaminante	Limite de tolerância
Monóxido de carbono	20 ppm
Dióxido de carbono	2.500 ppm
Óleo ou material particulado	5mg/m ³ (PT>2Kgf/cm ²) 3 g/m ³ (PT<2Kgf/cm ²)11111
Metano	10% do limite inferior de explosividade
Oxigênio	Mais de 20%

Analizando os dados coletados verifica-se que a qualidade do ar no interior do protótipo teve comportamento semelhante ao das temperaturas, sendo registradas concentrações reduzidas de gases nocivos nos primeiros 4 minutos do ensaio e mantidos níveis de oxigênio acima de 20%.

No intervalo entre 4 (quatro) e 7(sete) minutos ocorre uma mudança brusca na qualidade do ar no interior do protótipo, com a concentração de gases nocivos se elevando. Ficou evidenciado que o principal fator que explica a liberação de gases após 6 min30s de ensaio foi a ignição do EPS usado como recheio das telhas sanduíche usadas no telhado, o restante do sistema apresenta um desempenho melhor frente ao fogo. Dessa forma, após a queima do EPS, as temperaturas e concentrações de gases se reduzem consideravelmente, até voltarem a aumentar somente após 19 minutos de ensaio.





Engenheiro Luiz Englert

Na Figura 5.2 se observam os registros do termógrafo fixo nas telhas sanduíches, momentos antes da ignição, em torno de 400°C a 420°C. No momento da auto-ignição a temperatura captada sobe abruptamente para 600°C, como pode ser visualizado nas Figuras 5.3.

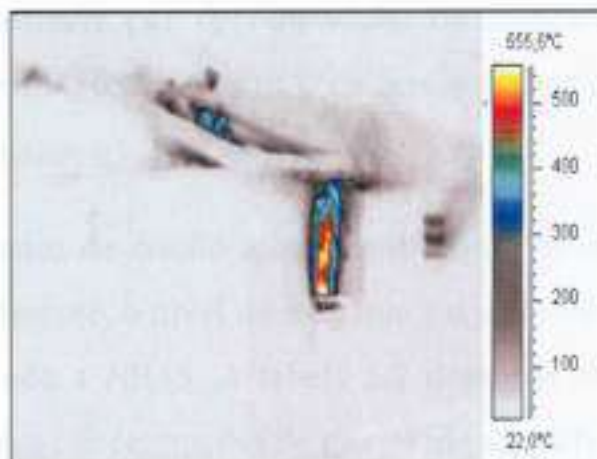


Figura 5.2 – Vista das telhas sanduíches no telhado do protótipo, momentos antes da ignição do EPS, captadas pelo termógrafo fixo.

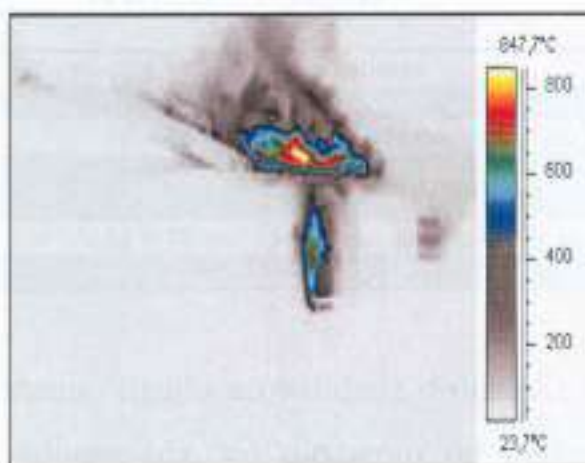


Figura 5.3 – Vista das telhas sanduíches no telhado do protótipo, no momento da ignição do EPS, captadas pelo termógrafo fixo.





Cabe salientar que o EPS utilizado na fabricação das telhas sanduíches empregadas no protótipo é do tipo "F". Esse tipo de EPS se abrande e contrai progressivamente a partir dos 110°C a 120°C, fundindo em temperaturas mais elevadas. Quando submetido a temperaturas entre 230°C e 260°C, o mesmo libera gases combustíveis por decomposição da massa fundida. Quando as temperaturas atingem 450°C a 500°C, os gases liberados podem entrar em combustão (www.isoferes.com.br).

Por isso, aos 7 minutos de ensaio a concentração de monóxido de carbono se eleva e, conseqüentemente, o nível de oxigênio cai a níveis insatisfatórios para a sobrevivência, segundo a NR15. A tabela 5.2 descreve os sintomas esperados associados a diferentes concentrações de monóxido de carbono (CO).

Tabela 5.2 – Monóxido de carbono no ambiente e significação.

Fonte: <http://www.higieneocupacional.com.br/download/gases-toxicos.pdf>

Proporção de CO no ar		% HbCO	Sintomas
%	ppm(ml/m ³)		
0,001	10	1	Sem sintomas
0,01	100	10	Ligeira cefaléia
0,05	500	30 – 40	Cefaléia intensa, vertigens, tendências ao colapso.
0,1	1000	50 – 60	Aceleração da respiração e do pulso; síncope. Morte possível.
0,20	2000	65 – 70	Depressão da respiração, coma. Morte habitual.
0,50	5000	80 – 90	Morte rápida.

Outro aspecto, importante, ligado a qualidade do ar, diz respeito quando uma pessoa se encontra adormecida, no momento do incêndio, entende-se que, possivelmente, só se despertaria após 3 ou 4 minutos do início do incêndio, quando o odor se torna marcante. Dessa forma, a mesma provavelmente teria entre 3min30s ou 2min30s para evacuar a casa, antes que as condições ficassem insuportáveis para a sobrevivência humana.





Destaca-se, também, que durante qualquer incêndio as temperaturas elevam-se com muita rapidez e podem facilitar a percepção do sinistro. Outro fator relevante é que, numa habitação de interesse social, como o protótipo ensaiado, o percurso de fuga é muito pequeno, pois o morador pode abandonar a casa pela porta da cozinha ou pela janela dos quartos. Aliás, a eventual fuga pela janela dos dormitórios pode favorecer a sobrevivência, pois pode permitir que as temperaturas e os gases escapem e que o teor de oxigênio aumente.

5.2 Quanto a danos à propriedade e à vizinhança imediata ao local de origem do incêndio

Os resultados apresentados no item 4.3.2 deste relatório subsidiaram a análise do impacto sobre a vizinhança de um incêndio similar ao provocado no protótipo CASA FISCHER, para a pior condição (sem operações de combate ao fogo).

Em termos dos gases liberados no entorno do protótipo durante o ensaio, verificou-se que a concentração de monóxido de carbono (CO) foi em geral inferior a 20ppm (teor aceitável para pequenos períodos de exposição segundo a NR15), atingindo 23ppm junto à barreira B3 aos 12 minutos, devido à direção do vento. Já os níveis percentuais de oxigênio (O₂) nunca ficaram abaixo dos níveis satisfatórios de 20%.

Quanto às temperaturas desenvolvidas durante o ensaio, constatou-se que as máximas temperaturas radiantes registradas pelos termógrafos ficaram em torno de 240°C, inferior ao patamar crítico que provoca a auto-ignição da maioria dos materiais, como indicado na Tabela 5.3.





Tabela 5.3 – Temperaturas de ignição e auto-ignição de P.U e outros materiais

MATERIAIS	TEMP. DE IGNIÇÃO (°C)	TEMP. DE AUTO-IGNIÇÃO (°C)
ALGODÃO	210	400
LÃ	220	260
PAPEL	200 - 250	220 - 260
MADEIRA DE PINHO	230 - 300	260 - 300
POLIESTIRENO EXPANDIDO	280 - 360	480
POLIURETANO RÍGIDO EXPANDIDO	320 - 420	420 - 550

Fonte: PURCOM® (Anexo VI)

5.3 Tempo requerido equivalente de resistência ao fogo.

A resistência ao fogo pode ser entendida como a capacidade, expressa temporalmente, de um material ou estrutura de resistir à atuação de altas temperaturas. Normalmente se toma o tempo em função de uma curva padrão de incêndio. Nos casos de incêndio real, todavia, se pode trabalhar com um tempo equivalente, calculado a partir do momento em que o fogo se encontra atuando plenamente, até o colapso da estrutura.

A interpretação dos resultados do ensaio efetuado baseou-se na NBR 14432/2001 e na Instrução Técnica nº 08/2004 (IT08/2004-SP) do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, que definem o tempo necessário de resistência ao fogo para diferentes situações.

Segundo a NBR 14.432, o sistema CASA FISCHER classifica-se como Grupo A-1 (residencial e habitações unifamiliares), altura P1 (altura da edificação, onde $h \leq 6m$) e carga de incêndio de $300MJ/m^2$.

Tomando as características típicas do protótipo, o tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF), sem ocorrência de colapso, seria de 30 minutos. A norma, porém, isenta construções classificadas como A.1 de realizar ensaio de TRRF.





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Página 182 de 204
Proibido
Diretor Central de Licitações
Compras e Contratos
CONFERE COM O ORIGINAL
Em _____/_____/_____

Assina Legível

Já a IT08/2004 do Corpo de Bombeiros de São Paulo enquadra a Casa Modular Fischer no Grupo A. Nesse grupo admite-se o uso do método do tempo equivalente de resistência ao fogo em substituição ao TRRF, estabelecendo o tempo mínimo de resistência de 15 minutos para construções pertencentes ao Grupo A. Diante disso, decidiu-se utilizar, como critério de tempo requerido equivalente mínimo de resistência ao fogo, o valor de 15 minutos estipulado pela IT08/2004-SP.

Como descrito nos itens anteriores, o ensaio de simulação de incêndio teve início às 09h37min, mas a atuação plena do fogo só ocorreu a partir das 09h44min, 7 minutos após o início do ensaio. Esse momento pode ser visualizado nas Figuras 5.4 e 5.5.



Figura 5.4 – Atuação plena do fogo no interior do protótipo, às 09:44:04h ou 7 minutos do início do ensaio.





Figura 5.5 – Vista geral da atuação plena do fogo, às 09:44:00h ou 7 minutos do início do ensaio.

A Figura 5.6 ilustra o desenvolvimento do incêndio, que avançou sem interferências, sendo apenas observado pela equipe de pesquisadores.



Figura 5.6 – Desenvolvimento do ensaio (a) vista frontal e (b) fundos, às 10:00h ou a 23 minutos de ensaio.

Às 10h08min, após 31 minutos do início do ensaio, houve o colapso da estrutura do protótipo. Isso aconteceu após 24 minutos de atuação plena do fogo, conforme pode ser acompanhado nas Figuras 5.7.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Prefeitura Municipal de Porto Alegre
Diretoria de Serviços de Engenharia
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL
Em _____/_____/_____
Nome Legível _____



Figura 5.7 – Momento da ruptura do cabo tensor superior do protótipo.

Na hora do colapso da estrutura as temperaturas capturadas pelo termógrafo fixo indicavam a ocorrência de picos de 1100°C no interior do protótipo, conforme mostrado na Figura 5.8.

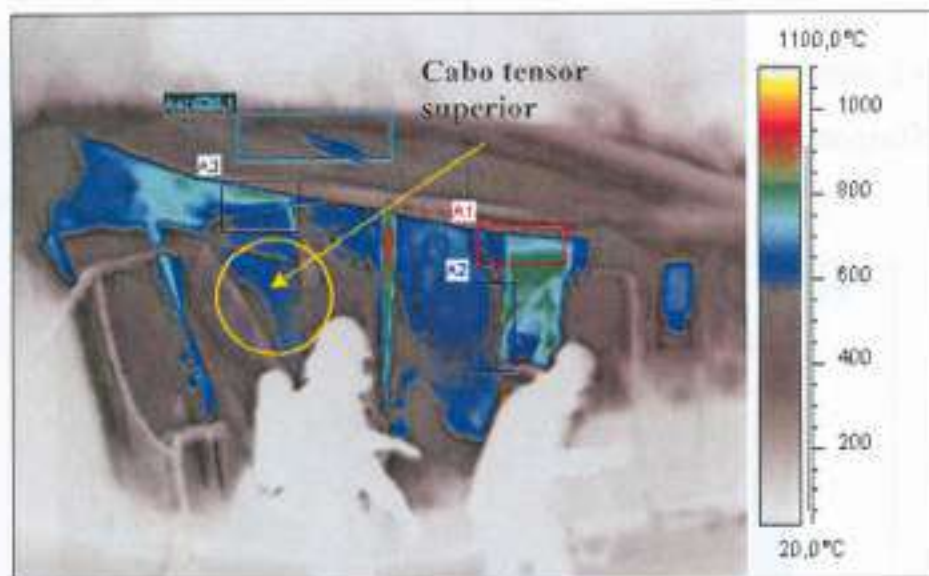


Figura 5.8 – Momento do rompimento do cabo tensor superior, captado pela termografia às 10:08h.



Após o colapso parcial da estrutura o ensaio foi considerado encerrado. Porém, visando coletar dados adicionais sobre o comportamento em situação de incêndio, monitorou-se o comportamento do protótipo até a ruína final.



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Projetura Municipal de Florianópolis
Secretaria Municipal de Engenharia
Comissão de Engenharia
CONFERE COM O ORIGINAL
Em: / /

Observando a Figuras 5.9 percebe-se que o comportamento do protótipo, quanto ao desabamento, se caracterizou pela ruína da parede intermediária central, o que provocou a queda das partes primariamente para o interior do próprio protótipo.

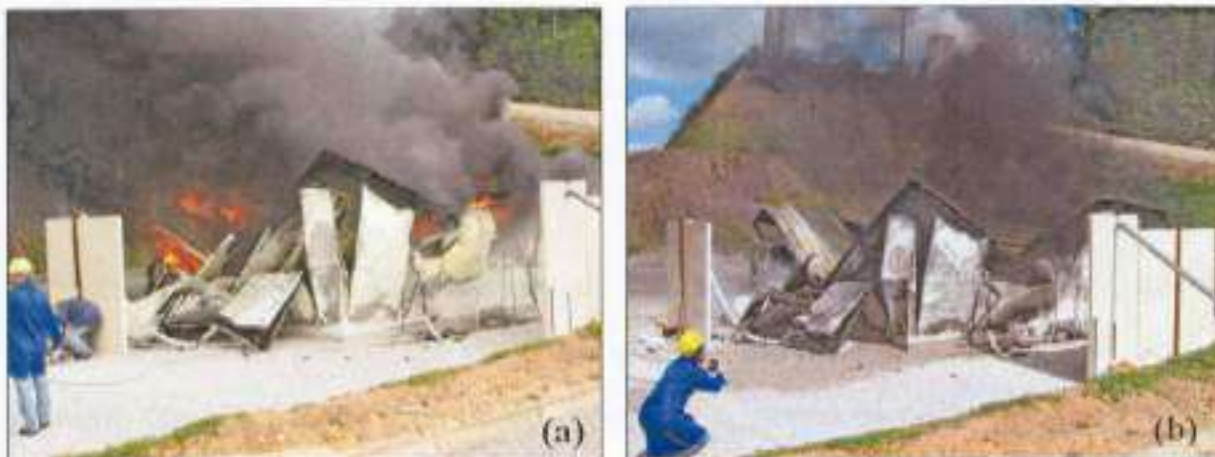


Figura 5.9 – Protótipo desabado (a) antes do resfriamento e (b) depois do resfriamento.

As temperaturas permaneceram altas, mesmo após o desabamento do protótipo, sendo possível visualizar na Figura 5.10, de acordo com a termografia, picos de até 1100°C.



Figura 5.13 – Imagem do termógrafo fixo após queda do telhado.





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Prefeitura Municipal de Florianópolis
Diretoria Central de Licitações
Comissão de Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL
Em _____/_____/_____

6 CONCLUSÕES

Levando em consideração os resultados do ensaio de resistência ao fogo, apresentados nos itens anteriores, bem como as normas e instruções técnicas relacionadas no item 3, deste relatório técnico, foi possível chegar às seguintes conclusões, em relação a cada um dos requisitos de análise propostos para o trabalho:

6.1 Quanto à Probabilidade dos Usuários Sobreviverem ao Sinistro

A análise da dinâmica de evolução de gases e das temperaturas indica que o tempo disponível para fuga do protótipo, em situação de incêndio, é de no máximo 6min30s, a partir do início do incêndio, para a pior situação (portas dos dormitórios abertas para a sala).

Tomando como base a instrução técnica IT 37/2010-MG, do Corpo de Bombeiros de Minas Gerais, pode-se concluir que esse tempo seria adequado para a fuga dos ocupantes, visto que essa instrução técnica considera que o tempo máximo de saída, para edificações com grau de risco de propagação de fogo e fumaça, deve ser de 2,5 minutos.

O tempo de 6min30s é suficiente para inferir que um usuário desperto teria grandes chances de deixar a casa sem danos. Nesse caso o sistema FISCHER atende as condições estabelecidas na IT 37/2010-MG.





6.2 Quanto à chance de extensão de danos à propriedade e à vizinhança imediata ao local de origem do incêndio

Os dados coletados indicam que o protótipo CASA FISCHER apresenta um comportamento adequado quanto à vizinhança em caso de incêndio, pois as paredes laterais e o telhado não liberam fagulhas e pedaços incandescentes, que poderiam provocar a ignição de residências no entorno.

As temperaturas geradas a 3 m do protótipo foram elevadas, mas não suficientes para provocar a auto-ignição de materiais de edificações próximas. E a qualidade do ar no entorno não foi degradada de forma marcante.

Além disso, a ruína final do protótipo se caracterizou pela queda para o interior do protótipo, o que pode ser atribuído ao fato de que as paredes estão todas conectadas pelos cabos tensores, reduzindo a chance de que as mesmas caiam para os lados, ameaçando outras edificações vizinhas.

Em relação ao impacto sobre a vizinhança, portanto, considera-se que o sistema CASA FISCHER apresenta um desempenho muito adequado frente ao fogo.

6.3 Quanto à resistência ao fogo

A estrutura entrou em colapso após o rompimento do cabo tensor superior frontal, após 31 minutos do início do ensaio e 24 minutos de atuação plena do fogo. Entende-se, portanto, que o protótipo ensaiado atende as especificações da IT08/2004-SP, do Corpo de Bombeiros de São Paulo, que estabelecem um período de 15 minutos de tempo requerido equivalente de resistência ao fogo.





FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT

Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965

Procuradoria Municipal de Florianópolis
Diretoria Central de Licitação
Comissão de Contratação
CONTENHA O ORIGINAL
Em: _____

6.4 Avaliação Geral do Desempenho ao Fogo

Em geral, pode-se concluir que o sistema construtivo CASA FISCHER, com painéis sanduíches de aço galvalume com miolo de poliuretano, proposto como base para a geração da CASA MODULAR FISCHER, tem potencial para apresentar um bom desempenho ao fogo, atendendo os requisitos para fuga dos usuários, satisfazendo as demandas de resistência ao fogo da estrutura e apresentando desempenho superior em termos de impacto sobre a vizinhança.



[Handwritten signature]



FUNDAÇÃO LUIZ ENGLERT


Entidade de Utilidade Pública Federal Fundada em 27/12/1965


Procuradoria Municipal de Florianópolis
Diretoria Geral de Licitações
Contratos e Convênios
CONFERE COM O ORIGINAL

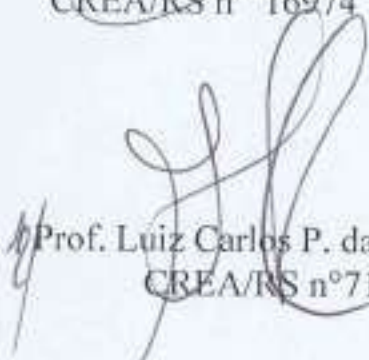
Norma Legal

Este relatório contém 59 páginas e foi elaborado pela equipe técnica do Laboratório de Ensaios e Modelos Estruturais do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.


Porto Alegre, 9 de dezembro de 2010.


Prof. Dario Lauro Klein
CREA/RS nº 16974


Prof. João Luiz Campagnolo
CREA/RS nº 28608


Prof. Luiz Carlos P. da Silva Filho
CREA/RS nº 71946


Eng.ª Luciane Fonseca Caetano
CREA/RS nº 139875


Prof.ª Luciani Somensi Lorenzi
CREA/RS nº 78734





DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES, ESPECIALIDAD:

1.- SEGURIDAD

1_3 SEGURIDAD DE UTILIZACION



Ministerio
de Vivienda
y Ordenamiento Territorial

REQUISITOS	METODO DE VERIFICACIÓN	SI	NO	NC	Referencia a ensayos cálculos y otros	Referencia ITP (folios)	OBSERVACIONES
SU_01 Condiciones de diseño seguridad de uso y accesibilidad	94- Mediante análisis de documentos del proyecto, Memoria constructiva, y especificaciones de materiales.	X			Directriz Sinat n 010		DATec informe
SU_02 Seguridad en las instalaciones	102- Mediante análisis de proyecto, que contiene planos, detalles de los componentes la instalación, memoria descriptiva con especificaciones de materiales.	X					DATec informe
CONCLUSIONES		Verificadas las Normas Requeridas por MVOT respecto a SCNT se cumple con todo.					
NOMBRE DEL TECNICO		Arq. Manuel Varela Dighiero					
N° CP		35468					
FIRMA							
<p>CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD Y FIRMAS: Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa de acuerdo con las disposiciones tributarias y penales vigentes. Los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las correspondientes acciones penales, de acuerdo al artículo 239° del Código Penal.</p>							



DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES, ESPECIALIDAD:
2.- HABITABILIDAD Y CONFORT

**Ministerio
de Vivienda
y Ordenamiento Territorial**
2_1 FUNCIONALIDAD


REQUISITOS	METODO DE VERIFICACIÓN	SI	NO	NC	Referencia a ensayos cálculos y otros	Referencia ITP (folios)	OBSERVACIONES
HC F_01	Funcionalidad	X					DATEc informe
CONCLUSIONES		Verificadas las Normas Requeridas por MVOT respecto a SCNT se cumple con todo.					
NOMBRE DEL TECNICO		Arq. Manuel Varela Dighiero					
Nº CP		35468					
FIRMA							
		CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD Y FIRMAS: Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa de acuerdo con las disposiciones tributarias y penales vigentes. Los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las correspondientes acciones penales, de acuerdo al artículo 239º del Código Penal.					

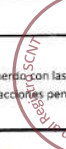




2.- HABITABILIDAD Y CONFORT

2.2 DESEMPEÑO HIGROTÉRMICO

REQUISITOS		METODO DE VERIFICACIÓN	SI	NO	NC	Referencia a ensayos cálculos y otros	Referencia ITP (folios)	OBSERVACIONES
HC DH_02.1	Iluminación y ventilación	134- Se verificará mediante el análisis del proyecto, y sobre la identificación de los requerimientos reglamentarios de iluminación y ventilación, mediante una planilla de los locales, con indicación de sus áreas, y de las superficies de iluminación y ventilación, reglamentarias y proyectadas.	X					Cumple norma
		135- Las condiciones de iluminación y ventilación se verificarán en etapas de anteproyecto y proyecto, completando los parámetros de implantación que no fueran factibles de ser verificados en otras etapas de estudio.	X					Cumple norma
HC DH_02.2	Asoleamiento y elementos de protección	142- Las condiciones de asoleamiento y protección en vanos se verificarán mediante el análisis del proyecto, Memoria, y sobre los estudios gráficos de asoleamiento. Estos podrán indicar las máximas posibilidades de asoleamiento de la propuesta para su evaluación.	X					Cumple norma
		143- En los casos de prototipos o tipologías el requerimiento de asoleamiento podrá evaluarse sobre la indicación de las condicionantes de implantación en relación a orientaciones viables, si corresponde a la etapa de estudio.	X					Cumple norma
HC DH_03	Forma de la vivienda y su agrupamiento	149- Se verifica sobre la indicación del Factor de forma que debe realizarse en la formulación del proyecto, o prototipo.	X					Cumple norma
DH_04	Transmitancia de la envolvente	156- Se verificará mediante la memoria del cálculo de la propuesta, sobre los cálculos de la transmitancia térmica para los muros exteriores y cubiertas de acuerdo a lo que se establece en la norma UNIT-ISO 6946:2007.	X			ABNT NBR 15575		DATec informe
		157- Mediante Ensayos, en los casos de materiales componentes que requieran de ensayos para la determinación de sus propiedades de conductividad térmica, permeabilidad. Mediante cálculos analíticos, en base a las propiedades de los materiales empleados y su organización en el conjunto	X			Informe 1079713/ 2016 IPT Informe 353/2018 por Centro de Inteligencia PURCOM		DATec informe
		158- La utilización H-Term, software libre, para la realización de cálculo de transmitancia del cerramiento, será admitida siempre que los materiales del componente, estén incorporados a la base de datos del programa.		X				Directriz Sinat n 10 No la solicita
HC DH_05	Riesgo de condensación	163- Se verificará mediante análisis del proyecto general y particular de la vivienda, y sobre los cálculos analíticos a través de los procedimientos reconocidos, mediante software libre H-Term[1], o bien siguiendo el procedimiento que determinan las Normas específicas.	X			Informe 101.111 2b/2016 por LADE		Directriz Sinat n 10 No la solicita
		164- Podrá ser verificado sobre los ensayos de componentes y prototipos realizados según las normas aplicables.	X					DATec informe
HC DH_06	Aislación tendiente a evitar puentes térmicos	165- Será de aplicación la Norma UNIT ISO 10211. Apartado 4.4 de la Norma IRAM 11605.	X			ABNT NBR 15220-3		DATec informe
CONCLUSIONES		Verificadas las Normas Requeridas por MVOT respecto a SCNT se cumple con todo.						
NOMBRE DEL TÉCNICO		Arq. Manuel Varela Dighiero						
Nº CP		35468						
FIRMA								
		CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD Y FIRMAS: Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa de acuerdo con las obligaciones profesionales y penales vigentes. Los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las correspondientes acciones penales de acuerdo al artículo 239º del Código Penal.						



Reporte Hterm

30/07/2021 19:43:07

V.17.12

Archivo: El cerramiento no fue guardado antes de ser exportado

Sección 1 : Datos Cerramiento

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m3]

M -> Masa [Kg/m2]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m2.K]

R -> Resistencia térmica [m2.K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m2.K)]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m2.s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m2.s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Acero	0.5	7800.0	3.9	50.0	450.0	1.00E-05	1.755	1.98E-16	2.53E+12	3.96E-13	1.00E+06		BDO
Espuma rígida de poliuretano..	59.0	45.0	2.655	3.25E-02	1400.0	1.815	3.717	3.30E-12	1.79E+10	5.59E-11	60.0		
Acero	0.5	7800.0	3.9	50.0	450.0	1.00E-05	1.755	1.98E-16	2.53E+12	3.96E-13	1.00E+06		BDO

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m2.K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m2.K/W]

te	Hre	ti	Hri	Rse	Rsi
12	85	18.0	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Vertical
Zona: A



[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

Reporte Hterm

30/07/2021 19:43:07

V.17.12

Archivo: El cerramiento no fue guardado antes de ser exportado

Bajo Norma

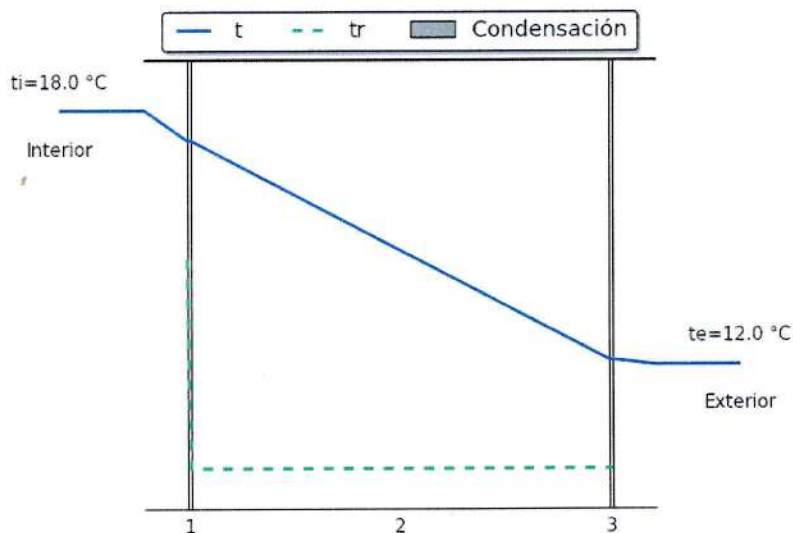
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	17.29	14.5
1-2	17.29	9.56
2-3	12.11	9.56
3-Ex	12.11	9.56

Transmitancia Térmica: 0.5 W/m²K @ Rsi=0.13 m².K/W

Masa: 10.46 Kg/m²

Espesor: 0.06 m



[Firma manuscrita]

[Firma manuscrita]

[Firma manuscrita]



Reporte Hterm

30/07/2021 19:43:08

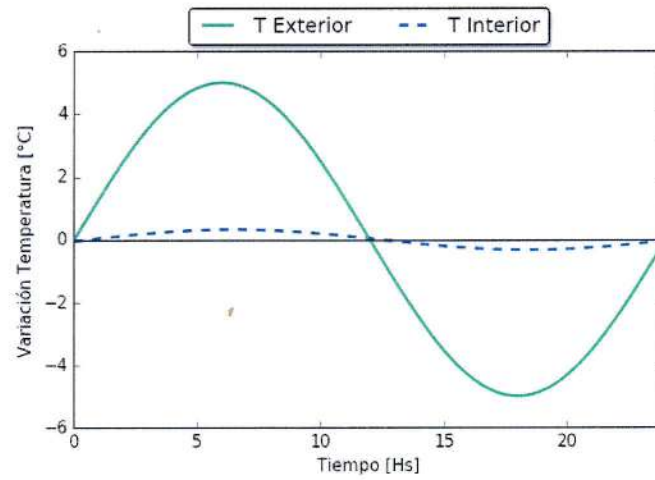
V.17.12

Archivo: El cerramiento no fue guardado antes de ser exportado

Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.065

Retardo Térmico: 0.47 Hs



[Firma manuscrita]

[Firma manuscrita]

[Firma manuscrita]

Reporte Hterm

30/07/2021 19:33:40

V.17.12

Archivo: El cerramiento no fue guardado antes de ser exportado

Sección 1 : Datos Cerramiento

e -> Espesor [mm]

ro -> Densidad [kg/m3]

M -> Masa [Kg/m2]

Lambda -> Conductividad térmica [W/(m.K)]

Cp -> Calor específico [kJ/m2.K]

R -> Resistencia térmica [m2.K/W]

CT -> Capacidad térmica media [kJ/(m2.K))]

delta -> Permeabilidad al vapor de agua [kg/m.s.Pa]

Z -> Resistencia al vapor de agua [m2.s.Pa/kg]

1/Z -> Permeancia al vapor de agua [kg/m2.s.Pa]

mu -> Factor de resistencia al vapor de agua

Sd -> Espesor de aire equivalente Sd [m]

OBS -> Observaciones:

BDO: Material proveniente de la base de datos original.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Acero	0.5	7800.0	3.9	50.0	450.0	1.00E-05	1.755	1.98E-16	2.53E+12	3.96E-13	1.00E+06		BDO
Espuma rígida de poliuretano..	30.0	45.0	1.35	3.25E-02	1400.0	0.923	1.89	3.30E-12	9.09E+09	1.10E-10	60.0		
Acero	0.5	7800.0	3.9	50.0	450.0	1.00E-05	1.755	1.98E-16	2.53E+12	3.96E-13	1.00E+06		BDO

Sección 2 : Condiciones base

te -> Temperatura Exterior [°C]

Hre -> Humedad relativa exterior [%]

ti -> Temperatura Interior [°C]

Hri -> Humedad relativa exterior [%]

Rse -> Resistencia superficial exterior [m2.K/W]

Rsi -> Resistencia superficial interior [m2.K/W]

te	Hre	ti	Hri	Rse	Rsi
10	85	18.0	80	0.04	0.25

Tipo de cerramiento: Cerramiento Horizontal

Zona A

Reporte Hterm

30/07/2021 19:33:40

V.17.12

Archivo: El cerramiento no fue guardado antes de ser exportado

Bajo Norma

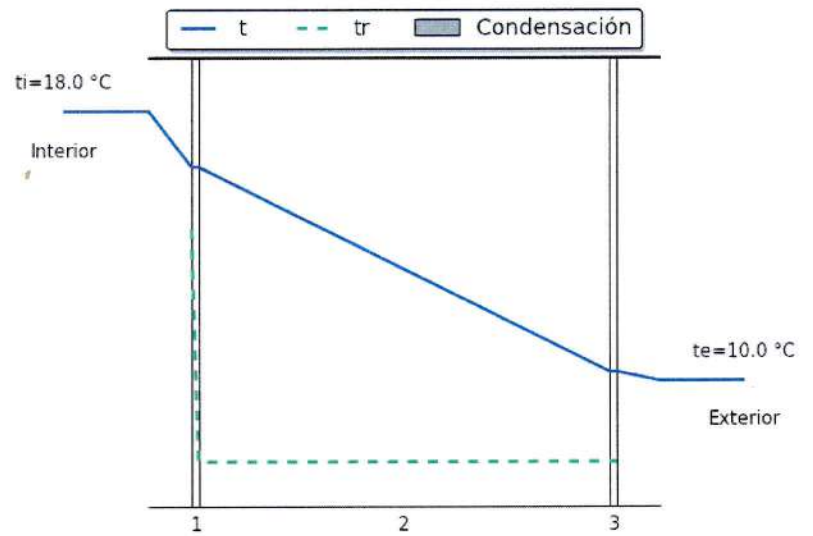
Sección 3 : Gráfica Condensación

Plano	Temperatura [°C]	Temperatura rocío [°C]
In-1	16.35	14.5
1-2	16.35	7.6
2-3	10.26	7.6
3-Ex	10.26	7.6

Transmitancia Térmica: 0.94 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

Masa: 9.15 Kg/m²

Espesor: 0.031 m



Reporte Hterm

30/07/2021 19:33:42

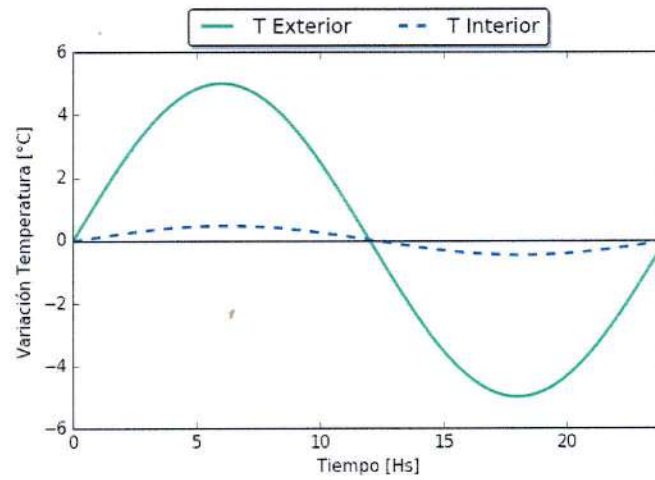
V.17.12

Archivo: El cerramiento no fue guardado antes de ser exportado

Sección 4 : Gráfica Amortiguamiento

Factor de Amortiguación: 0.094

Retardo Térmico: 0.17 Hs



[Firma manuscrita]

[Firma manuscrita]



DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES, ESPECIALIDAD:

2.- HABITABILIDAD Y CONFORT



Ministerio
de Vivienda
y Ordenamiento Territorial

2_3 DESEMPEÑO ACUSTICO

REQUISITOS	METODO DE VERIFICACIÓN	SI	NO	NC	Referencia a ensayos cálculos y otros	Referencia ITP (folios)	OBSERVACIONES
HC DA_01	Aislación acústica	X			ABNT NBR 15575-4 Informe 2598/2019 Universidade Vale do Rio dos Sinos		DATEC informe, páginas 43 y 44
					ABNT NBR 15575-4 Informe Profesor Aluisio Leoni Schmid - 2016 Informe 1847/2017 Universidade Vale do Rio dos Sinos		DATEC informe, páginas 43 y 44
CONCLUSIONES		Verificadas las Normas Requeridas por MVOT respecto a SCNT se cumple con todo.					
NOMBRE DEL TECNICO		Arq. Manuel Varela Dighiero					
Nº CP		35468					
FIRMA							
<p>CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD Y FIRMAS: Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa tributarias y penales vigentes. Los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las acciones penales, de acuerdo al artículo 239º del Código Penal.</p>							




DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES, ESPECIALIDAD:

3.- HIGIENE SALUD Y MEDIO AMBIENTE

Ministerio
de Vivienda
y Ordenamiento Territorial

3.1 ESTANQUEIDAD AL AGUA Y AIRE

REQUISITOS		METODO DE VERIFICACIÓN	SI	NO	NC	Referencia a ensayos cálculos y otros	Referencia ITP (folios)	OBSERVACIONES
HS MA_01	Estanquidad al aire y al agua de juntas y uniones de componentes de la envolvente	188- Verificación del desempeño sobre análisis de los detalles constructivos de componentes que presentan exposición a los factores aire y agua.	X			Directriz n 010 ABNT NBR 15575- 5		DATEc informe, páginas 39 y 41
		189- Verificación mediante ensayos del prototipo, de sus componentes, conforme a norma reconocida y reproduciendo las condiciones de ejecución previstas de proyecto y obra.	X			Directriz n 010 ABNT NBR 15575- 5 Informe EC 11328/2019 LacTec Informe 1079713- 203/2016 IPT		DATEc informe, páginas 39 y 41
		190- Verificación de las especificaciones de proyecto, según los parámetros establecidos en la Tabla. H_ 01.	X			Directriz n 010 ABNT NBR 15575- 5		DATEc informe, páginas 39 y 41
HS MA_02	Estanquidad de las instalaciones agua y desagües	199- Verificación mediante el análisis del proyecto de secciones, cotas y niveles, pendientes ajustadas a reglamentaciones y demás normas de diseño.	X			Cumple reglamentaciones, viviendas construidas diferentes departamentos		DATEc informe, páginas 39 y 41
		200- Verificación mediante memoria de cálculo y descriptiva con especificaciones completas de los materiales componentes de la instalación.	X			Directriz n 010 ABNT NBR 15575- 5		DATEc informe, páginas 39 y 41
CONCLUSIONES		Verificadas las Normas Requeridas por MVOT respecto a SCNT se cumple con todo.						
NOMBRE DEL TECNICO		Arq. Manuel Varela Dighiero						
Nº CP		35468						
FIRMA								
CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD Y FIRMAS: Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa de acuerdo con las disposiciones tributarias y penales vigentes. Los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las correspondientes acciones penales, de acuerdo al artículo 239º del Código Penal.								

Fausto Estevão Zanetta

DECLARACIÓN JURADA DE CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES, ESPECIALIDAD:

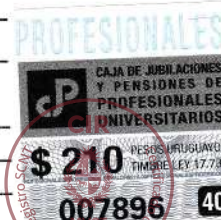
4.- DURABILIDAD

4 DURABILIDAD



Ministerio
de Vivienda
y Ordenamiento Territorial


REQUISITOS	METODO DE VERIFICACIÓN	SI	NO	NC	Referencia a ensayos cálculos y otros	Referencia ITP (folios)	OBSERVACIONES	
D_01 Vida útil de proyecto (VUP)	222- Verificación mediante análisis de proyecto sobre los detalles constructivos de componentes, mediante la comprobación de la correcta aplicación de materiales de acuerdo a las especificaciones.	1. El Empleo de componentes y materiales son de calidad compatible con la VU proyectada,	X		ABNT NBR 15575-1		ISO 9001	
		2. La Ejecución prevista utiliza métodos y procedimientos que posibilitan la VU proyectada,	X		ABNT NBR 15575-1		ISO 9001	
		3. Se han identificado las tareas de mantenimiento preventivo y las mismas son acordes al tipo y características del sistema, o componente	X					Se indican en la Memoria Descriptiva
		4. Han sido indicados los cuidados para el correcto uso de la vivienda/edificio	X			DATEc informe		Se describen en el manual de uso y mantenimiento
		223- Mediante la comparación con información que surja del conocimiento de las características del sistema, o por análisis del sistema a través de prototipos o antecedentes de utilización.	X			Informe DVPE 3962/2015 Lactec Informe EC10024/2019 Lactec		DATEc informe páginas 44, 45 y 46
		224- Mediante análisis de ensayos de durabilidad realizados con norma identificada, y reconocida, sobre los componentes o el sistema, para materiales que no presentan antecedentes de uso.			X			
	225- Verificación de los niveles con los criterios indicados en la Tabla D_01 y siguientes.			X				
D_02 Identificación condiciones de exposición	226- El tipo de ambiente para el que se proyecta cada elemento deberá constar, de forma específica, en la memoria y en los planos del proyecto, indicando las condiciones de exposición, en particular en sistemas constructivos sensibles a factores de humedad, salinidad. Se deberá atender a los criterios de zonas climáticas definidas en la Norma UNIT 1026, en estos casos.				Informe DVEE 4898/2016 Lactec Informe DVEE 5857/2016 Lactec Ensayo ASTM C 1257 Ensayo ASTM G 154		DATEc informe páginas 44, 45 y 46	
	227- Durante la fase de proyecto, se deberá identificar el tipo de ambiente al que estarán sometidos los diferentes elementos estructurales. Este ambiente definirá la agresividad del medio en el que debe mantenerse el elemento sin el deterioro de sus propiedades específicas.	X					DATEc informe páginas 44, 45 y 46	
	228- Para la identificación del tipo de exposición a que estará sometido el componente, se debe considerar cuestiones relativas al entorno (orientación, salinidad del medio, ataque químico, etc.), y la severidad de la exposición local a la humedad, es decir la situación del elemento en el edificio y el efecto particular de ciertas soluciones constructivas (tales como la protección que pueden ofrecer aleros, cornisas, dotados de un goterón adecuadamente dimensionado) y el efecto de revestimientos y protecciones.	X			Informe DVEE 4898/2016 Lactec Informe DVEE 5857/2016 Lactec Ensayo ASTM C 1257 Ensayo ASTM G 154 Informe DVEE 6811/2016 Lac Tac		DATEc informe páginas 44, 45 y 46	
ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE DEGRADACIÓN	CONDICIONES EXPOS. EXTERIOR	AMBIENTE MARINO			SI CUMPLE			
		ZONA COSTERA			SI CUMPLE			
		VIENTOS FUERTES - COSTERA-FRANJA OESTE			SI CUMPLE			
	CALIDAD DEL SISTEMA	AGENTES BIÓTICOS			SI CUMPLE			
		CAPA EXPUESTA			SI CUMPLE			
		JUNTAS			SI CUMPLE			
		AISLANTE			SI CUMPLE			
		IMPERMEABILIZACIÓN			SI CUMPLE			
	DISEÑO	UNIONES ESTRUCTURALES METÁLICAS			SI CUMPLE			
		DEFINICION DE DETALLES			SI CUMPLE			
EJECUCION								
MANTENIMIENTO	ACCESIBILIDAD A INST. HUMEDAS			Ver manual de Mantenimiento				
	REPOSICION EN IGUALES CONDICIONES			Ver manual de Mantenimiento				
	FRECUENCIA			Ver manual de Mantenimiento				
CONCLUSIONES	Verificadas las Normas Requeridas por MVOT respecto a SCNT se cumple con todo.							
NOMBRE DEL TECNICO	Arq. Manuel Varela Dighiero							
Nº CP	35468							
FIRMA								
CONSTANCIA DE RESPONSABILIDAD Y FIRMAS: Los que suscriben se responsabilizan de que la información proporcionada en este documento es correcta y completa de acuerdo con las disposiciones tributarias y penales vigentes. Los errores y omisiones que supongan negligencia o falta de ética, darán lugar a sanciones por parte de la Administración, sin perjuicio de las correspondientes acciones penales, de acuerdo al artículo 239º del Código Penal.								





5.- COSTOS

5 COSTO

REQUISITOS		METODO DE VERIFICACIÓN	SI	NO	NC	Referencia a ensayos cálculos y otros	Referencia ITP (folios)	OBSERVACIONES
C_01	Costo de la vivienda	236- Los Costos se definen a través de las variables (costo/m2) en base a una vivienda de 50 m2 de dos dormitorios, los componentes de costos de obra, y tiempos estimados de obra.	X			PLANILLA 4		
		237- Para la evaluación de costos de SCNT, se tomará como referencia el costo de una vivienda de construcción tradicional, que cumpla con los mínimos de áreas establecidos en el Reglamento de Producto del MVOTMA, y con los Estándares de desempeño y requisitos, y por tanto, con prestaciones semejantes.	X			PLANILLA 4. Anexos		Folio Manual de uso y mantenimiento de propietario
C_02	Costo por mantenimiento	240- Mediante estimación de los costos de mantenimiento periódico para los distintos componentes de la vivienda, que presenta la propuesta.	X			PLANILLA 4		
		241- La propuesta debe detallar la conformación del costo de mantenimiento con todos sus rubros, la estimación de la periodicidad y la calificación de la mano de obra	X			PLANILLA 4		
		242- La propuesta debe detallar tareas en los periodos que se indican.	X			PLANILLA 4		
C_03	Costo de reposición parcial o total	244- Mediante un presupuesto de póliza de seguros del tipo "Incendio y HTT" de Banco de Seguros del Estado, u otra aseguradora, para la vivienda a evaluar.	X			BSE, COTIZACIÓN INCENDIO NO ACTUALIZADA		
C_04	Costo de reposición depreciado	247- Mediante la información suministrada por la propuesta.						
CONCLUSIONES		Verificadas las Normas Requeridas por MVOT respecto a SCNT se cumple con todo.						
NOMBRE DEL TECNICO		Arq. Manuel Varela Dighiero						
N° CP		35468						
FIRMA								





Ministerio
de Vivienda
y Ordenamiento Territorial

DIRECCIÓN NACIONAL DE VIVIENDA
RESOLUCIÓN Nº 25/2021
EXPEDIENTE No 2021/14000/006473

Montevideo, 04 de octubre de 2021.

VISTO: la solicitud presentada por la empresa FISCHER HNOS. S.A;

RESULTANDO: I) que oportunamente compareció ante este Ministerio la citada empresa solicitando otorgamiento de CIR para el Sistema Constructivo No Tradicional "Sistema Modular Casas Fischer";

II) que en el proceso de evaluación realizado por los servicios técnicos del Departamento de Tecnologías Constructivas se formularon observaciones y se requirieron aclaraciones a la propuesta, las cuales fueron cumplidas a satisfacción;

CONSIDERANDO: I) que en informe fechado el 15 de septiembre de 2021 el Departamento de Tecnologías Constructiva, en el marco de lo previsto en el artículo 14.5 del Reglamento aplicable, produce informe final donde concluye que la empresa ha presentado toda la documentación requerida para la solicitud del certificado de incorporación al Registro de Sistemas Constructivos No Tradicionales del MVOT, CIR 100 con una vigencia de 2 años, adjuntando las respectivas condiciones de otorgamiento;

II) que tomando en cuenta que se ha dado cumplimiento con el procedimiento previsto en el Reglamento para Registro de Sistemas Constructivos No Tradicionales por Declaración Jurada vigente, corresponde en esta instancia hacer lugar a lo peticionado por la solicitante y otorgar el Certificado solicitado;

Sede central
Zabala 1432
Tel.: (+598) 29170710
www.mvotma.gub.uy
Montevideo - Uruguay

ATENTO: a lo precedentemente expuesto, y a lo dispuesto por el Reglamento para Registro de Sistemas Constructivos No Tradicionales por Declaración Jurada, aprobado por Resolución Ministerial N° 118/2021, de 3 de febrero de 2021;

EL DIRECTOR NACIONAL DE VIVIENDA

RESUELVE:

- 1º.- Otorgar a la empresa FISCHER HNOS. S.A "Certificado de Incorporación al Registro de un Sistema Constructivo No Tradicional por Declaración Jurada" tipo "CIR 100", para el Sistema Constructivo No Tradicional denominado "Sistema Modular Casas Fischer", por el término de 2 años, de acuerdo a las condiciones de otorgamiento que surgen del informe incorporado en referencia 13 del expediente administrativo No. 2021/14000/006473, que se consideran parte de la presente.-
- 2º.- Comuníquese a la Dirección General de Secretaría de conformidad con lo previsto en el artículo 15.2 del Reglamento para Registro de Sistemas Constructivos No Tradicionales por Declaración Jurada.-
- 3º.- Pase al Departamento de Tecnologías Constructivas para registrarse en el Registro de Sistemas Constructivos No Tradicionales a cargo de este Ministerio y la notificación a la empresa FISCHER HNOS. S.A.-



Cr. Jorge Ceretta
Director Nacional
de Vivienda
Ministerio de Vivienda
y Ordenamiento Territorial