



isec
Engenharia

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

**Segurança contra Incêndios em Edifícios
Hospitalares Com Análise Baseada no
Desempenho e por Abordagem Prescritiva**

Autor

Liliana Isabel Mendes Antunes

Orientador

**Prof. Doutor Eng. António José Pedroso
de Moura Correia**

INSTITUTO POLITÉCNICO DE
COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, Janeiro de 2021



isec
Engenharia

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tese de Dissertação

Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Civil

Especialização em Construção Urbana

Autor

Liliana Isabel Mendes Antunes

Orientador

Prof. Doutor Eng. António José Pedroso de Moura Correia

Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra

INSTITUTO POLITÉCNICO DE
COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer em especial à minha família, ao meu marido Tiago e aos meus dois filhos Artur e Lucas, que me apoiaram durante todo o percurso que levou à concretização deste objetivo e abdicaram da minha presença para que tal fosse possível.

Agradeço ainda ao meu Orientador Professor Doutor António Correia pelo incentivo e apoio durante esta jornada. Como agradecimento especial incluo ainda o Eng. Besteiro pela oportunidade concedida, foi para mim um grande desafio.

Aos alunos de Protecção Civil, Nuno Freitas e Pedro Rajado, ao Eng. Nuno Coelho pelos conhecimentos transmitidos, um muito obrigada.

RESUMO

Na atualidade, o aumento da exigência de segurança relaciona-se com a constante evolução das sociedades humanas e, conseqüentemente, da indústria da construção. No âmbito da Engenharia Civil, uma das áreas com evolução recente é a de Segurança contra Incêndio em Edifícios hospitalares, que dispõe agora de Nova Regulamentação, menos dispersa, mais organizada e abrangente, permitindo um avanço positivo nesta área.

No presente trabalho é feita uma avaliação baseada no desempenho com a utilização do software de simulação dinâmica de fluidos (FDS), através da aplicação Pyrosim, que permite a obtenção de resultados de visualização de fumos e temperaturas, a evolução da propagação e o impacto da implementação das medidas de combate a incêndios para cada cenário.

Para testar a evacuação de pessoas do edifício no momento da de emergência foi utilizado o software Pathfinder. Foi feita a integração dos resultados das simulações de incêndio e de evacuação permitindo avaliar a efetividade das medidas de combate a incêndio na segurança da evacuação dos ocupantes.

A segurança contra incêndios em edifícios desta natureza é um assunto complexo face à diversidade de utilização dos edifícios, principalmente devido à grande concentração de pessoas, e à eventual elevada carga de incêndio existente e associado a este edifício a sua grande altura, o que dificulta a evacuação do efetivo.

Este trabalho tem por objetivo, demonstrar a viabilidade de estudos utilizando estas ferramentas baseadas no desenvolvimento do fogo, permitindo agir rapidamente e assertivamente (uma vez que estudando vários cenários é possível errar menos) e avaliar a evacuação de compartimentos ou do próprio edifício, salvaguardando assim pessoas e bens.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança Contra Incêndio em Edifícios, Edifícios hospitalares, Nova Regulamentação, Simulação dinâmica de fluidos, medidas de combate a incêndios, evacuação de pessoas.

ABSTRACT

Nowadays, the increase in security requirements is related to the constant evolution of human societies and, consequently, of the construction industry. Within the scope of Civil Engineering, one of the areas with recent evolution is that of Fire Safety in Hospital Buildings, which now has a new Regulation, less dispersed, more organized and comprehensive, allowing a positive progress in this area.

In the present work, an evaluation based on performance is made using the dynamic fluid simulation software (FDS), through the Pyrosim application, which allows obtaining smoke and temperature visualization results, the evolution of propagation and the impact of implementation of fire-fighting measures for each scenario.

To test the evacuation of people from the building at the time of the emergency, the Pathfinder software was used. The results of the fire and evacuation simulations were integrated, allowing the evaluation of the effectiveness of fire-fighting measures in the safety of the evacuation of the occupants.

Fire safety in buildings of this nature is a complex issue in view of the diversity of use of the buildings, mainly due to the large concentration of people, and the possible high fire load existing and associated with this building at its high height, which makes it difficult to evacuation of the herd.

This work aims to demonstrate the feasibility of studies using these tools based on the development of fire, allowing to act quickly and accurately (since studying several scenarios it is possible to make less mistakes) and to evaluate the evacuation of compartments or the building itself, thus safeguarding people and goods.

KEYWORDS: Fire Safety in Buildings, Hospital Buildings, New Regulations, Dynamic Fluid Simulation, Fire Fighting Measures, People Evacuation

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	19
1.1. Enquadramento	19
1.2. Objetivo	19
1.3. Estrutura Da Dissertação	20
2. SERVIÇO NACIONAL DE SAÚDE (SNS).....	23
2.1. Apresentação Do SNS	23
2.2. Apresentação Do Edifício Em Estudo	23
2.3. Estrutura Orgânica Dos CHUC.....	25
3. CARACTERIZAÇÃO DO FOGO	26
3.1. Introdução	26
3.2. Teoria Do Fogo	26
3.3. Elementos que compõem o fogo	26
3.3.1. Combustível.....	27
3.3.2. Comburente	27
3.3.3. Calor.....	27
3.3.4. Reação em cadeia	27
3.4. Propagação do fogo	27
3.4.1. Condução.....	28
3.4.2. Convecção	28
3.4.3. Irradiação.....	29
3.4.4. Pontos E Temperaturas Importantes Do Fogo	29
3.4.5. Ponto de fulgor	30
3.4.6. Ponto de combustão	30
3.4.7. Tempo de ignição	30
4. CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO CENTRAL DOS CHUC.....	31

4.1.	Descrição Do Edifício.....	31
4.2.	Apresentação Dos Cenários	39
4.2.1.	Cenário Zona F	39
4.2.2.	Cenário Zona D, Enfermaria, Traumatologia e Neurologia.....	42
4.2.3.	Cenário Zona A, Consultas Externas, Hematologia	44
5.	FDS, FIRE DYNAMICS SIMULATOR	46
5.1.	Introdução	46
5.2.	Modelação 3d	47
5.3.	FDS, Pyrosim	50
5.3.1.	Importação De Ficheiros	50
5.3.2.	Definição Dos Materiais e superfície que arde.....	50
5.3.3.	Criação Da Malha (Mesh)	57
5.3.4.	Superfícies E Curvas De Incêndio	59
5.3.5.	Dispositivos De Exclusão De Vidros.....	62
5.3.6.	Análise De Temperaturas E Visibilidade	62
5.4.	Modelação Computacional De Evacuação Com Interface Pathfinder	63
5.4.1.	Introdução.....	63
5.4.2.	Modelação	64
6.	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	71
6.1.	INTRODUÇÃO.....	71
6.2.	MODELOS FDS COM RECURSO AO SOFTWARE PYROSIM E SEUS RESULTADOS	71
6.2.1.	Cenário Zona F, Auditório e anfiteatros	72
6.2.2.	Cenário Zona D, 4º piso De Internamento Neurologia e Traumatologia.....	87
6.2.3.	Cenário Zona A, 7º piso, consultas externas	99
6.3.	MODELOS DE EVACUAÇÃO NO PATHFINDER.....	106

6.3.2. Análise De Resultados	107
6.3.2.1. Cenário Zona F	107
7. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL AOS MEIOS HOSPITALARES	133
7.1. Introdução	133
7.2. Caracterização Do Edifício Quanto À Sua Utilização	133
7.3. Classificação De Categoria De Risco	133
7.4. Classificação Dos Locais De Risco	134
7.5. Risco De Incêndio	134
7.6. Condições Para A Extinção De Incêndio E Evacuação De Pessoas	135
7.6.1. Vias De Acesso.....	135
7.6.2. Acessibilidade A Fachadas.....	135
7.6.3. Limitação À Propagação Do Incêndio Pelo Exterior.....	135
7.6.4. Disponibilidade De Água Para Os Meios De Socorro.....	135
7.6.5. Condições Gerais De Comportamento Ao Fogo, Isolamento E Protecção.....	136
7.7. Condições Gerais Para Evacuação De Pessoas	136
7.8. Evacuação	137
7.9. Vias Horizontais De Evacuação	138
7.10. Características Das Portas.....	138
7.11. Câmaras Corta-Fogo.....	139
7.12. Vias Verticais De Evacuação	140
8. CONDIÇÕES GERAIS DOS EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA	141
8.1. Sinalização, Iluminação E Deteção	141
8.2. Controlo De Fumo.....	141
8.3. Equipamentos E Sistemas De Extinção	141
8.4. Posto De Segurança.....	142
8.5. Condições Gerais De Auto-Protecção.....	142

9. ORGANIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA	143
9.1. Organograma Funcional	143
9.2. Responsável De Segurança	144
9.3. Gabinete De Comunicação E Imagem.....	145
9.4. Conselho Estratégico	145
9.5. Delegado De Segurança.....	146
9.6. Posto De Segurança/Controlo Centralizado.....	147
9.7. Equipa De Vigilantes.....	148
9.8. Grupo De Operações De Manutenção	149
9.9. Grupo De Apoio Logístico E Financeiro Ou De Crise.....	149
9.10. Grupo De Intervenção/Evacuação	149
9.11. Pontos De Encontro	150
9.12. Centro De Operações De Emergência	151
10. CONCLUSÕES.....	153
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	157
ANEXOS
ANEXO I – Planta do 1º piso em CAD	
ANEXO II - Desenvolvimento de fumo, temperatura e chama do zero aos 0 aos 1800 segundos.	
ANEXO II – A1: Cenário Zona F Auditório	
ANEXO II - A2: Cenário Zona F, Auditório com malha maior	
ANEXO II - A3: Cenário Zona F, Auditório com sprinklers	
ANEXO II - A4: Cenário Zona F, Anfiteatro sem sprinklers	
ANEXO II - A5: Cenário Zona F, Anfiteatro com sprinklers	
ANEXO II - B1: Cenário Zona D, quarto com uma cama, sem sprinklers	
ANEXO II - B2: Cenário Zona D, quarto com uma cama, com sprinklers	
ANEXO II - B3: Cenário Zona D, Anfiteatro com sprinklers	
ANEXO II – C: Cenário Zona A, com sprinklers	
ANEXO III – Resumo gráfico e representativo da evacuação nos vários cenários	

ANEXO III – A: Densidade de ocupantes ZONA F

ANEXO III – B: Densidade de ocupantes ZONA D

ANEXO III – C: Densidade de ocupantes ZONA A

ANEXO IV – Plano de emergência externa CHUC.

ANEXO V - Formação em segurança contra incêndios

ANEXO VI – Pontos de encontro

ANEXO VI - Infra-estruturas críticas Saídas de emergência

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Centro Hospitalar da Universidade de Coimbra, Bloco Central.	24
Figura 2 – Localização do Bloco Central.	24
Figura 3 – Tetraedro do fogo.	26
Figura 4 – Exemplo de condução.	28
Figura 5 – Exemplo de convecção.	28
Figura 6 – Exemplo de irradiação.	29
Figura 7 – Entrada do edifício do auditório.	31
Figura 8 – Entrada principal do hospital.	32
Figura 9 – Enfermaria.	32
Figura 10 – Entrada para uma secção de serviço e internamento.	33
Figura 11 – Portas de gabinetes médicos e salas de formação.	33
Figura 12 - Hall dos elevadores principais, piso 7.	34
Figura 13 – Entrada do auditório principal.	34
Figura 14 – Hall do edifício do auditório e anfiteatros.	35
Figura 15 – Auditório principal.	35
Figura 16 - Vista da entrada interior do Auditório principal.	36
Figura 17 – Entrada dos anfiteatros.	36
Figura 18 – Mini Bar ao lado dos anfiteatros.	37
Figura 19 – Zona de estar ao lado do mini bar e do anfiteatro.	37
Figura 20 – Interior do anfiteatro.	38
Figura 21 – Interior do anfiteatro, escadaria.	38
Figura 22 – Zona F no software Pyrosim, entrada principal.	39
Figura 23– Zona F no software Pyrosim, escada de emergência laterais.	39
Figura 24 – Interiores do edifício da Zona F.	40
Figura 25 – Interiores dos anfiteatros	40
Figura 26 – Interior dos anfiteatros e entrada principal do edifício	41
Figura 27 – Localização do burner no anfiteatro direito	41
Figura 28 – Zona D em perspetiva	42
Figura 29 – 4º Piso isolado da Zona D em perspectiva primeiro teste	42
Figura 30- Segundo teste, malha maior e quartos com mais números de camas	43
Figura 31 – Carga de incêndio, Zona D, internamento.	43
Figura 32 – Cenário Zona A.	44
Figura 33 – Zona A, vista este, escada de emergência exterior esquerda	44
Figura 34 – Localização dos sprinklers no cenário zona A	45

Figura 35 – Carga de incêndio 7º Piso Zona A (estante de papel como elemento principal de fogo).	45
Figura 36 – Zona frontal do hospital, entrada principal.	47
Figura 37 - Vista Oeste do hospital.	48
Figura 38 – Vista Norte, entrada do edifício dos auditórios.	48
Figura 39 – Vista Este, entrada das consultas externas, piso -1.	49
Figura 40 - Vista Este.	49
Figura 41 – Edição de materiais, mais concretamente a madeira como revestimento do auditório.	51
Figura 42 - Edição de materiais, piso em vinílico, enfermaria.	52
Figura 43 - Edição de materiais, tectos em gesso, enfermarias, consultas externas, etc,..	52
Figura 44 - Edição de materiais, linho/tecido para as cortinas do palco.	53
Figura 45- Tectos falsos do auditório e do hall, forrados a madeira	54
Figura 46 – Materiais do interior dos Anfiteatros. .	54
Figura 47 – Localização do burner no cenário zona A.	55
Figura 48 - Edição do burner com recurso a uma superfície que arde	55
Figura 49 – Local do ponto de ignição, burner no cenário zona F	56
Figura 50 – Edição da superfície Burner no cenário da Zona F	56
Figura 51 – Malha de cálculo, Mesh.	57
Figura 52 – Edição da Mesh.	58
Figura 53 – Localização dos sprinklers no cenário da zona A.	58
Figura 54 – Edição da ignição por meio de partículas.	59
Figura 55 – Editar os valores no sistema de edição de materiais e a superfície como layered.	62
Figura 56 – Projeto Pathfinder do cenário da Zona D, enfermaria, piso 4	65
Figura 57 – Projeto Pathfinder do cenário da Zona D, todos os pisos	65
Figura 58 – Visualização dos elevadores centrais.	66
Figura 59 –Escolha dos perfis do cenário da Zona D, piso 4	67
Figura 60 –Escolha do comportamento do perfil acamado do cenário da Zona D, piso 4	67
Figura 61 –Escolha da forma do perfil, médico assistente	68
Figura 62 –Definição das ações de doentes e da equipa de assistência	69
Figura 63–Conjuntos de ações para os perfis existentes.	69
Figura 64 –definição dos clientes a serem assistidos pela equipa de assistência a camas	70
Figura 65- Hall de entrada dos três compartimentos com efetivo, zona onde se irá concentrar mais pessoas.	72
Figura 66 – Porta de emergência do interior do auditório com acesso às escadas de emergência.	72
Figura 67 – Hall em corte no software Revit.	73

Figura 68 – Ligação do edifício dos auditórios ao das consulta externas no software	73
Figura 69 – interiores do auditório no software Pyrosim.	74
Figura 70 - Local do ponto de ignição.	75
Figura 71 – Interior dos anfiteatros.	75
Figura 72 – Localização dos sprinklers no auditório, segundo teste	76
Figura 73 – Segundo teste com malha maior	76
Figura 74 – Vista da chama e do fumo com 2.5 segundos na simulação do segundo teste	77
Figura 75 – Vista da chama e do fumo com 11 segundos na simulação do segundo teste	77
Figura 76 – Vista da chama e do fumo com 15.6 segundos na simulação do segundo teste	78
Figura 77 – Vista da chama e do fumo com 26.5 segundos na simulação a entrar no hall	79
Figura 78 – Vista da chama e do fumo com 65.8 segundos na simulação.	79
Figura 79 – Vista da chama e do fumo com 102.9 segundos na simulação	80
Figura 80 – Localização do burner no anfiteatro	81
Figura 81 – Malha da simulação referente ao anfiteatro	81
Figura 82 – Localização dos sprinklers no anfiteatro	82
Figura 83 – Visualização da propagação do incêndio aos 2.9 segundos no anfiteatro	82
Figura 84 – Visualização da propagação do incêndio aos 7.9 segundos no anfiteatro	83
Figura 85 – Visualização da propagação do incêndio e da temperatura aos 9.4 segundos no anfiteatro	83
Figura 86 – Visualização da propagação do incêndio e da temperatura aos 24.9 segundos no anfiteatro	84
Figura 87 – Visualização da propagação da chama, temperatura e dos sprinklers aos 74.5 seg	84
Figura 88 – Visualização da propagação da chama, temperatura e ativação dos sprinklers aos 99.8 segundos	85
Figura 89 – Visualização da propagação da chama, temperatura e ativação dos sprinklers aos 257.9 segundos	85
Figura 90 – Activação do primeiro sprinkler aso 76.4 segundos	86
Figura 91 – Activação do primeiro sprinkler aso 84.7 segundos	86
Figura 92 - Bloco da zona D, internamento	87
Figura 93 - Zona D, 4º piso, internamento	87
Figura 94 - Zona D, 4º piso, internamento no software PyroSim.	88
Figura 95 – Visibilidade da chama no software PyroSim aos 3.5 segundos	89
Figura 96 – Visibilidade do fumo no software PyroSim aos 2.2 segundos	89
Figura 97 – Visibilidade da propagação do fumo no software PyroSim aos 73.4 segundos	90
Figura 98 – Visibilidade da temperatura no software PyroSim aos 13.6 segundos	90

Figura 99 – Visibilidade da fracção de oxigénio e do Sprinkler no software PyroSim aos 73.4 seg.	91
Figura 100 – Visibilidade da malha no software PyroSim	91
Figura 101 – Interface de criação da malha no software PyroSim.	92
Figura 102 – Activação do Sprinkler.	92
Figura 103 – Malha do segundo teste do cenário da zona D.	93
Figura 104 – Visibilidade da propagação do incêndio aos 2.9 segundos.	93
Figura 105 – Visibilidade da propagação do incêndio aos 4.8 segundos.	94
Figura 106– Visibilidade da propagação do incêndio aos 7.4 segundos.	94
Figura 107 – Visibilidade da propagação do incêndio aos 11.6 segundos.	95
Figura 108 – Visibilidade da propagação do incêndio aos 18.6 segundos.	95
Figura 109 – Visibilidade da propagação do incêndio aos 20.9 segundos.	96
Figura 110 – Visibilidade da propagação do incêndio aos 28.9 segundos.	96
Figura 111 – Visibilidade da propagação do incêndio aos 90.5 segundos.	97
Figura 112 – Visibilidade da propagação do incêndio aos 535.4 segundos.	97
Figura 113 - Visibilidade da propagação do incêndio aos 630 segundos.	98
Figura 114 - Visibilidade da propagação do incêndio aos 725 segundos.	98
Figura 115 – Local ponto de ignição.	99
Figura 116 – Porta corta fogo do cenário	100
Figura 117 –Dimensão da malha do cenário	101
Figura 118 – Localização dos Sprinklers	101
Figura 119 – Criação dos Sprinklers	102
Figura 120 – Visibilidade da chama aos 14.9 segundos	103
Figura 121 – Propagação do fumo aos 14.9 segundos	103
Figura 122 – Ativação do Sprinklers aos 34.8 segundos	104
Figura 123 – Visibilidade da temperatura aos 34.8 segundos	104
Figura 124 – Visibilidade aos 34.8 segundos	105
Figura 125 – Compartimento do local de incêndio completo de fumo aos 9.3 segundos	105
Figura 126 – Sala de espera do local de incêndio completo de fumo aos 53 segundos	106
Figura 127 – Edifício do cenário da Zona F no software Pathfinder.	108
Figura 128 – Congestionamento dos ocupantes.	109
Figura 129 – Comportamento dos ocupantes.	109
Figura 130 – Comportamento das equipas.	110
Figura 131 – Auxiliar, equipa de assistência a cadeira de rodas, aguarda.	111
Figura 132 - Caminho de opção dos ocupantes de cadeira de rodas.	111
Figura 133 - Vista da escada de emergência exterior do auditório.	112

Figura 134 - Vista dos ocupantes do auditório a saírem para a entrada principal.	112
Figura 135 – Vista do efetivo do serviço a evacuar e sentido de evacuação.	113
Figura 136 – Serviço a evacuar/evacuação parcial do piso 4.	114
Figura 137 – Reunião do pessoal de serviço.	114
Figura 138 – Hall dos elevadores, como refúgio temporário.	115
Figura 139 – Primeiro ocupante acamado a ser evacuado até ao hall dos elevadores.	116
Figura 140 - Primeiro doente em cadeira de rodas a ser evacuado para o hall dos elevadores	117
Figura 141 – Primeiro ocupante evacuado sem restrição de mobilidade.	117
Figura 142 – Chegada da equipa de bombeiros.	118
Figura 143 – Distanciamento entre camas.	119
Figura 144 – Congestionamento de camas.	119
Figura 145 - Congestionamento do compartimento de refúgio, equipa presa.	120
Figura 146 - Quarto prioritário, local de incêndio	121
Figura 147 – Comportamento do Grupo de camas.	122
Figura 148 - Sequência de camas para evacuação pela equipa de assistência a camas.	123
Figura 149 - Sequência de cadeiras de rodas para evacuação pela equipa de assistência a cadeira de rodas.	124
Figura 150 - Posicionamento das camas pelos serviços adjacentes	124
Figura 151 - Ocupante preso, visitante.	125
Figura 152 – Efetivo do cenário Zona A, consultas externas Norte, piso 7.	126
Figura 153 – Cenário da zona D no software Pathfinder.	127
Figura 154 – Comportamento de uma pessoa que desmaia.	128
Figura 155 – Comportamentos dos ocupantes e equipas.	129
Figura 156 – Bombeiros à “espera” de chegarem ao Hospital.	130
Figura 157 – Equipa de Segurança Contra incêndios a evacuar doentes de cadeira de rodas	130
Figura 158 – Chegada da equipa de combate ao fogo ao piso 7.	131
Figura 159 – Evacuação pela escada de emergência a oeste.	131
Figura 160 – Doentes acamados evacuados para o Hall dos elevadores.	132
Figura 161 – Carretel, piso –1.	136
Figura 162 – Porta Corta-Fogo, piso R/C.	139
Figura 163 – Fluxograma em caso de emergência.	144
Figura 164 – Organograma da segurança geral.	145
Figura 165 – Controlo centralizado no <i>atrium</i> da entrada principal do Hospital	147
Figura 166 – Localização do Controlo centralizado	148
Figura 167 – Planta com os pontos de encontro	151

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curva de desenvolvimento de um incêndio.	32
Gráfico 2 - Curva de incêndio de um sofá individual (Lawson, et al, 1984).	62
Gráfico 3 - Curva de incêndio de madeira (Kim, et al,2011).	62
Gráfico 4 - Curva de incêndio de uma estante de papel (Andersson, et al 1988).	63
Gráfico 5 – Folha de excel relativo aos parâmetros do sofá.	63

ABREVIATURAS

3D – Tridimensional;

ANPC – Autoridade Nacional de Proteção Civil;

BIM - Building Information Modeling;

CAD – Computer Aided Design (Desenho Assistido por Computador);

CHUC – Centro Hospitalar da Universidade de Coimbra;

COE – Centro de Operações de Emergência;

DS – Delegado de Segurança;

EPE – Entidade Pública Empresarial;

FDS – Fire Dynamics Simulator (Simulação Dinâmica do Fogo);

GC – Gabinete de Crise;

HRR – Heat Release Rate (Taxa de Libertação de Calor);

INEM – Instituto Nacional de Emergência Médica;

Mesh – Malha de Cálculo;

NIST – National Institute of Standards and Technology;

PCC – Posto de Comando Centralizado;

PEI – Plano de Emergência Interno;

PSI – Plano de Segurança Interno;

PSP – Polícia de Segurança Pública;

RS – Responsável de Segurança;

SCIE – Segurança contra Incêndios em Edifícios;

SNS – Serviço Nacional de Saúde;

SSI – Serviço de Segurança contra Incêndio;

UP – Unidade de Passagem;

UT – Utilização-Tipo

1. INTRODUÇÃO

1.1.. Enquadramento

O estudo de segurança contra incêndios é cada vez mais um fator de elevada importância a nível da proteção da vida humana e consequentemente da salvaguarda de bens e respetivo ambiente. Um dos fatores mais preponderantes para a garantia da proteção da vida humana, como fator primordial relativamente aos restantes, é o estudo de evacuação dos ocupantes de um determinado edifício, nos edifícios de grande altura, devido à sua evidente dimensão e às características dos ocupantes.

No caso de edifícios hospitalares, para se atingir esse objetivo, além de medidas de proteção contra incêndio compatíveis com o risco neste tipo de ocupação, deve haver um plano de emergência devidamente elaborado, pois se o incêndio não for controlado na fase inicial e houver a necessidade de remover o efetivo do local acidente, as consequências podem ser catastróficas. Não são raros os incêndios neste tipo de edifícios.

O edifício hospitalar é complexo, pois oferece uma quantidade imensa de serviços e, consequentemente, necessita de infraestruturas muitas vezes imperceptíveis aos olhos do utilizador, mas que do ponto de vista da segurança contra incêndios oferece grandes riscos e deve ser analisada com rigor.

1.2.. Objetivo

A presente dissertação tem como objectivo, a análise de risco de incêndio no edifício pertencente ao Centro Hospitalar da Universidade de Coimbra (CHUC), mais especificamente o Bloco Central, localizado na Praceta Prof. Mota Pinto no distrito de Coimbra.

Neste trabalho é feito uma avaliação do edifício em três cenários distintos com base no desenvolvimento de fumo aquando a ocorrência de incêndio, recorrendo ao programa Pyrosim, um software FDS (Fire Dynamics Simulator) e ao Software Pahtfinder (evacuação de pessoas).

O FDS é capaz de simular a propagação das chamas, temperaturas e fumos no interior do edifício. Através da imagem tridimensional do edifício efetuada no programa REVIT (software BIM para arquitetura, urbanismo, engenharia e design), é possível transportar todos os elementos do edifício bem como os materiais constituintes e até mobiliário para o Pyrosim e posteriormente como os resultados deste, para o Pathfinder.

Com os resultados obtidos no modelo do software Pyrosim, efetuou-se uma análise às condições de evacuação existentes, verificando se estas podem ser consideradas adequadas para um edifício com estas características.

É feito também uma análise com base na legislação de segurança contra incêndios em vigor.

1.3. . Estrutura Da Dissertação

O presente trabalho está estruturado em 9 capítulos:

Capítulo 1 - Introdução

O primeiro capítulo inclui o enquadramento, objectivos e estrutura da dissertação.

Capítulo 2 – Serviço Nacional de Saúde (SNS)

O segundo capítulo apresenta o SNS, o edifício em causa e refere o estado em que se encontram em geral.

Capítulo 3 – Caracterização do fogo

No terceiro capítulo são mencionados os conceitos gerais sobre o fogo e como se proporciona o desenvolvimento do mesmo, considerando o programa de simulação dinâmica do fogo, que irá ser apresentado nesta dissertação.

Capítulo 4 – Caracterização do edifício em estudo

No quarto capítulo é dado a conhecer o edifício alvo de estudo, fisicamente e a sua localização.

Capítulo 5 – FDS, Pyrosim e Pathfinder

No quinto capítulo é exposto o trabalho de modelação do incêndio sobre o modelo tridimensional criado, aplicado no software de simulação de incêndios Pyrosim, bem como o método de trabalho para obtenção de resultados de desenfumagem, temperatura e propagação das chamas.

Com base nos resultados deste software importar para o Pathfinder e efectuar uma evacuação de emergência o mais segura possível.

Capítulo 6 – Apresentação dos resultados

São apresentados resultados relativos à propagação do fogo, do fumo e da temperatura nos vários cenários que posteriormente apresentarei.

Numa segunda parte é feita uma análise da evacuação segundo a ocorrência anterior com base no software Pathfinder. São apresentados os tempos de evacuação o efetivo a evacuar e os meios disponíveis para o combate numa primeira intervenção.

Capítulo 7 – Legislação aplicável aos meios hospitalares

No capítulo sete o edifício é classificado quanto à legislação, utilização tipo, categoria de risco, locais de risco, risco de incêndio e condições para a extinção de incêndios e evacuação de pessoas. Refere também as vias de acesso, acessibilidade a fachadas, propagação de fogo, disponibilidade de água e compartimentação do fogo.

Menciona as condições gerais para a evacuação de pessoas no que diz respeito à legislação em vigor.

Capítulo 8 – Condições gerais dos equipamentos de segurança

No capítulo oito é dado a conhecer os equipamentos de segurança exigidos por lei num edifício deste tipo, nomeadamente, sinalização, iluminação, deteção, controlo de fumo, equipamentos, posto de segurança e auto-protecção.

Capítulo 9 – Organização de emergência

No capítulo nove é dado a conhecer quem gere o processo de deteção de incêndio, alarme e evacuação e quais as suas competências enquanto responsável.

Capítulo 10 – Conclusões

São apresentadas conclusões com base nos resultados obtidos dos modelos anteriores, adquiridos nos softwares Pyrosim e Pathfinder. Sugere soluções para combater e prevenir ocorrências desta natureza referindo falhas no sistema de manutenção e combate, por parte serviços. Devido à instituição ser de ordem pública nem sempre é fácil cumprir objetivos e legislações, existe demasiada burocracia, o que torna os pedidos de alterações e manutenções demoradas. Como todas as decisões têm de ser tomadas em contexto de reunião do concelho administrativo torna todos os procedimentos mais demorados.

Capítulo 11 – Referências Bibliográficas

São facultados os locais de pesquisa para elaboração deste trabalho.

Existem muitas teses sobre Segurança contra incêndios, algumas em meio hospitalar, mas são poucas, as que têm a dimensão deste Hospital, Bloco central do Hospital da Universidade de Coimbra.

A informação sobre estes softwares são poucas, mais informativas do que propriamente a explicar como se trabalha no sistema, por isso recorrer a vídeos muitas vezes sem serem portugueses é uma das hipóteses.

2. SERVIÇO NACIONAL DE SAÚDE (SNS)

2.1. Apresentação Do SNS

Em 1979 foi criado o SNS, para assegurar os cuidados através dos seus estabelecimentos oficiais.

A relação entre Estado, sector social e setor privado tem oscilado ao longo do tempo. O problema mais grave de toda a estrutura do SNS é a manutenção que por vezes é feita mas muito faseada e a burocracia infundável.

Quando se avalia a qualidade de prestação de um serviço, neste caso de cuidados de saúde, temos de rever estrutura, processos e resultados. Normalmente, para efeitos de clareza, a estrutura tem que ver com os meios de prestação, sejam eles materiais, organizacionais ou humanos. Um dos problemas do SNS, entre tantos outros, é a sua estrutura em termos de materiais e equipamentos, a chamada parte “física” dos recursos. Há falta de recursos novos, de renovação do que existe e de alguma manutenção.

O edifício em questão tem métodos organizados para manutenções e aplicabilidade da legislação em vigor no que diz respeito à Segurança Contra incêndios, o que não quer dizer que catástrofes não aconteçam, para tal este organismo segue um plano de formação em todos os serviços e sempre que possível procede a simulacros por meio de empresas externas.

2.2. Apresentação Do Edifício Em Estudo

Neste momento o CHUC é uma entidade pública empresarial, integrada na rede de prestação de cuidados do SNS.

O CHUC ocupa um lugar de excelência na estrutura hospitalar Portuguesa, dando cobertura à população da Região Centro do País, sendo uma referência nacional e internacional nalgumas especialidades e técnicas. Para além da vertente assistencial com reconhecida qualidade, o ensino médico pré e pós-graduado, a investigação a realização de estágios e outros métodos de ensino fazem parte dos serviços do CHUC.

O CHUC concentra a sua atividade em vários pólos, nomeadamente, Hospitais da Universidade de Coimbra, Maternidade Dr. Daniel e Matos, Maternidade Dr. Bissaya Barreto, Hospital Sobral Cid e Hospital Pediátrico. O edifício em estudo é o Pólo Central da Universidade de Coimbra, CHUC, assim designado.

O presente trabalho aborda apenas o hospital central da Universidade de Coimbra e exclui algumas zonas pela sua elevada dimensão para um projeto deste tamanho.



Figura 1 Centro Hospitalar da Universidade de Coimbra, Bloco Central.



Figura 2 - Localização do Bloco Central.

2.3.Estrutura Orgânica Dos CHUC

O CHUC, EPE (Entidade Pública Empresarial) é dirigido por um conselho de administração, ao qual compete garantir o cumprimento dos objetivos estabelecidos, bem como o exercício de todos os poderes de gestão.

Dentro do conselho de administração existe um Presidente, vogais executivos, director clínico e um director de enfermagem.

Dentro dos Órgãos de apoio técnico permanente existe a Comissão de Catástrofe e planeamento hospitalar de emergência, que estabelece os procedimentos necessários ao cumprimento da legislação em vigor no que diz respeito à segurança contra incêndios.

Esta comissão elabora os planos de segurança interno do Hospital e o de formação a funcionários de modo a diminuir o risco, que é de obrigatoriedade estar disponível a todos os intervenientes do CHUC.

3. CARACTERIZAÇÃO DO FOGO

3.1. Introdução

A Proteção Contra Incêndio é um assunto um pouco mais complexo do que possa parecer. À primeira vista, imagina-se que ela é composta pelos equipamentos de combate a incêndio fixados nas edificações, porém esta é apenas uma parte de um sistema, é necessário o conhecimento e o treino dos ocupantes do edifício. Estes deverão identificar e operar corretamente os equipamentos de combate a incêndio, bem como agir com calma e racionalidade sempre que houver início de fogo, extinguindo-o e/ou solicitando ajuda ao Corpo de Bombeiros.

3.2. Teoria Do Fogo

Fogo é um processo químico de transformação. Podemos também defini-lo como o resultado de uma reação química que desprende luz e calor devido à combustão de materiais diversos.

3.3. Elementos que compõem o fogo

Os elementos que compõem o fogo são:

- Combustível;
- Comburente (oxigênio);
- Calor;
- Reação em cadeia.

Esse quarto elemento, também denominado transformação em cadeia, vai formar o quadrado ou tetraedro do fogo, substituindo o antigo triângulo do fogo.

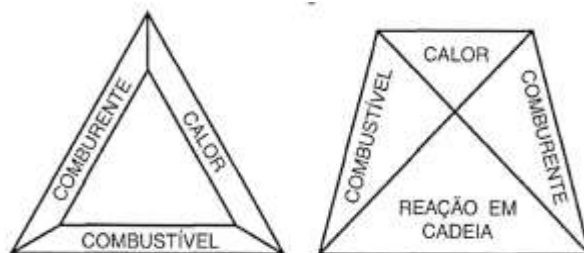


Figura 3 – Tetraedro do fogo.

3.3.1. Combustível

É todo material que queima. São sólidos, líquidos e gasosos, sendo que os sólidos e os líquidos se transformam primeiramente em gás pelo calor e depois inflamam.

3.3.2. Comburente

É o elemento ativador do fogo, que se combina com os vapores inflamáveis dos combustíveis, dando vida às chamas e possibilitando a expansão do fogo. Compõe o ar atmosférico na percentagem de 21%, sendo que o mínimo exigível para sustentar a combustão é de 16%.

3.3.3. Calor

É uma forma de energia. É o elemento que dá início ao fogo, é ele que faz o fogo se propagar. Pode ser uma faísca, uma chama ou até um super aquecimento em máquinas e aparelhos energizados.

3.3.4. Reação em cadeia

Os combustíveis, após iniciarem a combustão, geram mais calor. Esse calor provocará o despreendimento de mais gases ou vapores combustíveis, desenvolvendo uma transformação em cadeia ou reação em cadeia, que, em resumo, é o produto de uma transformação gerando outra transformação.

3.4. Propagação do fogo

O fogo pode propagar-se:

- Pelo contato da chama em outros combustíveis;
- Através do deslocamento de partículas incandescentes;
- Pela ação do calor. O calor é uma forma de energia produzida pela combustão ou originada do atrito dos corpos. Ele propaga-se por três processos de transmissão: condução, convecção e irradiação.

3.4.1. Condução

É a forma pela qual se transmite o calor através do próprio material, de molécula a molécula ou de corpo a corpo.

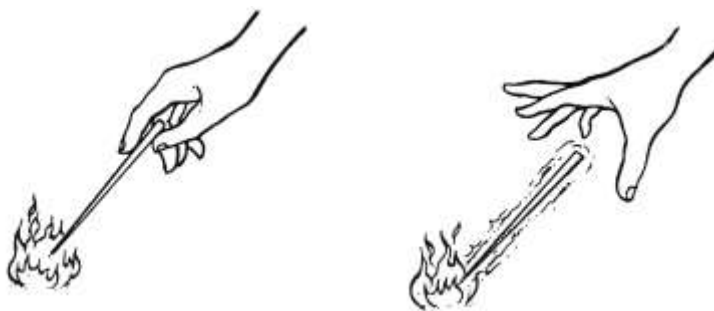


Figura 4 – Exemplo de condução.

3.4.2. Convecção

É quando o calor se transmite através de uma massa de ar aquecida, que se desloca do local em chamas, levando para outros locais quantidade de calor suficiente para que os materiais combustíveis aí existentes atinjam o seu ponto de combustão, originando outro foco de fogo.

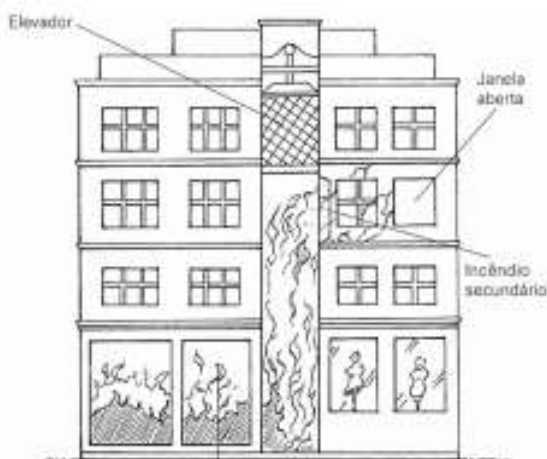


Figura 5 - Exemplo de convecção.

3.4.3. Irradiação

É quando o calor se transmite por ondas caloríficas através do espaço, sem utilizar qualquer meio material.

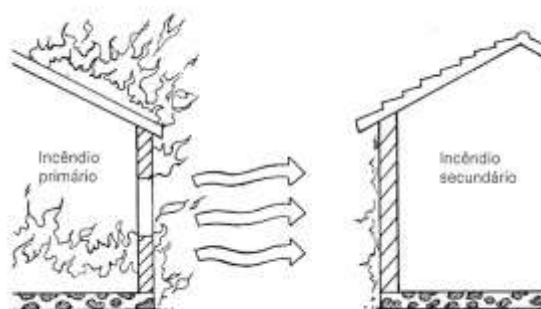


Figura 6 Exemplo de irradiação.

3.4.4. Pontos E Temperaturas Importantes Do Fogo

Na fase inicial, o início de ignição advém a partir de uma fonte de calor, consumindo os materiais que se encontram mais próximos, pois a temperatura aumenta gradualmente.

A partir do momento em que o incêndio passa a abranger grande parte do material combustível e as temperaturas ambientes atingem a ordem de 300°C, sucede a inflamação generalizada ou *flashover*, que é a transição entre a fase de aquecimento e a fase da queima.

Na inflamação generalizada, o aumento da temperatura é muito rápido. Dificilmente se consegue combater um incêndio nesta fase, devido ao fato da energia térmica libertada ser muito elevada, o que torna, comumente, os recursos de combate insuficientes.

Durante o período precedente à inflamação generalizada, os materiais que compõem os elementos estruturais têm escassa contribuição para alimentar as chamas, mas os materiais de revestimento e paredes combustíveis existentes no ponto onde se originou a chama colaboram para o alastramento acelerado do fogo. Diante disto, muitos códigos restringem o uso de materiais de revestimento para possibilitar o controlo do fogo em edifícios.

Com a elevação exacerbada da temperatura, os materiais inflamados libertam gases combustíveis que queimam em grande quantidade, gerando chamas e grande volume de fumaça que se acumula em camadas de espessura crescente, tornando impossível a sobrevivência no ambiente.

3.4.5. Ponto de fulgor

É a temperatura mínima necessária para que um combustível desprenda vapores ou gases inflamáveis, os quais, combinados com o oxigênio do ar em contato com uma chama, começam a se queimar, mas a chama não se mantém porque os gases produzidos são ainda insuficientes.

3.4.6. Ponto de combustão

É a temperatura mínima necessária para que um combustível desprenda vapores ou gases inflamáveis que, combinados com o oxigênio do ar e ao entrar em contato com uma chama, se inflamam, e, mesmo que se retire a chama, o fogo não se apaga, pois essa temperatura faz gerar, do combustível, vapores ou gases suficientes para manter o fogo ou a transformação em cadeia.

3.4.7. Tempo de ignição

É aquela em que os gases desprendidos dos combustíveis entram em combustão apenas pelo contato com o oxigênio do ar, independente de qualquer fonte de calor.



Gráfico 1 - Curva de desenvolvimento de um incêndio

Fonte: CLARET, 2006

4. CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO CENTRAL DOS CHUC

4.1. Descrição Do Edifício

Um hospital é muito específico na sua composição, pois um edifício hospitalar é composto por um conjunto de serviços que têm de estar interligados. Já foi alvo de obras de ampliação e de renovação com vista à criação de estruturas para responder às necessidades.

Trata-se de um edifício com 11 pisos acima do solo e 4 pisos abaixo do solo. Com uma altura de aproximadamente 40 metros. Na envolvente do complexo Hospitalar encontram-se edifícios de habitação, e outros organismos da Saúde.

O edifício central divide-se em oito zonas, zona A, B, C, D, E, F, G, e H.

As zonas G e H são anexos ao Hospital, a zona G e H foi ignorada por não se tratar de uma zona de alto risco.

As zonas A e F estão localizadas a Norte, zonas C, G e H a Este, zonas E e B a Oeste e zona D a Sul, sendo esta a entrada principal.

As zonas A, B, C, D, E, F e G foram representadas no programa Revit e irão ser apresentadas no capítulo mais á frente.

Os elementos principais neste projecto foram essencialmente os interiores uma vez que são esses que contribuem para a obtenção de resultados no programa Pyrosim.

Os elementos principais que caracterizam o edifício são:

- Nas fachadas o betão armado, parede de reboco branco e forradas com tijoleira em algumas partes;



Figura 7 – Entrada do edifício do auditório.

- As palas de sol são de metal fixado à parede, apesar de eu ter considerado betão armado no software;



Figura 8 – Entrada principal do hospital

- No piso, de enfermaria, piso vinílico ou resina auto-nivelante;



Figura 9 – Enfermaria.

- As paredes interiores de betão armado e superfície com tinta acrílica hospitalar;



Figura 10 – Entrada para uma secção de serviço e internamento.

- Os tectos têm um forro metálico constituído por placas de aproximadamente 30 cm por 120 cm colocadas transversalmente;
- As portas dos quartos são de madeira isolada para o efeito, as portas de acesso às várias secções têm vidro incorporado, as portas corta fogo como o próprio nome indica têm de resistir razoavelmente a temperaturas e seccionar zonas por isso são de metal isolado com pintura;



Figura 11 – Portas de gabinetes médicos e salas de formação.

- No hall dos elevadores o piso é cerâmico bem como o revestimento das paredes;



Figura 12 – Hall dos elevadores principais, piso 7.

- A constituição dos auditórios já é mais diferente. Auditório principal é todo forrado a placas de madeira tratada bem como o tecto.
- O piso do auditório principal é uma espécie de alcatifa e os sofás em espuma e tecido, bem como as cortinas de correr, no palco e na entrada do auditório;



Figura 13 – Entrada do auditório principal.



Figura 14 – Hall do edifício do auditório e anfiteatros.



Figura 15 – Auditório principal.



Figura 16 – Vista da entrada interior do Auditório principal.

- Existem ainda mais dois anfiteatros, mais pequenos que o anterior, mas também importantes, com o tecto em gesso cartonado, piso vinílico e paredes rebocadas com revestimento branco à base de gesso.



Figura 17 – Entrada dos anfiteatros.



Figura 18 – Mini Bar ao lado dos anfiteatros.



Figura 19 – Zona de estar ao lado do mini bar e do anfiteatro.



Figura 20 – Interior do anfiteatro.



Figura 21 – Interior do anfiteatro, escadaria.

4.2. Apresentação Dos Cenários

4.2.1. Cenário Zona F

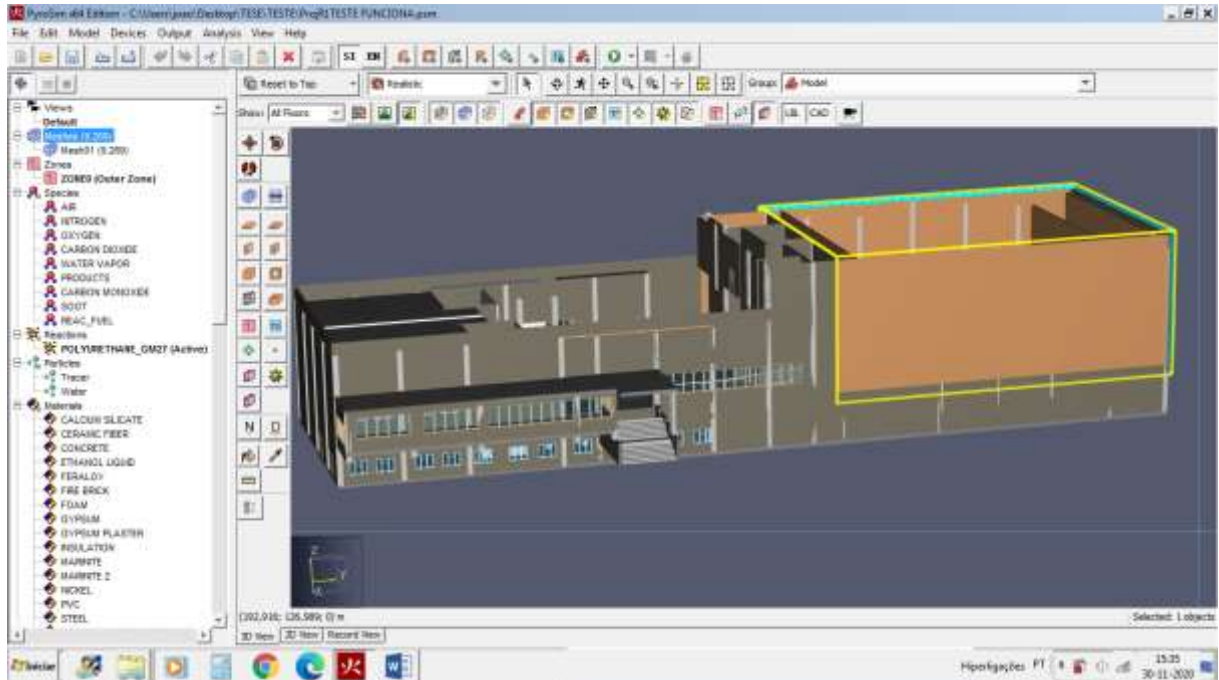


Figura 22 – Zona F no software Pyrosim, entrada principal.

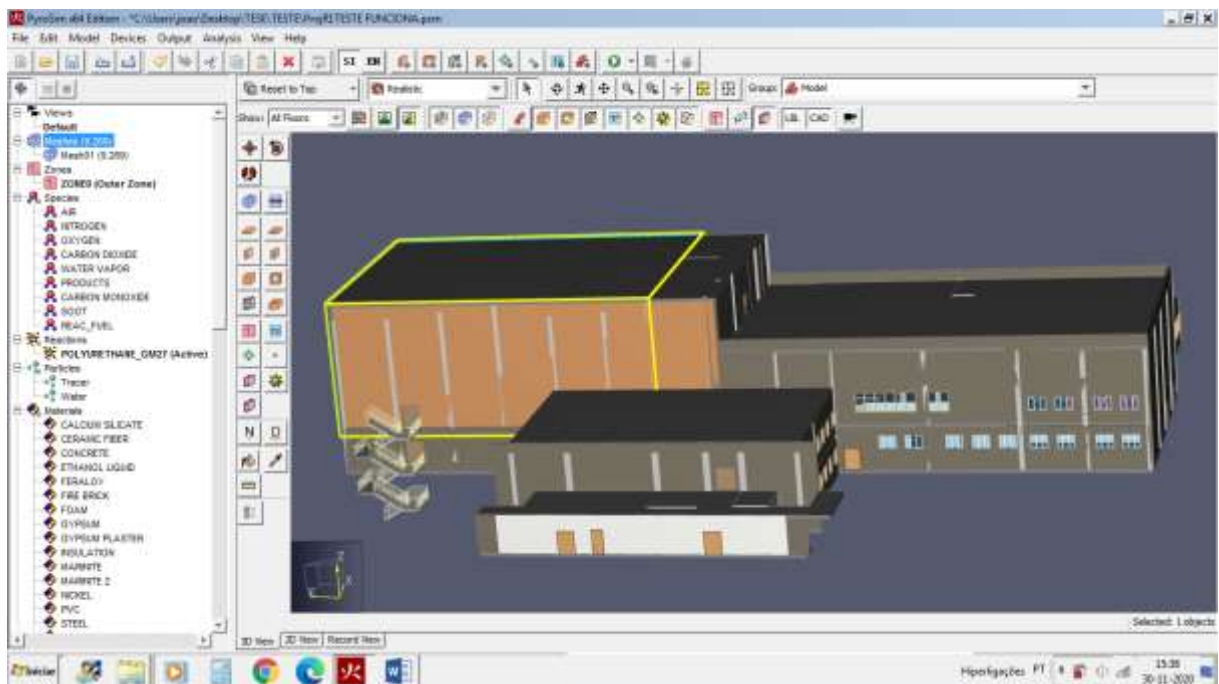


Figura 23 – Zona F no software Pyrosim, escada de emergência laterais.

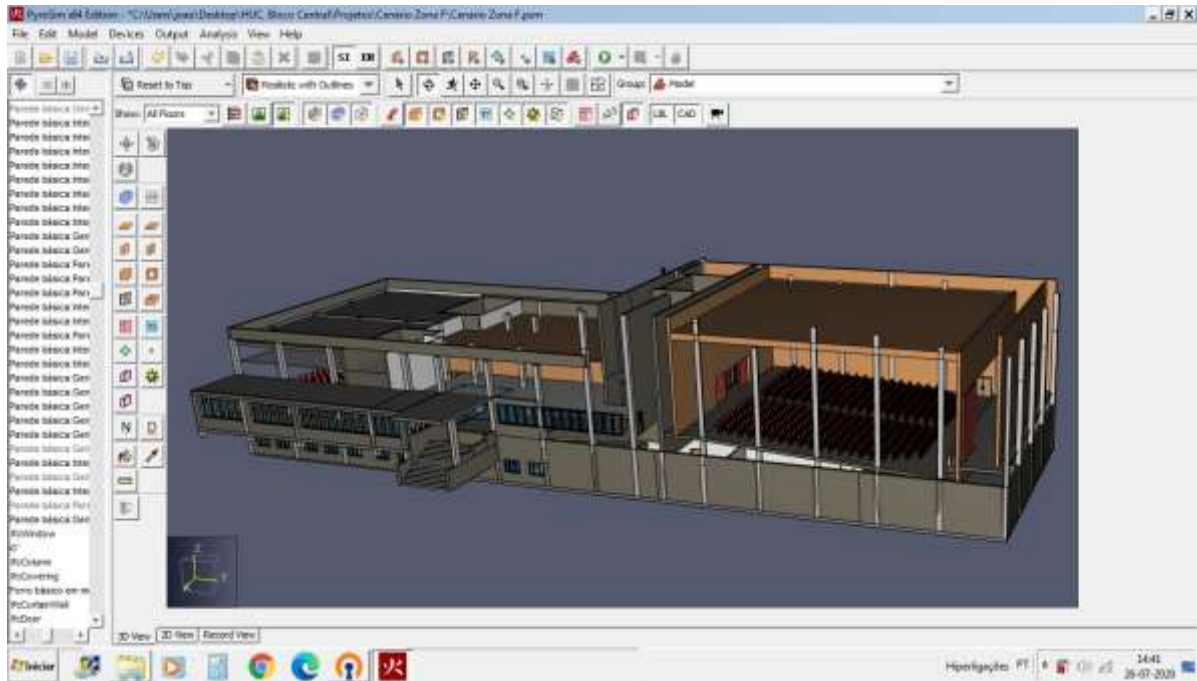


Figura 24 – Interiores do edifício da Zona F.

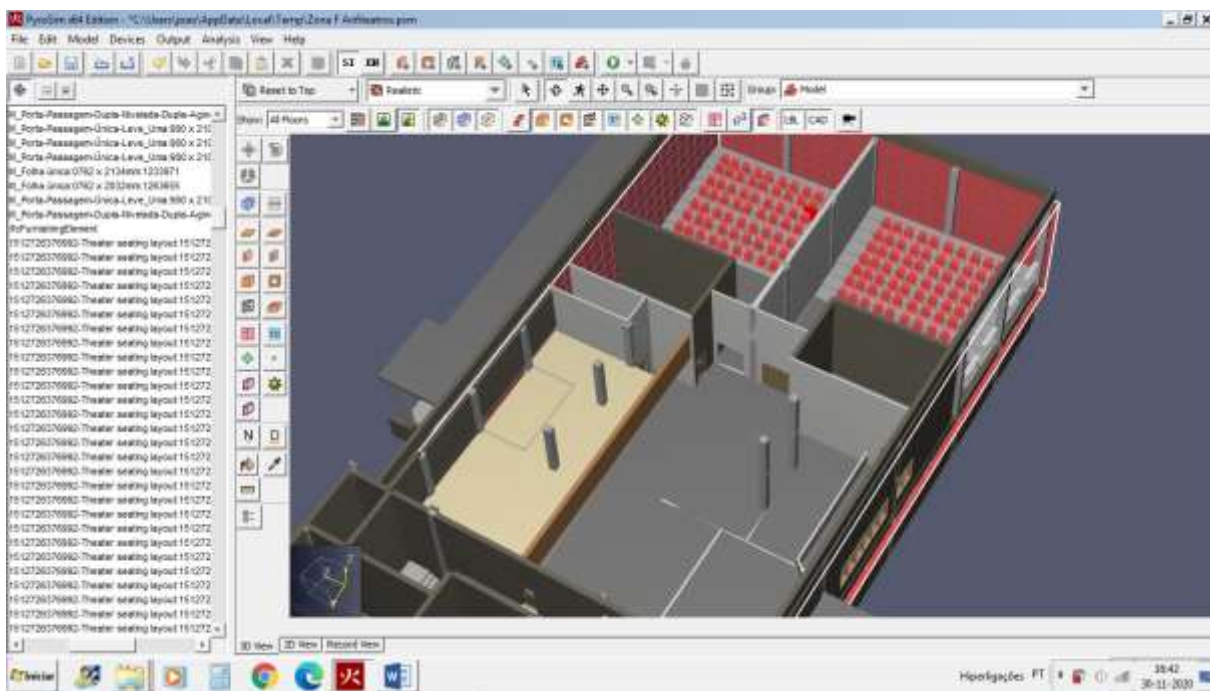


Figura 25 – Interiores dos anfiteatros.

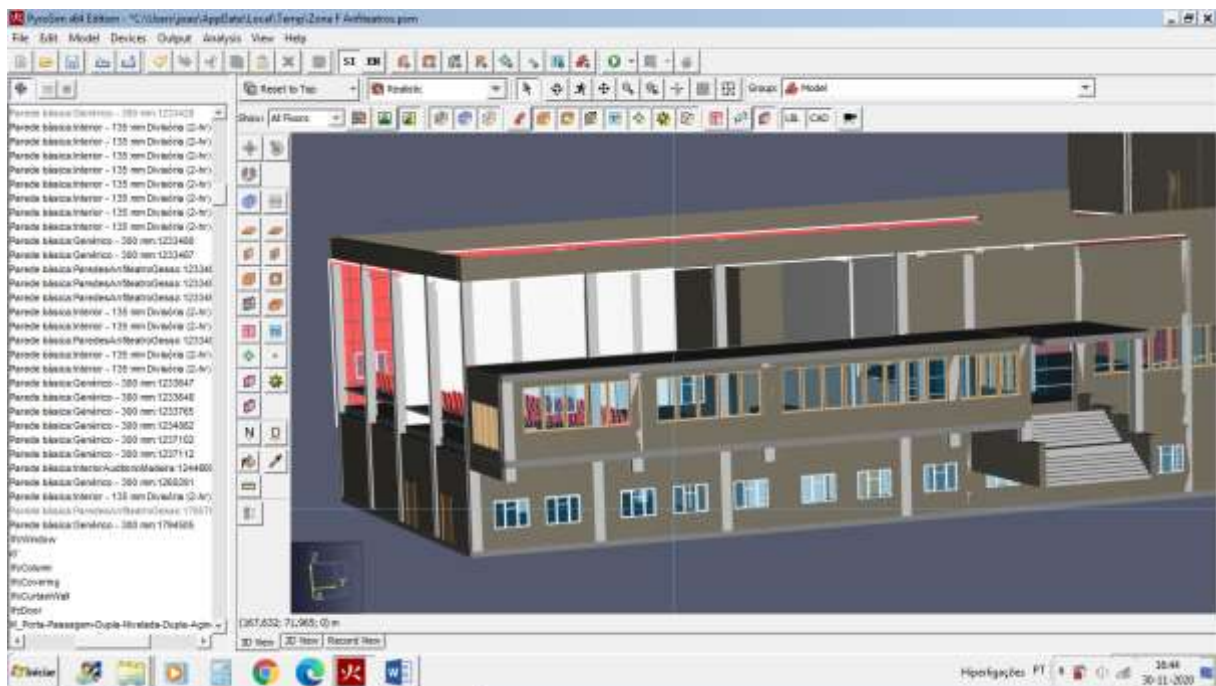


Figura 26 – Interior dos anfiteatros e entrada principal do edifício.

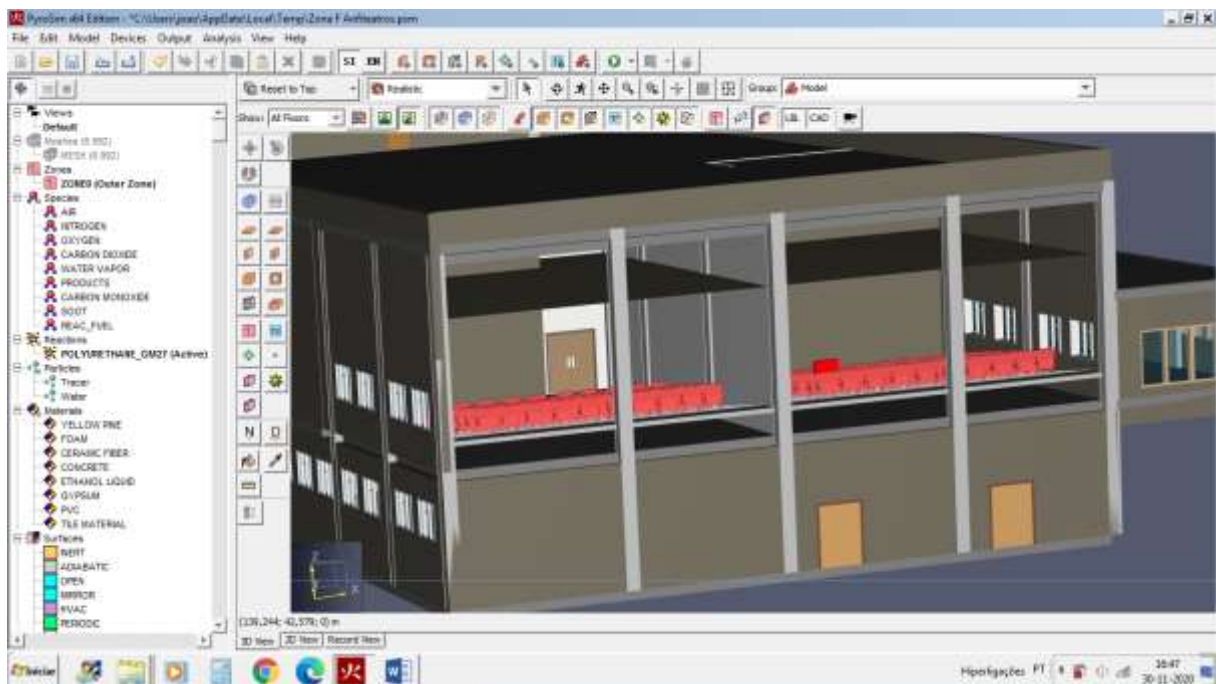


Figura 27 – Localização do burner no anfiteatro direito.

4.2.2. Cenário Zona D, Enfermaria, Traumatologia e Neurologia

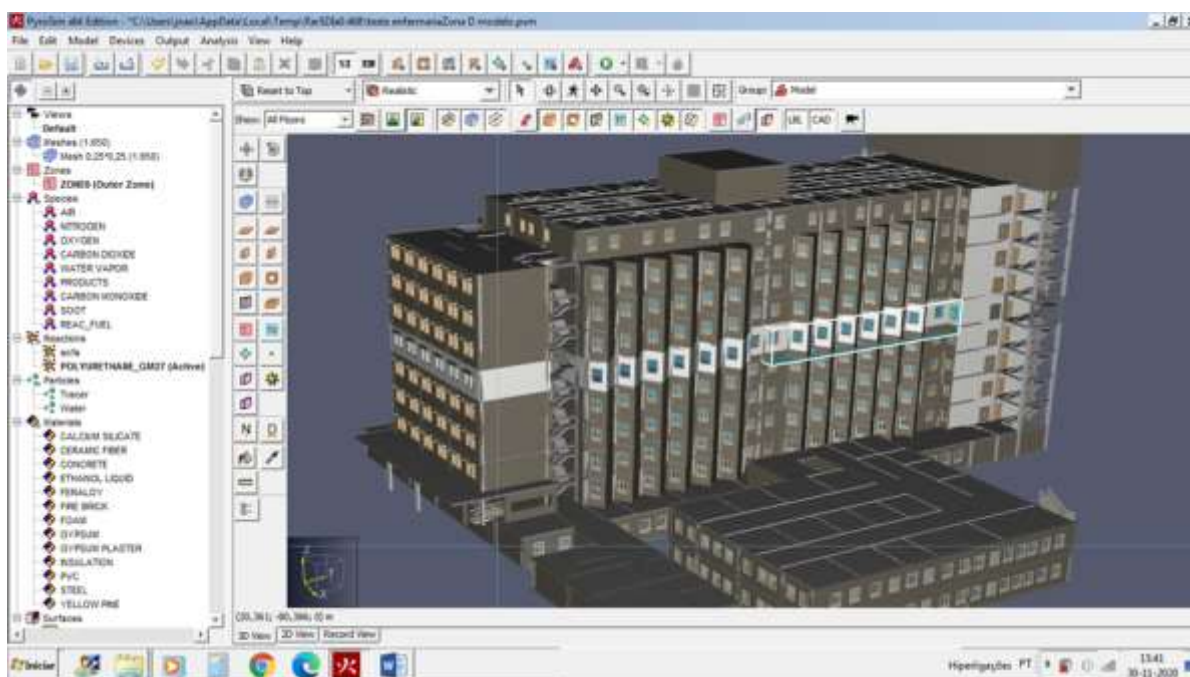


Figura 28 – Zona D em perspectiva.

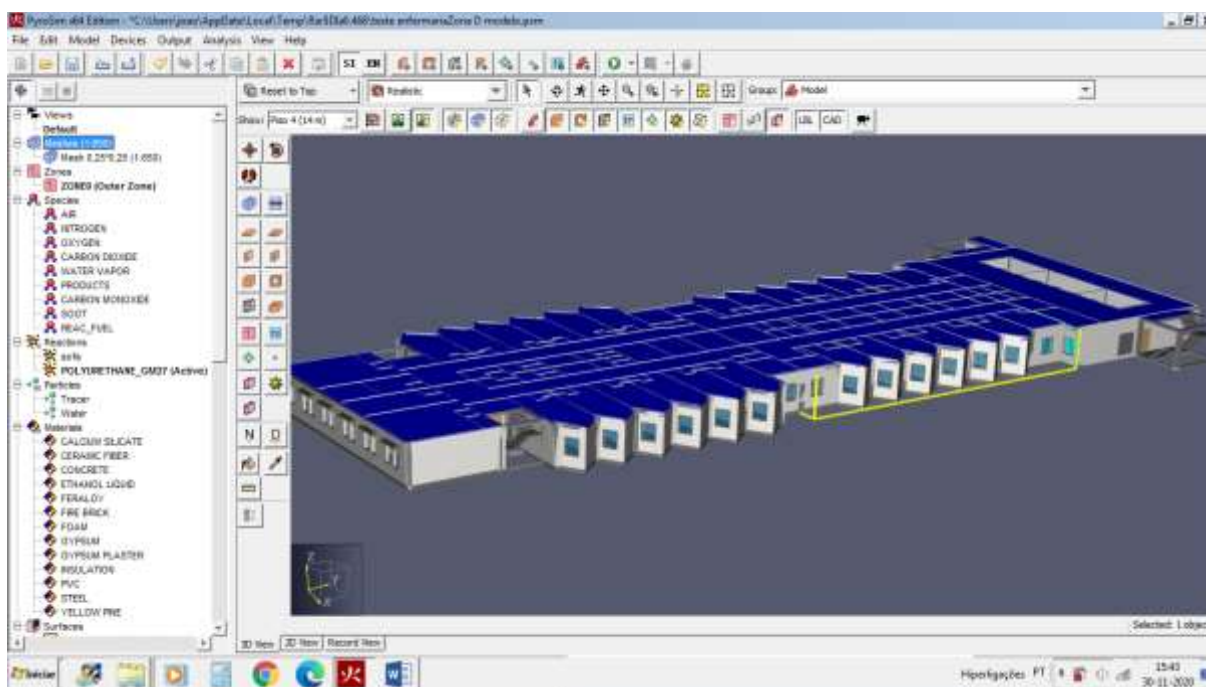


Figura 29 – 4º Piso isolado da Zona D em perspectiva primeiro teste.

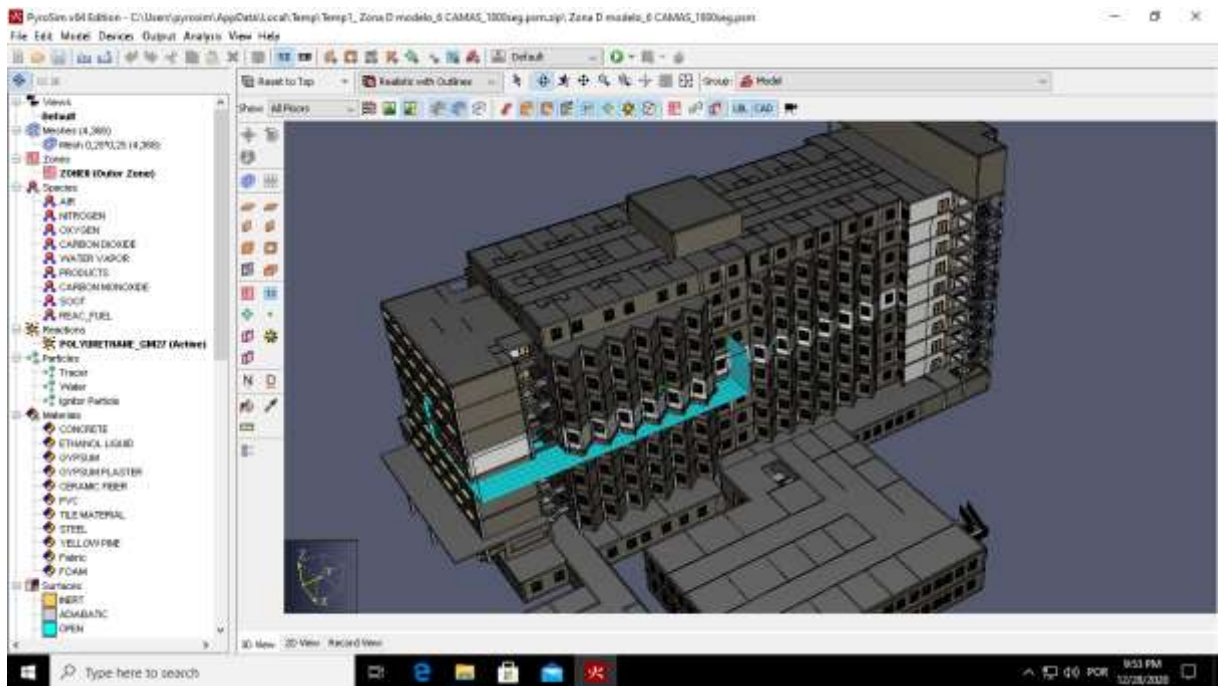


Figura 30- Segundo teste, malha maior e quartos com mais números de camas.

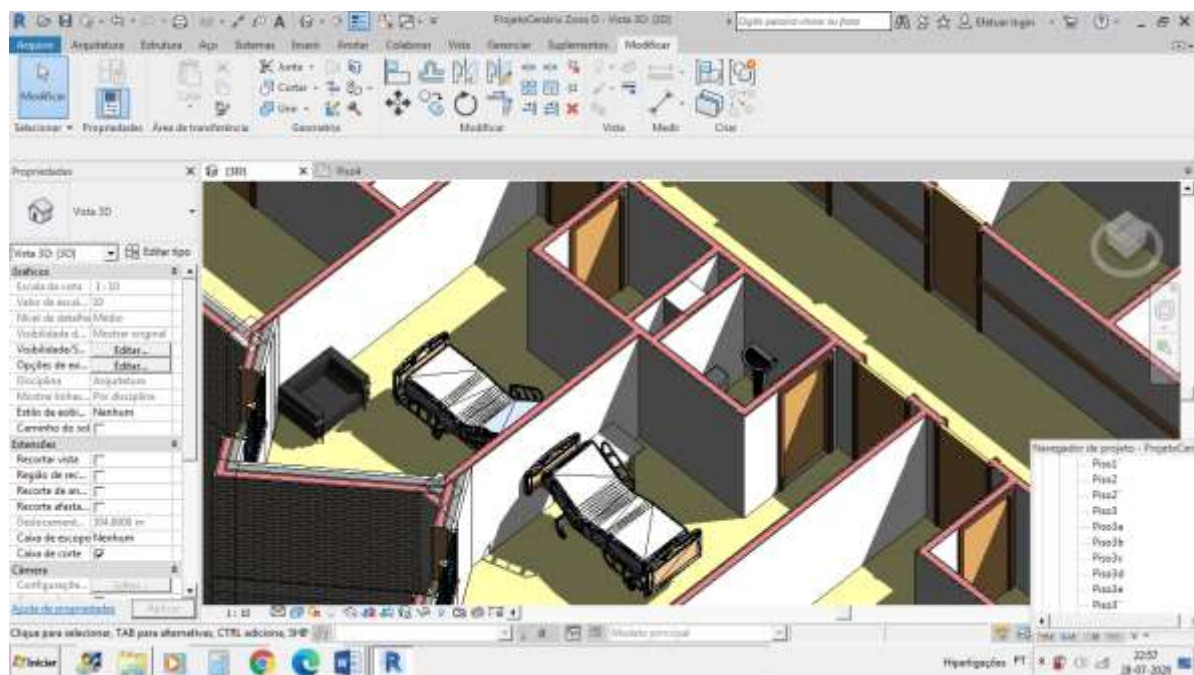


Figura 31 – Carga de incêndio, Zona D, internamento.

4.2.3. Cenário Zona A, Consultas Externas, Hematologia

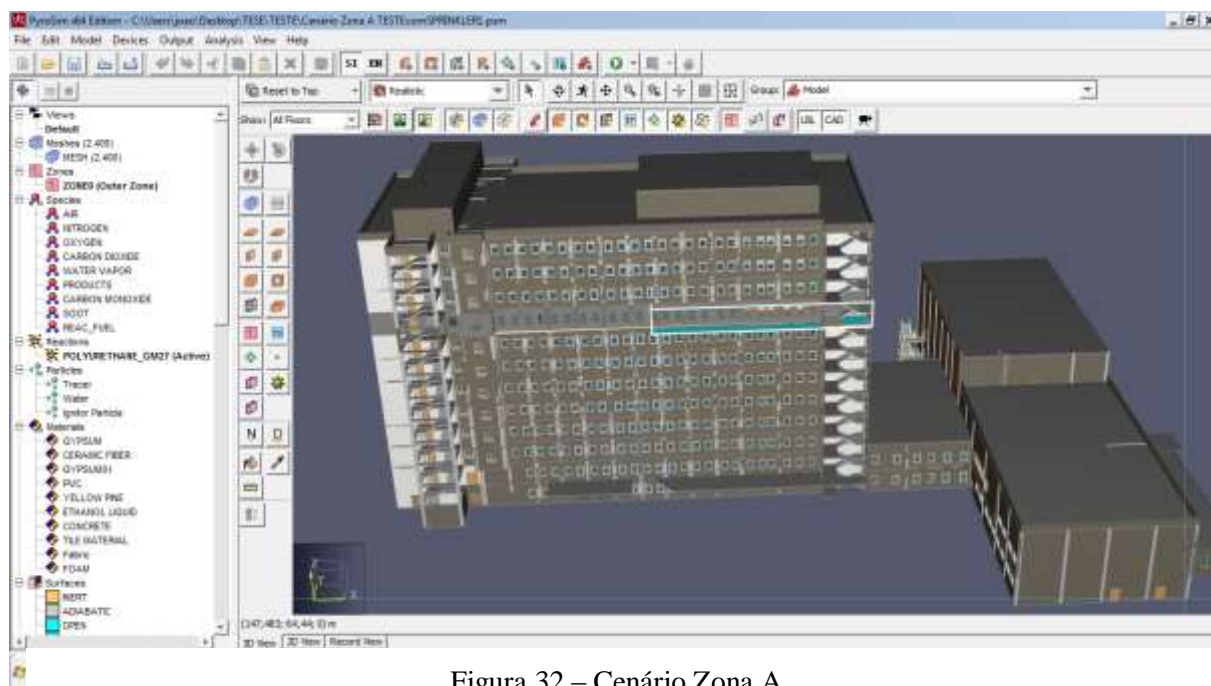


Figura 32 – Cenário Zona A.

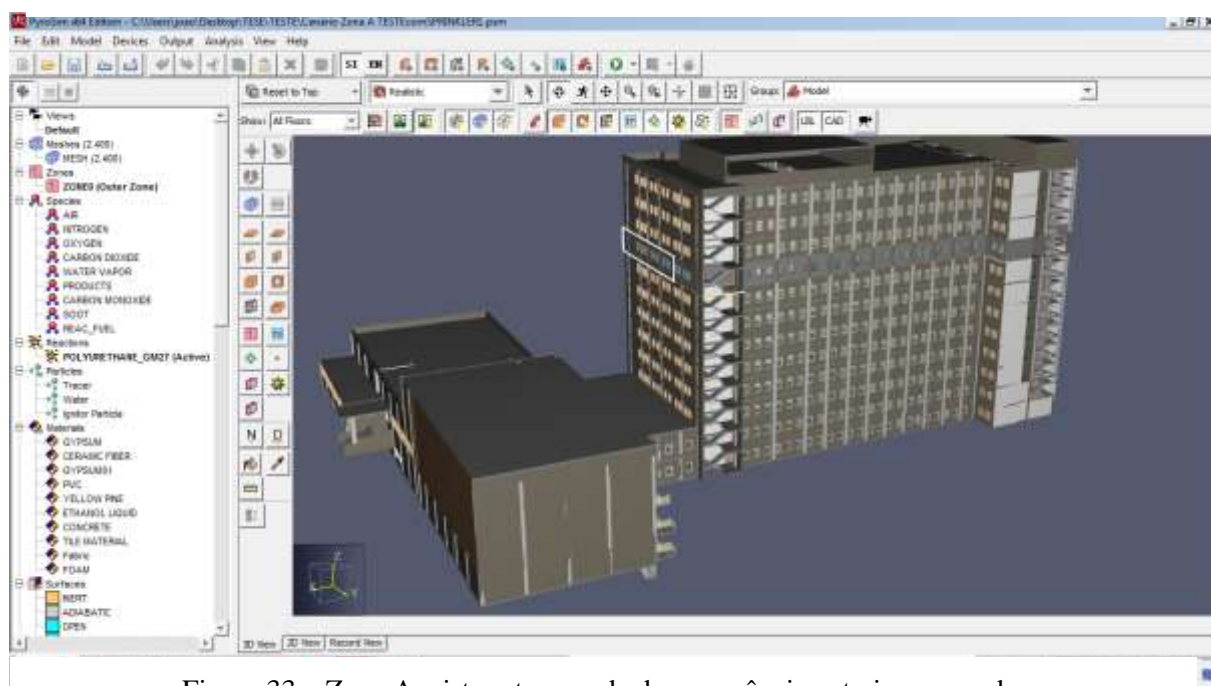


Figura 33 – Zona A, vista este, escada de emergência exterior esquerda.

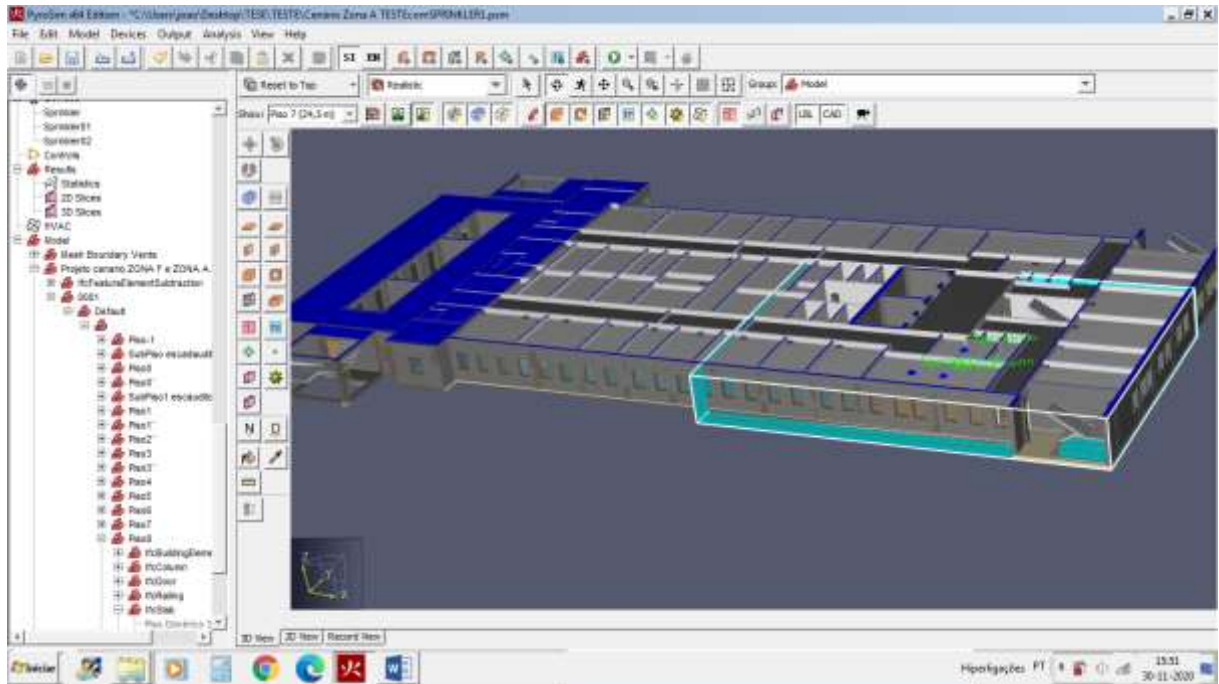


Figura 34 – Localização dos sprinklers no cenário zona A.

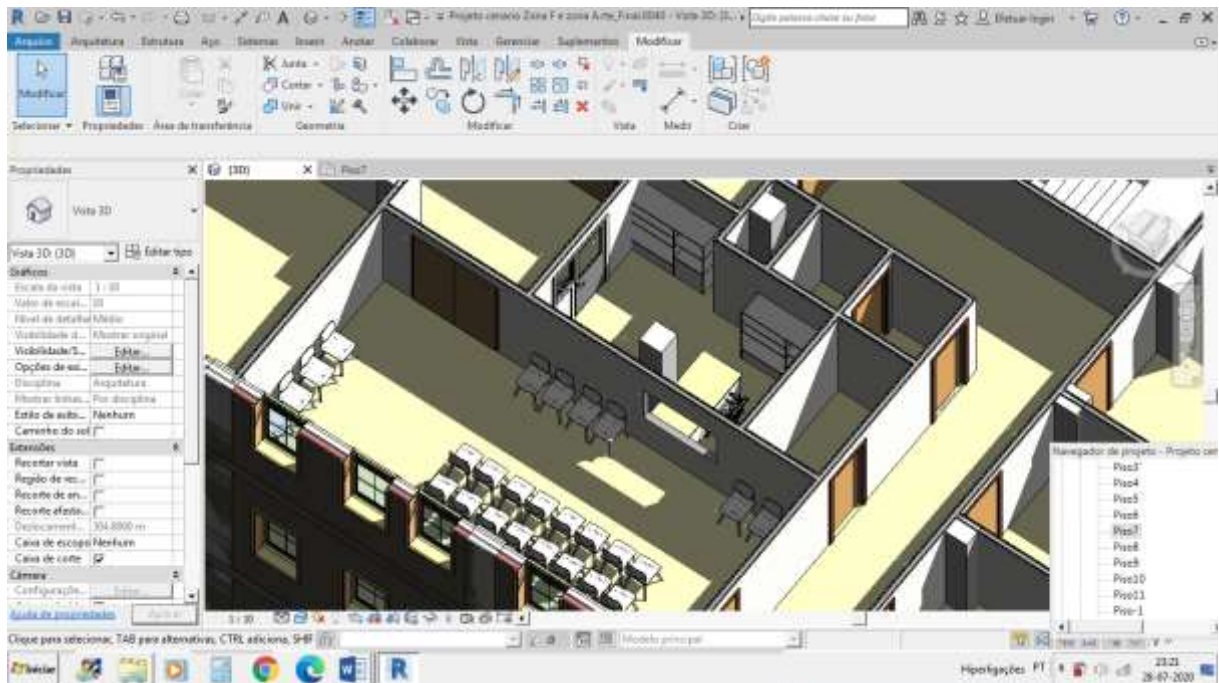


Figura 35 – Carga de incêndio 7º Piso Zona A (estante de papel como elemento principal de fogo).

5. FDS, FIRE DYNAMICS SIMULATOR

5.1. Introdução

A determinação do comportamento e desenvolvimento de um incêndio é complexo devido a vários fatores que influenciam na dinâmica do fogo. A simulação de um incêndio através de ensaios experimentais com recurso a modelos físicos é dispendiosa, trabalhosa, demorada e apenas permite uma única recolha de dados de cenário com um dado ambiente, ventilação, disposição, tipo de materiais e outros fatores que influenciam a evolução do fogo.

Com o evoluir da tecnologia é permitido o acesso cada vez mais a potentes softwares específicos, que aplicam modelos matemáticos, análises de fenómenos complexos como um incêndio, possibilitando fazer simulações virtuais de incêndios e daí recolher dados aproximados à realidade tornando assim uma alternativa fiável e económica.

Tirando partido dos modelos virtuais das simulações é possível analisar a dinâmica de desenvolvimento das temperaturas, do fumo e das chamas no percurso do fogo desde a sua ignição até à sua extinção, bem como os efeitos resultantes permitindo desta forma conhecer a influência de fatores estruturais, materiais e ambientais que existem no local da ocorrência.

Através das simulações, podemos verificar as temperaturas em vários pontos distintos e ao longo do período de ocorrência, a visibilidade e desenvolvimento do fumo, permite também analisar a eficácia de medidas de combate a incêndio como sprinklers e desenfumagem (ventilação ativa/passiva). O programa Pyrosim é uma interface gráfica do usuário para o Fire Dynamics Simulator (FDS), desenvolvido nos Estados Unidos da América pelo National Institute of Standard and Technology (NIST).

O programa FDS funciona através dos detalhes de modelos de incêndio complexos. Permite visualizar e modificar interativamente as propriedades associadas a todos os objetos. Esse feedback visual acelera e reduz o erro.

Neste software é possível visualizar o fumo (desenvolvimento), a temperatura (que tanto interfere com o comportamento humano, na reação à evacuação do edifício), velocidade e outras saídas de análise do FDS.

É possível criar vídeos em tempo real gravando enquanto ajusta a câmara e a visualização de dados obtidos pelo modelo. Como alternativa foram criadas aplicações de interface gráfica, que facilitam a entrada de dados e importação de ficheiros REVIT, sendo possível a modelagem em

3D do edifício e integrar as simulações no FDS e no Smokeview, programa utilizado na resolução gráfica dos resultados. A aplicação utilizada nesta dissertação foi o programa PYROSIM que integra o FDS e smokeview, e é desenvolvido pela Thunderhead Engineering, que também pode integrar os resultados dos movimentos dos ocupantes do Pathfinder.

5.2... Modelação 3D

O programa utilizado no âmbito desta dissertação para a modelação do edifício CHUC em 3D foi o REVIT.

A modelação foi feita com base numa planta do piso 1, fornecida em ficheiro CAD, exportei para Revit, consegui elevar o edifício até ao topo, considerando que todos os pisos fossem equiparados e com base nas plantas de piso 0, piso -1 fornecido em formato de papel elaborei o restante edifício.

O cenário de incêndio da zona F, Auditório com aproximadamente 15 metros de altura (zona mais alta).

Este processo foi demorado e teve que ser conjugado com visitas ao local, devido á complexidade do edifício e à variedade de serviços existentes.

Com as dificuldades relacionadas com a pandemia, Covid-19, que atravessamos foi difícil aceder a todos os locais e pelas mais diversas razões, não foi possível fazer todo o trabalho de campo que gostaria de ter alcançado.

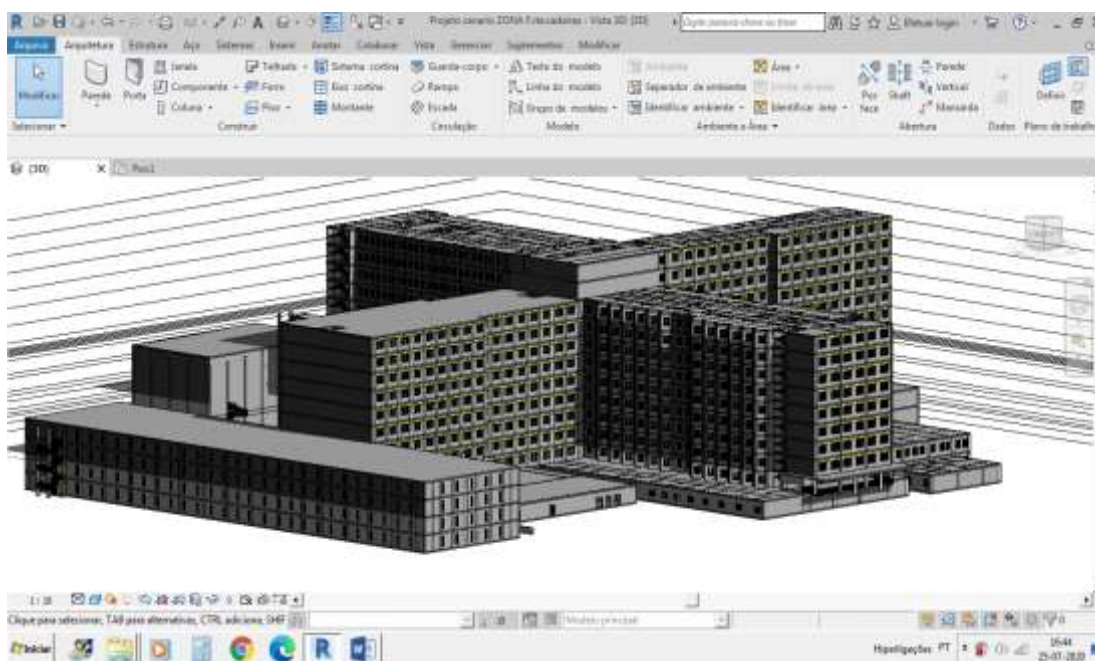


Figura 36 – Zona frontal do hospital, entrada principal.

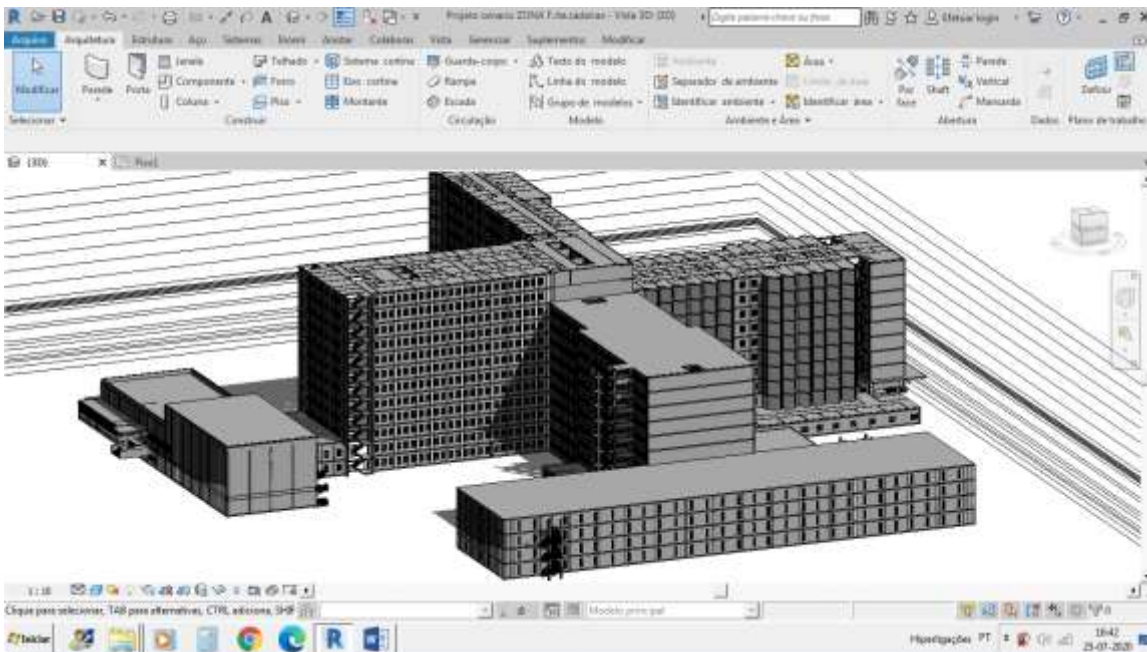


Figura 37 - Vista Oeste do hospital.

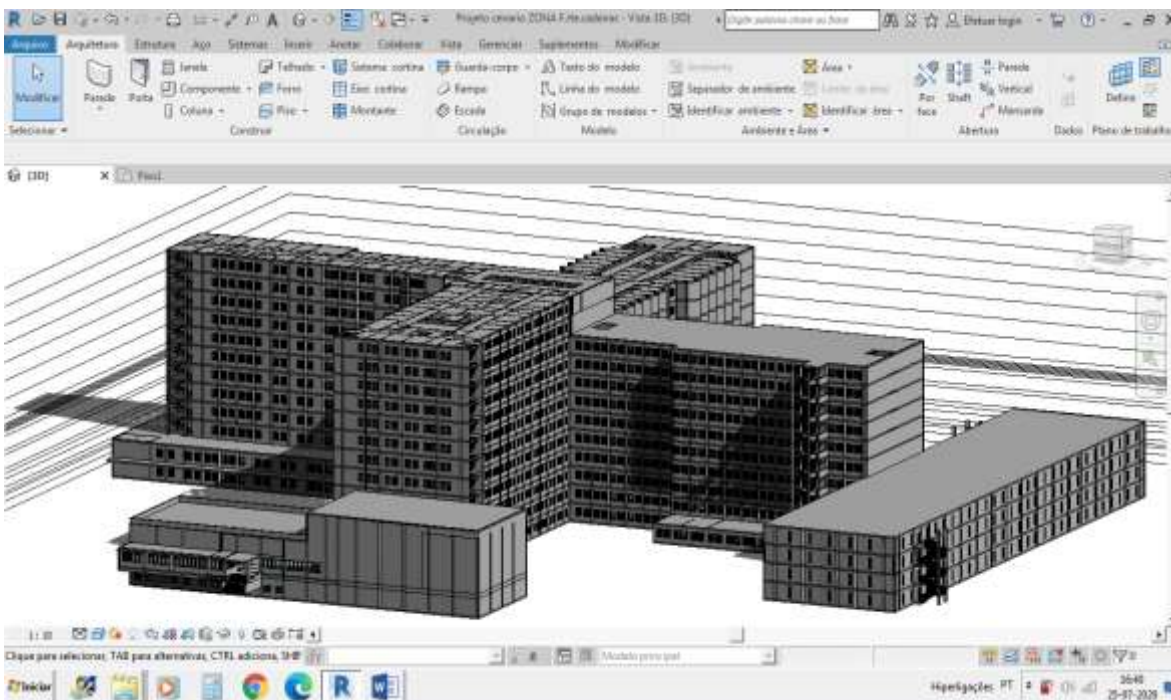


Figura 38 – Vista Norte, entrada do edifício dos auditórios.

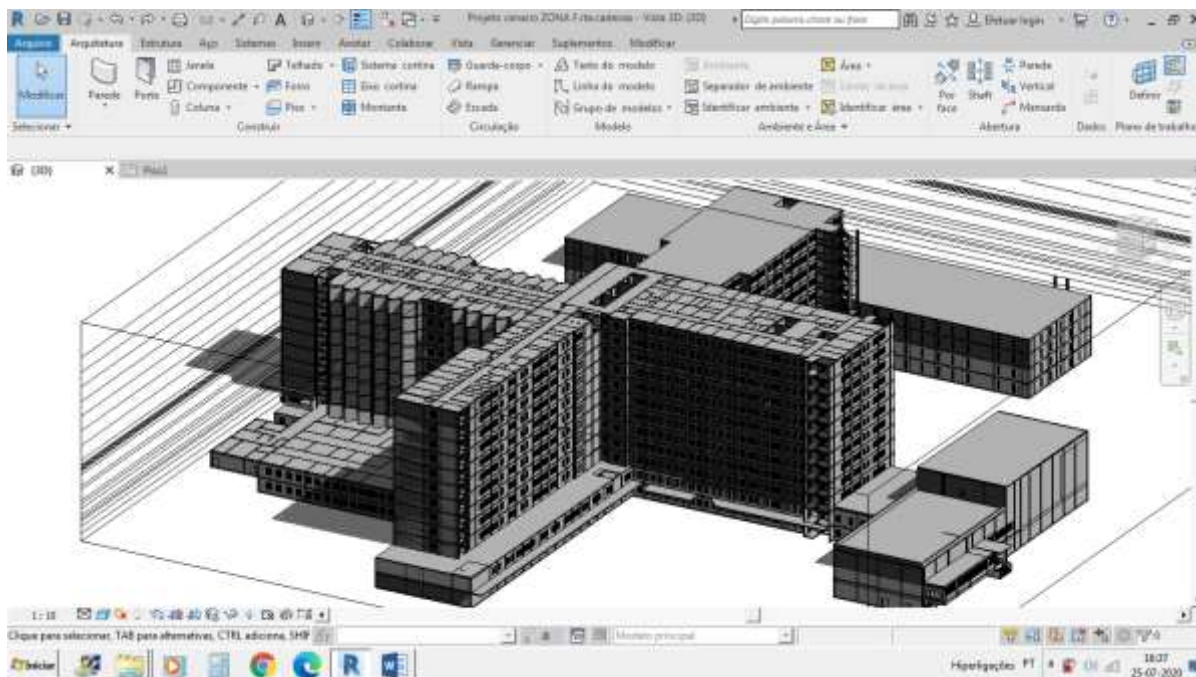


Figura 39 – Vista Este, entrada das consultas externas, piso -1.

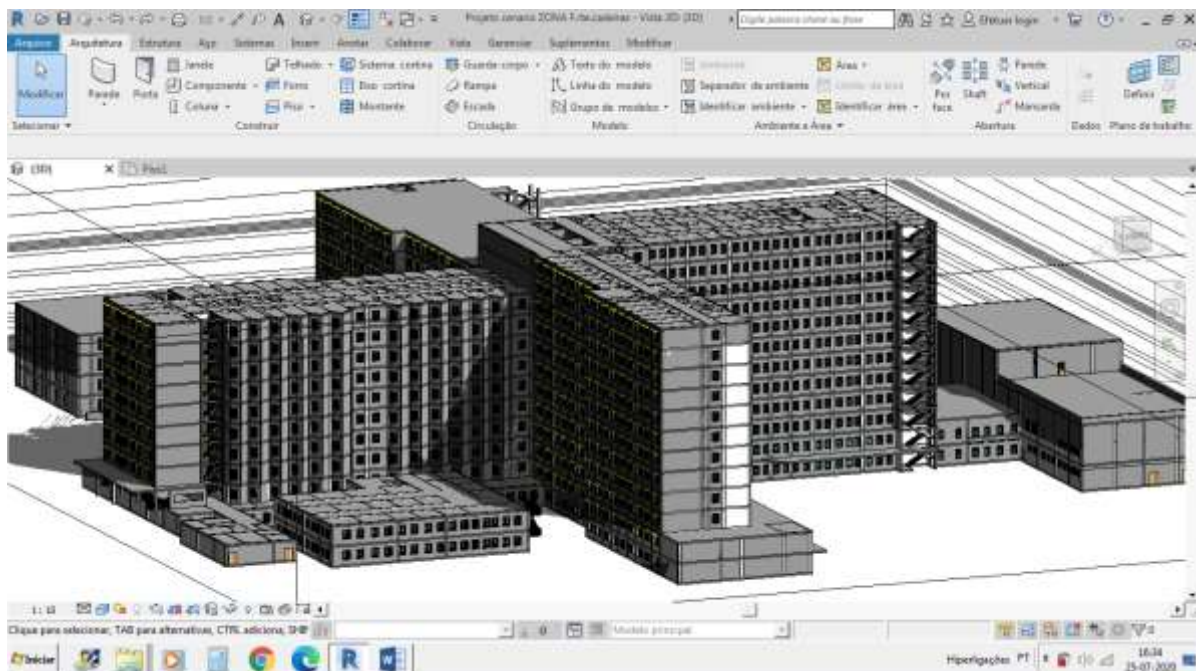


Figura 40 - Vista Este.

5.3.FDS, PYROSIM

5.3.1. Importação De Ficheiros

É de grande importância a informação a importar do REVIT para o Pyrosim, porque, como referi anteriormente, o programa FDS estabelece uma relação entre as propriedades dos materiais relacionadas com a evolução do fogo e até com a quantidade de fumo produzido.

O Pyrosim trabalha com os materiais, identificando as suas propriedades físicas como taxa de libertação de calor (HRR- Heat Release Rate), densidade, emissividade, condutividade e coeficiente de absorção, que são importantes para o comportamento do fogo, possibilitando assim, vários cenários de incêndio

Todos os elementos que formam o edifício têm de estar razoavelmente identificados em relação ao material constituinte, para posteriormente estes serem identificados na biblioteca do FDS sendo assim possível obter os resultados provenientes das simulações.

5.3.2. Definição Dos Materiais e superfície que arde

No Pyrosim são inseridos os materiais constituintes em cada elemento, neste caso alguns presentes na biblioteca do programa, com parâmetros já definidos pelo software.

Os materiais presentes neste edifício são:

- O betão armado designado por “concret in loco” para pilares;
- Piso vinílico ou PVC, considerado no programa;
- Paredes interiores com revestimento de pintura acrílica;
- Paredes exteriores para o programa designado por material pré-definido de parede (não é um elemento importante nesta dissertação);
- Portas de quartos, enfermarias, selamento de secções, em madeira cada uma devidamente acabada para o seu efeito;
- Janelas com esquadria em madeira e vidro;
- Tectos falsos com painéis de metal com medidas de 30cm por 60cm;
- A madeira tão presente no edifício do auditório e que apresenta um sério risco de incêndio;

- O revestimento cerâmico de paredes e piso do hall de auditório e hall de elevadores (zona central do Hospital);
- Tectos falsos em placas de gesso, nos quartos de enfermaria, blocos operatórios e anfiteatros.

No campo de edição dos materiais, como indica a figura seguinte, são definidos parâmetros como o estado sólido ou líquido, as propriedades térmicas (densidade, calor específico, condutividade, emissividade e coeficiente de absorção) e pirólise e o programa permite, na aba Advanced, adicionar outros parâmetros que possam ser importantes para o comportamento ao fogo.

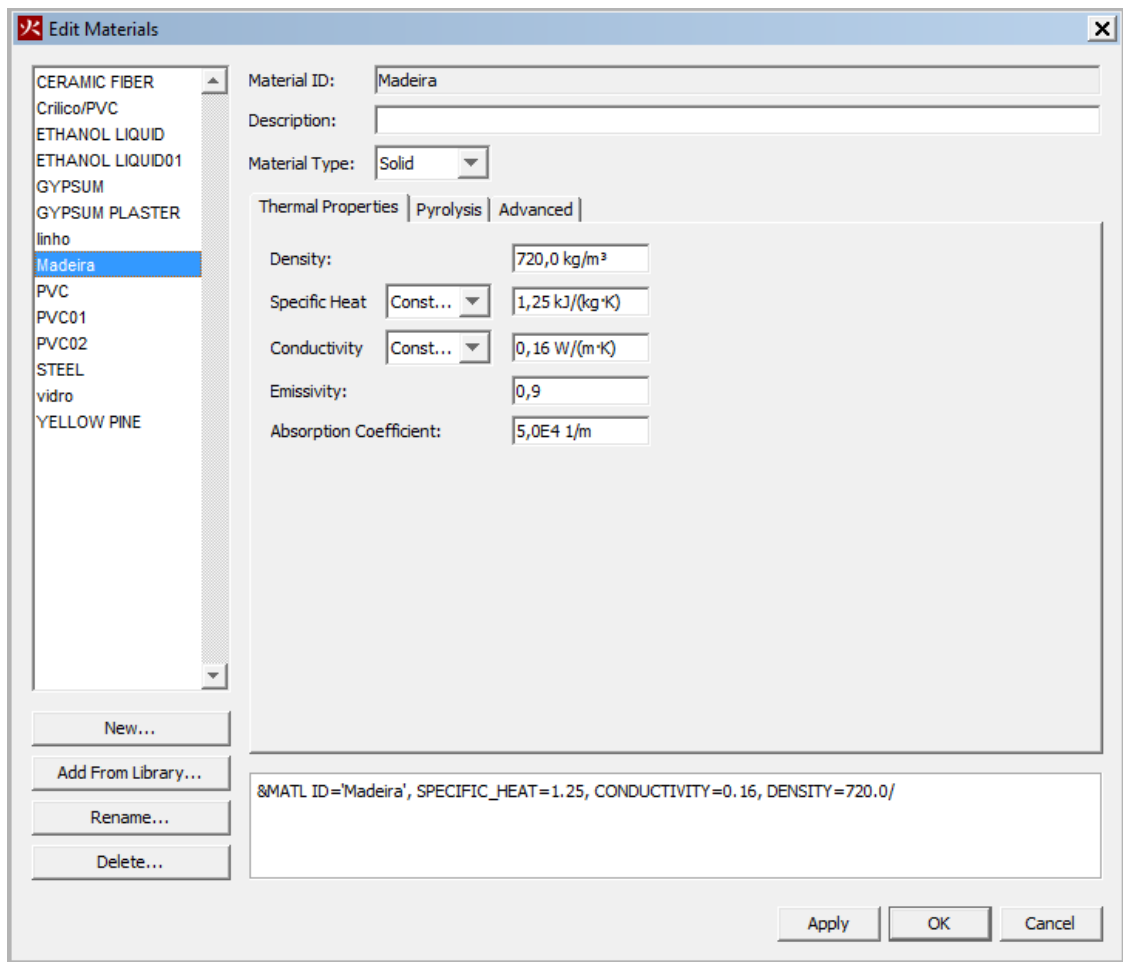


Figura 41 – Edição de materiais, a madeira como revestimento do auditório.

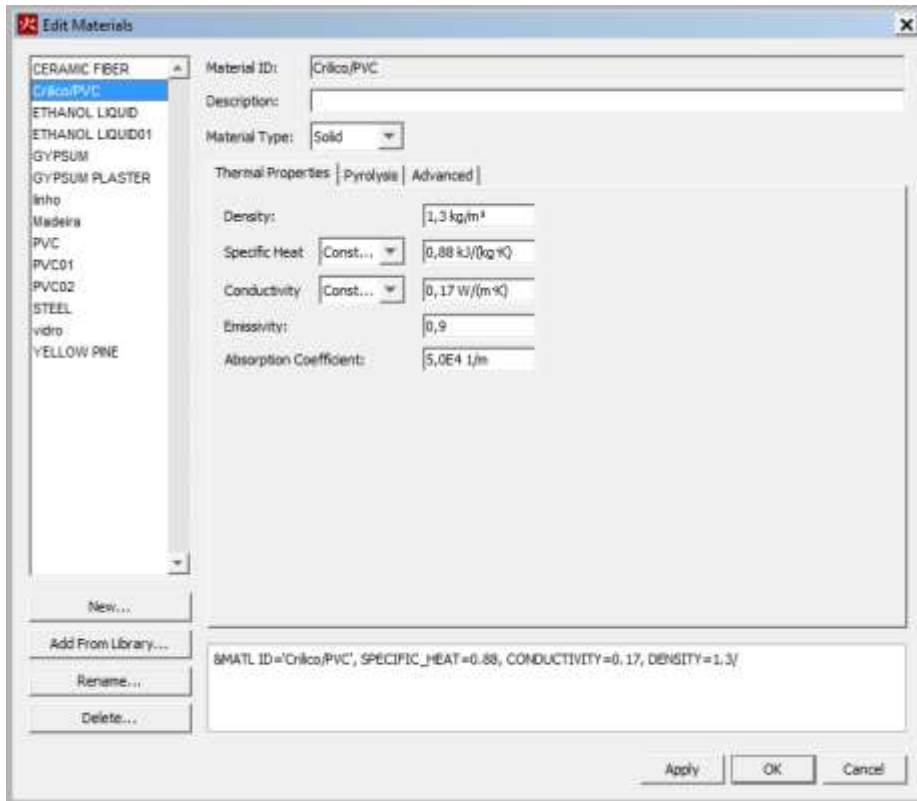


Figura 42 - Edição de materiais, piso em vinílico, enfermaria.

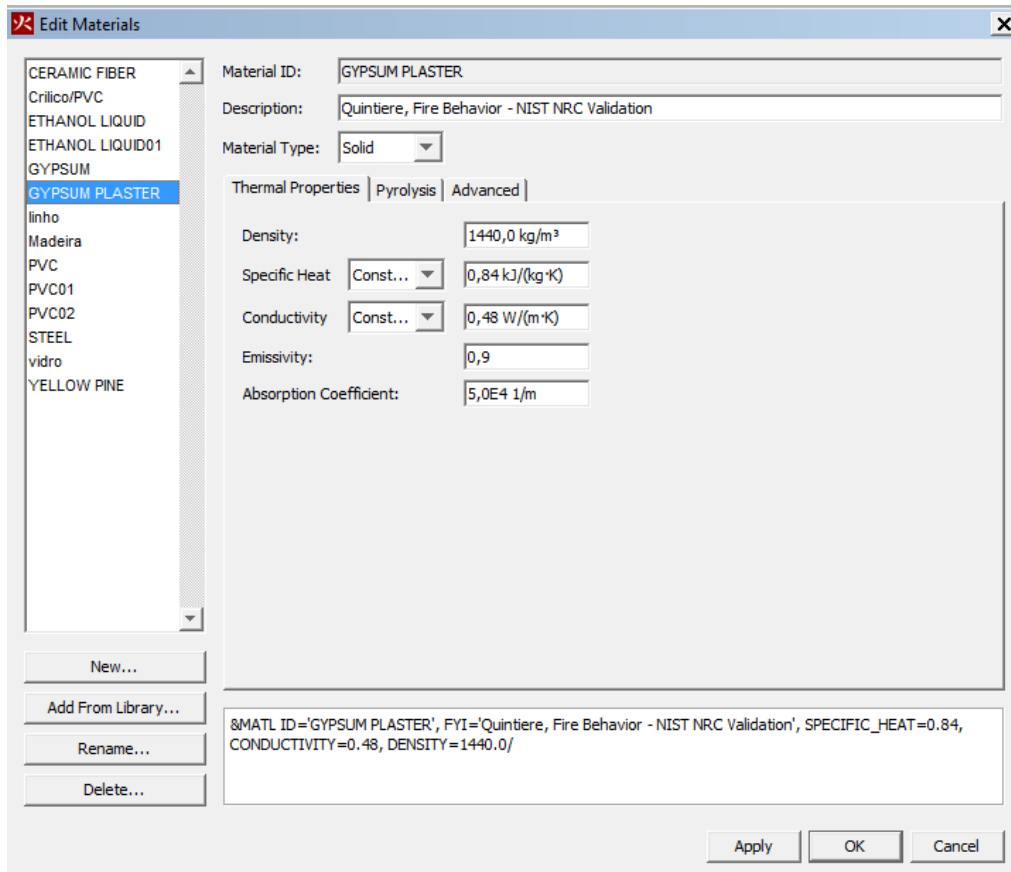


Figura 43 - Edição de materiais, tectos em gesso.

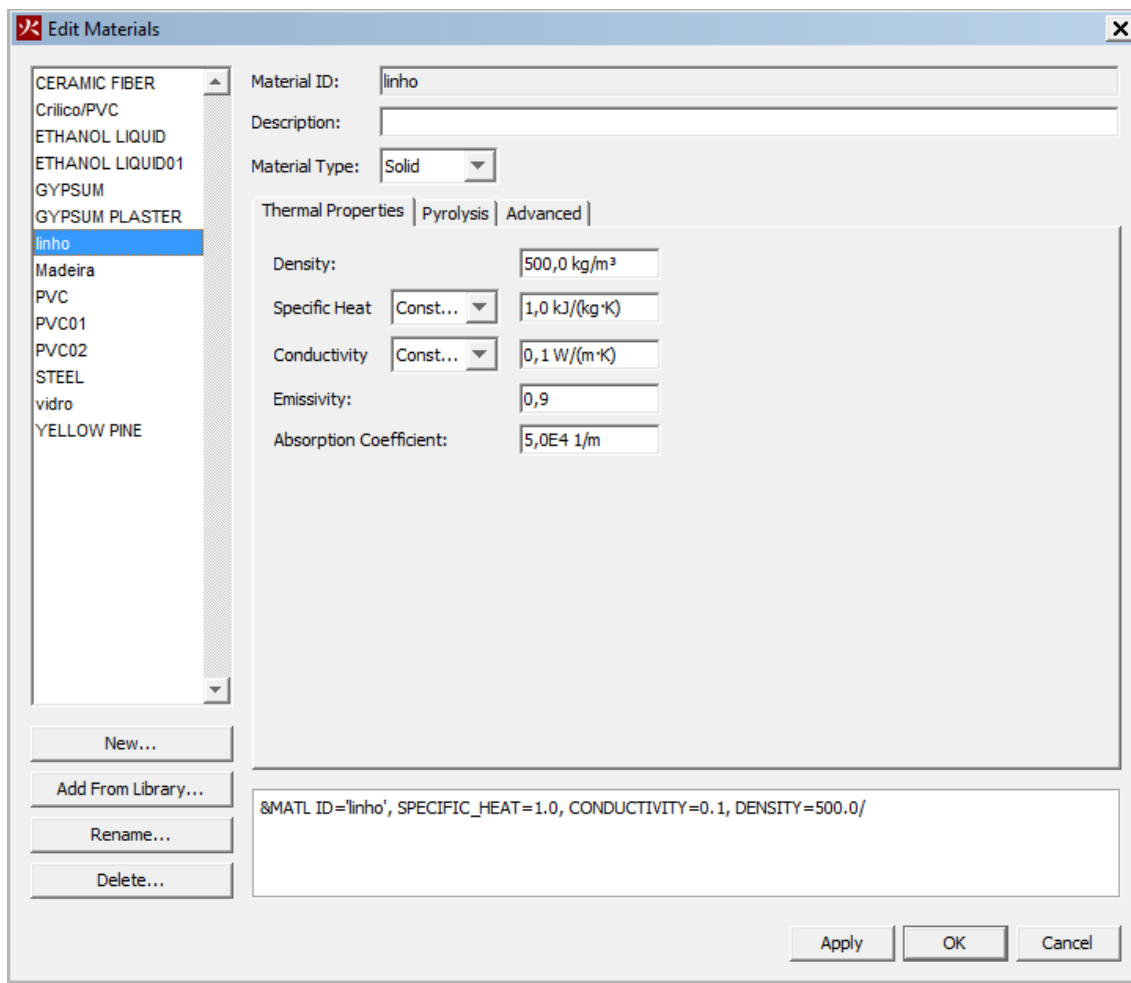


Figura 44 - Edição de materiais, linho/tecido para as cortinas do palco.

É possível ainda na secção de edição de materiais, inserir ou alterar se assim desejado, os parâmetros como o estado sólido ou o estado líquido, as propriedades térmicas (densidade, calor específico, condutividade, emissividade e coeficiente de absorção).

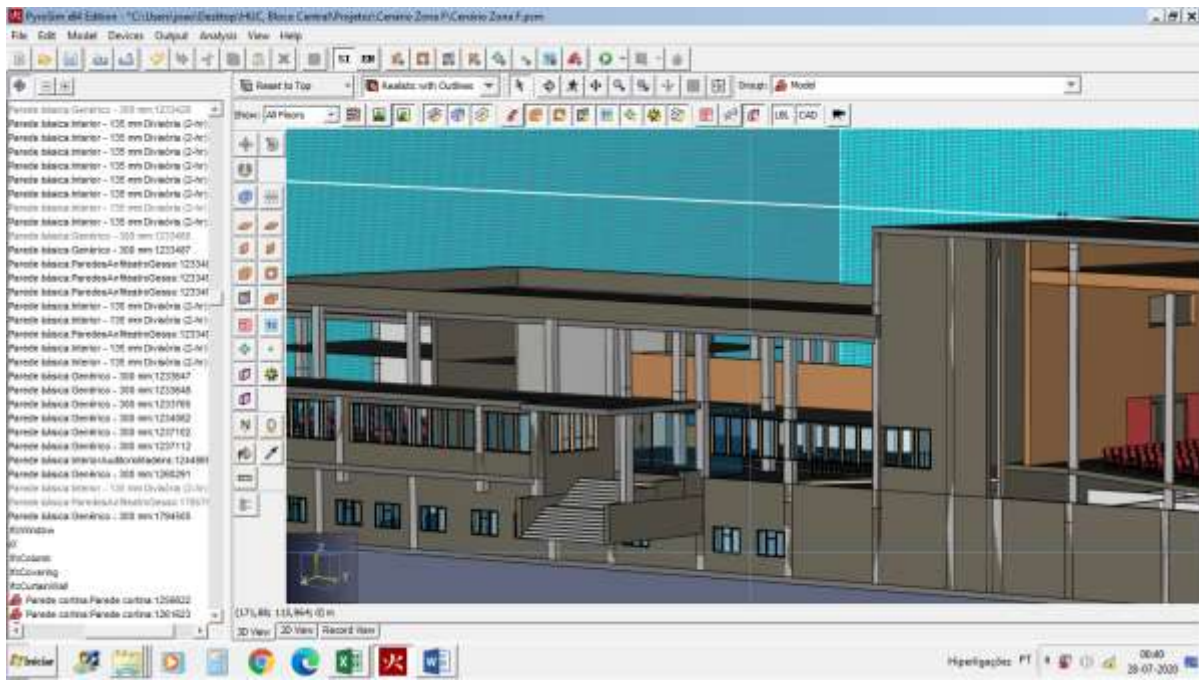


Figura 45- Tectos falsos do auditório e do hall, forrados a madeira.

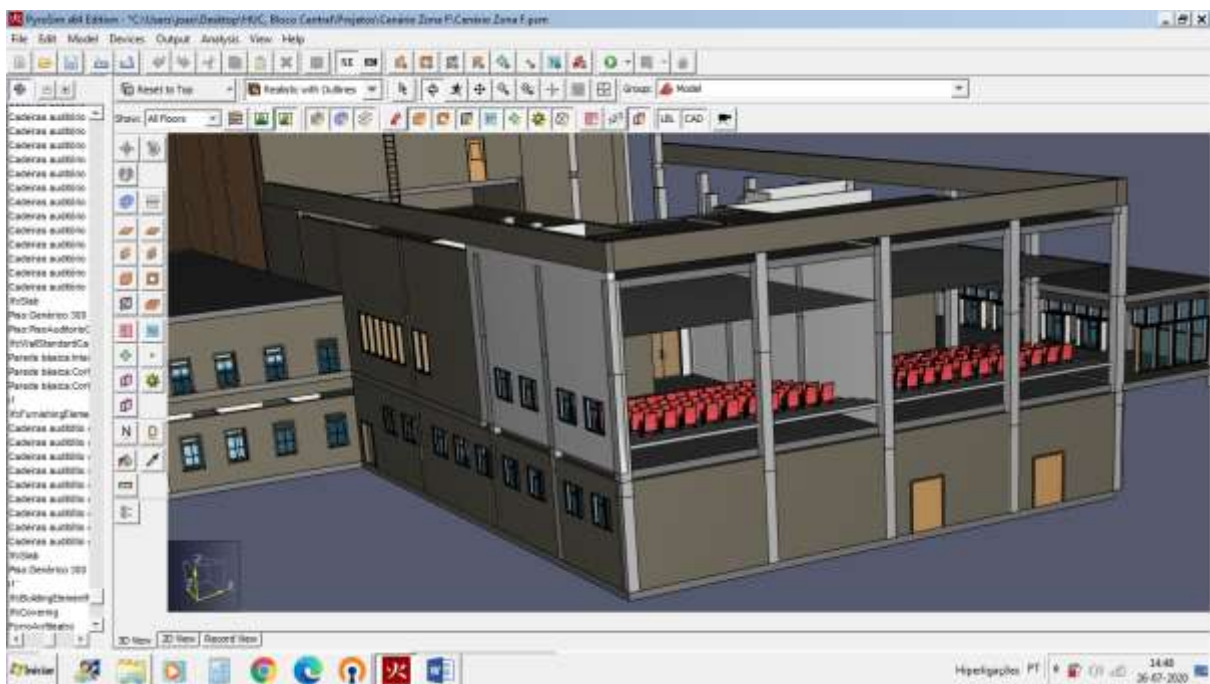


Figura 46 – Materiais do interior dos Anfiteatros.

A maneira como se inicia o incêndio pode variar no software Pyrosim, usei dois sistemas um pelo método do burner na qual uma superfície liberta calor e arde, outra na qual o fogo é aceso por partículas brilhantes que aquecem o colchão e fazem arder todo o conteúdo do colchão, ou seja o material de que é feito.

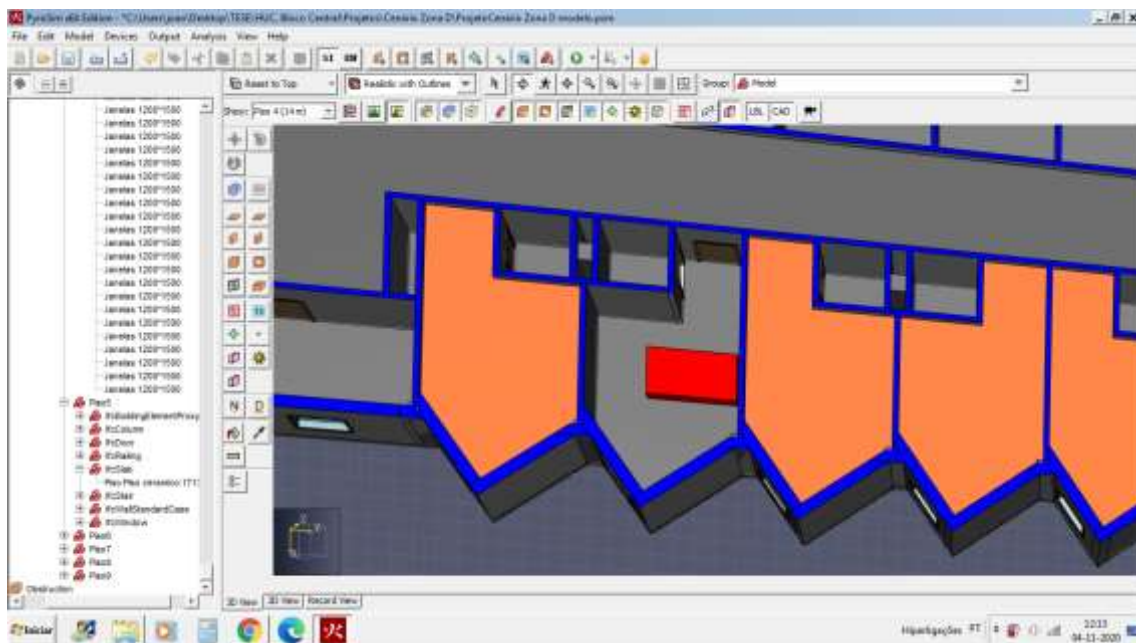


Figura 47 – Localização do burner no cenário zona A.

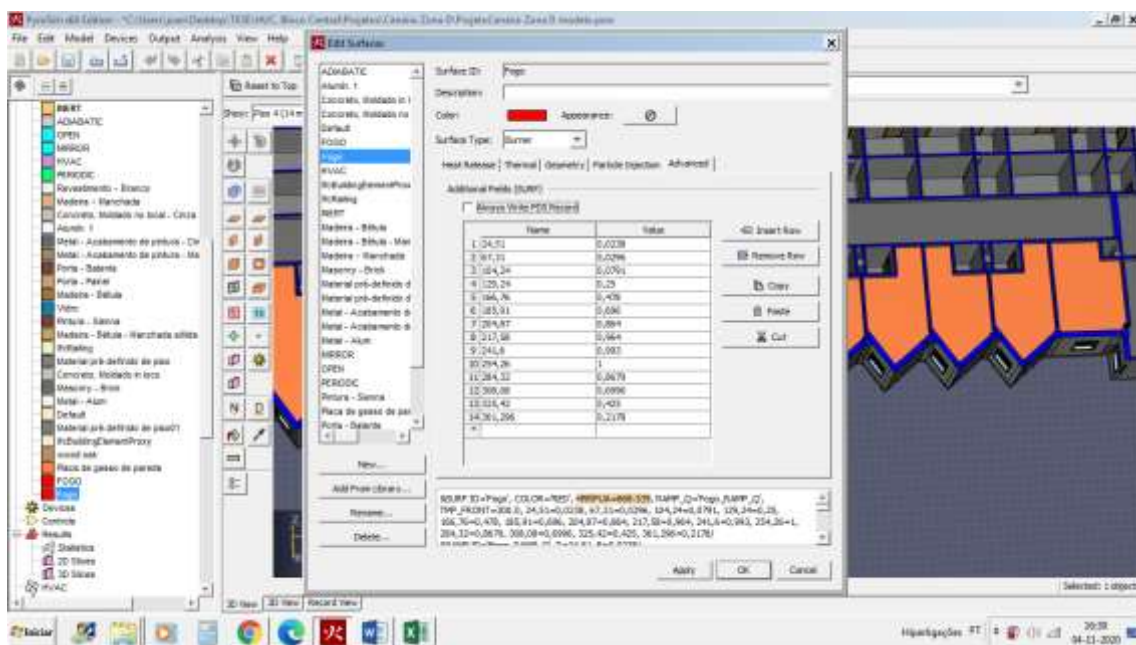


Figura 48 - Edição do burner com recurso a uma superfície que arde.

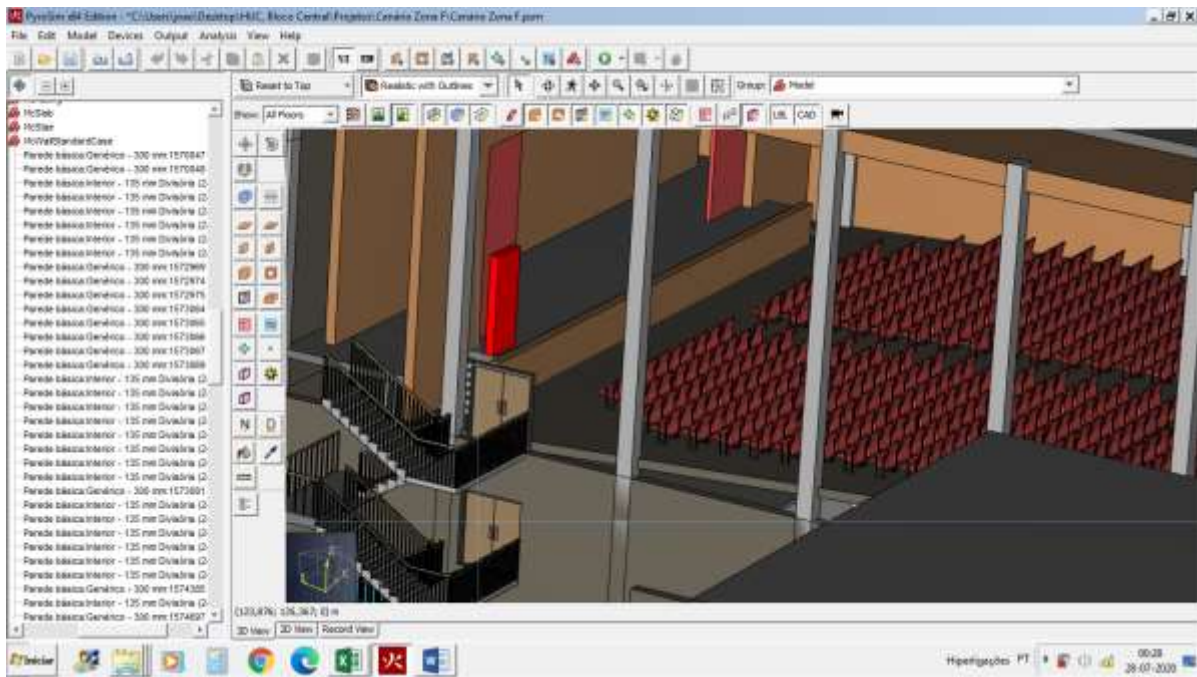


Figura 49 – Local do ponto de ignição, burner e escadas de emergência exterior no cenário zona F.

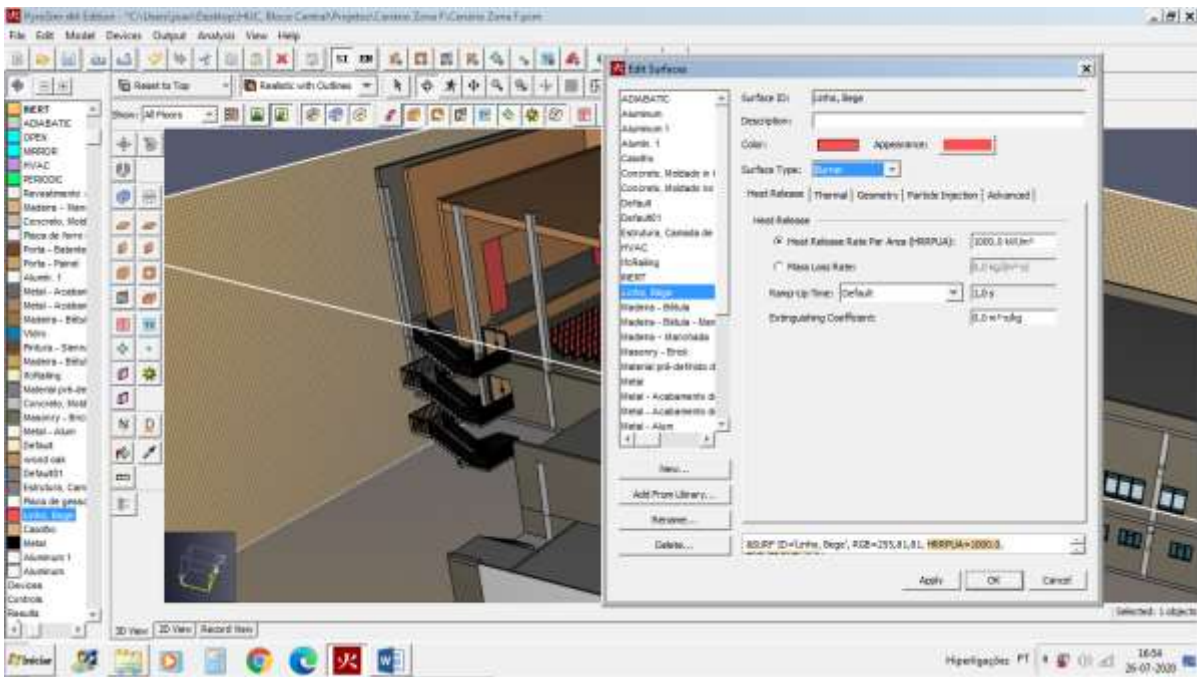


Figura 50 – Edição da superfície Burner no cenário zona F.

5.3.3. Criação Da Malha (MESH)

Com a criação da malha de cálculo é possível definir o volume de controlo que será analisado pelo programa. É importante que o referido volume envolva todos os elementos do edifício. O funcionamento do software permite a utilização de sub malhas, como se trata de um processamento lento devido à complexidade do edifício, foi pedido ao Serviço de informática do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra que facultasse um acesso virtual a um cluster, processador mais potente evitando assim o colapso do meu instrumento de trabalho, situação que demorou meses a ocorrer, por motivos relacionados com a pandemia. Estas simulações são demoradas e minuciosas, podem chegar a levar um dia a obter resultados, mesmo com a ajuda deste tipo de processador.

Foi necessário adaptar a situação de contexto pandémico, de modo a que com as ferramentas disponíveis, tirasse partido do que realmente importa demonstrar, neste caso, essencialmente a propagação do fumo e da chama. Numa primeira fase, com um valor de malha maior, para que não subcarregasse o processador e para que o programa fosse exequível.

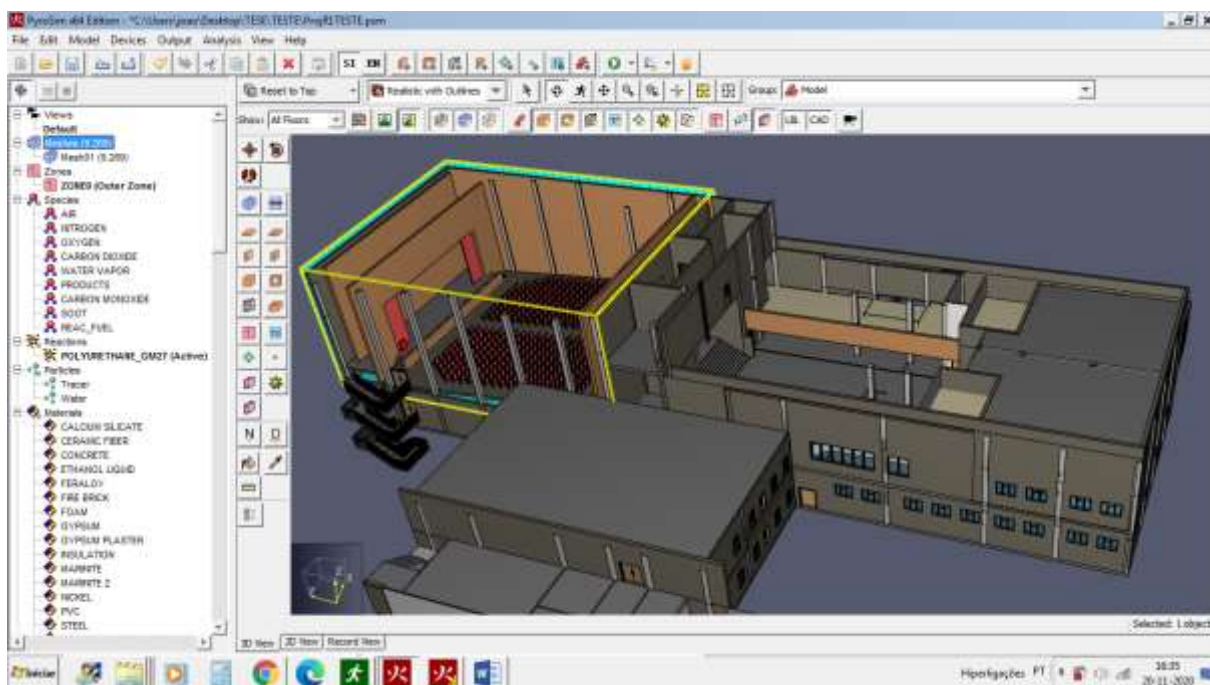


Figura 51 – Malha de cálculo, Mesh.

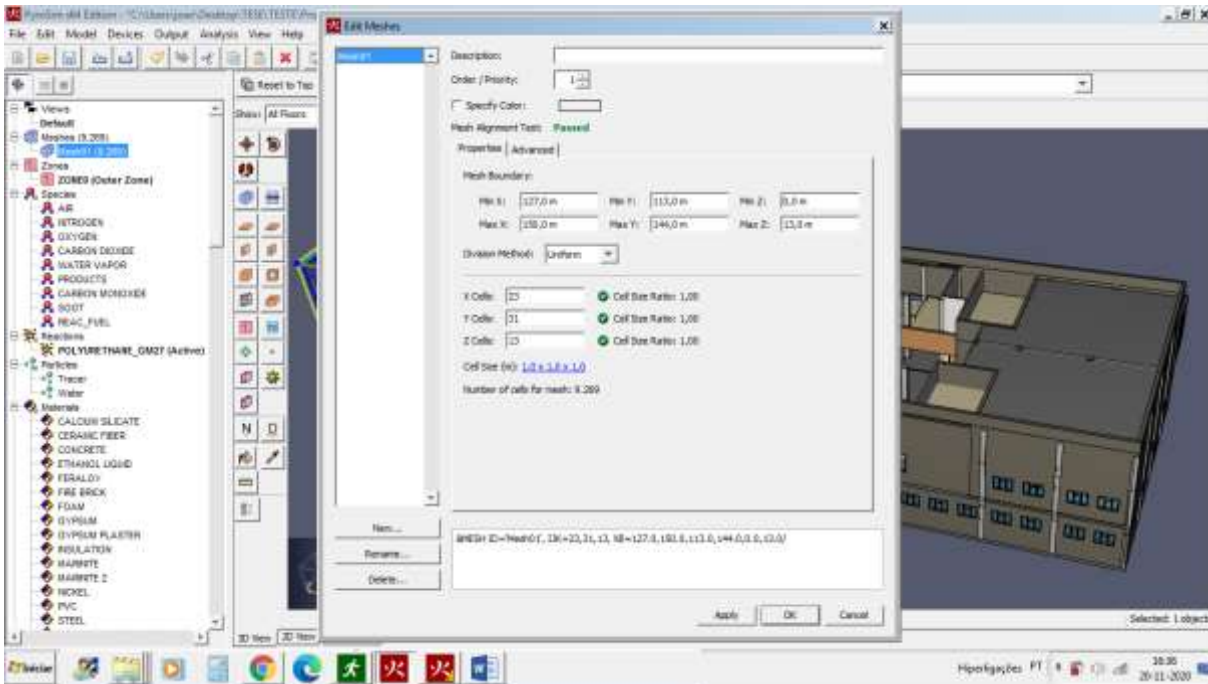


Figura 52 – Edição da Mesh.

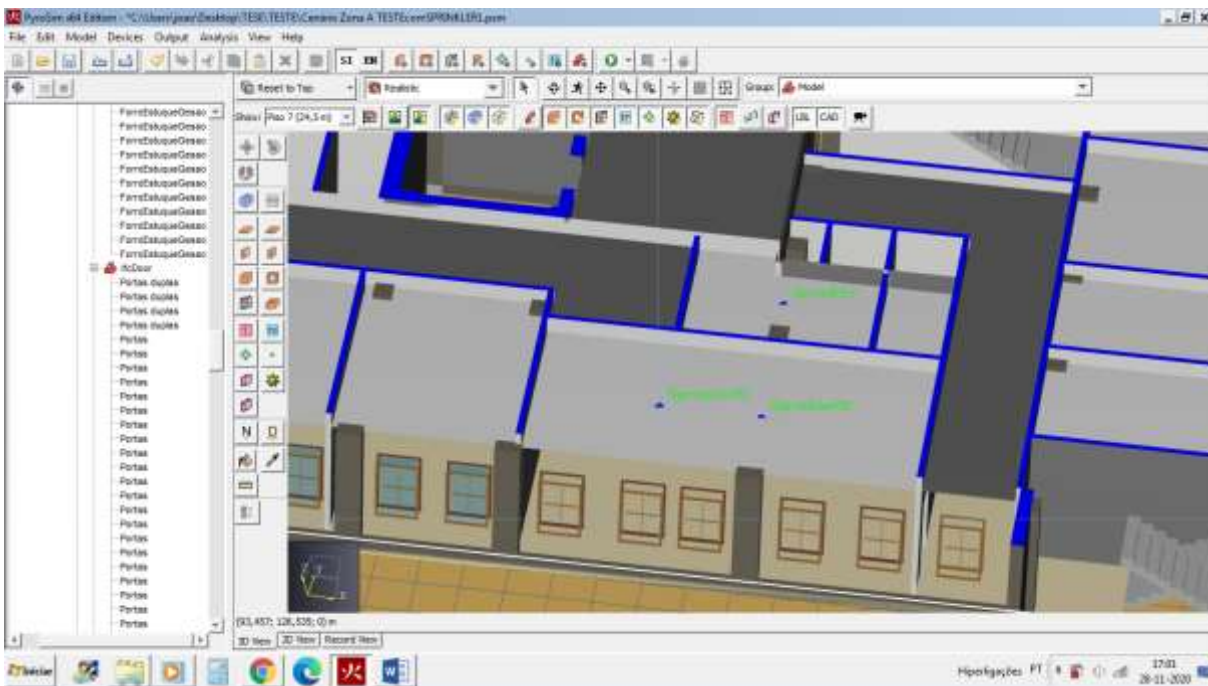


Figura 53 – Localização dos sprinklers no cenário da zona A.

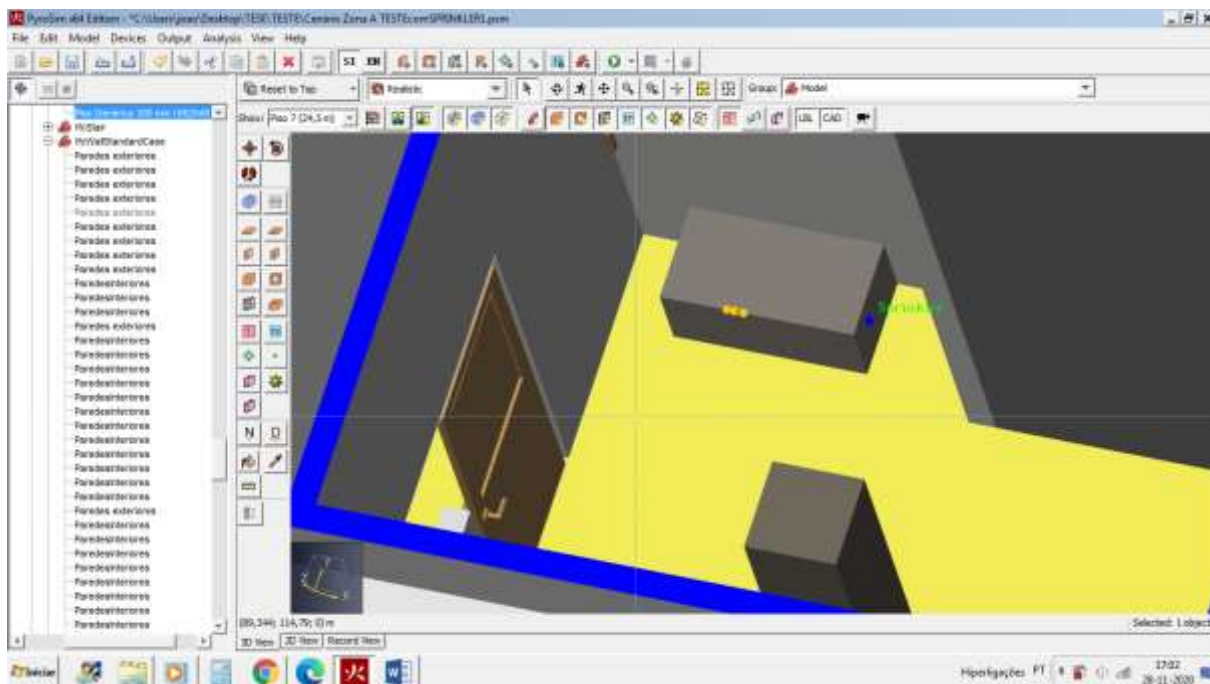


Figura 54 – Edição da ignição por meio de partículas.

Recorrendo ao editor de malhas de cálculo, o valor 1.0 x 1.0 x 1.0 metros foi o volume mais aproximado para o cálculo de cenário de incêndio, em questão.

5.3.4. Superfícies E Curvas De Incêndio

Para a simulação do desenvolvimento do incêndio é importante definir as características das superfícies dos materiais presentes no modelo recorrendo a curvas de incêndio que relacionam a taxa de radiação do calor (HRR) com o tempo decorrido desde a ignição até à extinção do fogo.

Os materiais de revestimento e de acabamento têm forte influência no início do incêndio, pois são os primeiros a serem submetidos ao calor e, dependendo das suas propriedades, podem ou não contribuir para o crescimento do incêndio. A quantidade de calor desenvolvido, a velocidade de propagação de chamas, a quantidade e a densidade da fumaça produzida, a temperatura e a composição química dos gases quentes resultantes são os fatores que caracterizam essa fase.

Para tornar o programa mais preciso, foi feita uma folha de excel com os valores dos gráficos, para posterior inserção no software Pyrosim, como mostrarei mais à frente.

No editor de Superfícies copiar os valores do excel, conforme gráfico 5, com parâmetros dessa superfície.

Os gráficos foram conseguidos pelos autores mencionadas, mas a escolha de superfícies com estes parâmetros para determinados objetos que vão depois ser alvo de fogo, não são fáceis de encontrar, devido à pouca informação do Pyrosim.

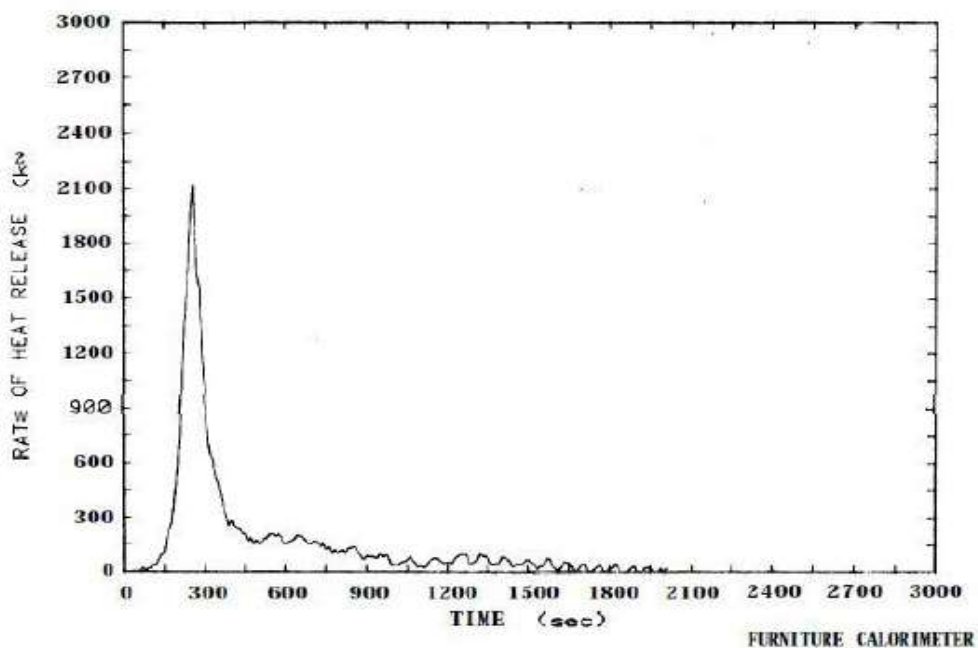


Gráfico 2 – Gráfico da curva de incêndio de um sofá individual (Lawson, et al, .1984)

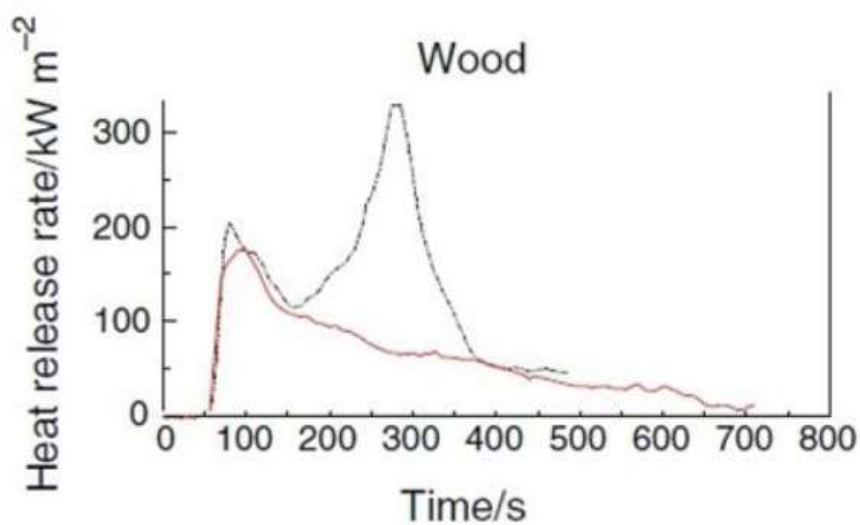


Gráfico 3 – Gráfico da curva de incêndio da madeira (Kim, et al, 2011)

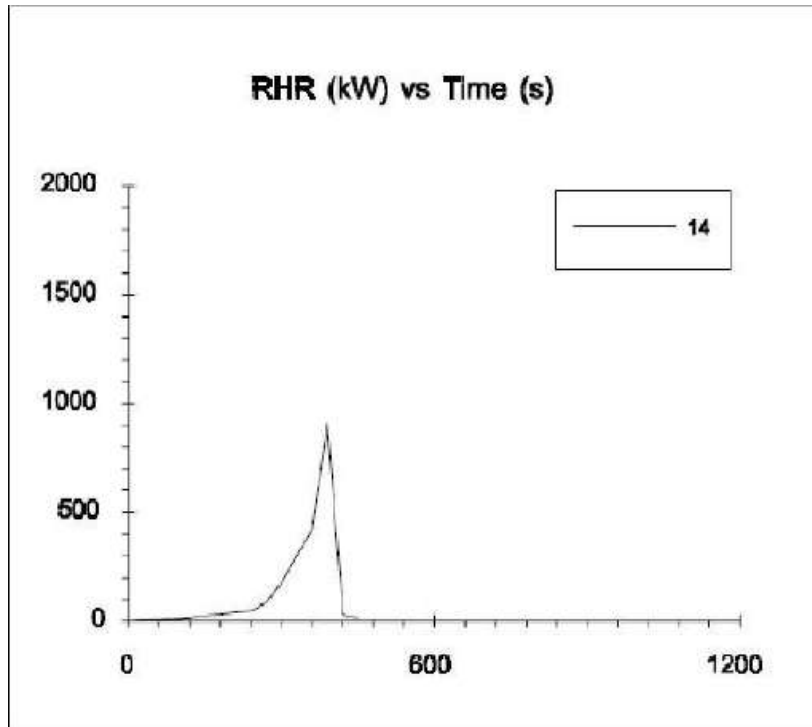


Gráfico 4 – Gráfico da curva de incêndio de uma estante de papel (Andersson, et al, 1988)

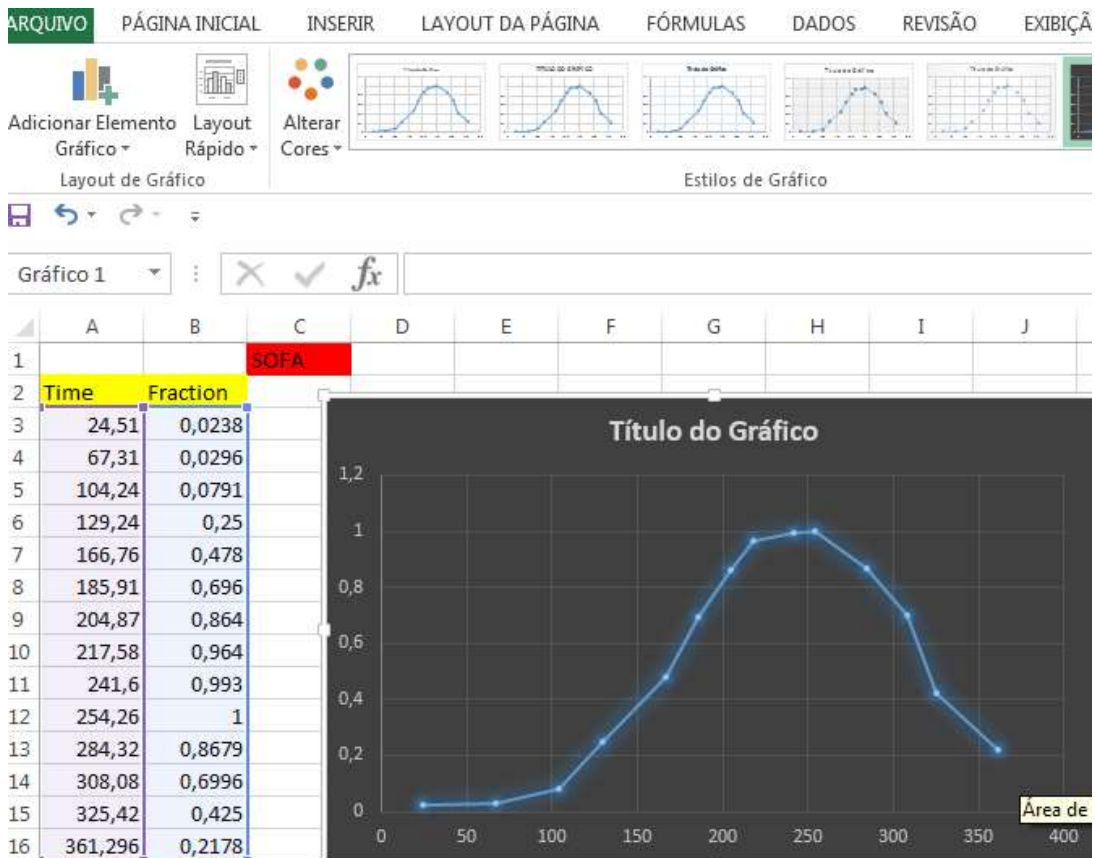


Gráfico 5 – Folha de excel relativo aos parâmetros do sofá.

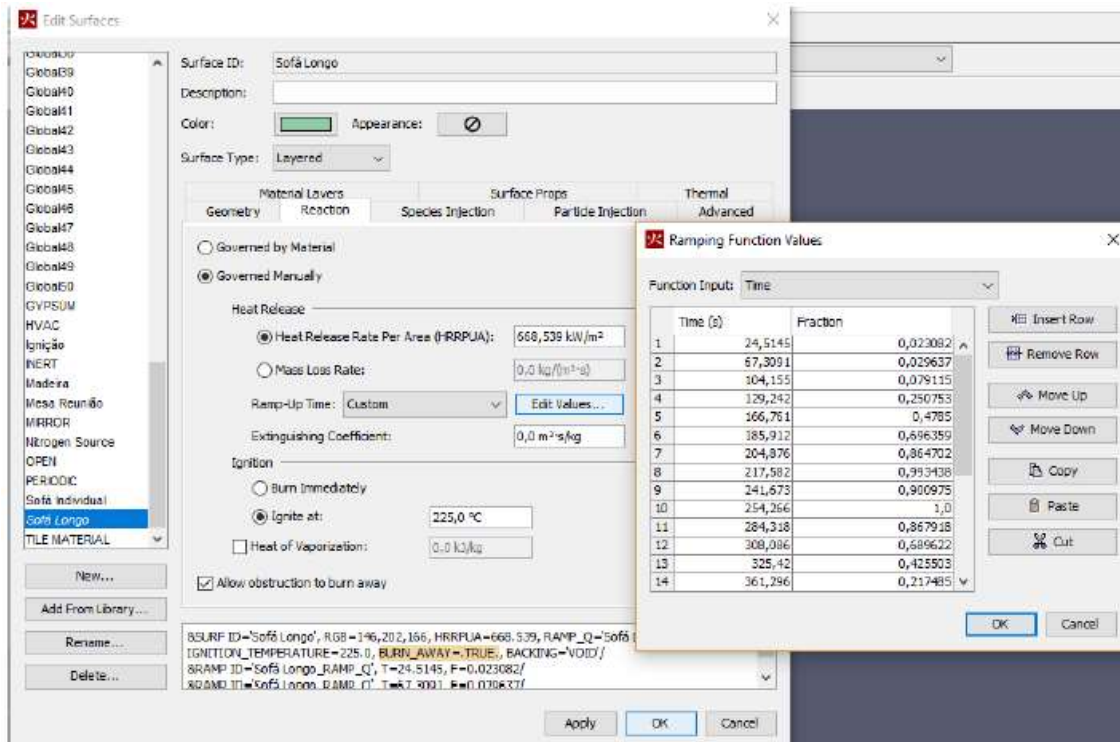


Figura 55 – Editar os valores no sistema de edição de materiais e a superfície como layered.

5.3.5. Dispositivos De Exclusão De Vidros

Relativamente ao vidro, o seu comportamento ao fogo é considerado inerte, logo não tem curva de incêndio, no entanto o Pyrosim permite simular a sua quebra quando atinge a temperatura máxima de resistência de 360 °C para uma espessura de 3 mm (Babrauskas, 1997) colocando um dispositivo de exclusão.

Como o essencial destas análises é a propagação de fumo e temperatura, o que na realidade é mais impeditivo de tomar decisões na hora de procurar sair do edifício em chamas para além das condições físicas, eu não usei estes dispositivos nos cenários, uma vez que tanto nos quartos como no auditório, as janelas e as portas não é suposto estarem permanentemente abertas. Para além de existirem medidas de proteção contra incêndio que não deixam chegar a esse limite, ou seja, a propagação das chamas é muito pouco provável em quartos e na zona de consultas externas, o que não se pode afirmar no caso do auditório principal, uma vez que desconheço se existira sprinklers em ambos os casos e de mecanismos de exaustão de fumos.

5.3.6. Análise De Temperaturas E Visibilidade

O Pyrosim disponibiliza uma ferramenta de análise chamada de *slice* (lâmina) que é um plano de corte que permite a análise da evolução de vários parâmetros, ao longo do tempo, em

qualquer localização do edifício. Para este trabalho foram selecionados os parâmetros da temperatura e visibilidade, por serem os parâmetros que melhor medem a influência do fogo e do fumo, respetivamente, no desenvolvimento do incêndio e da sua gravidade para os ocupantes.

Para além desta ferramenta de análise, o programa possibilita a utilização de sensores que medem a temperatura (thermocouples) ao longo do intervalo de tempo da simulação e que o utilizador pode colocar em qualquer ponto do modelo.

5.4. Modelação Computacional De Evacuação Com Interface Pathfinder

5.4.1. Introdução

O objetivo da utilização de modelos computacionais de evacuação de ocupantes é verificar se o número de vias existentes no edifício serão suficientes para a evacuação em tempo útil do número de ocupantes no seu interior durante a ocorrência de um incêndio.

A modelação computacional permite simular o comportamento e a movimentação no momento da evacuação, possibilitando a observação e obtenção de informações valiosas, verificando a existência de pontos de estrangulamento e se as saídas estão bem posicionadas, permitindo que sejam efetivamente utilizadas em caso de emergência. É ainda possível obter representações dos caminhos e decisões tomadas na evacuação. Além da simulação, a modelação possibilita a avaliação de risco, identificando os perigos resultantes da evacuação e quantificando o risco.

Os softwares mais utilizados e conhecidos são o Mass Motion, Simulex, FDS+Evac, Pathfinder, Legion e Pedgo, entre outros. A escolha do programa mais adequado deve ter em conta o tipo de edifício e as suas características e os resultados de cálculo da simulação que se pretendem obter.

No âmbito deste trabalho, recorreu-se ao simulador de movimento de ocupantes Pathfinder 2018. Este software, desenvolvido e comercializado pela Thunderhead Engineering, baseia-se no modelo continuous network, em que se aplica um espaço a duas dimensões (contínuo) aos planos do edifício e permitem que os ocupantes se desloquem de um ponto para outro através do edifício. O programa recorre a dois métodos de simulação de movimentos, (Ronchi et al, 2013), o método hydraulic model SFPE, desenvolvido por (Gwynne et al, 2008), baseado no cálculo da capacidade dos meios existentes, e o método agent-based desenvolvido por (Reynolds, 1999), baseado no estudo do comportamento dos ocupantes.

Para a escolha deste software contribuiu o facto de ser desenvolvido pela mesma empresa que desenvolve o Pyrosim, facilitando a obtenção da licença para uso académico. O programa tem uma interface que permite a utilização de forma simples e acessível por parte do utilizador e possibilita a importação de ficheiros em formato dwg com visualização em 2D e 3D. Além disso, fornece gráficos com informação sobre tempos de percurso, taxas de fluxo de ocupantes, número de ocupantes por divisão e o total de ocupantes no edifício em estudo.

5.4.2. Modelação

A modelação iniciou-se com a importação do mesmo modelo 3D utilizado para o programa Pyrosim, também em formato dwg. O passo seguinte foi a criação dos diferentes níveis com cotas altimétricas que o Pathfinder cria automaticamente a partir da leitura do modelo 3D importado, bastando para isso, apenas adicionar novo piso ao piso 0 já criado de início no momento da importação.

Com o modelo e as cotas altimétricas dos pisos definidos, passa-se para a criação das áreas das divisões onde é possível a presença e circulação dos ocupantes, com recurso ao comando “*extract floor*” e seleccionando todas as referidas divisões nos diversos pisos.

Após a criação de todas as compartimentações, passa-se para a criação das portas entre os compartimentos recorrendo ao comando “Add a new door”, onde é possível editar a taxa de fluxo/passagem, o sentido de saída, aberto ou fechado e até temporizar o fecho ou abertura das portas, obrigando os ocupantes a decidir rotas alternativas, de modo a simular um cenário em que um caminho de circulação se torne impossível de utilizar devido à evolução do incêndio.

Foram definidas como portas de saída, assinalando o fim de percurso de evacuação, a porta principal de acesso localizada no piso zero.

De seguida são criadas as escadas utilizando o comando “*create stairs*”, sendo a sua edição similar ao comando “Add a new door” com as mesmas propriedades como taxas de passagem e sentido, entre outras. Na figura 56, apresenta-se o modelo com todos os elementos necessários à simulação de evacuação, como áreas de compartimentação, portas, escadas e saídas, que estão assinaladas a verde.

A criação dos elevadores, peça fundamental na evacuação de doentes com mobilidade reduzida, no comando “*creat elevator*” (ver figura 58).

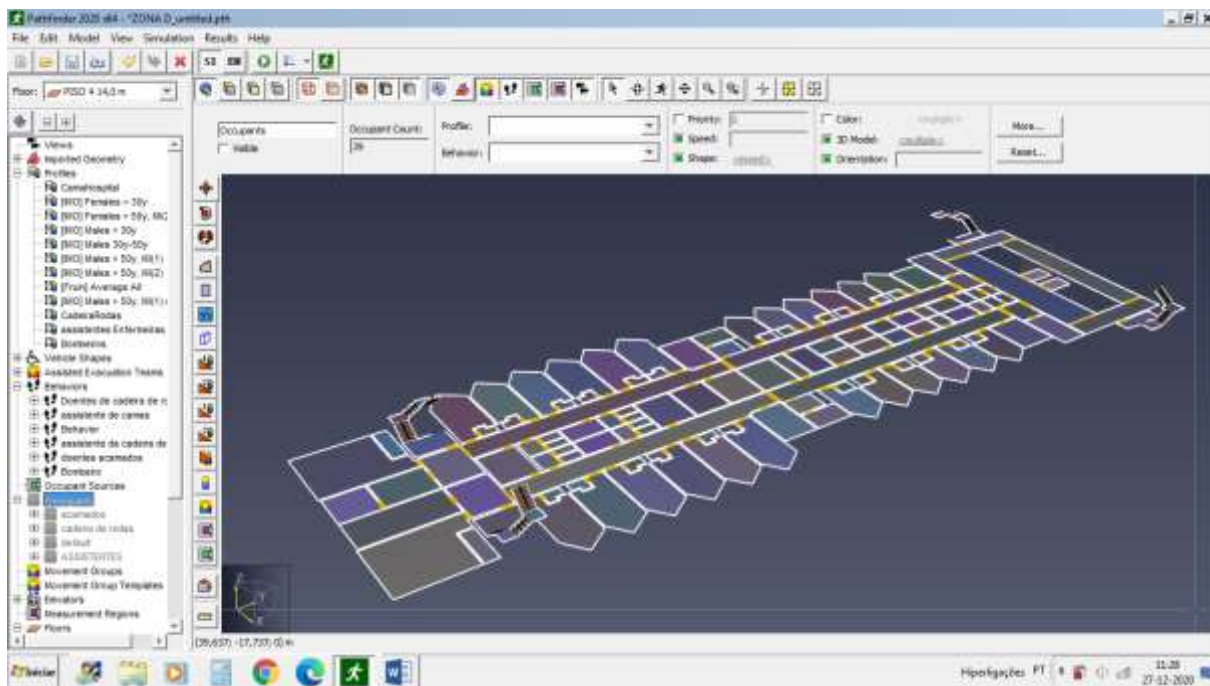


Figura 56 – Projeto Pathfinder do cenário da Zona D, enfermaria, piso 4.

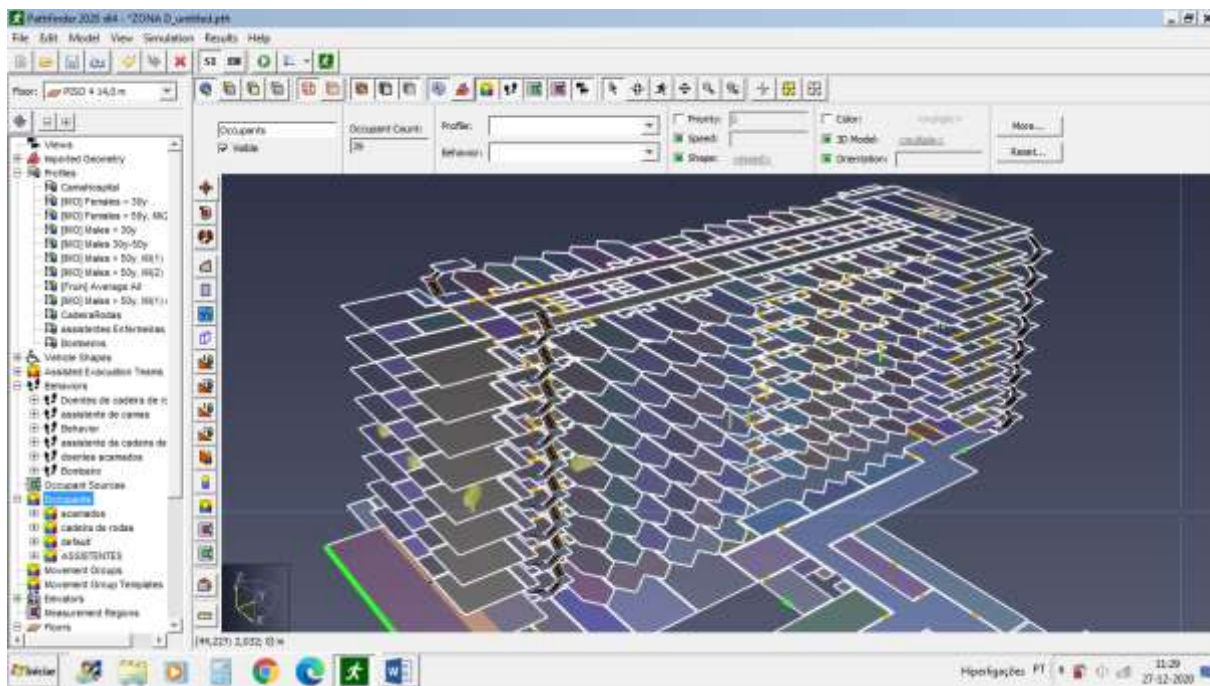


Figura 57 – Projeto Pathfinder do cenário da Zona D, todos os pisos.

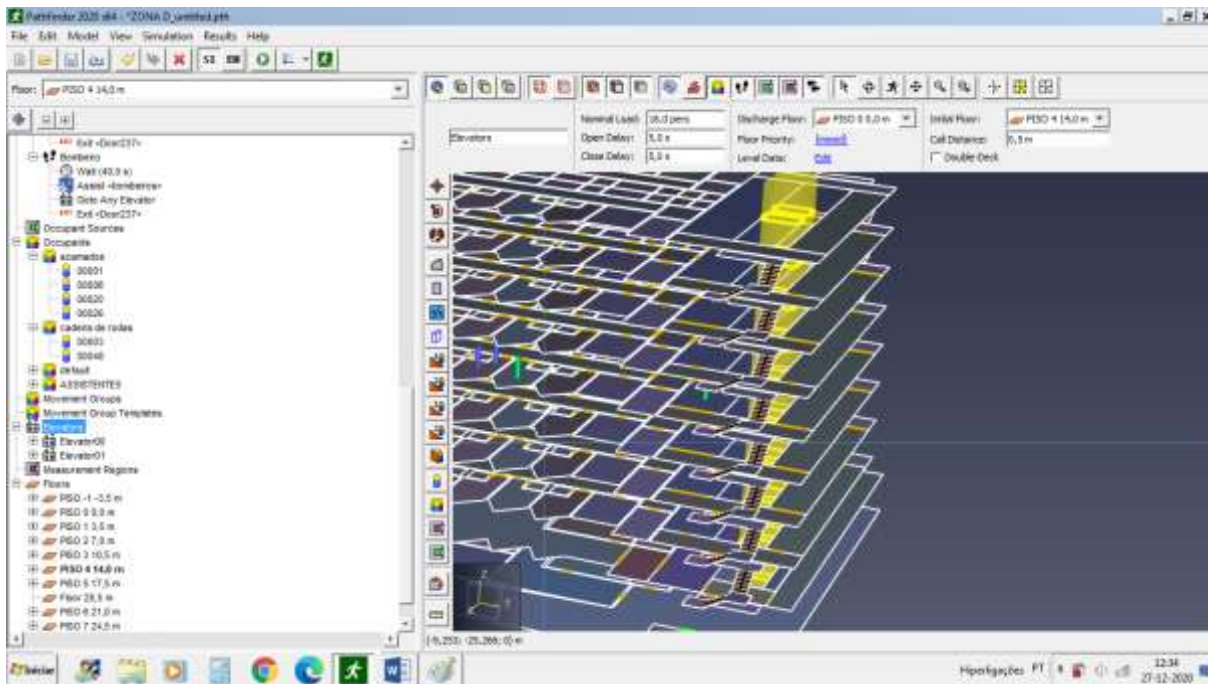


Figura 58 – Visualização dos elevadores centrais, cenário zona D.

O último passo é a introdução e caracterização dos ocupantes. Com o comando “*Add Occupants*” definimos o número de ocupantes (quantidade, densidade ou tipo de divisão pré-definida), disposição uniforme ou aleatória. O perfil e o comportamento de escolha de saída dos elementos são previamente definidos, sendo possível a sua alteração com recurso a outros comandos (ver figuras 59 e 60).

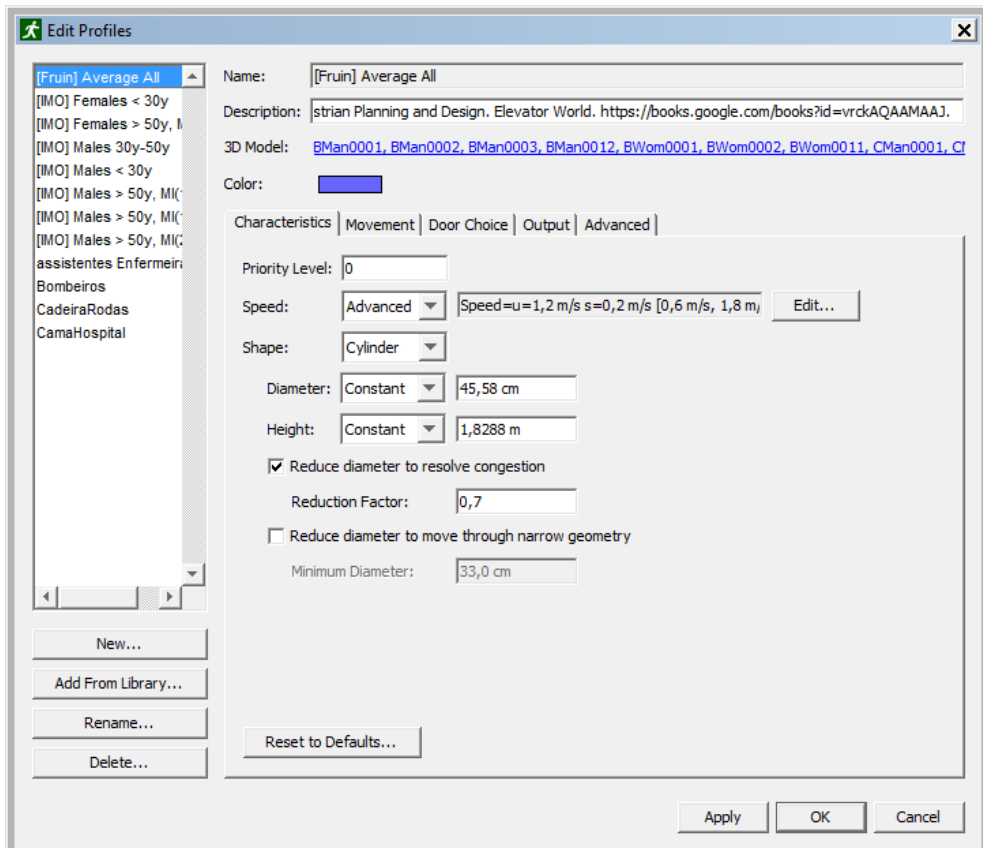


Figura 59 –Escolha dos perfis do cenário da Zona D, piso 4.



Figura 60 –Escolha do comportamento do perfil acamado do cenário da Zona D, piso 4.



Figura 61 –Escolha da forma do perfil, médico assistente.

Ao seleccionar o grupo de ocupantes é possível alterar parâmetros como o perfil, comportamento de escolha do local de saída, a prioridade, velocidade de passo, forma (diâmetro e altura ver figura 61), cor, modelo e orientação (ver figuras 62 e 63).

Para além destes parâmetros, o Pathfinder permite especificar outros parâmetros como o seu movimento, a escolha da porta de saída e parâmetros avançados de velocidade, o que torna o programa de simulação bastante poderoso e flexível, permitindo múltiplos cenários e consequentes simulações de evacuação. A parte mais complexa do modelo é a criação de equipas de resposta aos vários perfis e cenários, para tal é possível simular um conjunto de acções, definidas no seu comportamento (ver figuras 62 e 63) no software que permitem criar equipas de assistência. Estas equipas de assistência vão efetuar determinadas acções acompanhando os doentes que estão a ser assistidos pelos mesmos (ver figura 64).

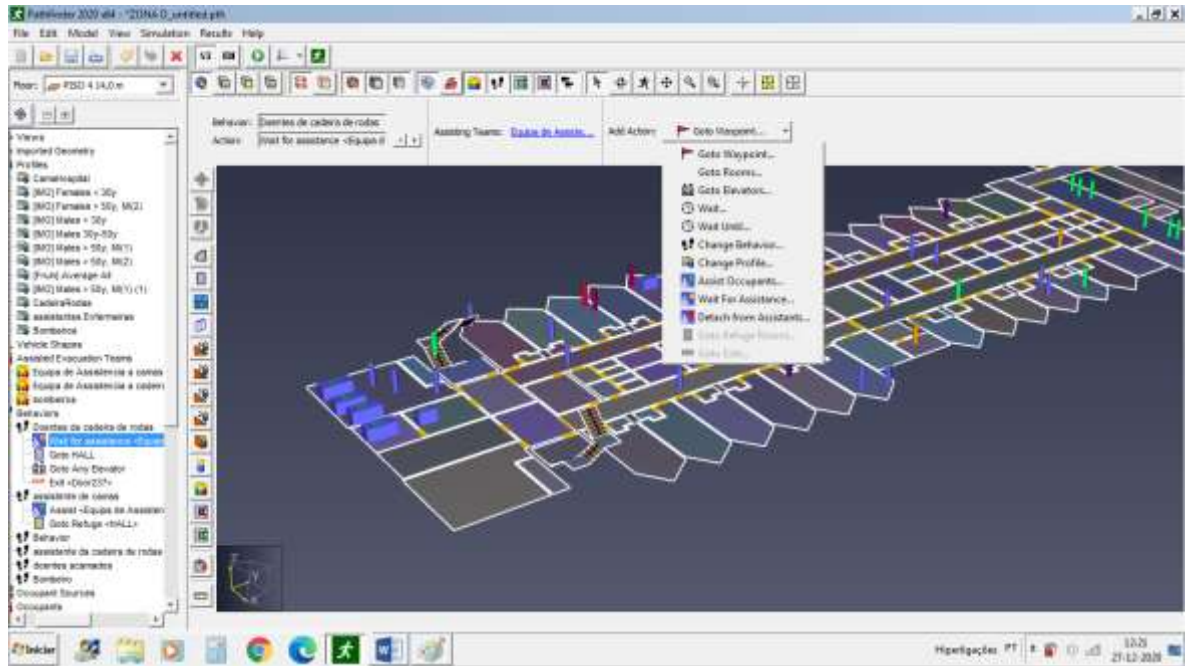


Figura 62 –Definição das ações de doentes e da equipa de assistência.

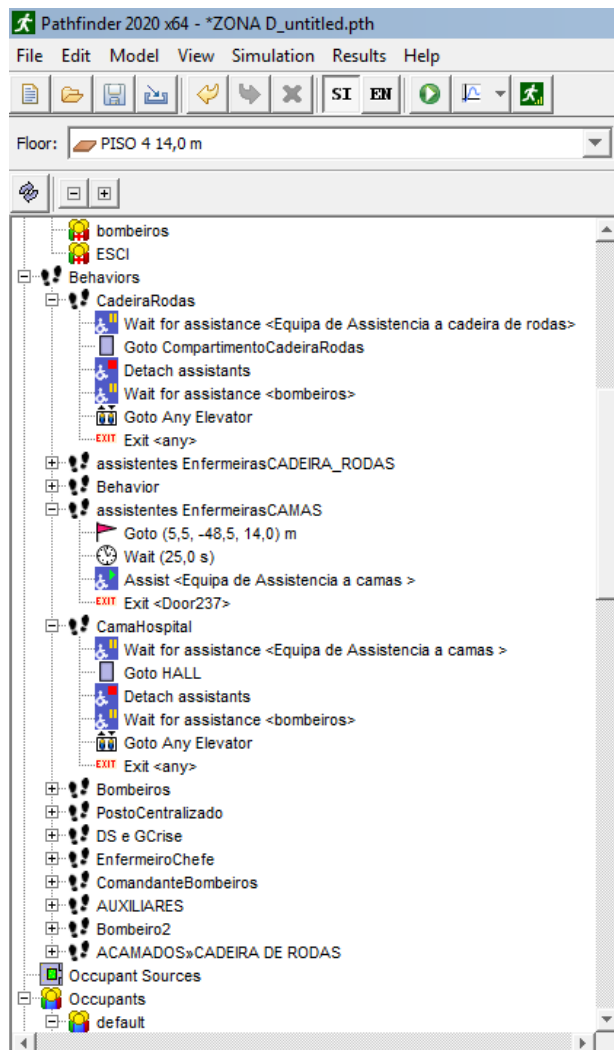


Figura 63–Conjuntos de ações para os perfis existentes.

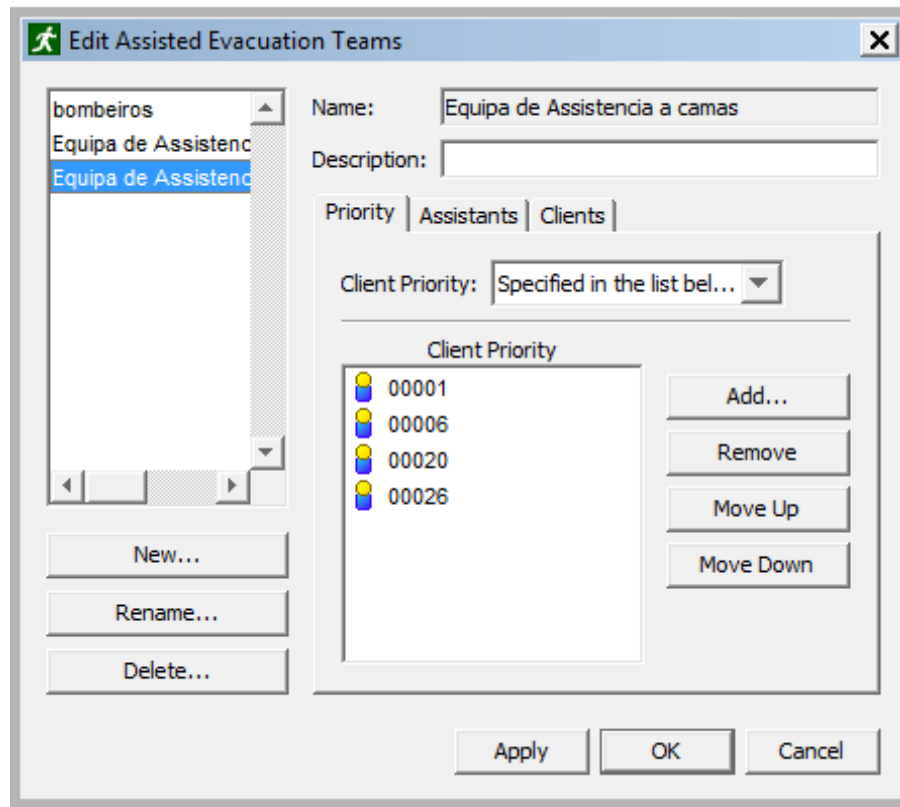


Figura 64 –Definição dos clientes a serem assistidos pela equipa de assistência a camas.

Nos resultados da simulação, é possível visualizar os ocupantes como cilindros diferenciados apenas pela cor referente à localização da divisão onde se encontram. Esta predefinição de cor é efetuada durante a elaboração do modelo, na criação dos ocupantes e tem a vantagem de permitir visualizar e acompanhar o percurso dos diferentes grupos ao longo do tempo de simulação.

Por fim, o programa disponibiliza diversos parâmetros que permitem a interpretação dos resultados, tais como a densidade de ocupantes por metro quadrado e a velocidade, entre outros.

6. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

6.1.Introdução

Na utilização dos programas Pyrosim e Pathfinder foram elaborados modelos com o objetivo de estudar a propagação do incêndio e as várias formas de evacuação e caminhos a percorrer até à saída mais próxima. Foram adotados 3 cenários. O início do incêndio é igual para todos os modelos, apesar de poder variar o material que arde.

Na zona F, no auditório e no anfiteatro foi uma cortina de linho no palco e um sofá, respetivamente.

Na Zona D 4ºPiso, internamento foi num colchão designado por espuma como material, na Zona A 7ºPiso, consultas externas de hematologia foi uma estante de papel, uma vez que foi num compartimento que serve de secretariado e é um compartimento com muita carga de incêndio e muito pequeno.

No modelos PyroSim as malhas foram alternando com base nos objectivos da propagação de incêndio, uma malha mais ampla dará uma propagação de fumos mais alargada, mas por sua vez sobrecarrega o modelo e deixa de ser objectiva. Uma propagação centrada num compartimento deve ser estudada no mesmo compartimento, supondo que a propagação de fumos é controlada pelos sistemas de exaustão e os primeiros meios são ativados. Tornando, por vezes, exagerados estes modelos no que diz respeito à propagação de fumos.

É importante referir que não introduzi nenhum sistema de exaustão de fumos, nada me foi referenciado em relação a isso, apenas as plantas em relação aos dispositivos de combate a incêndio.

6.2.Modelos FDS Com Recurso Ao Software Pyrosim e seus resultados

De seguida descreve-se cada um dos modelos FDS elaborados no programa Pyrosim, as medidas de combate ao incêndio implementadas e a avaliação do seu impacto na evolução do incêndio.

6.2.1. Cenário Zona F, Auditório e Anfiteatros

Os modelos foram concluídos ao fim de vários testes, na qual nem todos foram bem conseguidos. Algumas dificuldades ao nível da geometria do auditório principal, nomeadamente para a elaboração da evacuação no Pathfinder.

É possível visualizar os espaços em estudo nas figuras seguintes.

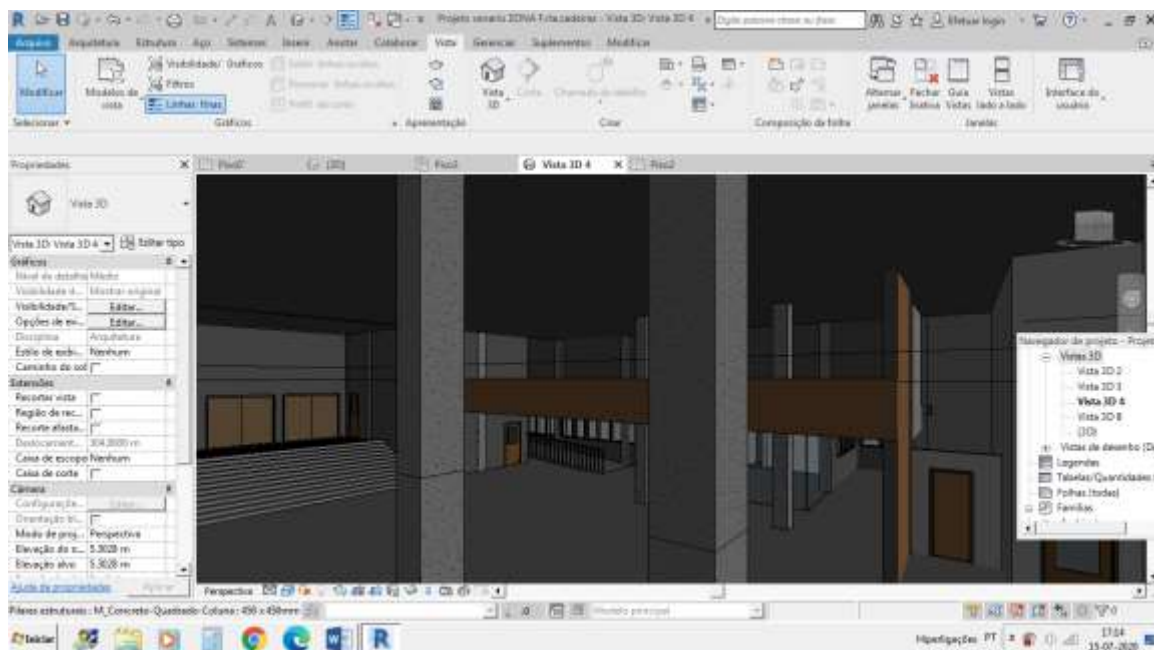


Figura 65- Hall de entrada dos três compartimentos com efetivo, zona onde se irá concentrar mais pessoas.

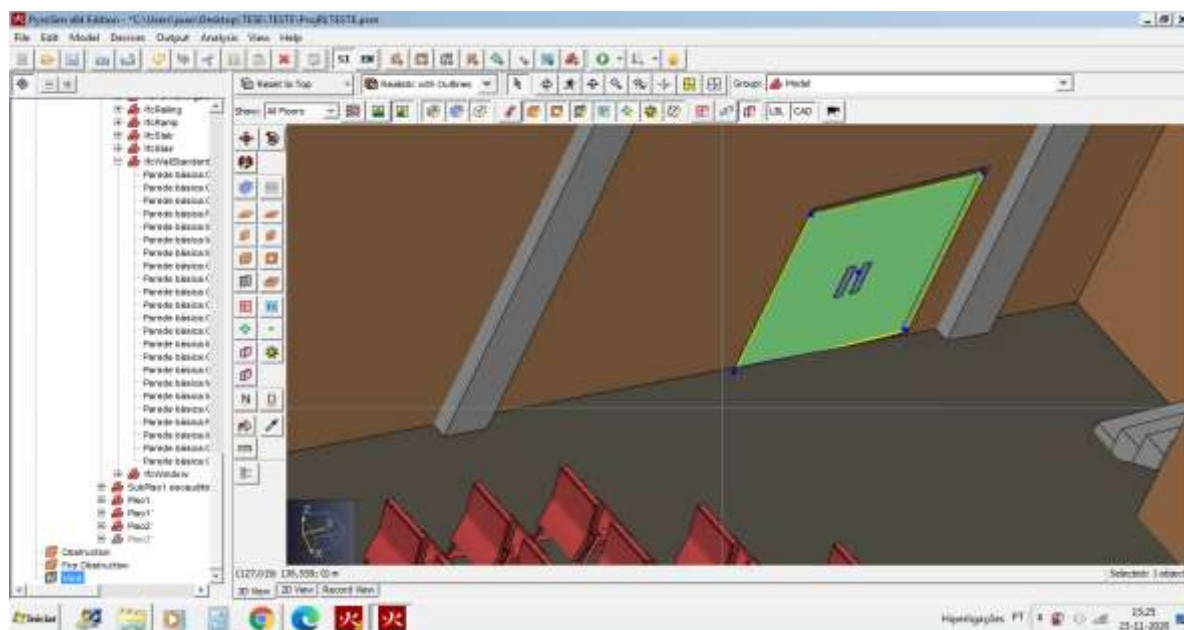


Figura 66 – Porta de emergência do interior do auditório com acesso às escadas de emergência

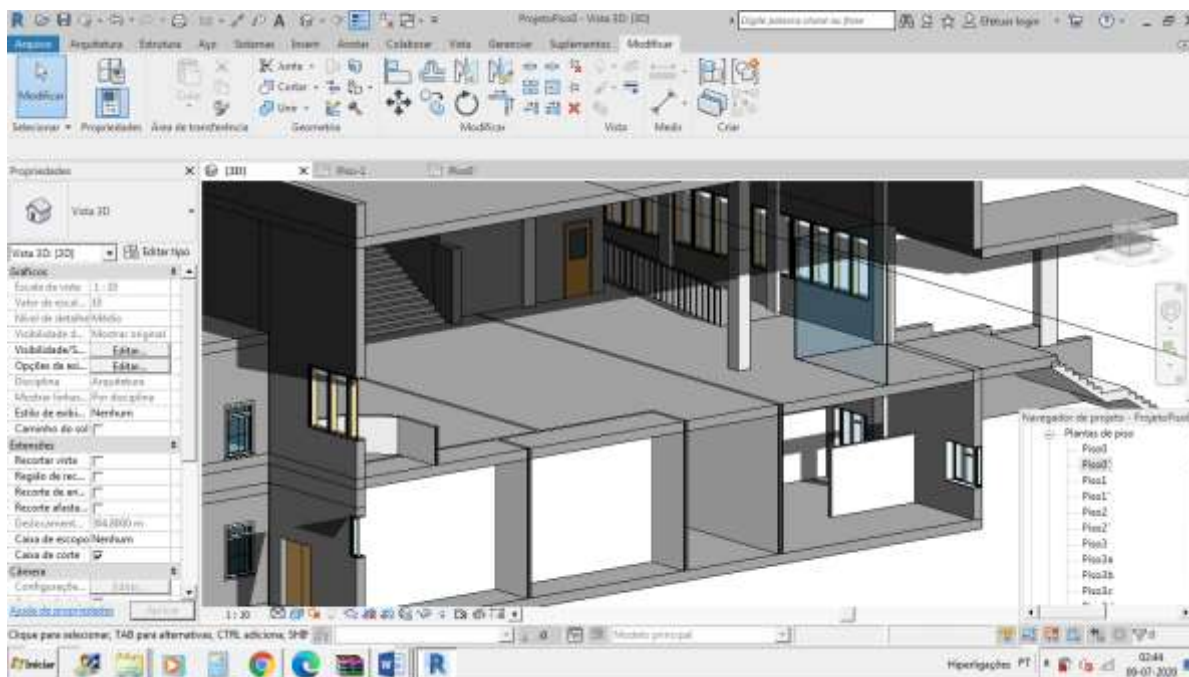


Figura 67 – Hall em corte no software Revit.

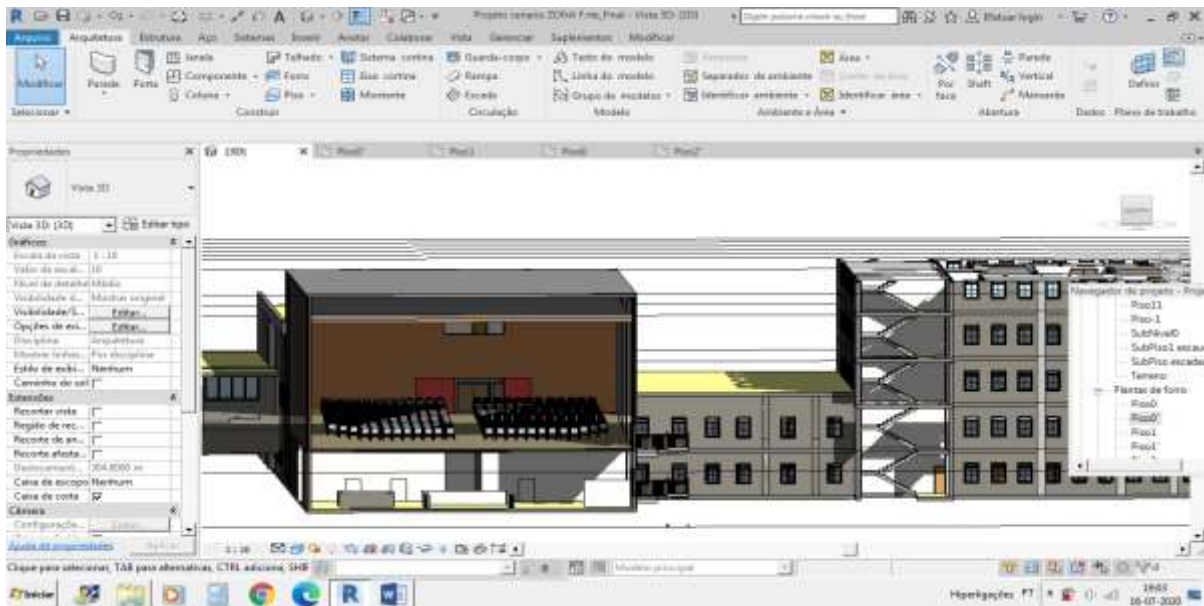


Figura 68 – Ligação do edifício dos auditórios ao das consulta externas no software Pyrosim.

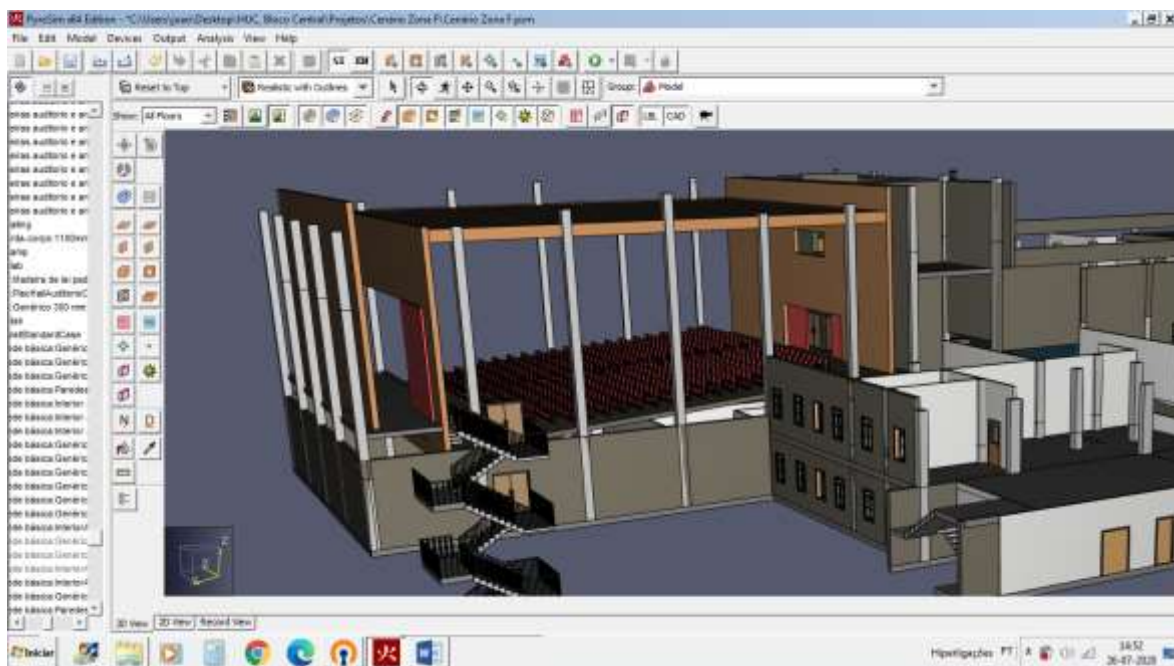


Figura 69 – interiores do auditório no software Pyrosim e escada de emergência exterior.

A colocação do ponto de ignição foi colocada estrategicamente junto às cortinas do palco (ver fig.70).

É possível ver os resultados do fumo desta simulação em Anexo II, lá está representado a propagação do fumo, temperatura e chama dos zero aos 120 segundos, numa fase inicial e posteriormente 1800 segundos. Realizei testes com sprinklers e sem, que apresentarei mais a frente.

As figuras seguintes demonstram a propagação dos mesmos parâmetros anteriores no decorrer de uma simulação diferente da anterior descrita. Nesta simulação o auditório, não tem todos os compartimentos como na realidade, é uma simulação mais simplificada e mais curta, como foi possível fazer no software, com os equipamentos disponíveis.

O fogo propaga-se com muita facilidade e em muito pouco tempo porque o ponto de ignição é muito maior em relação à simulação anterior. O ponto de ignição desta simulação foi uma parede divisória do palco.

Na simulação em Anexo é possível observar que o fogo se propaga pelas cortinas, a dada altura da simulação é possível ver uma mancha de fogo no meio do fumo, de certo que se trata de algum material a arder no meio do auditório, uma vez que na simulação foi possível programar as chamas a consumirem os restantes materiais, em algumas simulações simplesmente o burner arde e os sprinklers disparam, a propagação do fumo e a visibilidade é o que realmente importa observar.

Posso afirmar, com base nesta simulação que a propagação de fumos tão rápida é preocupante no que diz respeito a salvaguardar a vida de pessoas, pois dificulta em muito a evacuação das mesmas. A visibilidade é tão reduzida em curto espaço de tempo que se torna complicado uma evacuação eficaz.

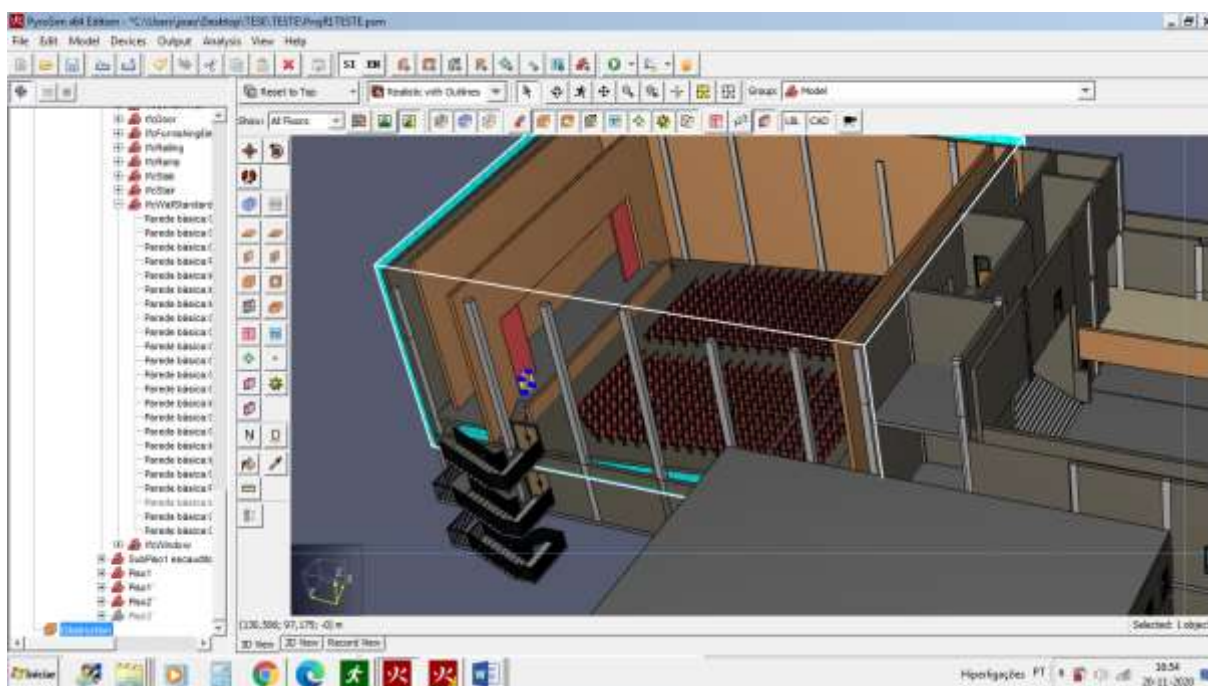


Figura 70- Local do ponto de ignição.

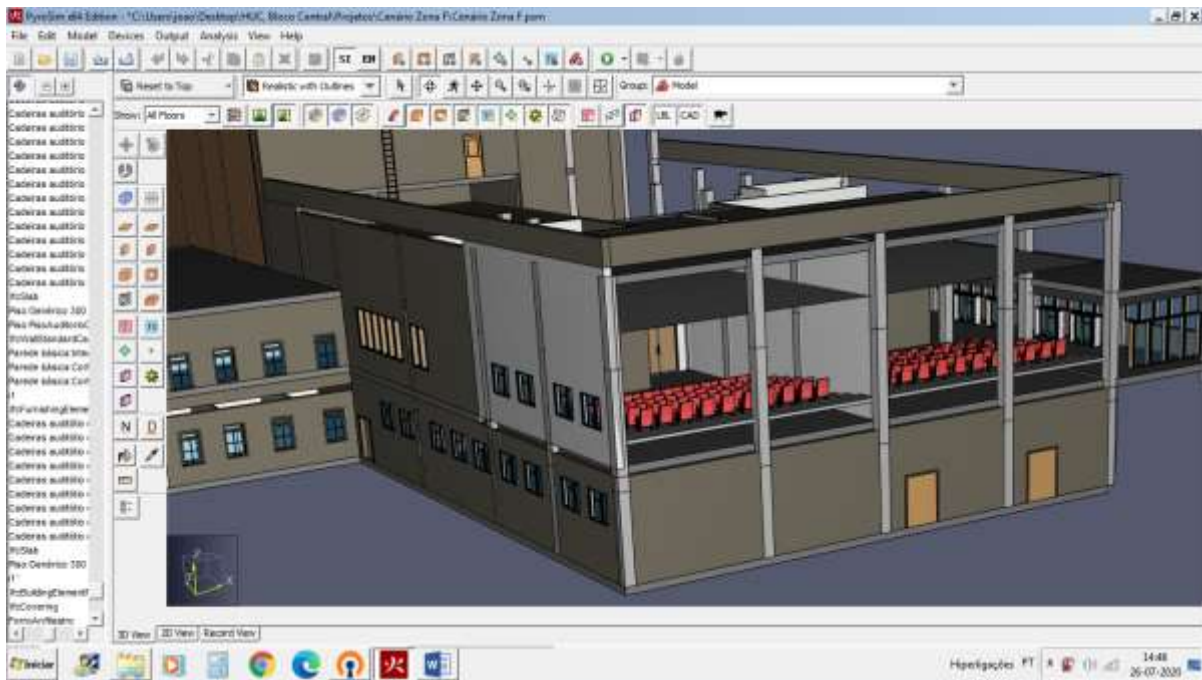


Figura 71 – Interior dos anfiteatros.

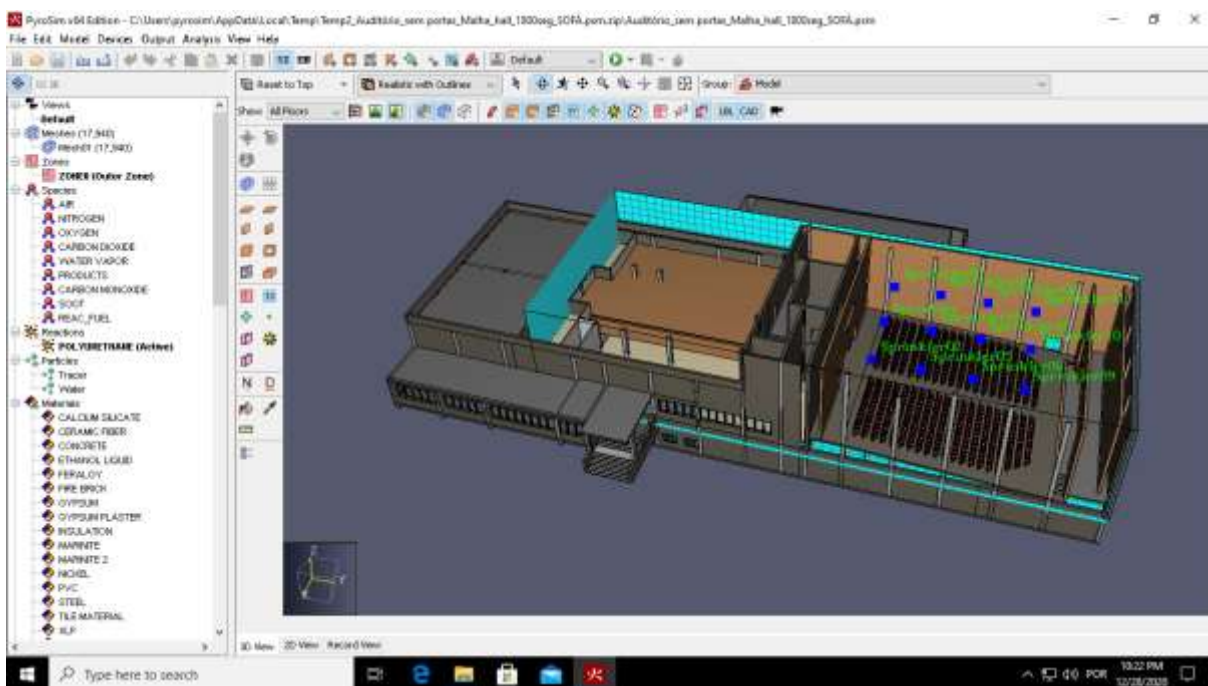


Figura 72 – Localização dos sprinklers no auditório, segundo teste.

Neste segundo teste foram colocados sprinklers uniformemente distribuídos, apesar de não estarem de acordo com a legislação, tendo por objetivo a comparação de simulações com e sem dispositivos de combate a incêndio. A malha foi propositadamente alargada (ver figura 73) por forma a estudar a propagação de fumos pelo hall, local principal de refugio e de passagem.

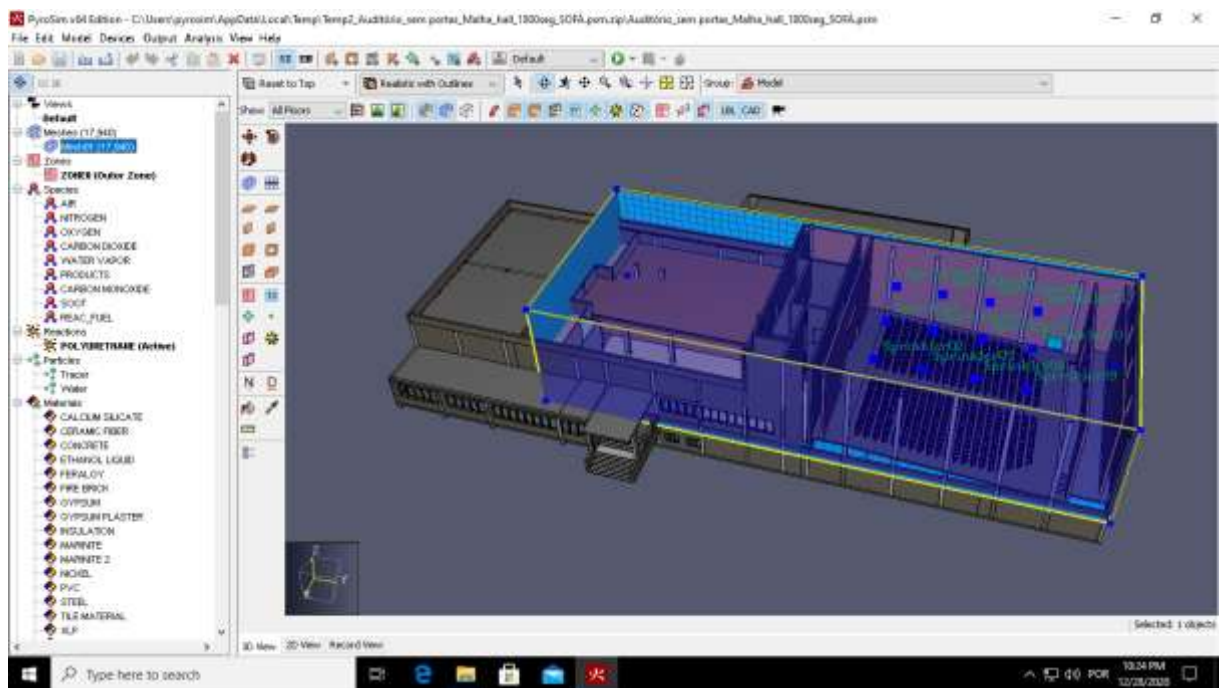


Figura 73 – Segundo teste com malha maior.

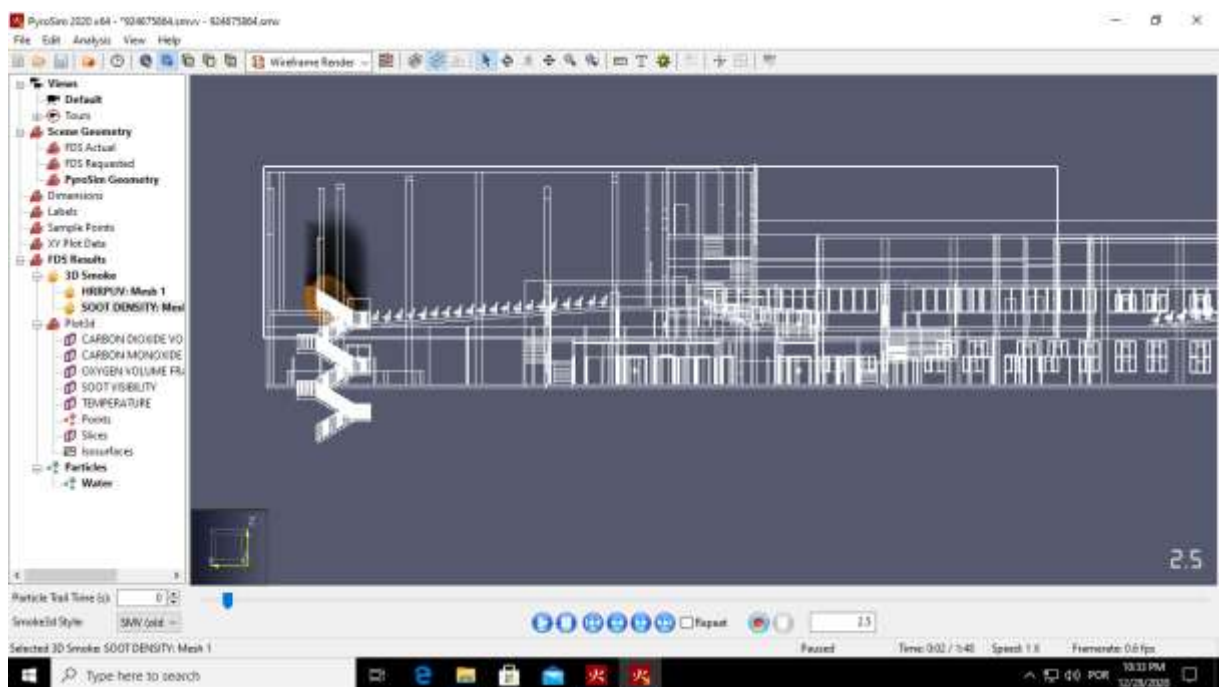


Figura 74 – Vista da chama e do fumo com 2.5 segundos na simulação do segundo teste.

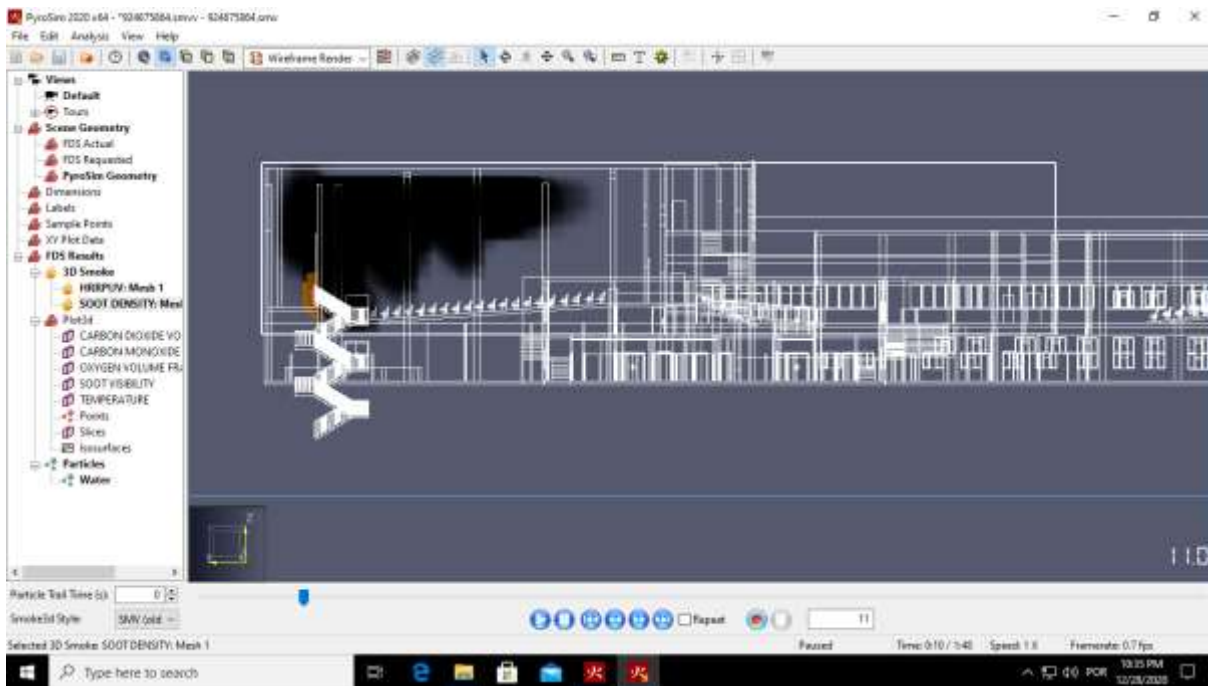


Figura 75 – Vista da chama e do fumo com 11 segundos na simulação do segundo teste.

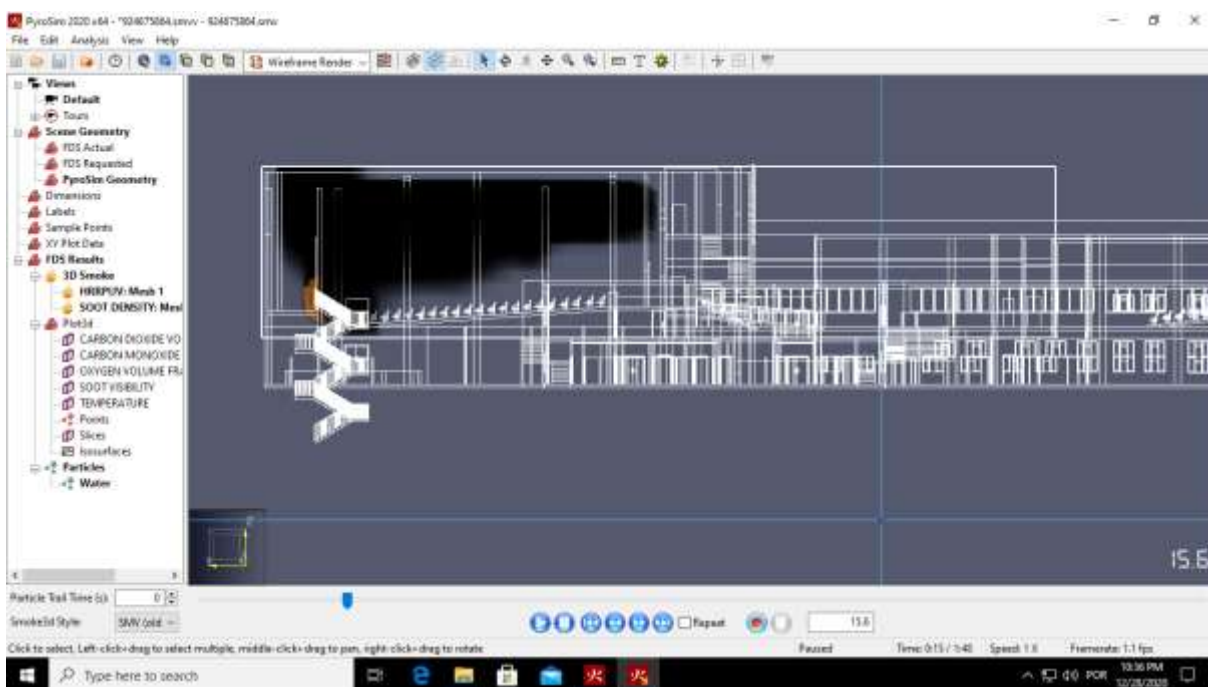


Figura 76 – Vista da chama e do fumo com 15.6 segundos na simulação do segundo teste.

É de referir novamente que esta simulação não tem em conta a extração de fumos, por isso é que o compartimento fica preenchido tão depressa.

De qualquer forma não deixa de ser preocupante pelo efetivo que este compartimento pode albergar e pela carga de materiais que podem ser consumidos pelo fogo.

O auditório tem bem distribuídos e de acordo com a legislação de segurança contra incêndios em vigor todos os meios de primeira intervenção necessários.

Como é possível observar pela simulação o fumo rapidamente chega ao hall que liga todos os espaços coletivos em estudo (ver figura 78).

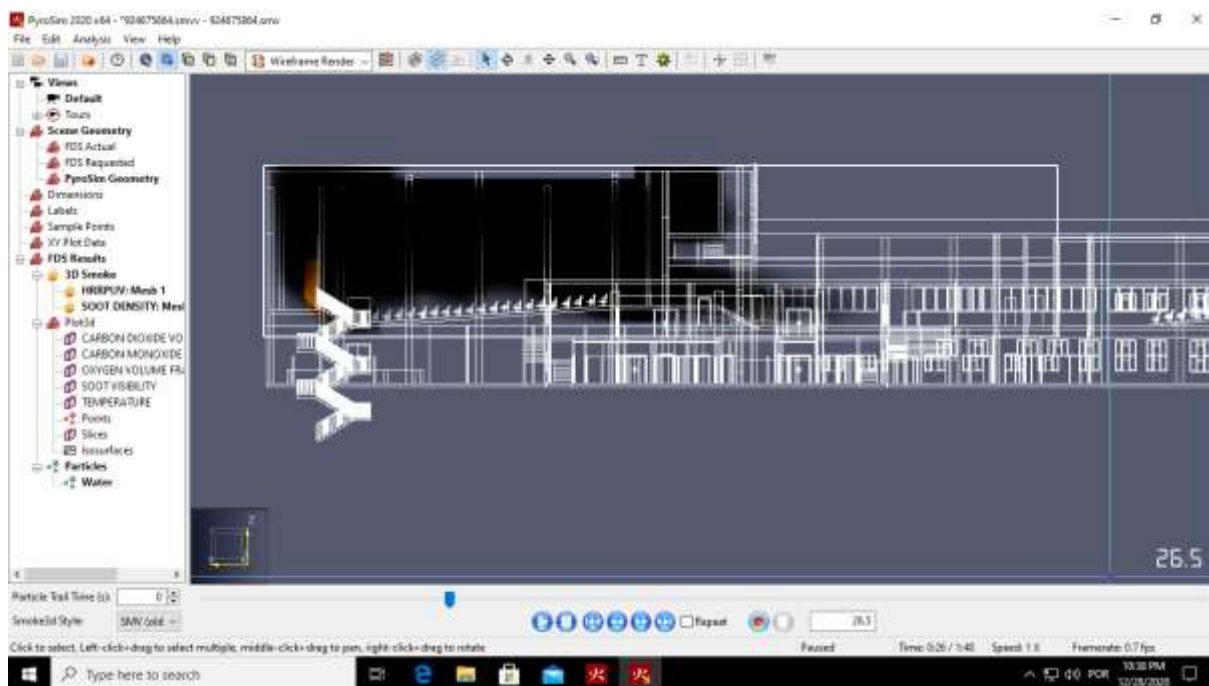


Figura 77 – Vista da chama e do fumo com 26.5 segundos na simulação a entrar no hall do segundo teste.



Figura 78 – Vista da chama e do fumo com 65.8 segundos na simulação.

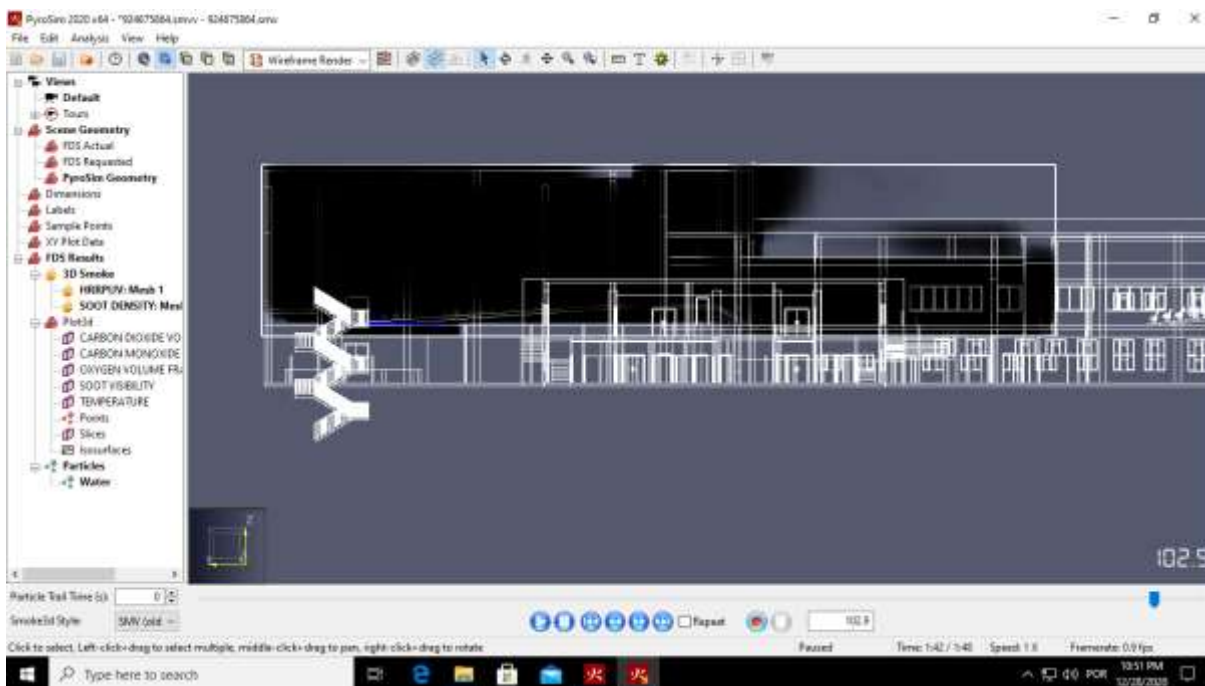


Figura 79 – Vista da chama e do fumo com 102.9 segundos na simulação.

Esta simulação não conseguiu correr todo o tempo proposto, uma vez que a instabilidade numérica era tanta que o software atribuiu uma mensagem de erro em como não era possível, o compartimento já se encontrava completamente preenchido de fumo, parando assim aos 108 segundos.

Todas as restantes observações do vídeo do smokview pode ser consultado em ANEXO.

Para simular o incêndio nos auditórios, o procedimento foi igual, muda a localização do burner e a malha. É um espaço mais pequeno, com janelas para o exterior e equipamentos suscetíveis de propagação ao fogo.

O burner ou queimador como pode ser chamado, foi colocado no meio das cadeiras (ver figura 80) do anfiteatro, também elas constituídas por um material altamente inflamável.

A malha preenche os anfiteatros e o hall comum aos anfiteatros e auditório (ver figura 81).

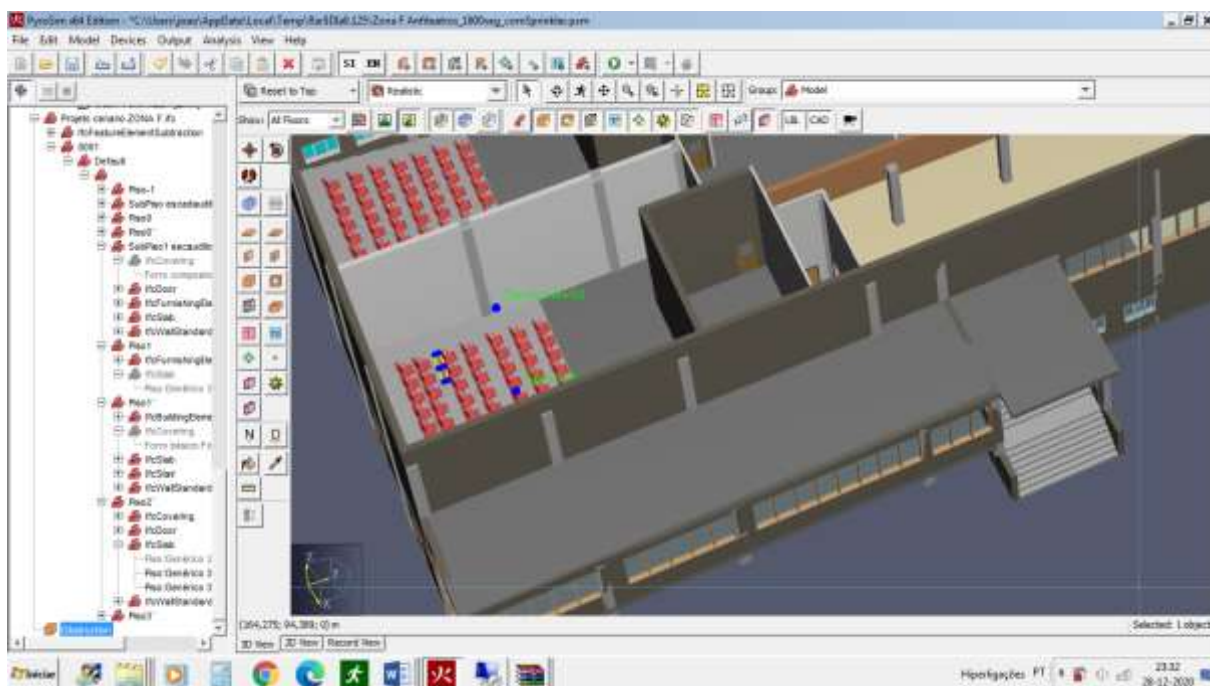


Figura 80 – Localização do burner no anfiteatro.

De acordo com a legislação em vigor a colocação de sprinklers devia ser feita de forma uniformemente distribuída, o que não é o caso da simulação, uma vez iria sobrecarregar o software, eu só coloquei dois sobre as cadeiras, para ter um termo de comparação entre as duas simulações.

É visível a velocidade da chama em tão pouco tempo assim como a propagação do fumo.

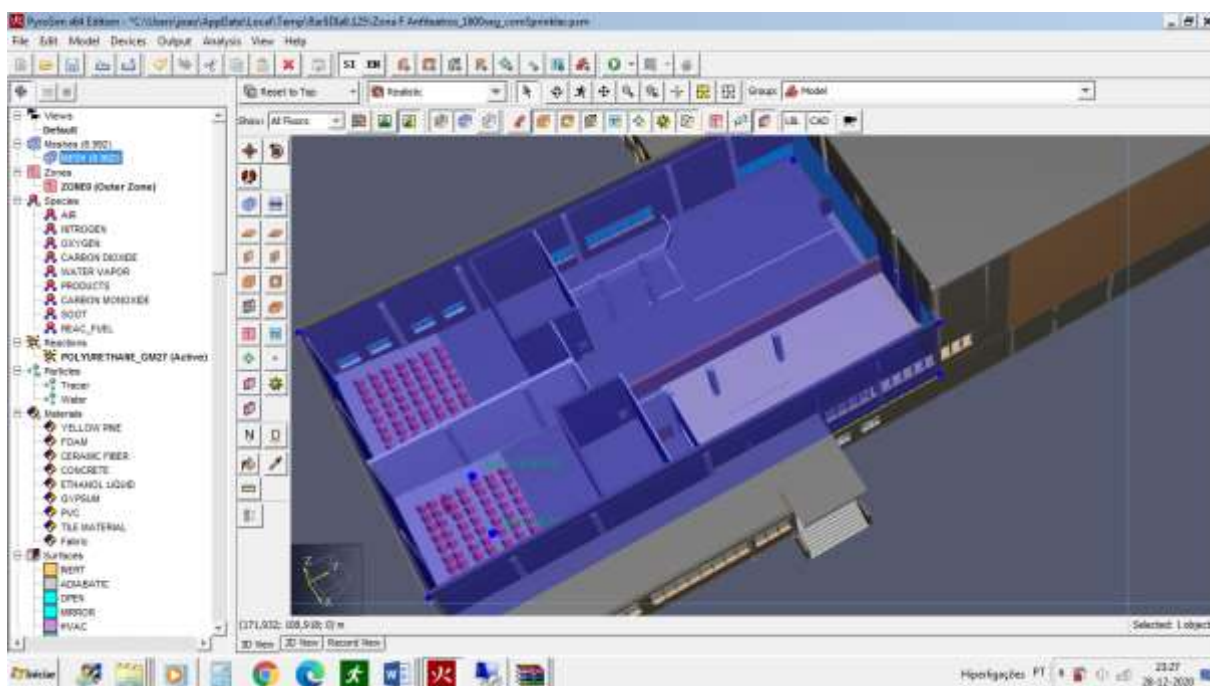


Figura 81 – Malha da simulação referente ao anfiteatro.

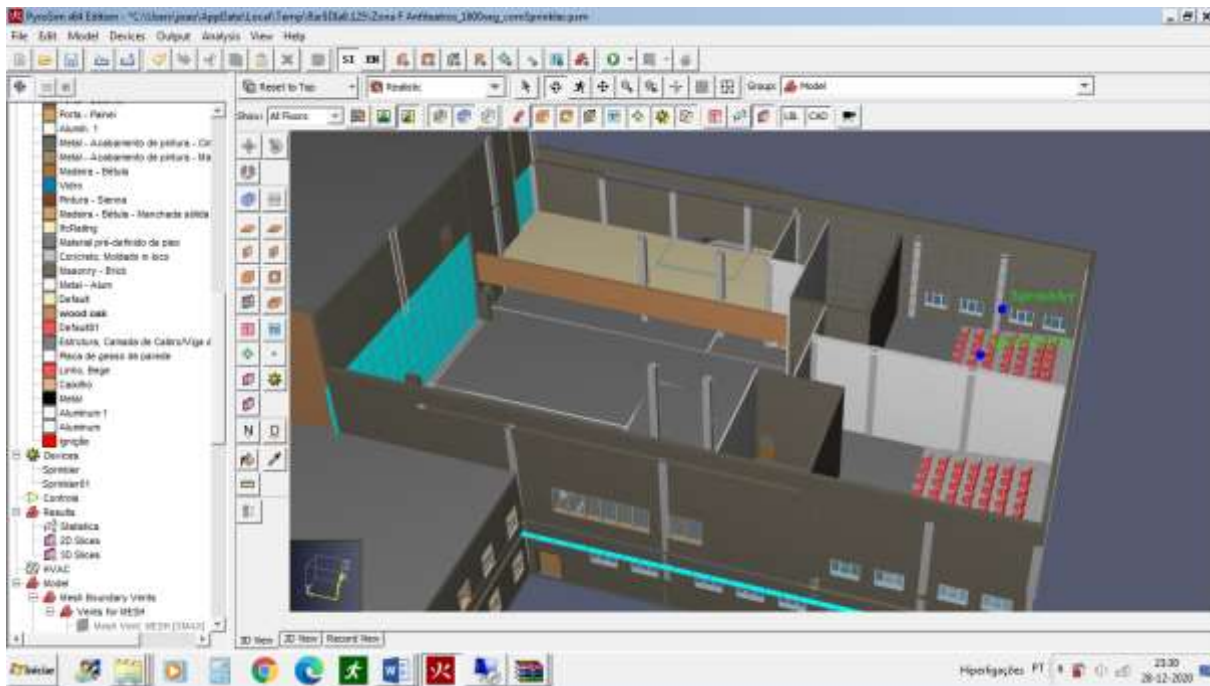


Figura 82 – Localização dos sprinklers no anfiteatro.

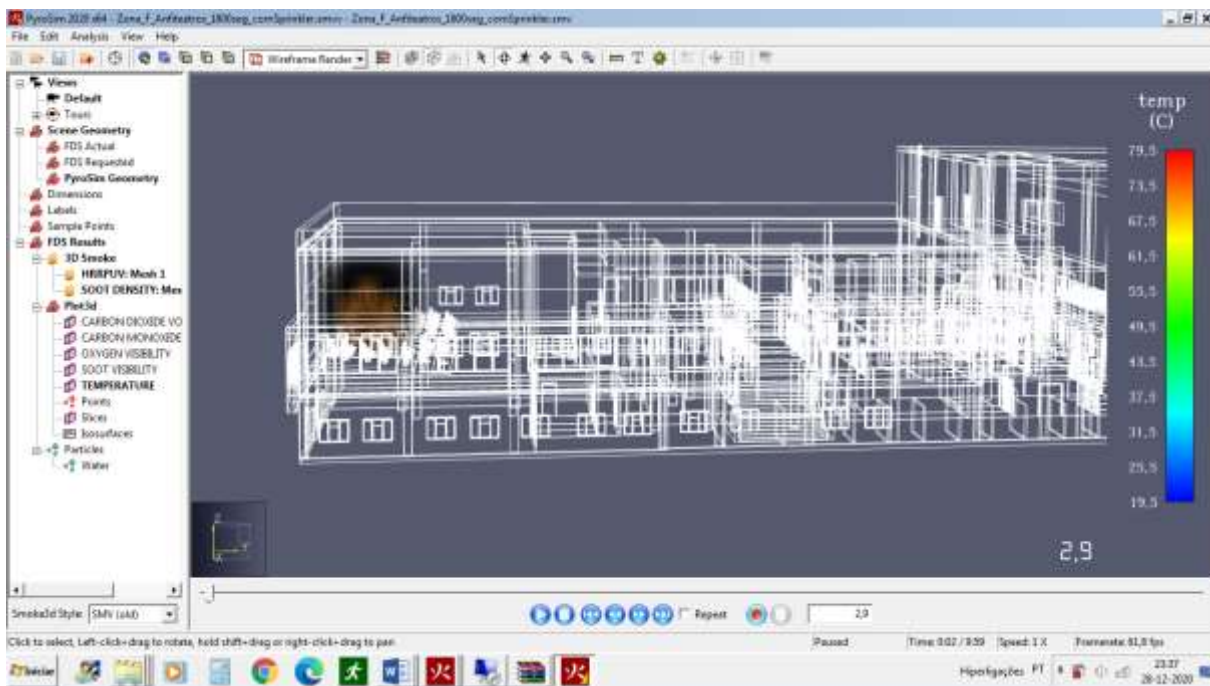


Figura 83 – Visualização da propagação do incêndio aos 2.9 segundos no anfiteatro.

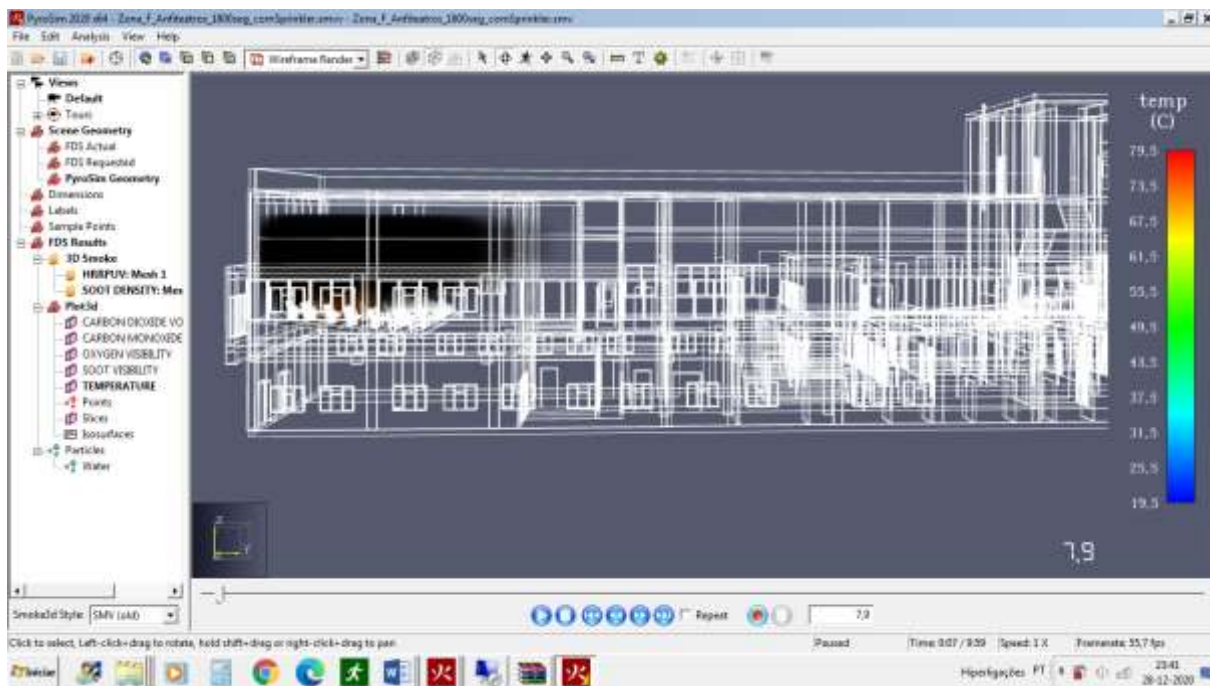


Figura 84 –Visualização da propagação do incêndio aos 7.9 segundos no anfiteatro.

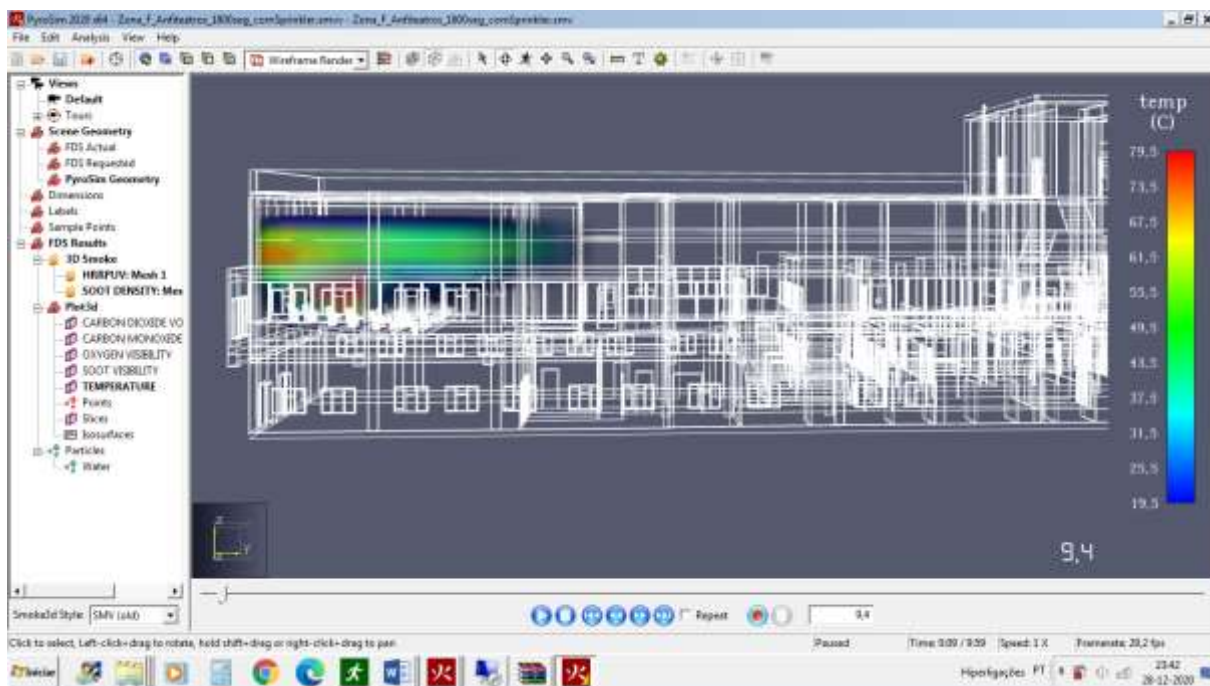


Figura 85 –Visualização da propagação do incêndio e da temperatura aos 9.4 segundos no anfiteatro.

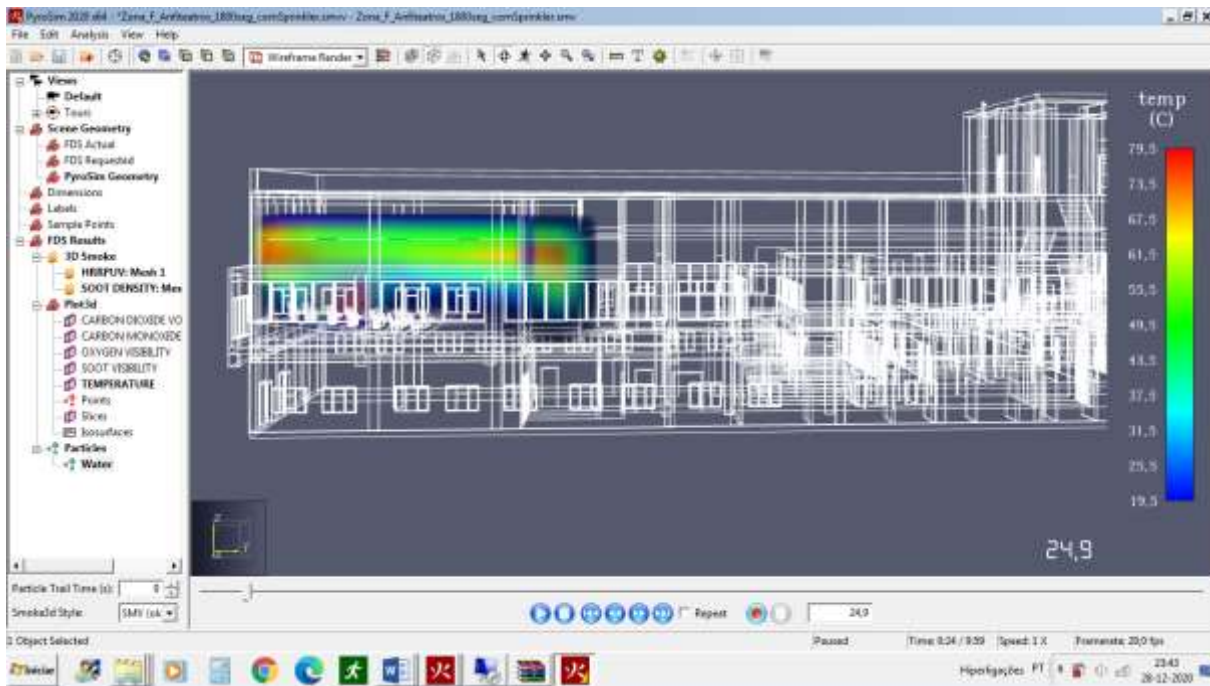


Figura 86 –Visualização da propagação do incêndio e da temperatura aos 24.9 segundos no anfiteatro.

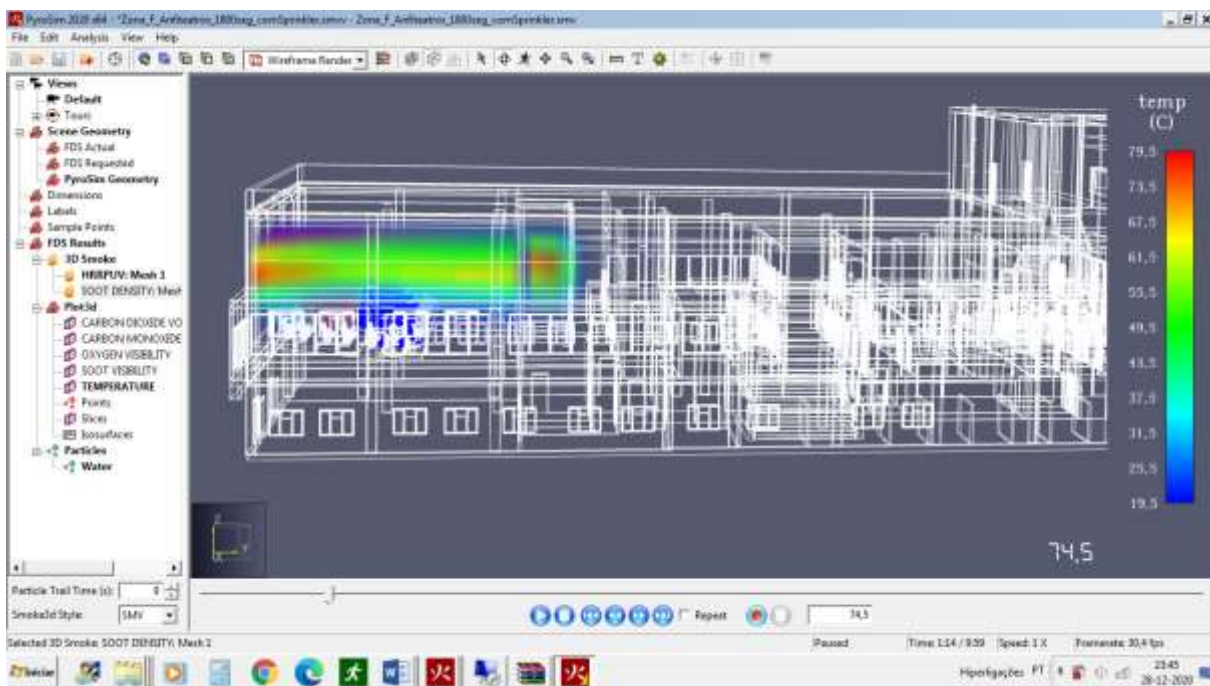


Figura 87 –Visualização da propagação da chama, temperatura e ativação dos sprinklers aos 74.5 segundos.

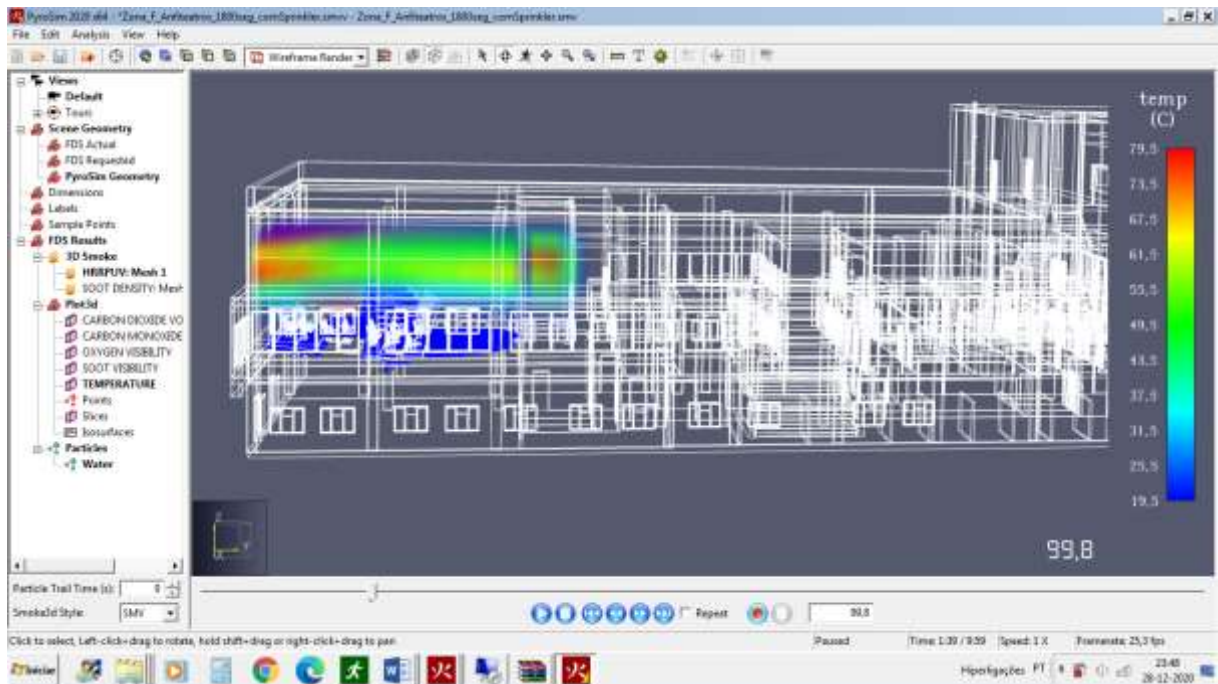


Figura 88 – Visualização da propagação da chama, temperatura e ativação dos sprinklers aos 99.8 segundos.

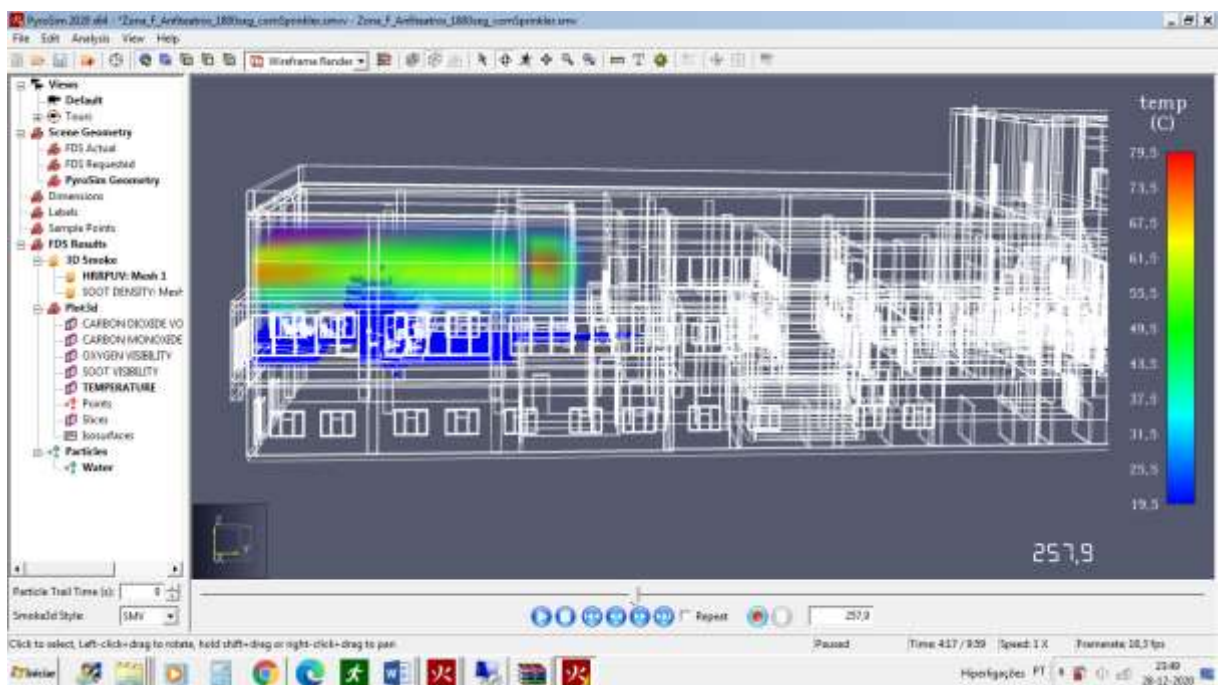


Figura 89 – Visualização da propagação da chama, temperatura e ativação dos sprinklers aos 257.9 segundos.

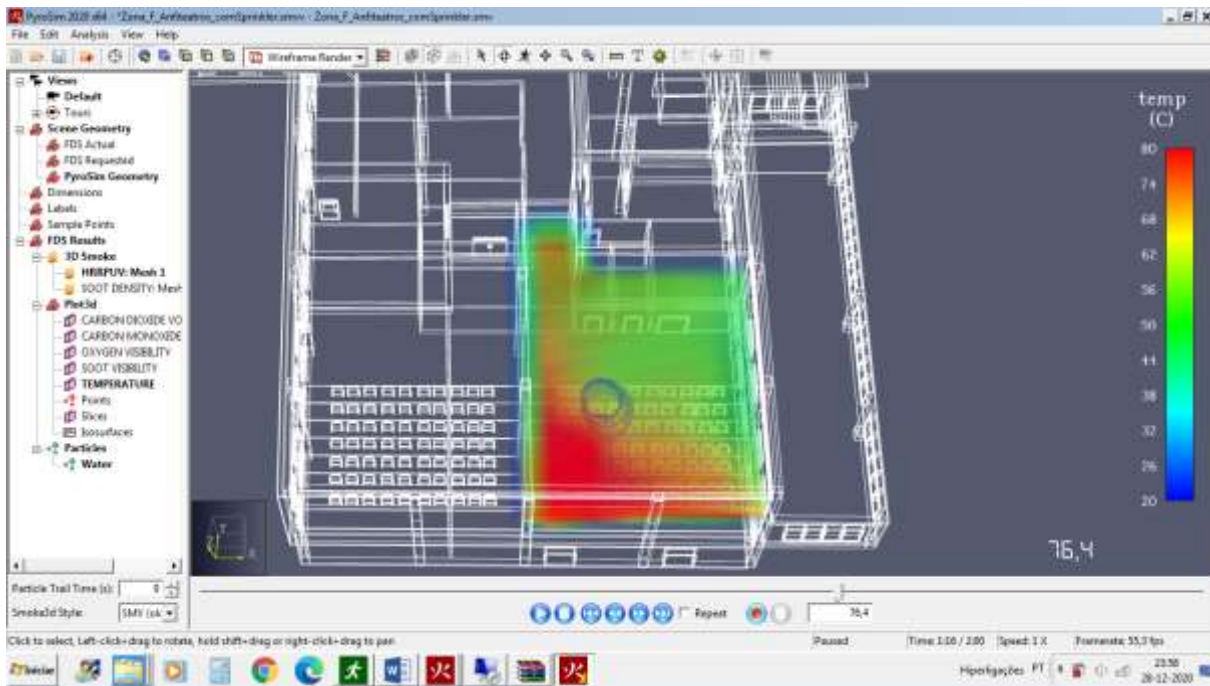


Figura 90 – Activação do primeiro sprinkler aso 76.4 segundos.

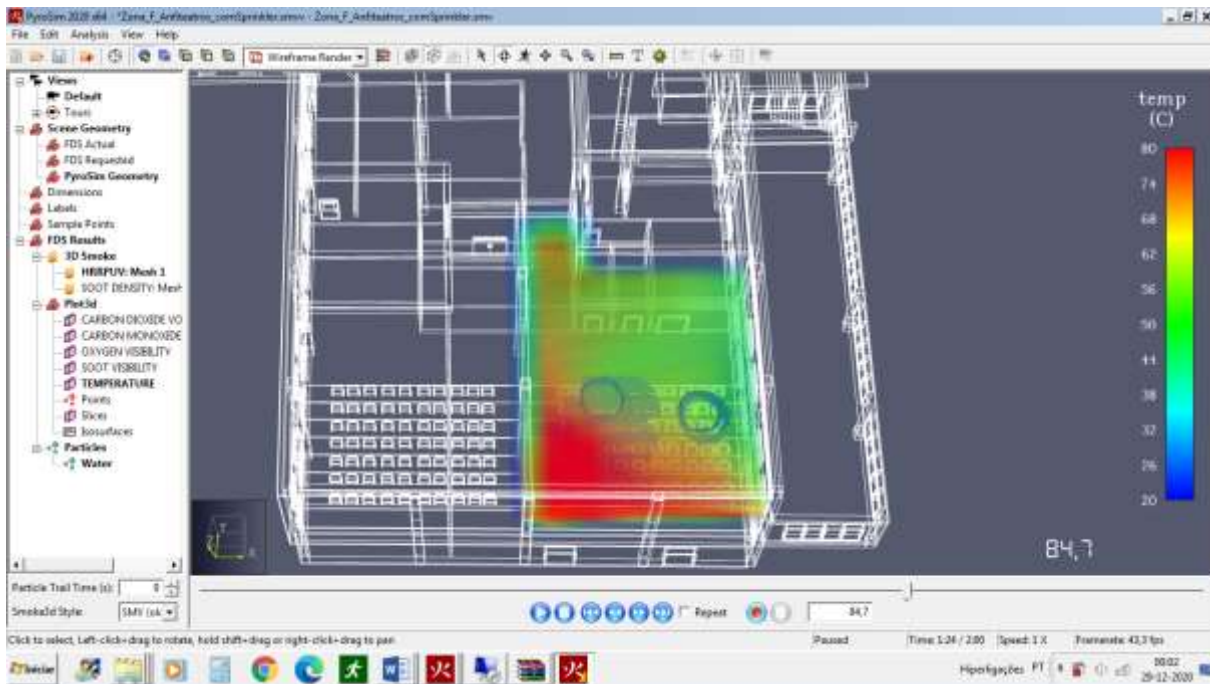


Figura 91 – Activação do primeiro sprinkler aso 84.7 segundos.

6.2.2. Cenário Zona D, 4º piso De Internamento Neurologia e Traumatologia

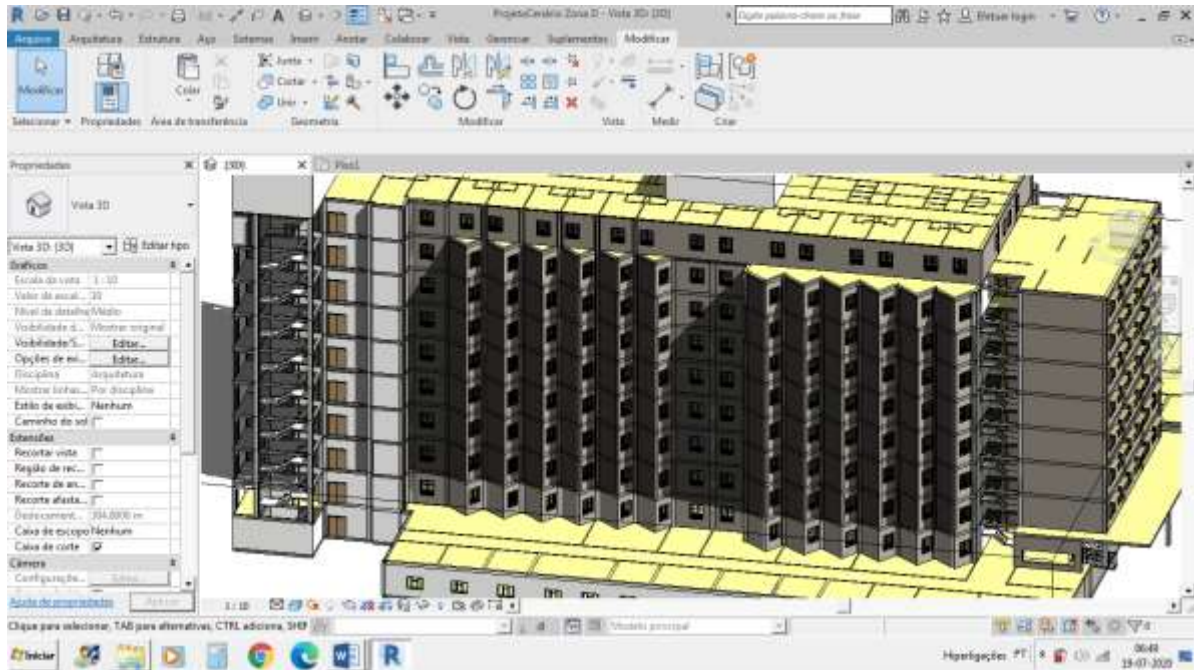


Figura 92 - Bloco da zona D, internamento.

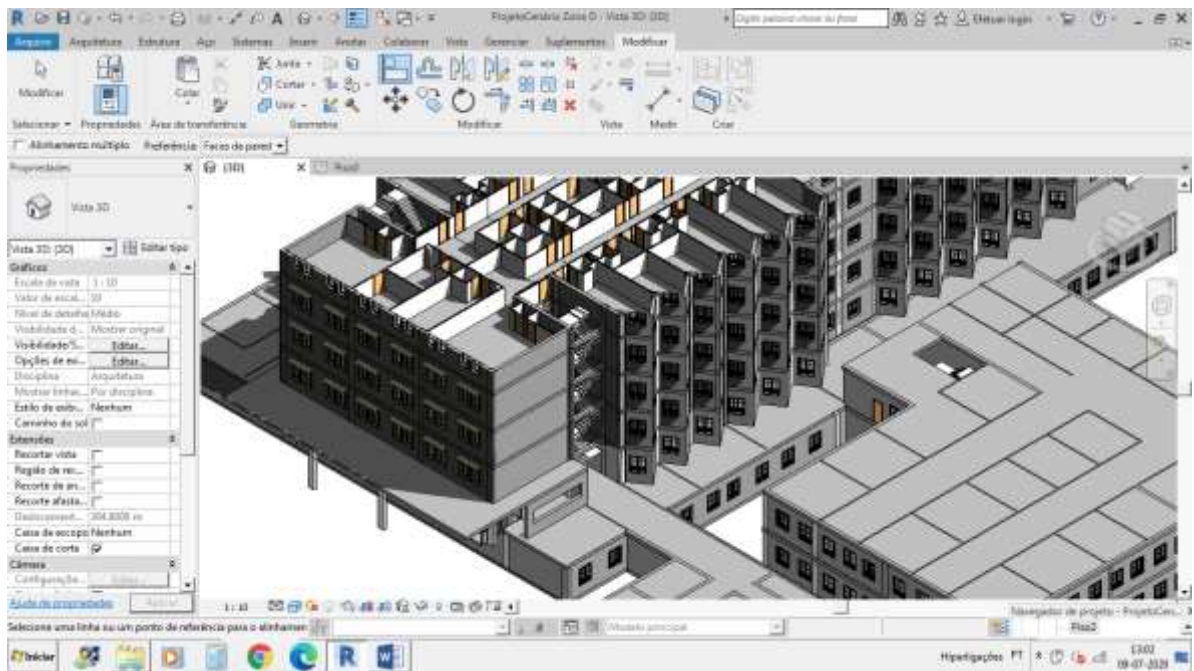


Figura 93 - Zona D, 4º piso, internamento.

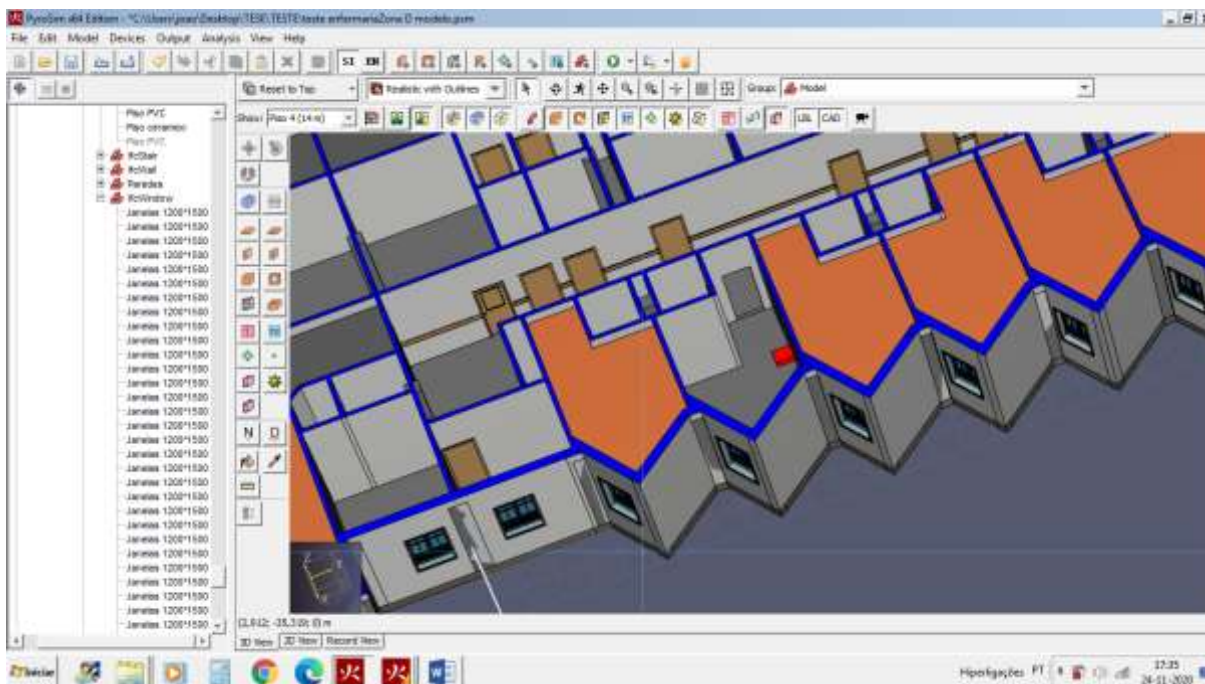


Figura 94 - Zona D, 4º piso, internamento no software PyroSim.

O local de incêndio é num quarto (ver fig.94), com início no colchão. Ao fim de vários testes, comparando o uso de meios de intervenção automática (sprinkler) e a sua inexistência, verifica-se que estes meios são indispensáveis à rápida extinção do incêndio, caso os meios de primeira intervenção não tenham uma reação rápida ou falhem. O edifício não tem este meio de intervenção, pelo seu ano de construção ser já muito anterior às primeiras leis que vigoravam sobre combate a incêndio.

Seria uma melhoria a propor, mas são intervenções complicadas e dispendiosas a fazer num edifício com estas características.

É possível observar a ação do sprinkler no desenvolvimento do incêndio (ver em ANEXO o desenvolvimento do incêndio), as várias fases do incêndio são visíveis em ANEXO separadas por intervalos de tempo em segundos.

O software permite analisar a temperatura e os níveis de oxigénio, quantidade de fumo e chama, na qual é possível observar nas figuras seguintes e as restantes em ANEXO divididas por intervalos de tempo em segundos.

Inicialmente usei uma malha (ver figura 100) para a ala de enfermaria na qual decorre o incêndio, posteriormente foi feito um teste para um quarto de enfermaria mais longe dos elevadores e mais concentrado em pacientes, quartos com 4 camas, que poderão estar a necessitar de auxílio médico mecânico assistido.

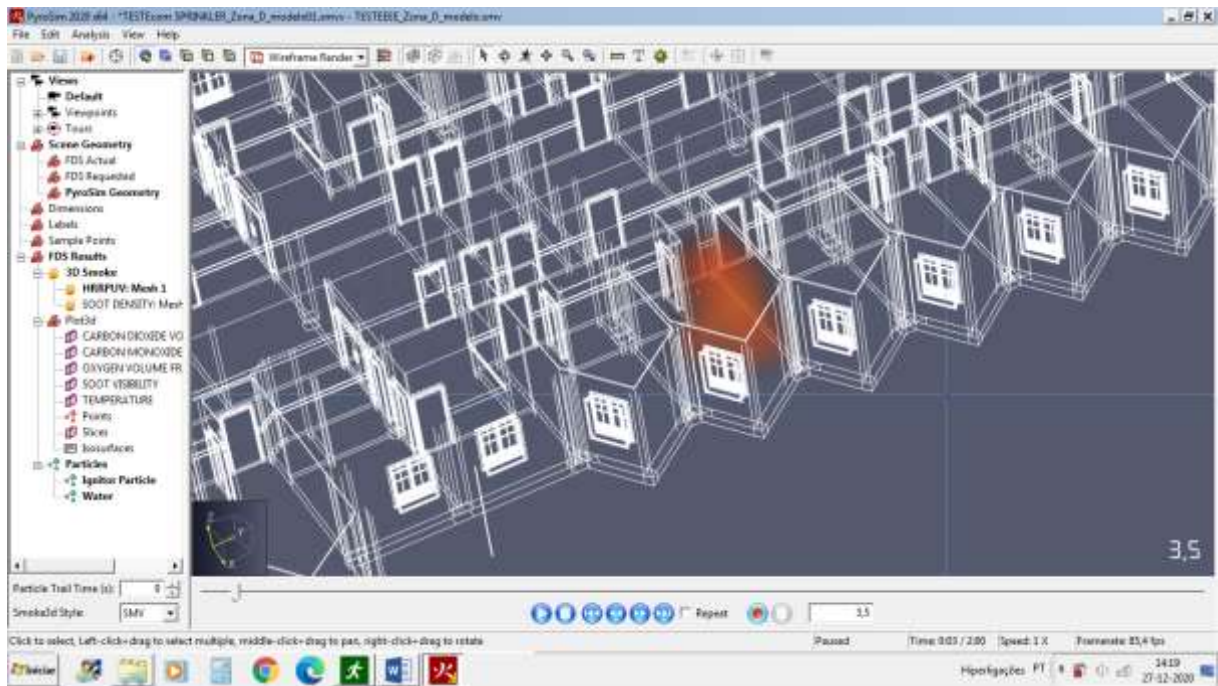


Figura 95 – Visibilidade da chama no software PyroSim aos 3.5 segundos.

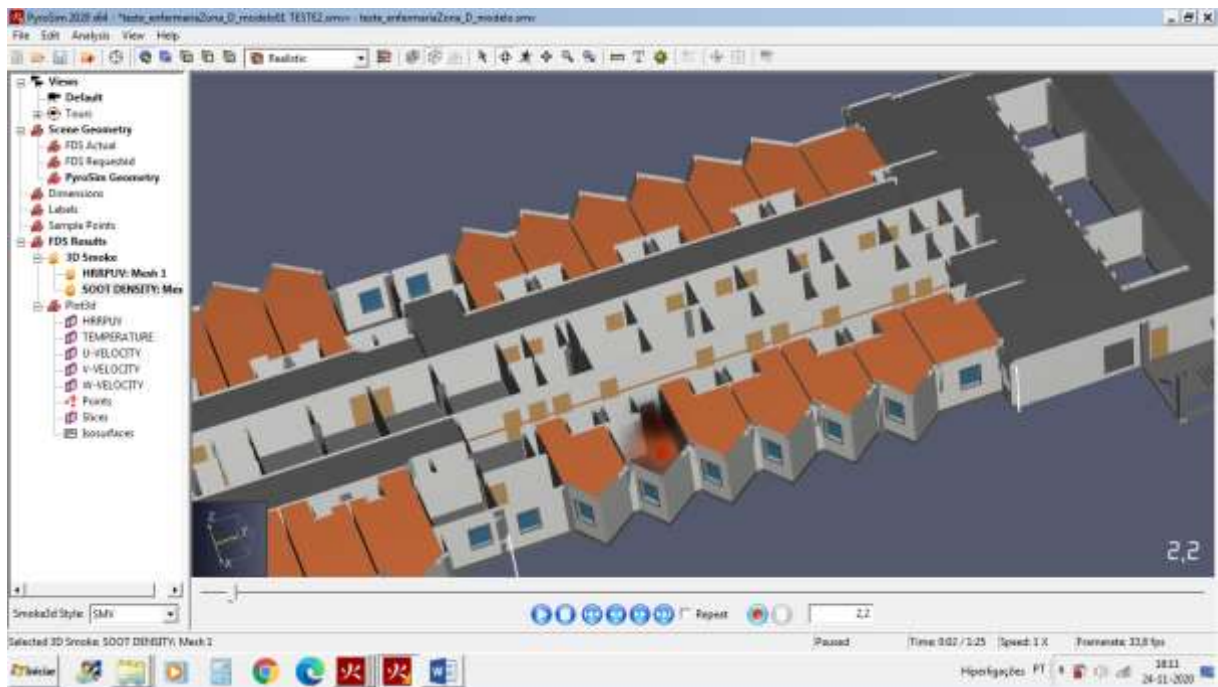


Figura 96 – Visibilidade do fumo no software PyroSim aos 2.2 segundos.

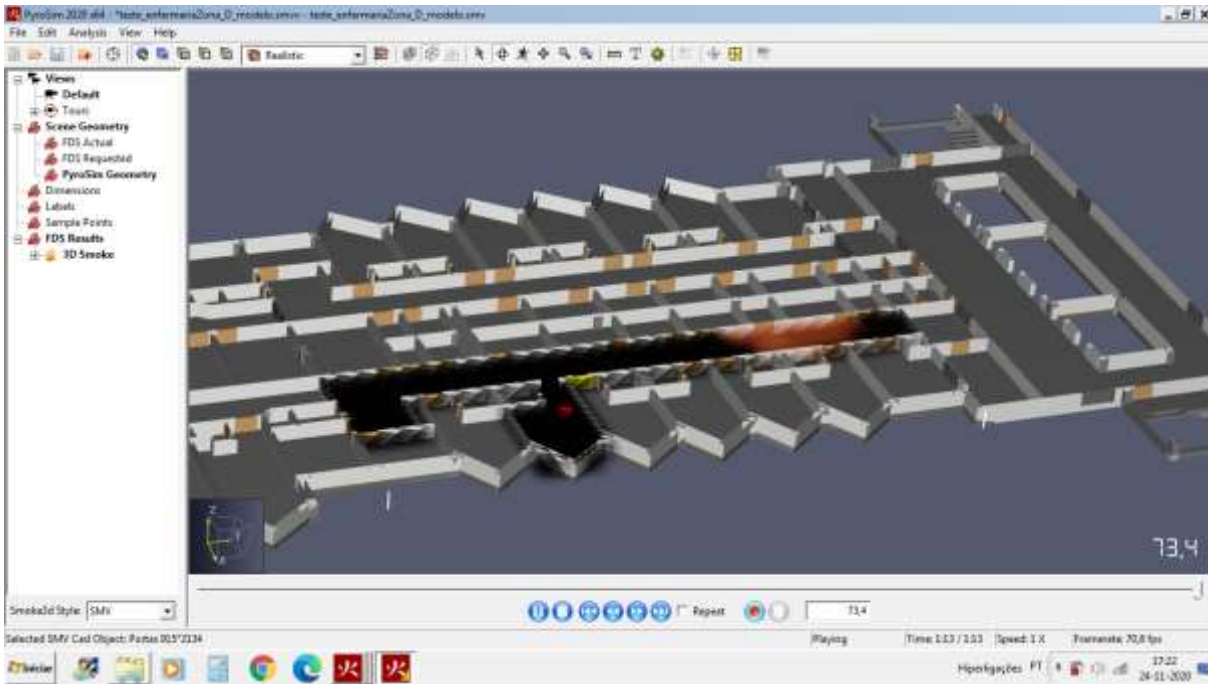


Figura 97 – Visibilidade da propagação do fumo no software PyroSim aos 73.4 segundos.

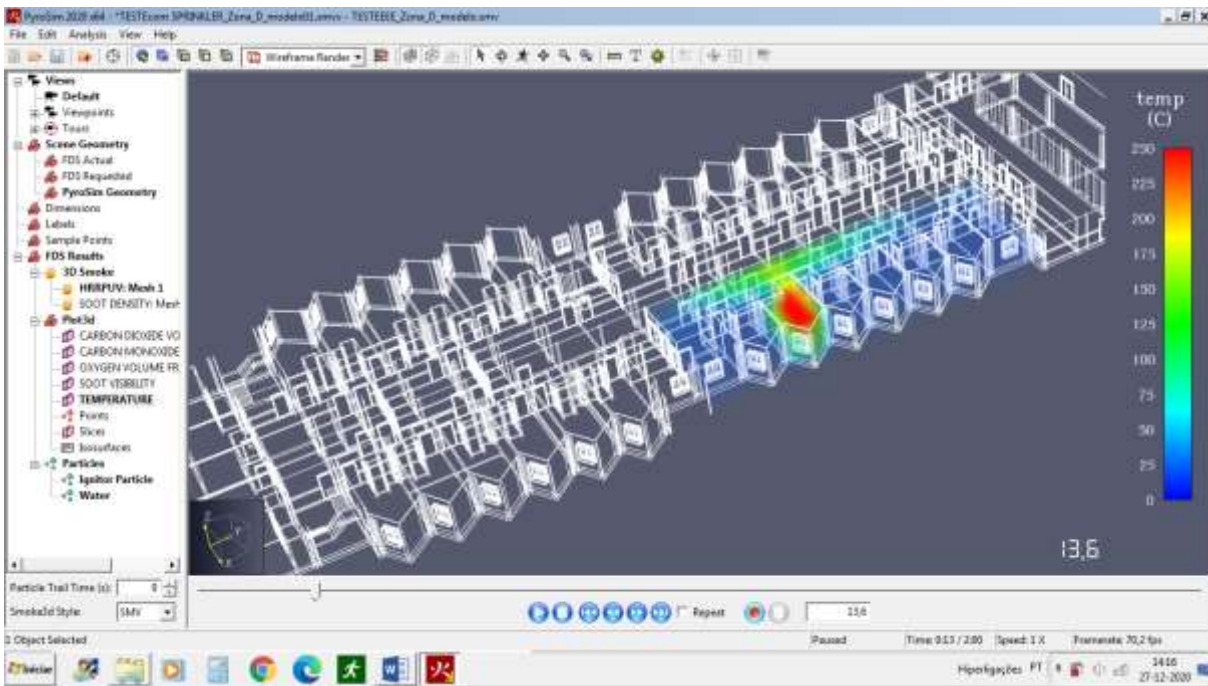


Figura 98 – Visibilidade da temperatura no software PyroSim aos 13.6 segundos.

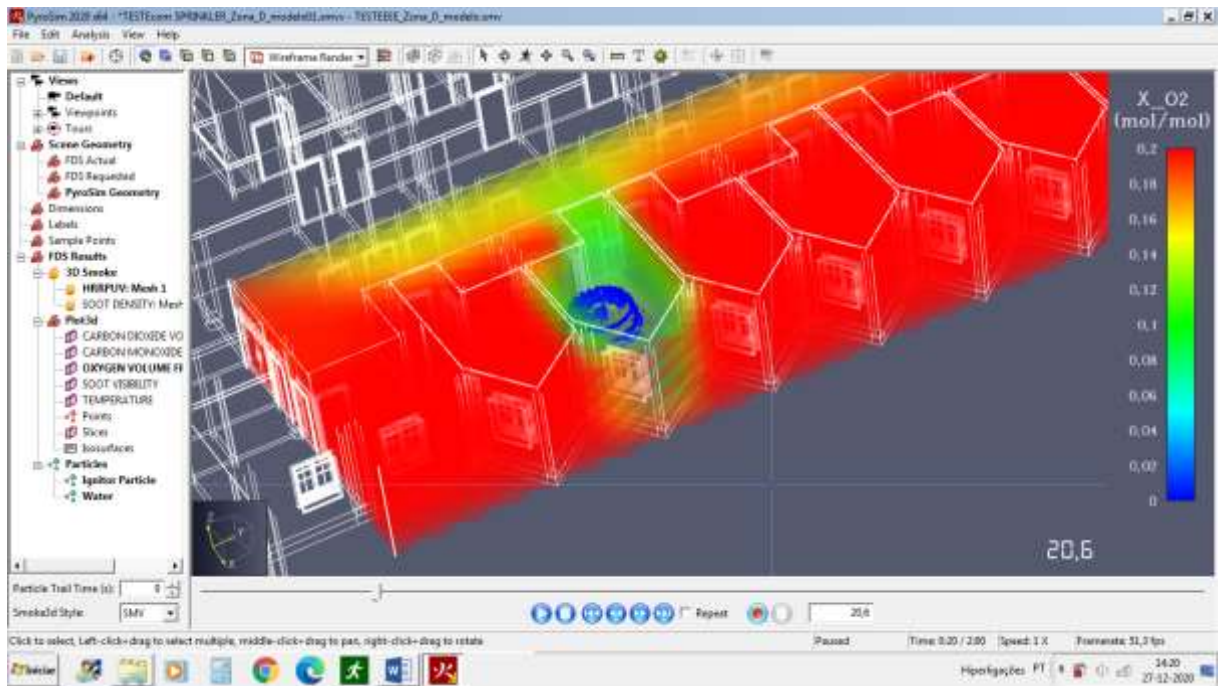


Figura 99 – Visibilidade da fracção de oxigénio e do Sprinkler no software PyroSim aos 73.4 segundos.

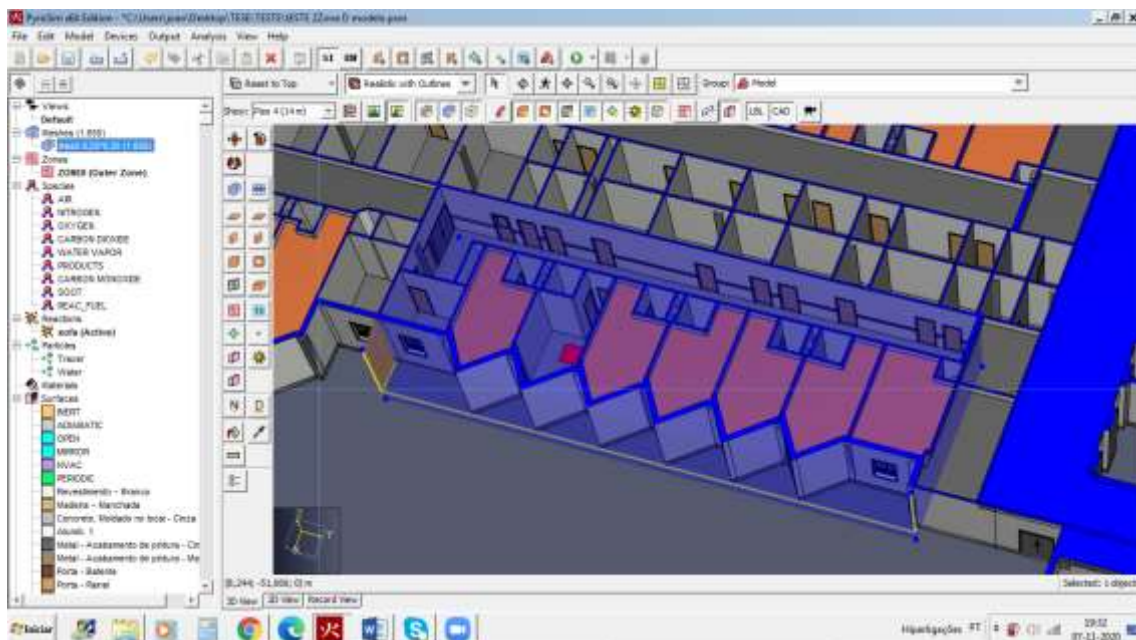


Figura 100 – Visibilidade da malha no software PyroSim.

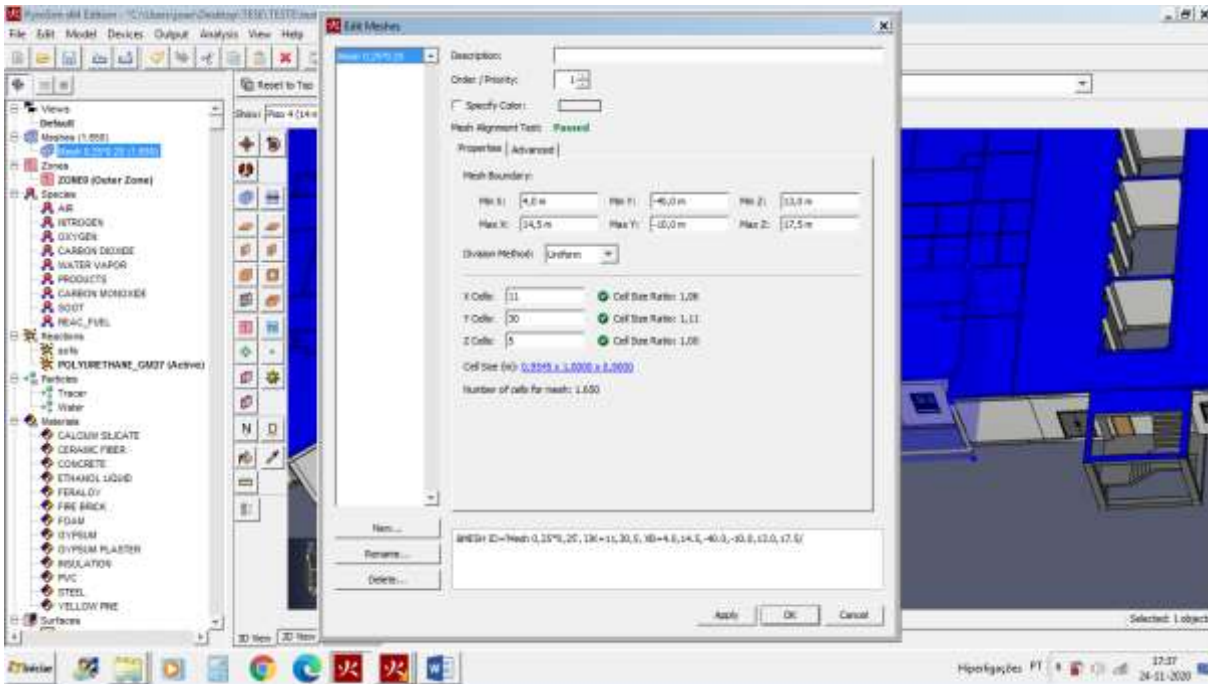


Figura 101 – Interface de criação da malha no software PyroSim.

Para tornar o trabalho mais completo, foi criado um cenário mais longe dos elevadores e que proporcionasse mais dificuldade de evacuação, por forma a poder ajudar no combate ao incêndio do edifício de um modo geral (ver figura 103).

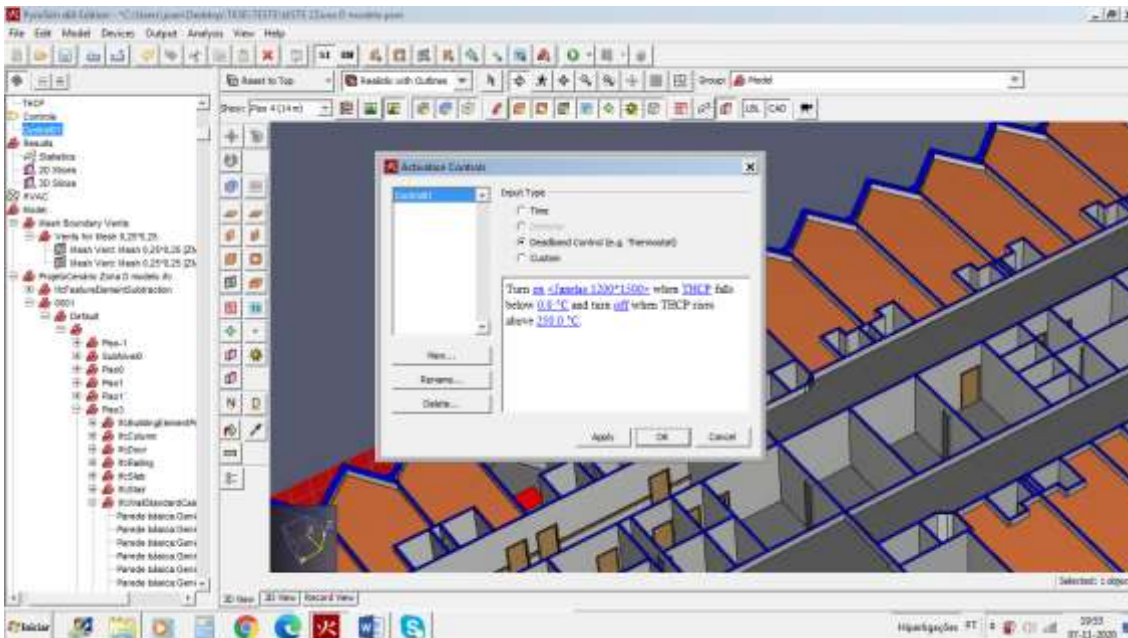


Figura 102 – Activação do Sprinkler.

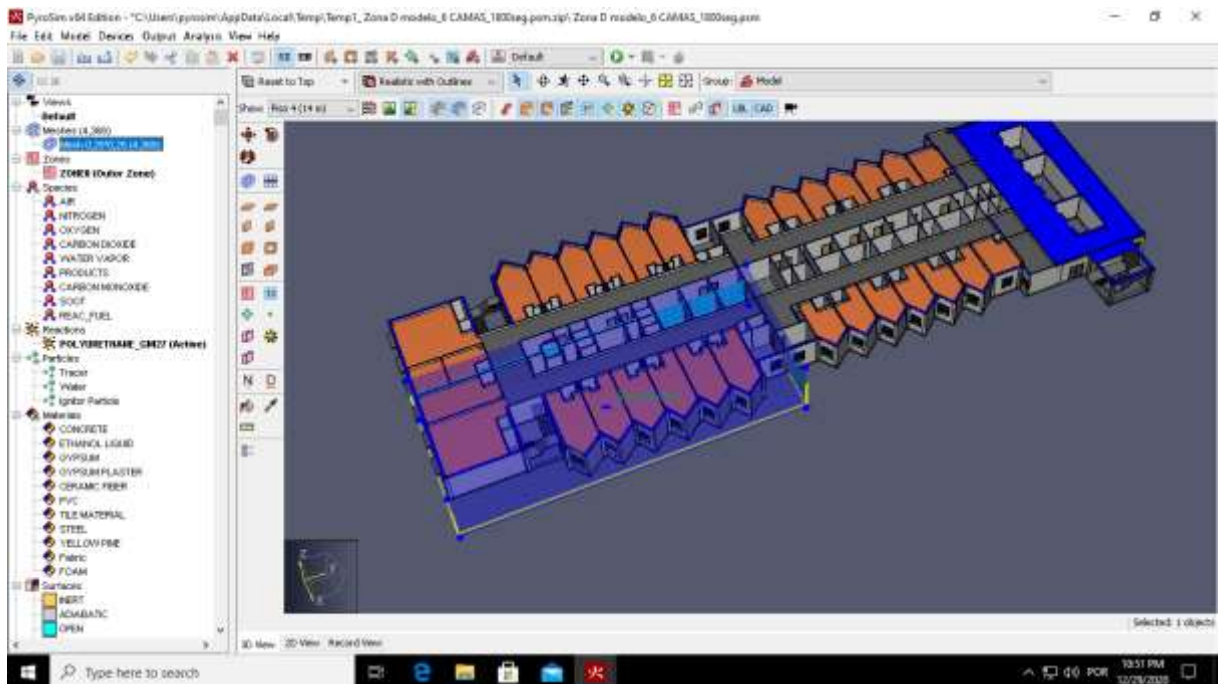


Figura 103 – Malha do segundo teste do cenário da zona D.

Na simulação em causa a propagação da chama é de tal ordem que em poucos segundos o quarto fica completo de fumo, dificultando a evacuação de doentes em tempo útil. O tempo de reação, num caso destes terá de ser na ordem dos 8 segundos, no máximo, como podemos observar nas figuras seguintes. Na realidade sabemos que precisamos bem mais do que isso para tomar decisões.

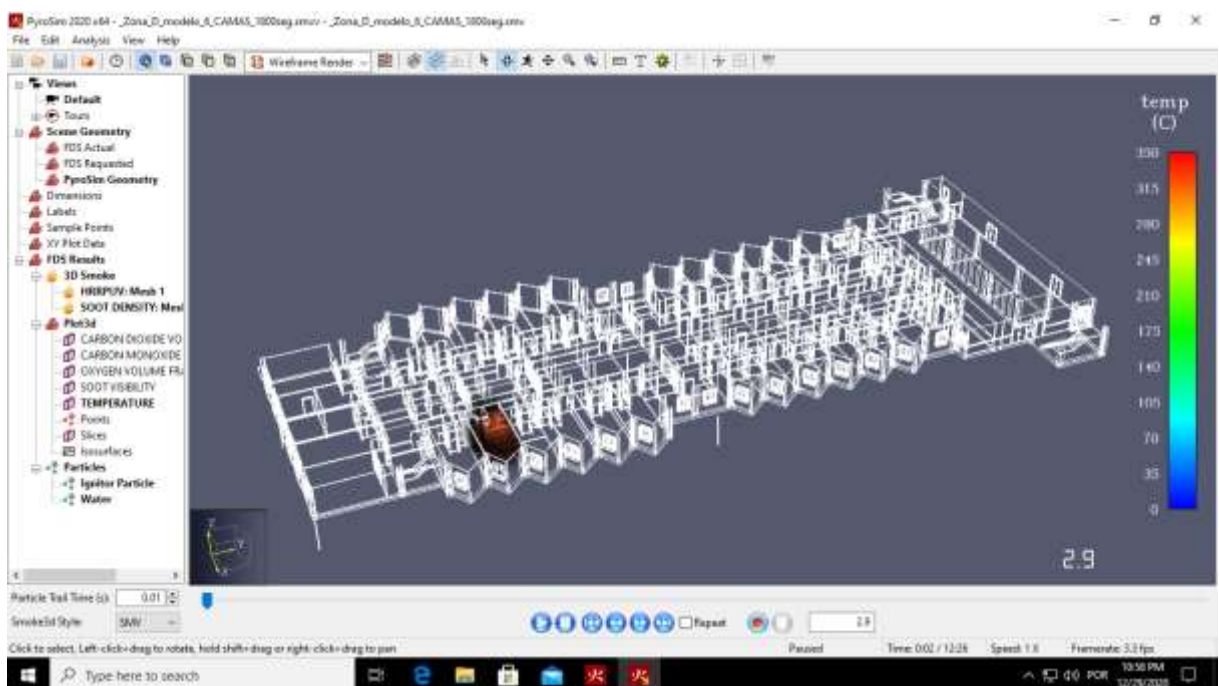


Figura 104 – Visibilidade da propagação do incêndio aos 2.9 segundos.

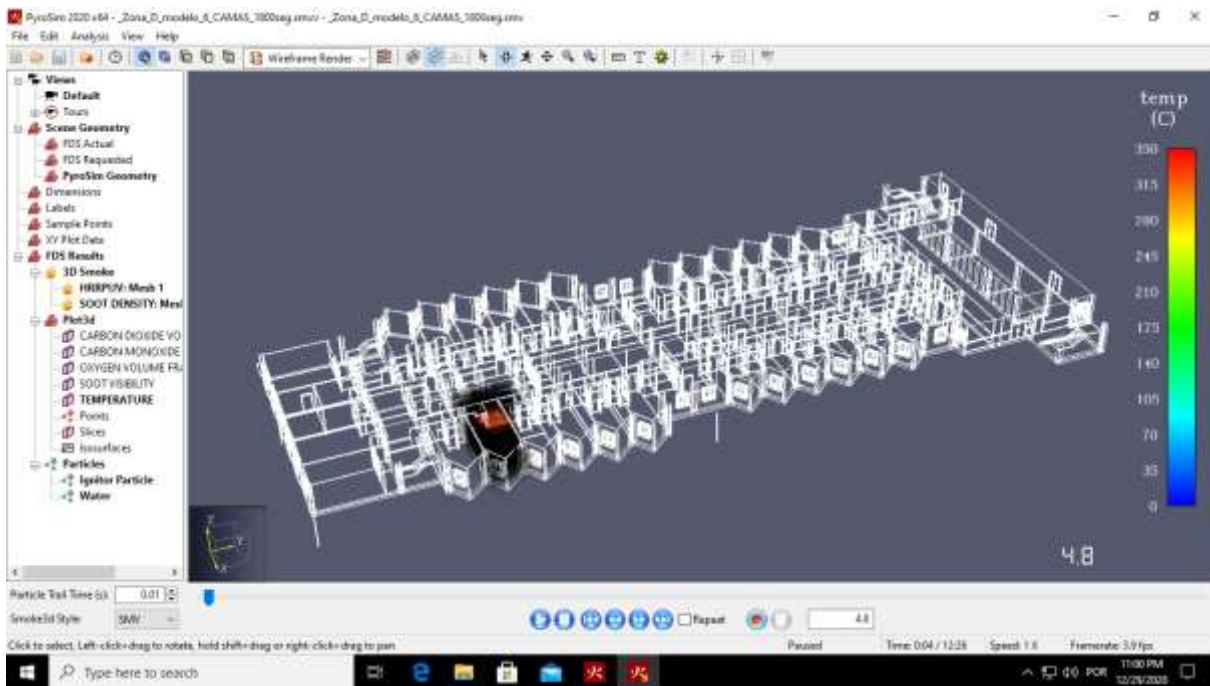


Figura 105 – Visibilidade da propagação do incêndio aos 4.8 segundos.

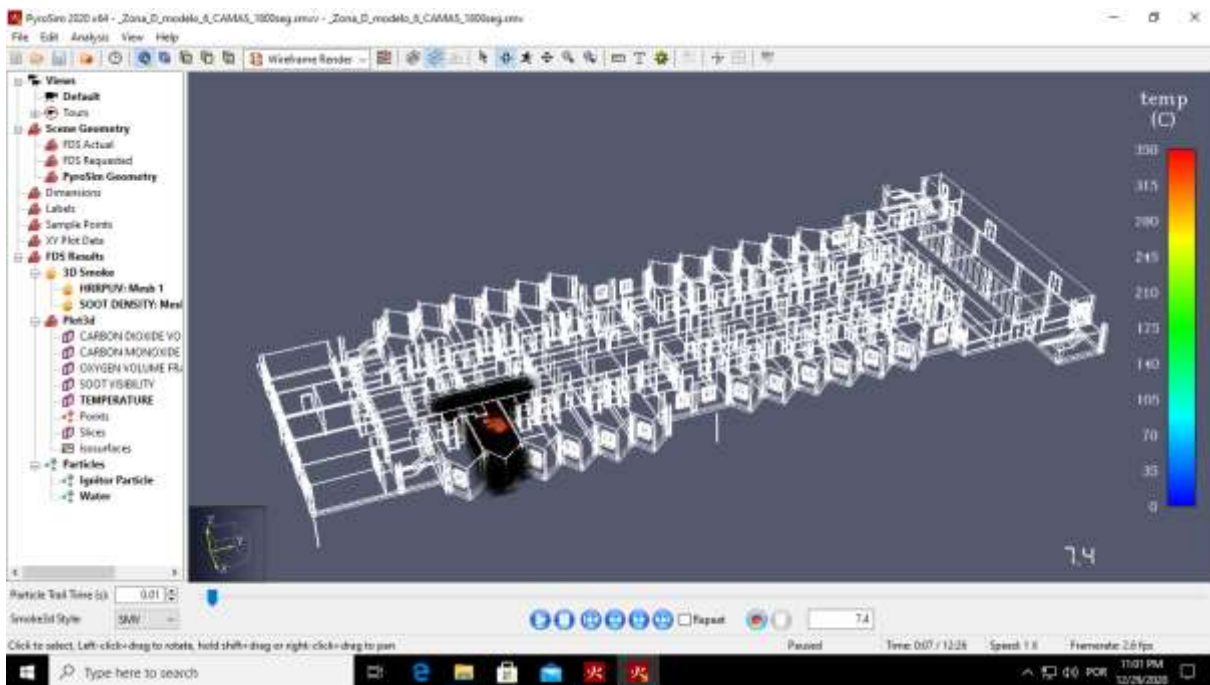


Figura 106– Visibilidade da propagação do incêndio aos 7.4 segundos.

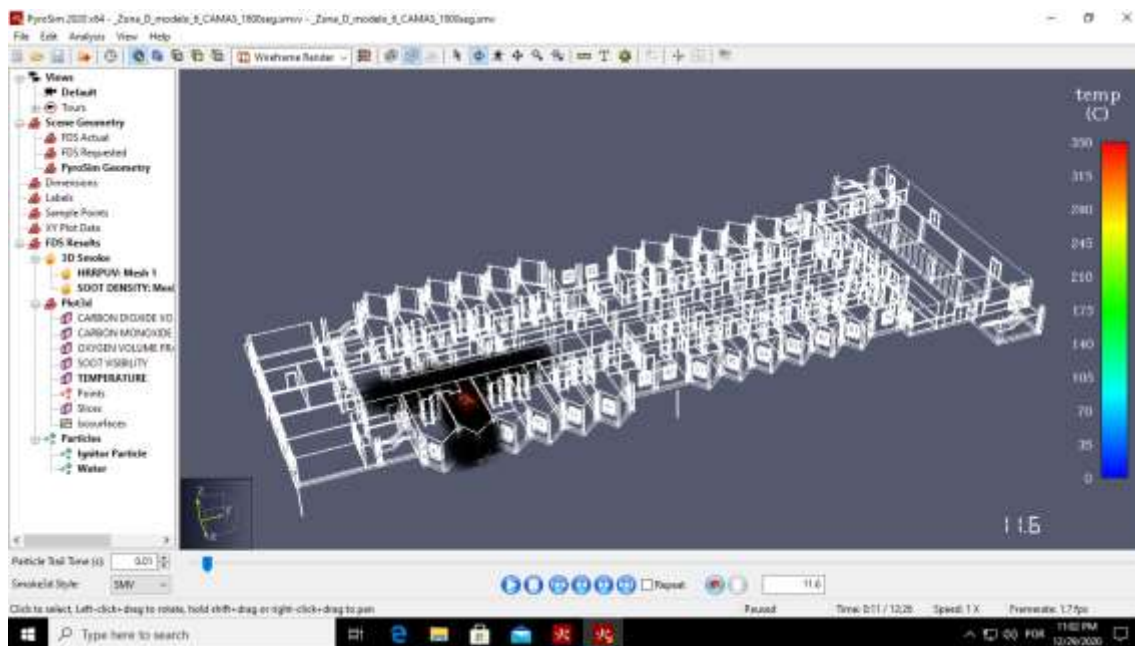


Figura 107 – Visibilidade da propagação do incêndio aos 11.6 segundos.

Aos 7 segundos o fumo começa a entrar no corredor e a chama dentro do quarto maior. Os materiais dos compartimentos foram programados para arderem, nesta simulação, prevalece a madeira das portas, das janelas e do bate macas. Sendo visível que começam a ardem aos 90 segundos (ver figura 111).

Aos 21 segundos outros compartimentos começam a ficar com fumo (ver figura 109) e quase todo o corredor. Por volta dos 691 segundos todos os restantes materiais ardem, portas bate macas e aros das portas ao longo do corredor (ver figura 113).

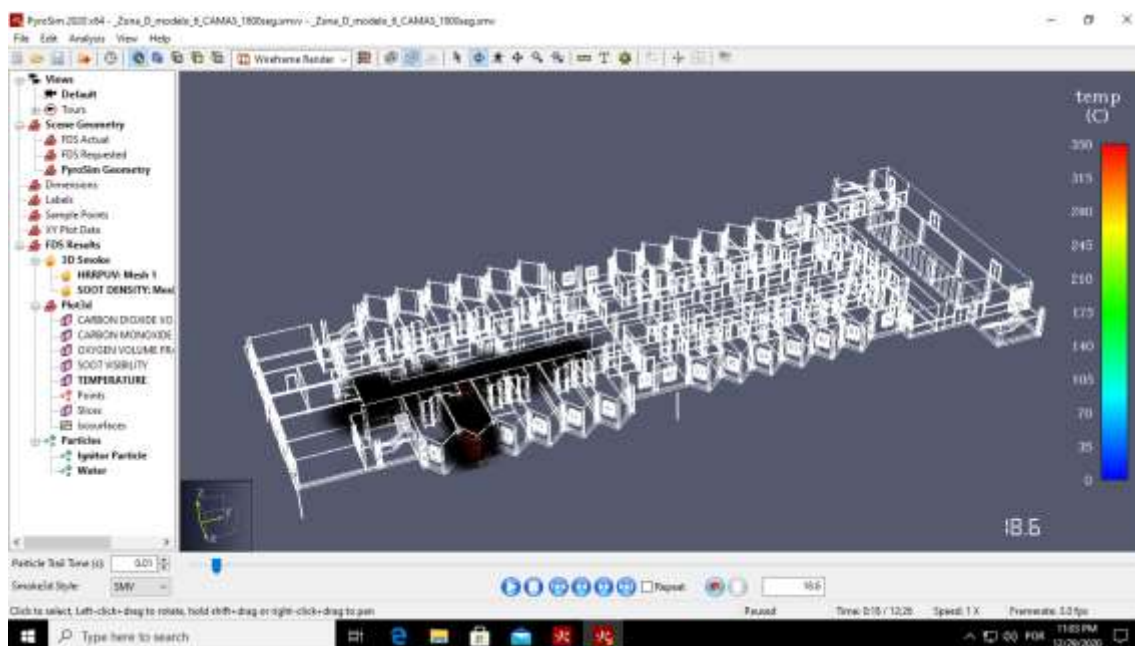


Figura 108 – Visibilidade da propagação do incêndio aos 18.6 segundos.

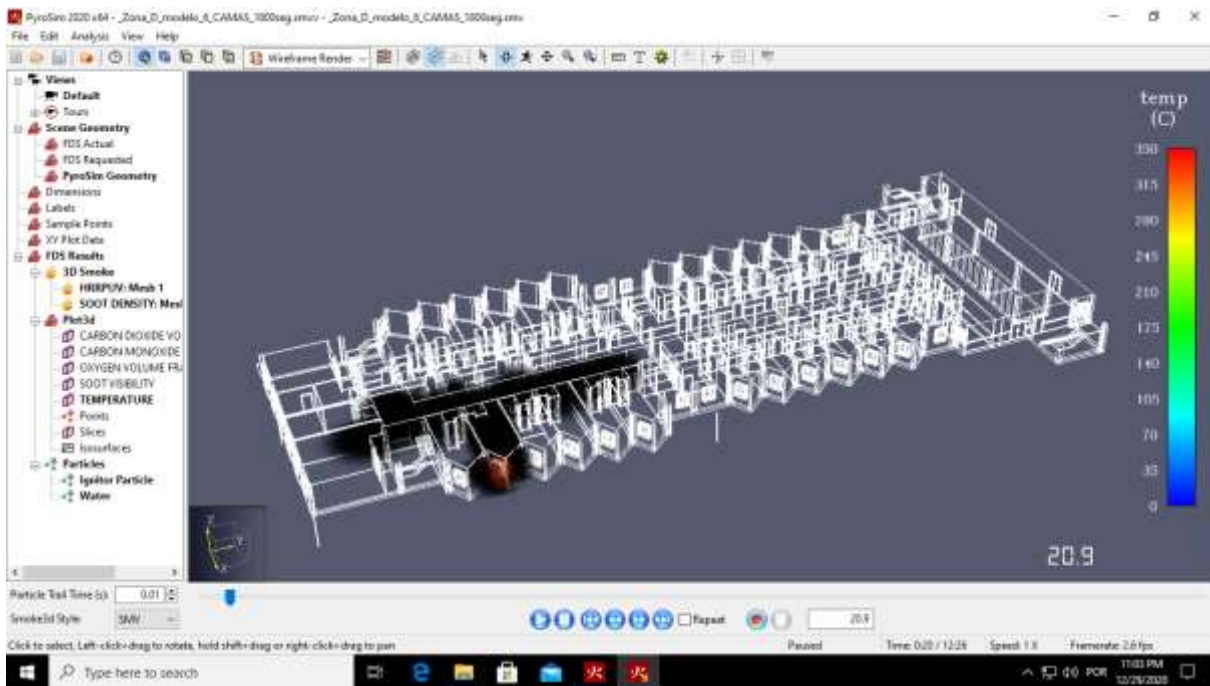


Figura 109 – Visibilidade da propagação do incêndio aos 20.9 segundos.

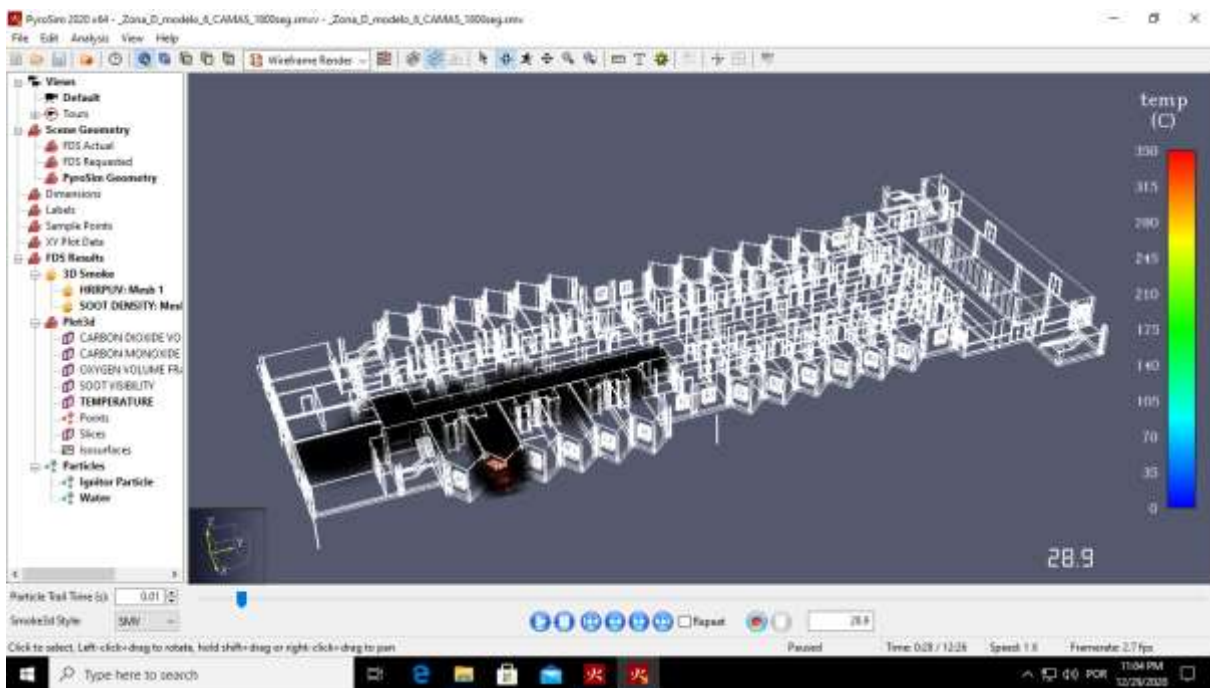


Figura 110 – Visibilidade da propagação do incêndio aos 28.9 segundos.

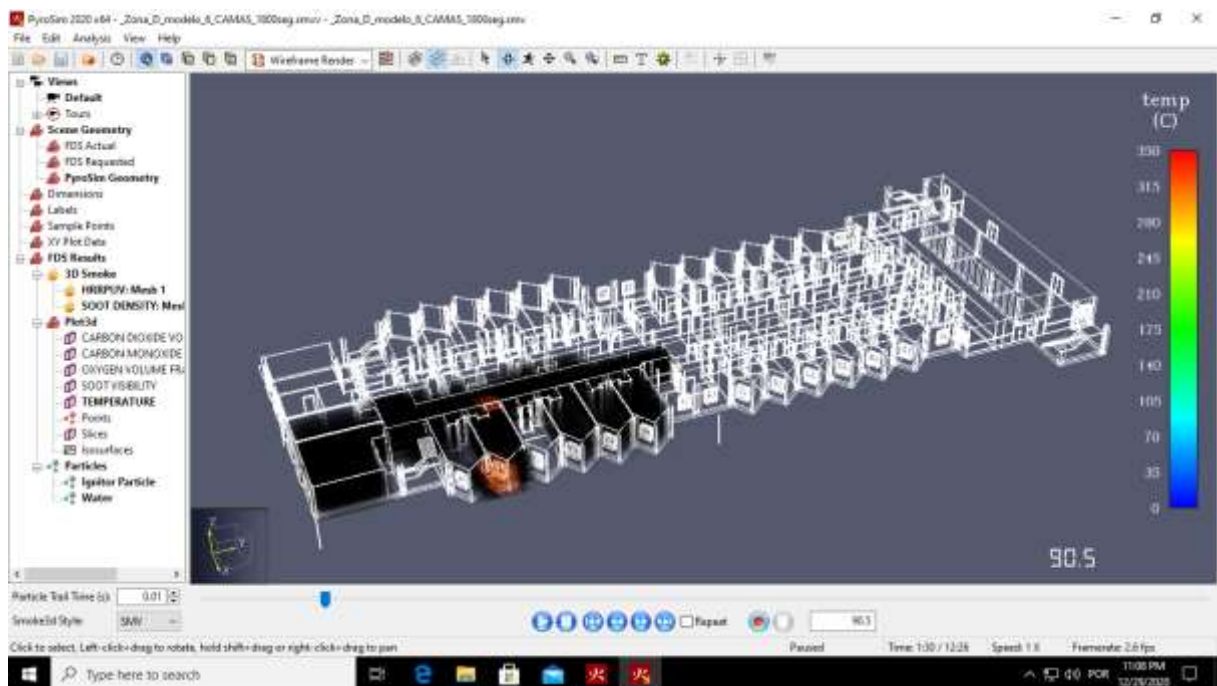


Figura 111 – Visibilidade da propagação do incêndio aos 90.5 segundos.

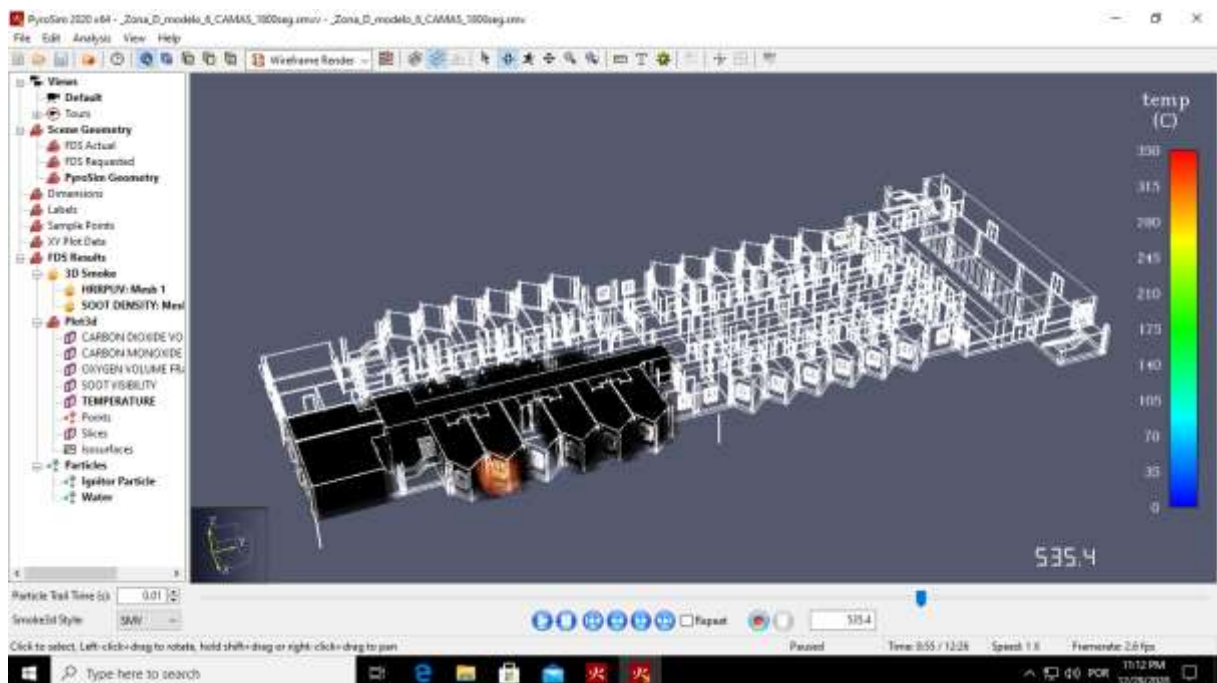


Figura 112 – Visibilidade da propagação do incêndio aos 535.4 segundos.

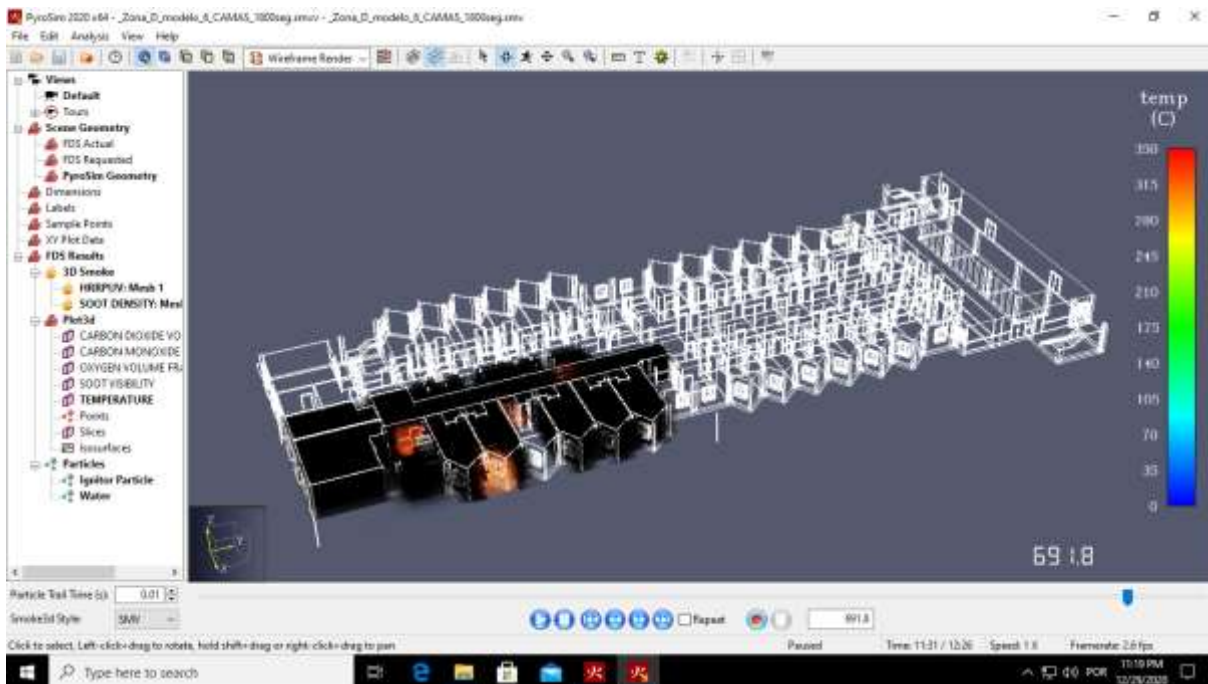


Figura 113 - Visibilidade da propagação do incêndio aos 691 segundos.

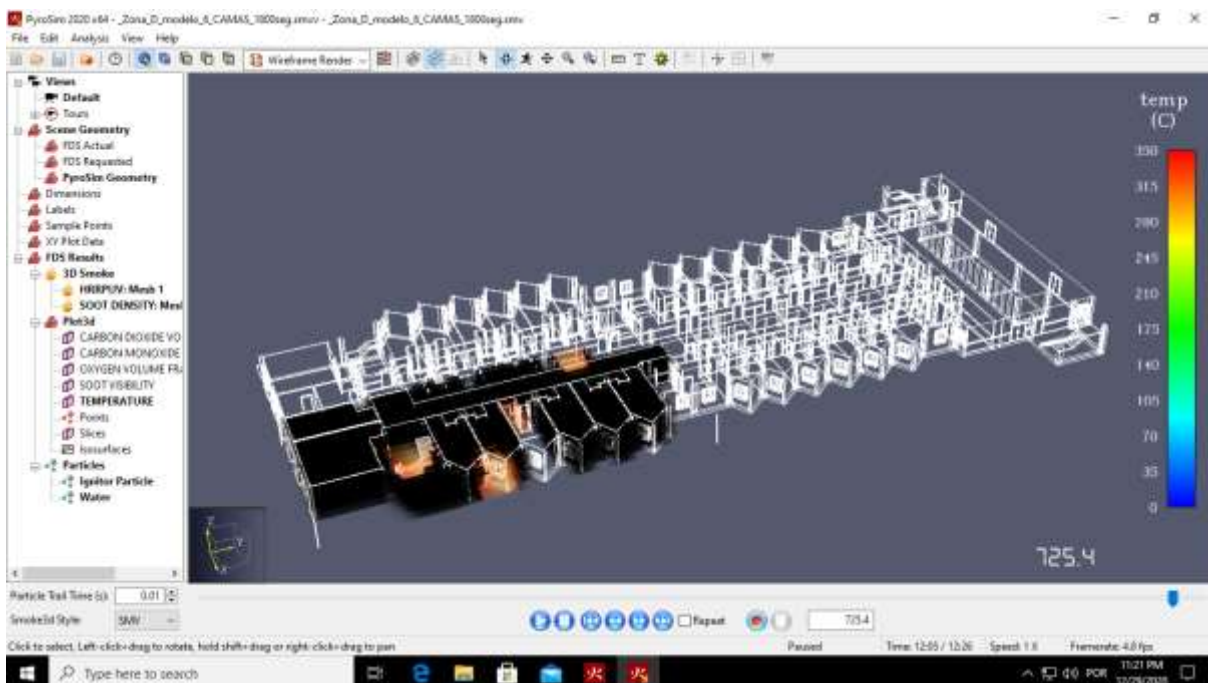


Figura 114 - Visibilidade da propagação do incêndio aos 725 segundos.

A simulação termina aos 746 segundos, na qual o software dá a informação de que não é possível avançar mais por erro numérico, ou seja todo o compartimento alcançado pela malha é preenchido de fumo, o programa não consegue calcular mais propagação de fumos.

6.2.3. Cenário Zona A, 7º piso, consultas externas

O cenário da zona A é um local de concentração de pessoas que vêm à consulta, em alguns dos casos são de pessoas cuja situação é pós-operatória, o que dificulta a reação ao alarme e à decisão que daí advém, já para não falar na necessidade de ter um ocupante, aumentando assim o número de efetivos no edifício. O local do incêndio é numa zona de atendimento ao público (ver figura 115) zona administrativa, com uma carga de incêndio preocupante para um espaço tão pequeno e com tanta afluência de pessoas.

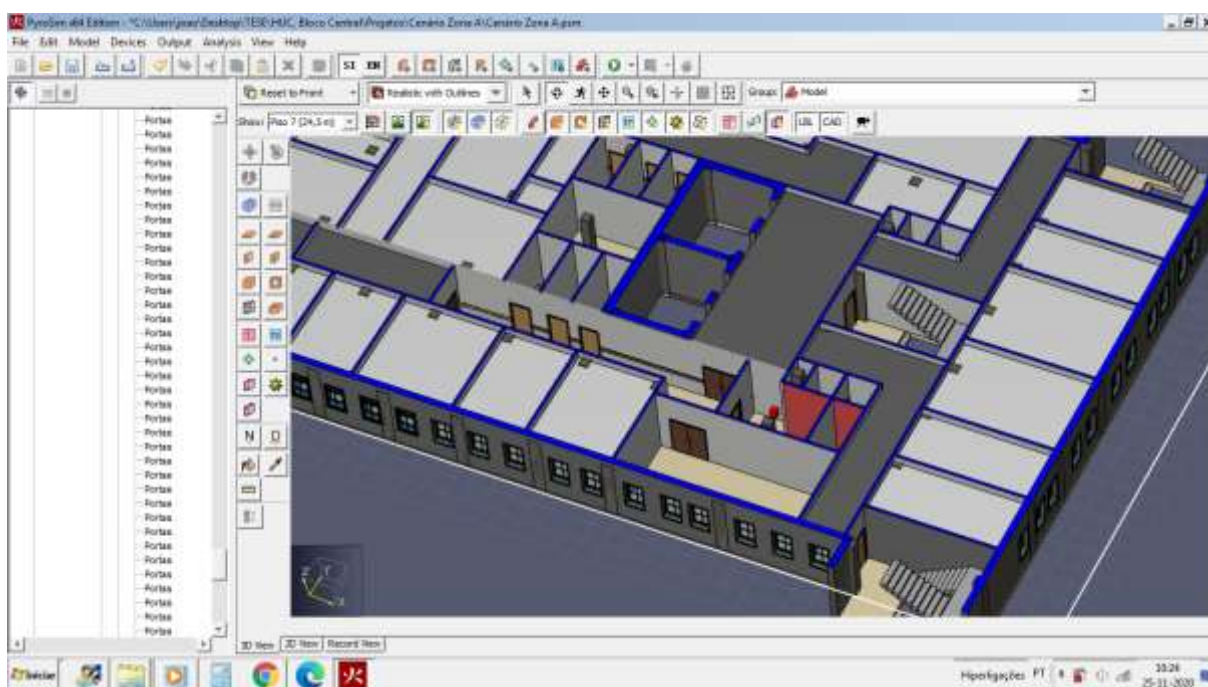


Figura 115 – Local ponto de ignição.

A malha para este cenário foi restringida à ala de consultas que tem várias divisões, numa fase de estudo inicial, conectadas por portas corta fogo (ver figura 116) com 2.1 metros de largura e ao hall de elevadores e escadas de emergência que poderão servir para a evacuação. Uma vez que existem duas escadas. Por forma a estudar propagação dos fumos pelas portas corta fogo, aquando da evacuação (as portas corta fogo têm de abrir) a malha alcança todo o piso que serve aquela determinada zona de consultas (ver figura 117).

O compartimento em causa tem uma porta com duas pequenas janelas para auxílio do atendimento a doentes.

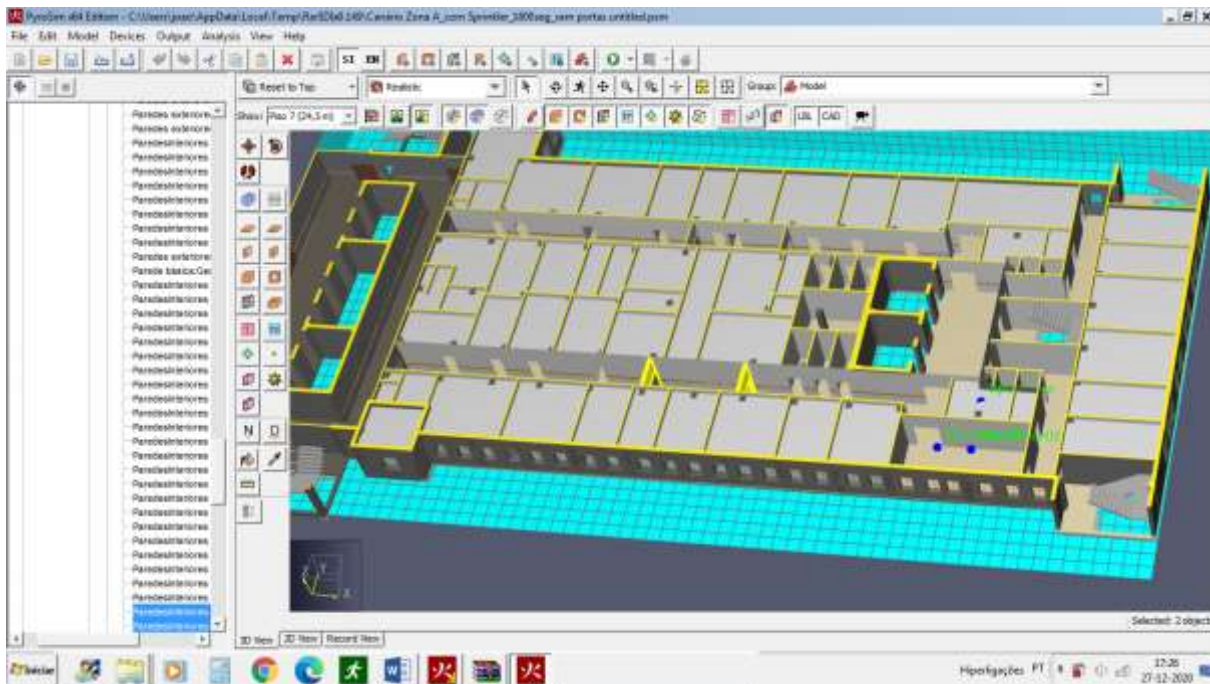


Figura 116 – Porta corta fogo do cenário.

Como forma de comparação, introduzi no modelo os dispositivos de extinção automática, (ver figura 119) na zona de sala de espera e no compartimento do local do incêndio.

No PyroSim na barra de ferramentas, *Devices*, “new sprinkler” é possível programar a descarga de água sobre o compartimento afetado. Associado ao sprinkler têm de estar as partículas de água do modelo, quando o sprinkler determina a existência de uma determinada temperatura as partículas de água são ativadas.

É possível afirmar que a propagação do fogo em caso de inexistência de Sprinkler é muito rápida, uma vez que o fogo pode alastrar a outros materiais aí existentes, isto falando numa primeira fase do incêndio em que os meios de primeira intervenção possam falhar.

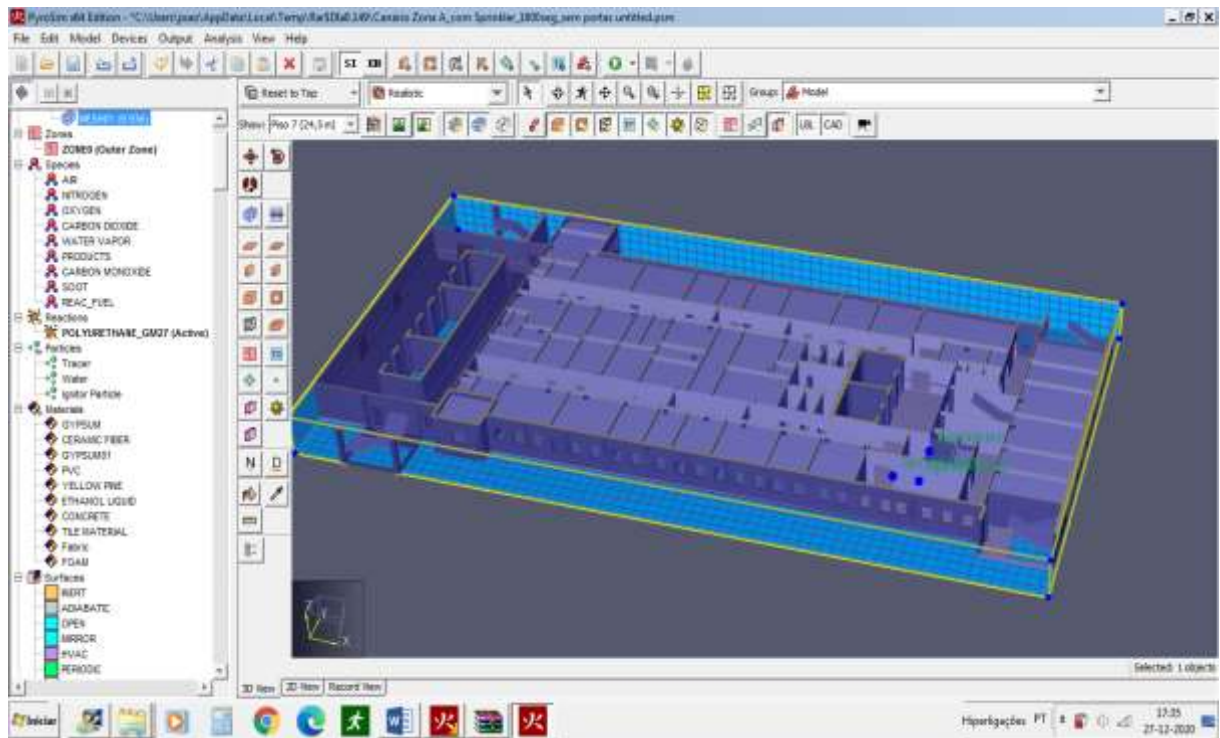


Figura 117 – Dimensão da malha do cenário.

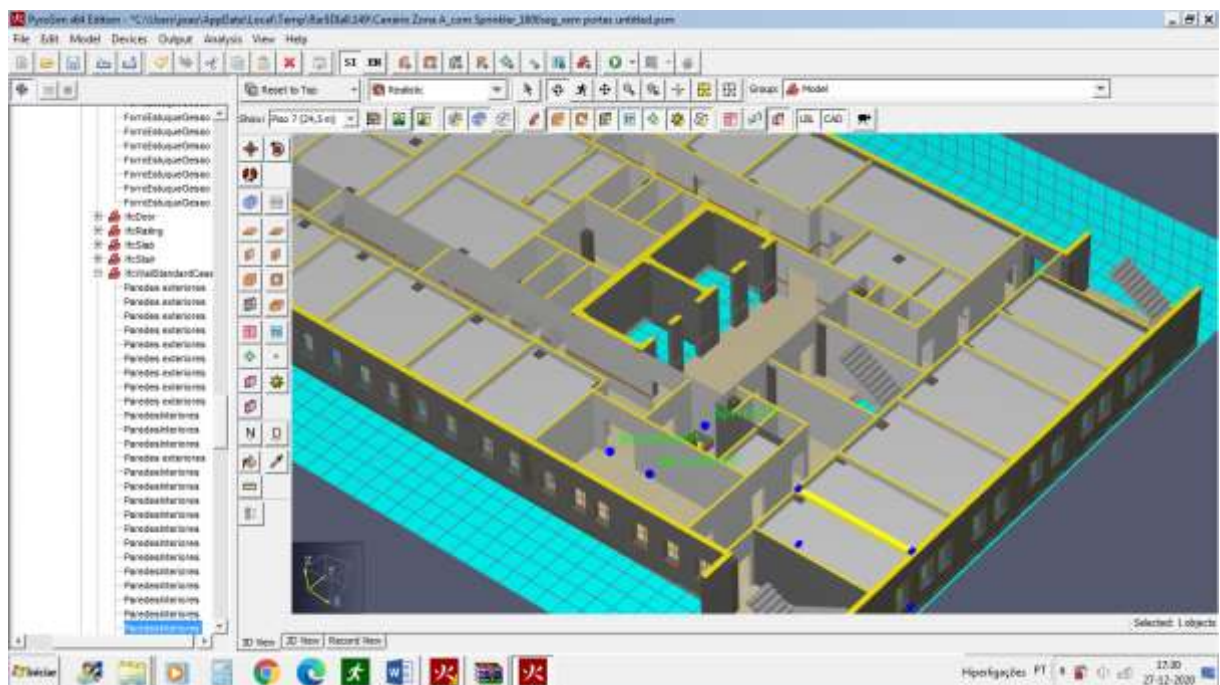


Figura 118 – Localização dos Sprinklers.

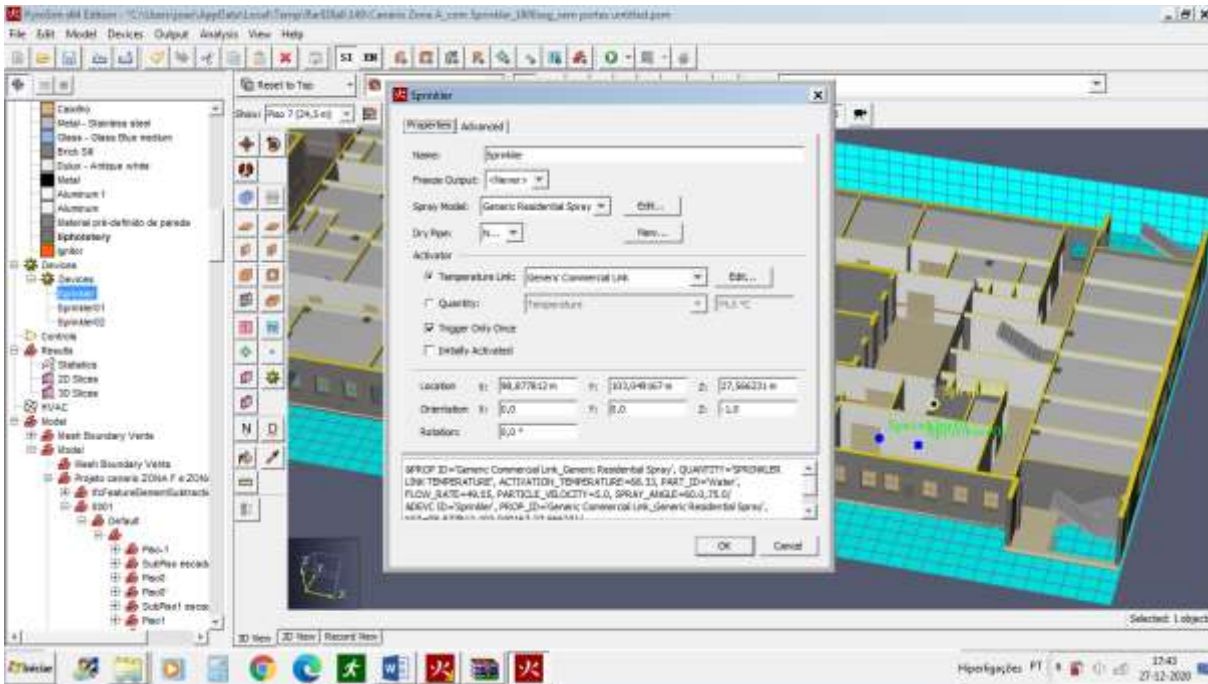


Figura 119 – Criação dos Sprinklers.

Em ANEXO é visível a propagação do incêndio, sem sprinkler e com sprinkler e a análise dos parâmetros que o software reproduz. São estes parâmetros a chama, o fumo, a temperatura, fracção de oxigénio e visibilidade, que tanto impedem a evacuação do efetivo, ver figuras seguintes do incêndio aos 14.9 Segundos e aos 34.8 segundos quando o Sprinkler é ativado. É de salientar que o Sprinkler nesta situação parece que fica ativo muito tarde, pois dá a sensação de que a propagação de fumo já vai bastante avançada (ver figura 122). Mas os sprinklers são programados para casos extremamente necessários, uma vez que para além das vidas humanas que se podem pôr em risco, também é necessário afirmar que estão em causa a danificação de documentos e equipamentos necessários ao apoio clínico.

Posso afirmar que ao fim de 9.3 segundos todo o compartimento de administração fica preenchido com fumo e que a zona de sala de espera do local em causa do incêndio fica sem visibilidade provocada pelo fumo extenso aos 53 segundos. Facto este que é preocupante, mas já esperado na análise de resultados, uma vez que não se está a contabilizar a exaustão de fumos. Por não ter essa informação, não posso afirmar a existência ou inexistência do sistema.

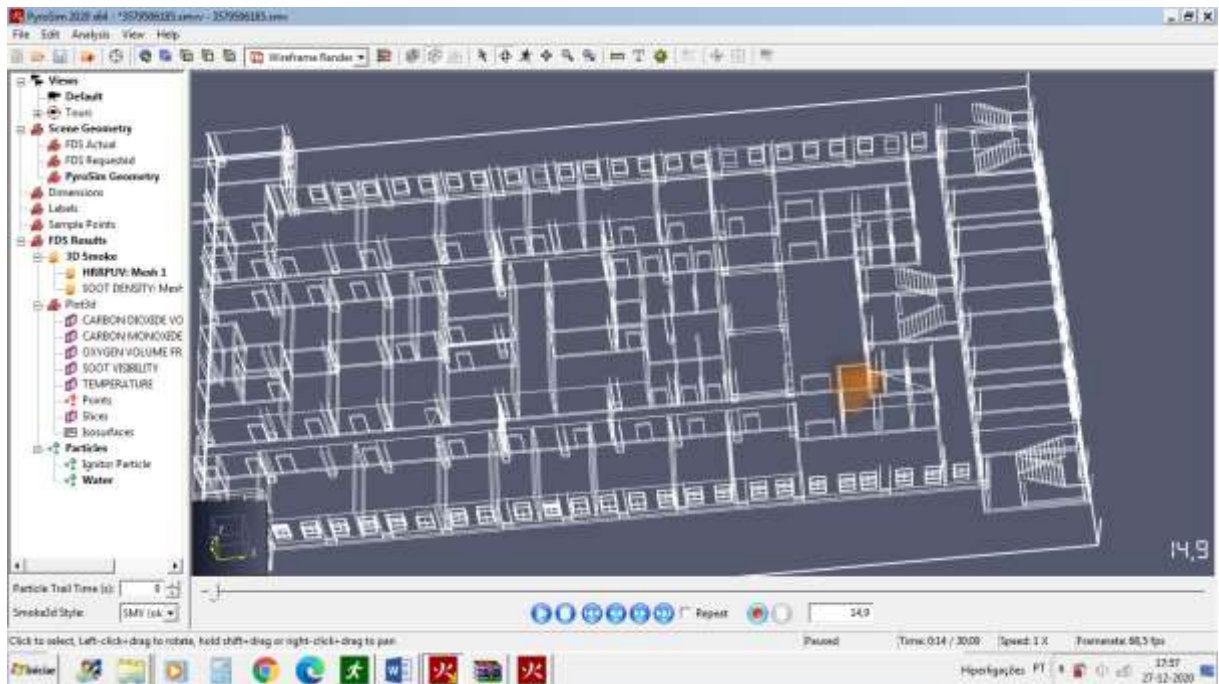


Figura 120 – Visibilidade da chama aos 14.9 segundos.

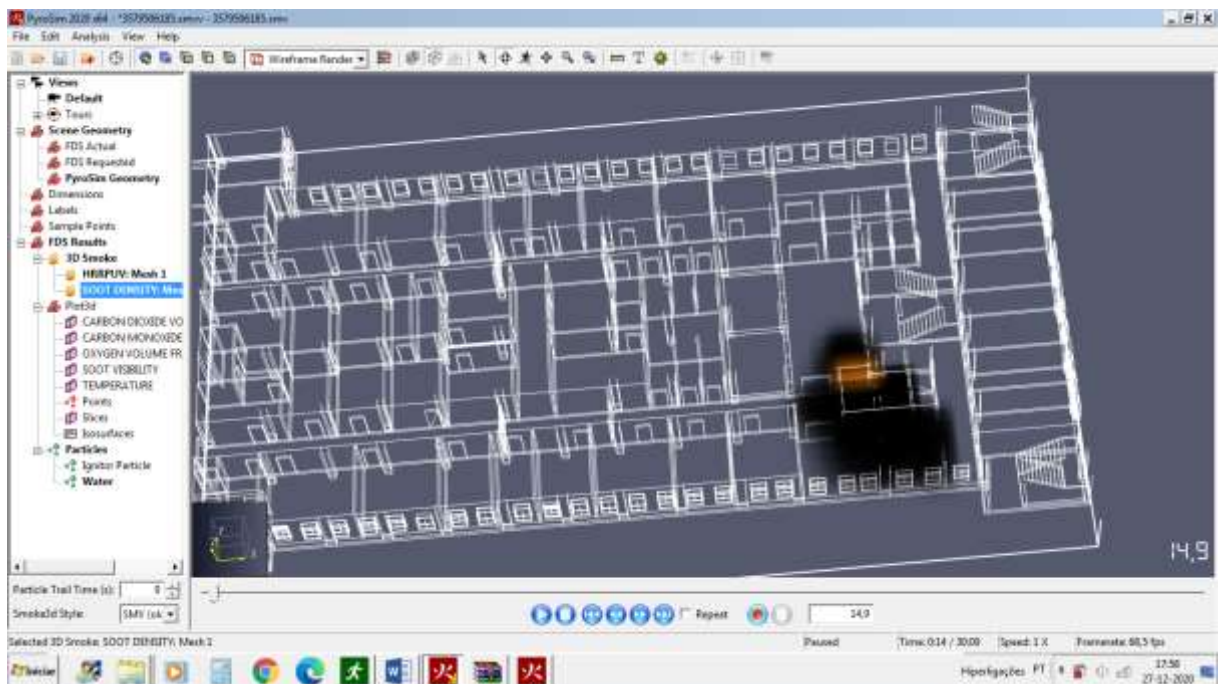


Figura 121 – Propagação do fumo aos 14.9 segundos.

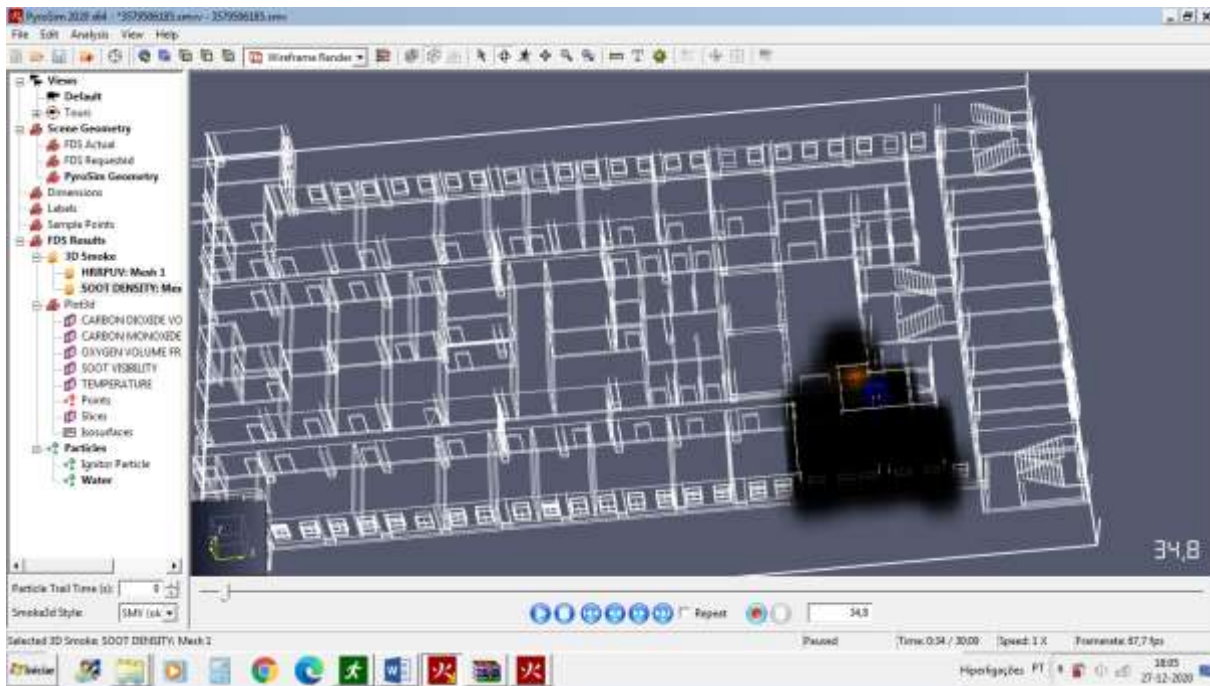


Figura 122 – Ativação do Sprinklers aos 34.8 segundos.

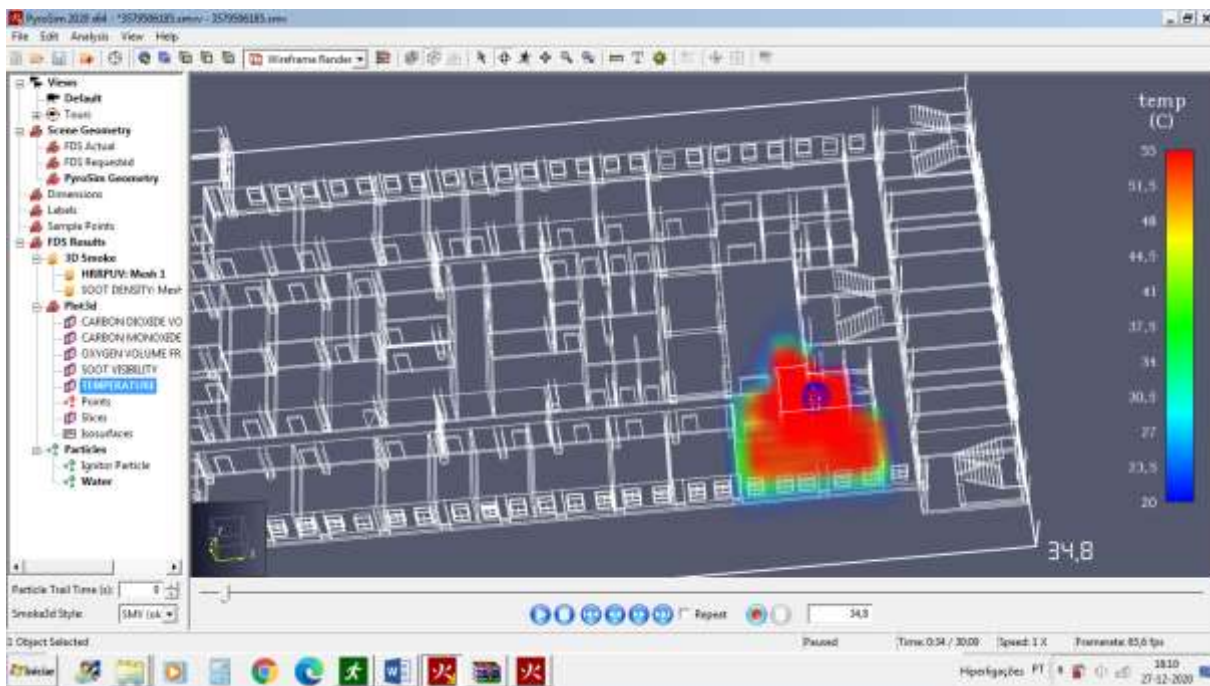


Figura 123 – Visibilidade da temperatura aos 34.8 segundos.

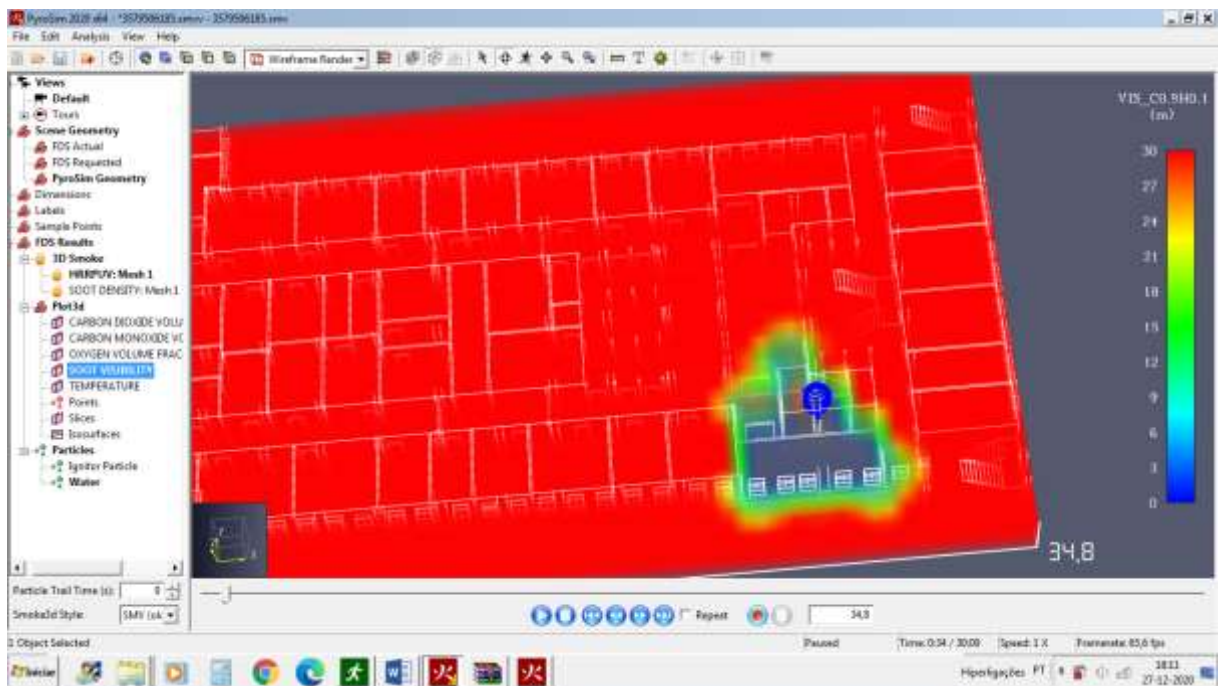


Figura 124 – Visibilidade aos 34.8 segundos.

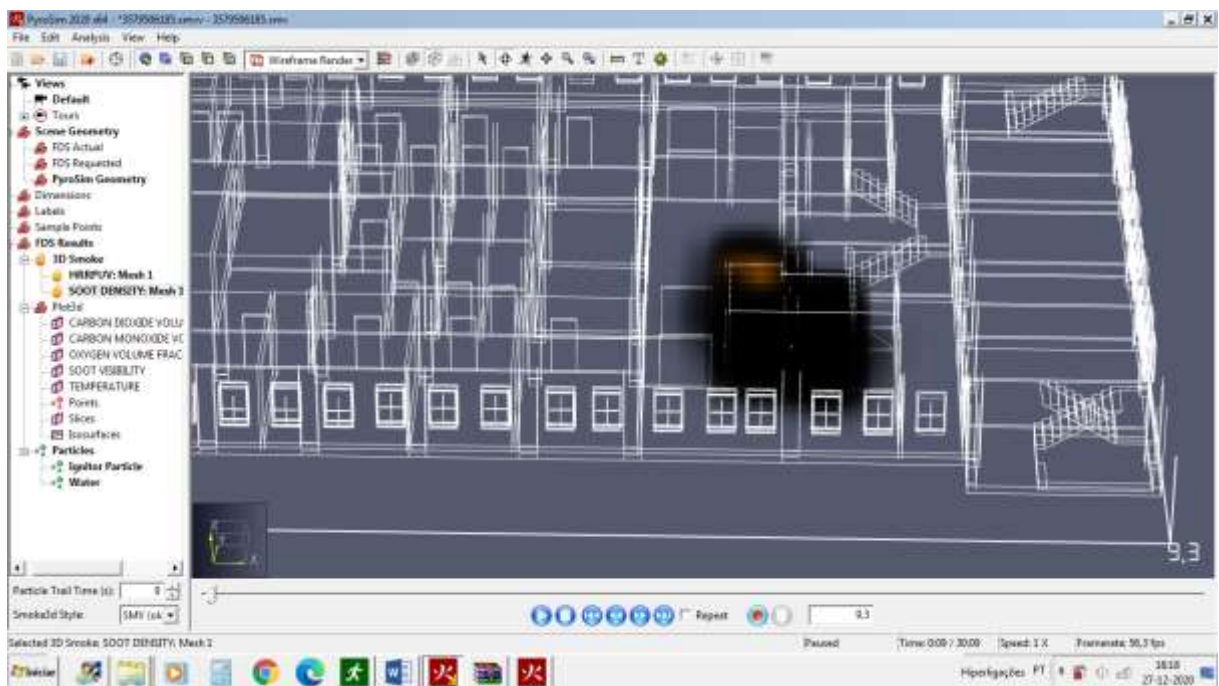


Figura 125 – Compartimento do local de incêndio completo de fumo aos 9.3 segundos.



Figura 126 – Sala de espera do local de incêndio completo de fumo aos 53 segundos.

Podemos afirmar que a altura mais preocupante é a fase inicial do incêndio, com o decorrer do incêndio a propagação do fumo e da temperatura é sempre constante, no início a chama o fumo são exponenciais.

A visibilidade impede a evacuação e por sua vez inicialmente dificulta os trabalhos de combate do incêndio e evacuação dos compartimentos.

6.3. Modelos De Evacuação No Pathfinder

6.3.1. Introdução

Um dos objetivos primários da segurança contra incêndio é garantir a evacuação de todos os ocupantes de um edifício com segurança. Embora existam regras e regulamentos de segurança contra incêndio, eles permanecem insuficientes para garantir a segurança de todos os ocupantes do edifício e não impedem que os eventos dramáticos se repitam. A evacuação de emergência de um hospital requer assistência para pacientes com mobilidade reduzida.

A evacuação foi estudada para servir apenas um piso, ou parcial em cada cenário. Evacuar um edifício inteiro são situações que só acontecem em caso de catástrofe, que ninguém consegue prever. A equipa de gestão de riscos do CHUC está preparada e prepara diariamente os ocupantes do mesmo para minimizar falhas e consequentemente perda de vidas.

É de referir que existe uma equipa no CHUC que diariamente dá formação a funcionários do Hospital, para aprenderem a executar tarefas relativas ao combate a incêndio e evacuação de doentes se assim o for necessário. Existe um plano de formação que pretende abranger todos os intervenientes destas acções necessárias em caso de incêndio, abrangendo assim enfermeiros, médicos e auxiliares.

Normalmente são formados para usar quatro dispositivos de auxílio ao movimento comumente usados: maca, cadeira de rodas, cadeira de evacuação e cobertor. Estes dispositivos têm de movimentar ao longo de corredores, através de portas e na descida de escadas, incluindo um método de decomposição geométrica da geometria hospitalar.

Pelo Plano de Segurança Interno (PSI) do CHUC – Bloco Central – Utilização-Tipo (UT) V é possível determinar comportamentos e procedimentos a tomar em caso de incêndios e os demais acidentes que poderão suceder, tais como inundações derrames de substâncias perigosas, fuga de combustíveis, sismos etc. Contém também instruções gerais de utilização dos meios de 1ª intervenção (extintor portátil e carretel). Foi com base no PSI que programei todos os intervenientes do incêndio no software Pathfinder.

6.3.2. Análise De Resultados

6.3.2.1. Cenário Zona F

A determinação dos locais de risco da UT V, como dos de qualquer outra UT, depende das condições descritas na legislação.

Segundo artigo 10º do D.L. 224/2015 à excepção dos auditórios todos os outros locais podem ser considerados locais de risco D, pelas várias razões uma delas é pelo facto de incluir diversos serviços ligados à saúde e não só, secretariado, sistema informático, mini cabeleireiro, bar, cantina, lavandaria, laboratórios, tratamento de resíduos etc.. Pelo facto do edifício estar ligado ao edifício central faz deste um local de risco acrescido comparativamente a sua UT, também pelo facto de conter elementos construtivos propícios a propagação rápida de incêndio (revestimento de madeira e cortinas) podemos considerar também um local de risco D ou mesmo E.

Neste cenário a maior preocupação é quantidade de pessoas num só espaço, não tanto pela mobilidade reduzida, porque não local de doentes com mobilidade nula. O efetivo deste local pode chegar às 200 pessoas só dentro do auditório (ver fig.127). Poderá existir algum efetivo de cadeira de rodas, mas na programação de equipas para assistir torna se mais fácil, pois apenas

necessitam de um assistente por cadeira de rodas, tornando mais rápida a evacuação. Dentro do auditório e anfiteatro contabilizei um efetivo de 150, 80 pessoas, respectivamente os restantes fazem parte de equipas de evacuação e assistência médica e bombeiros. No total são 246 pessoas.

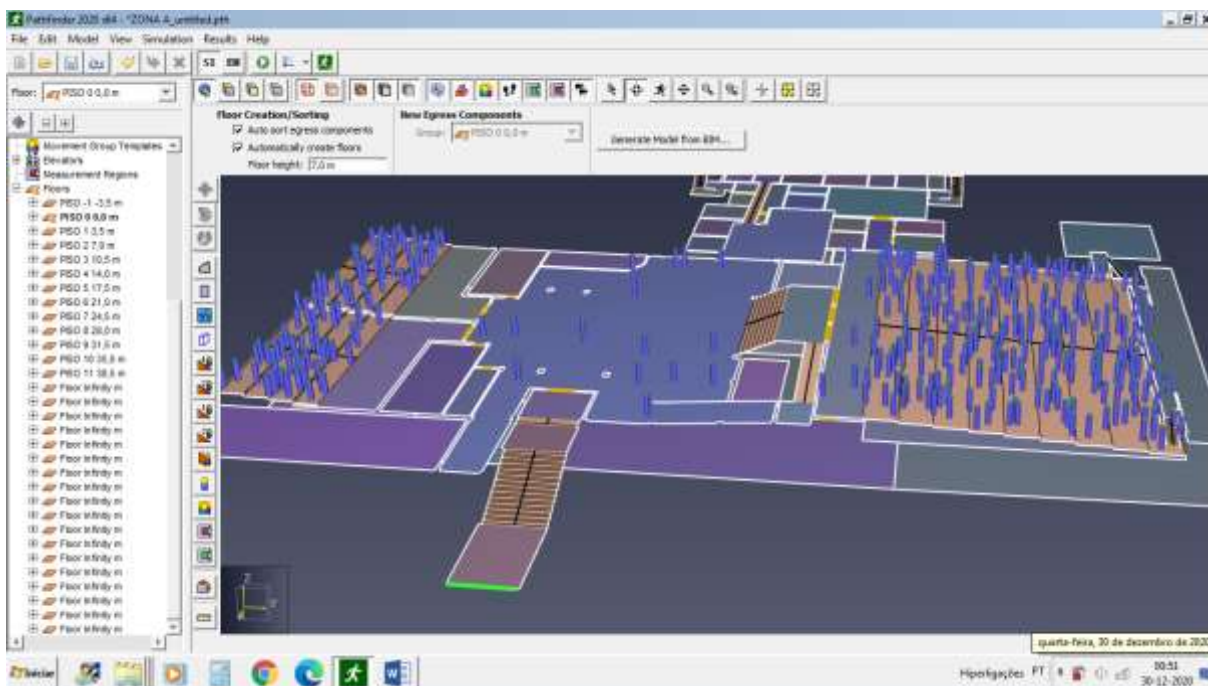


Figura 127 – Edifício do cenário da Zona F no software Pathfinder e efetivo.

A maior problemática deste cenário é a distância do local de incêndio à porta de emergência, as pessoas terão de ser evacuadas pela porta principal do auditório. Pelos vários testes que fiz no Pathfinder o verdadeiro problema será em manter as direcções de saída para tantos ocupantes, ou seja, o aglomerado de ocupantes é tanto que podem impedir a passagem dos restantes (ver fig.128).

Pelo tempo de propagação de fumo provocado por incêndio junto ao palco, é possível afirmar que não estão asseguradas as condições de evacuação, pelo facto de estar tão perto da porta de emergência. A saída de pessoas será feita pela porta principal dos auditórios.

O tempo de evacuação não permite a retirada efetiva de pessoas do interior do auditório, uma vez que o tempo mínimo de reação de uma pessoa a fugir varia consoante a reação da pessoa ao alarme e ao estigma do medo.

Os materiais deste compartimento são suscetíveis de criação de fumo e temperaturas acima do que o ser humano possa suportar, o que vem evidenciar o referido anteriormente.

Este cenário é idêntico ao dos anfiteatros, com a condicionante do tamanho dos compartimentos, por isso compilei os dois cenários numa só evacuação.

As equipas foram programadas para assistir às cadeiras de rodas e eventuais desmaios, assim como o auxílio a cuidados médicos se necessário (ver figuras 129 e 130).

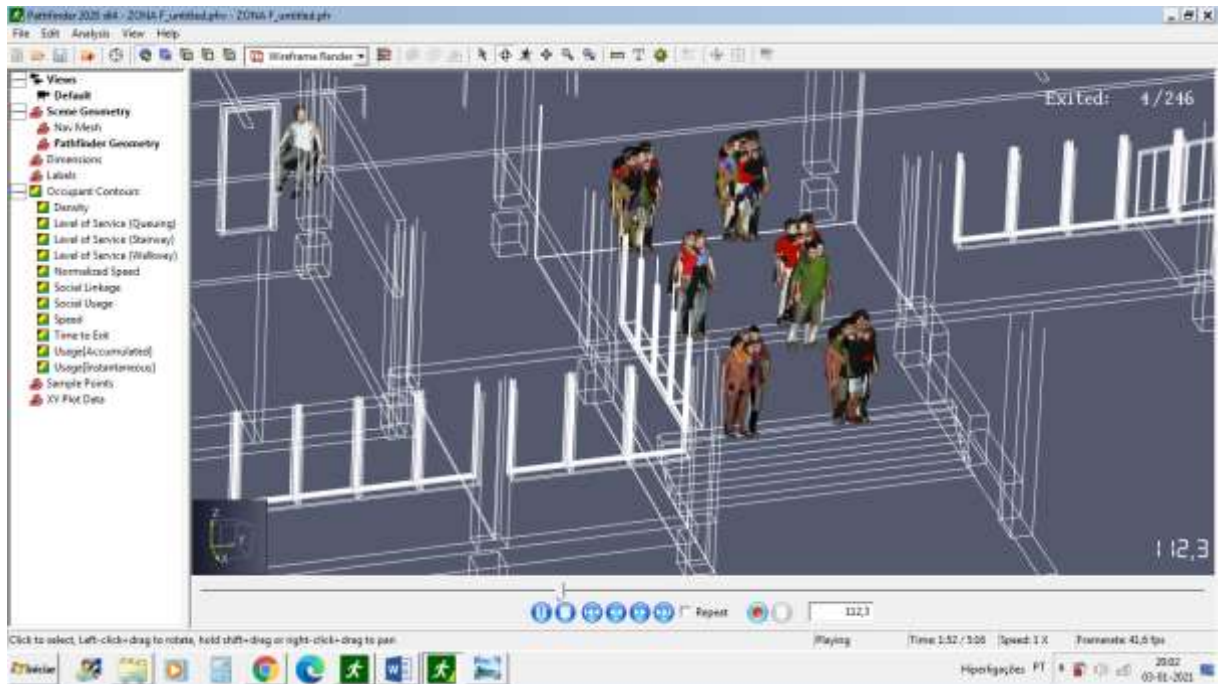


Figura 128 - Congestionamento dos ocupantes.



Figura 129 - Comportamento dos ocupantes.



Figura 130 - Comportamento das equipas.

O tempo de evacuação do primeiro ocupante do auditório até à saída é de 20 segundos, ocupante do anfiteatro à saída é de 22 segundos. Apesar do anfiteatro ser mais perto da saída a porta de saída é mais pequena para o aglomerado de pessoas. Estes tempos não contabilizam os tempos de reação que podem ser diferentes de pessoa para pessoa.

Aos 58.2 segundos 40% do efetivo do edifício é evacuado.

As equipas de emergência começam a assistir passado segundos por isso aguardam no sítio onde estão (ver figura 131).

Os ocupantes de cadeira de rodas têm acesso a rampas que descem do auditório e depois seguem para a saída do piso -1 (ver figura 132).

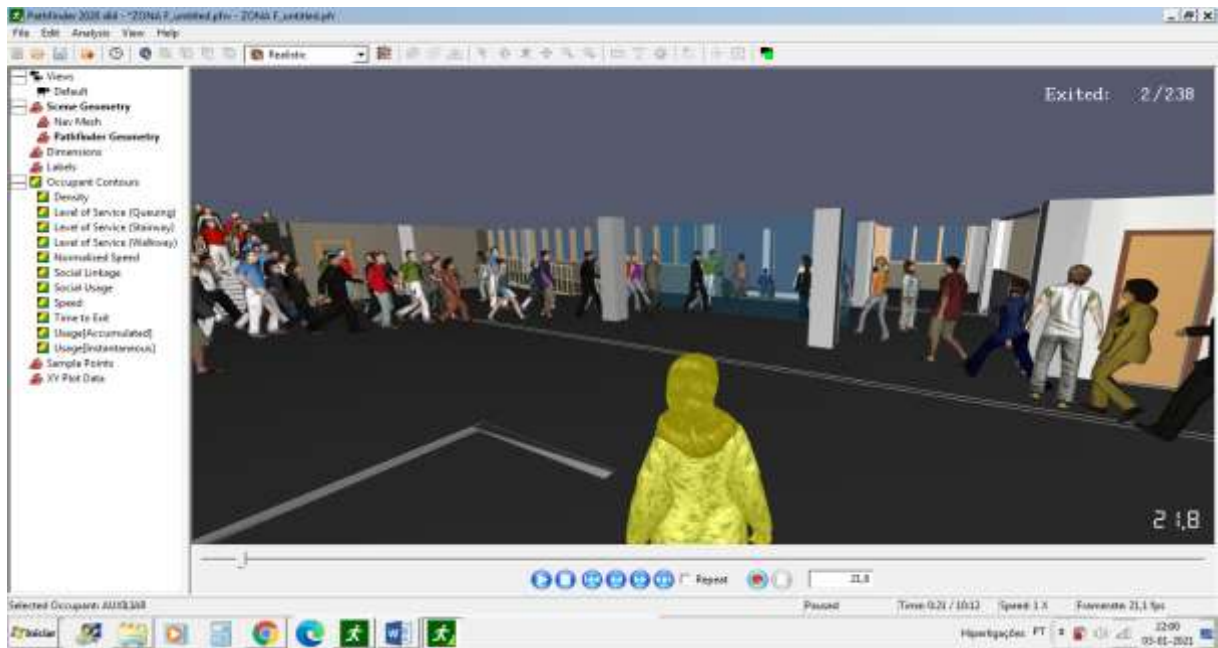


Figura 131 – Auxiliar, equipa de assistência a cadeira de rodas, aguarda.

Parece uma evacuação simples, mas que depende em muito do comportamento e da reação dos ocupantes o que não se consegue prever.

A presença do fumo pode alterar estes comportamentos e pôr em causa a visibilidade necessária para uma evacuação assertiva.

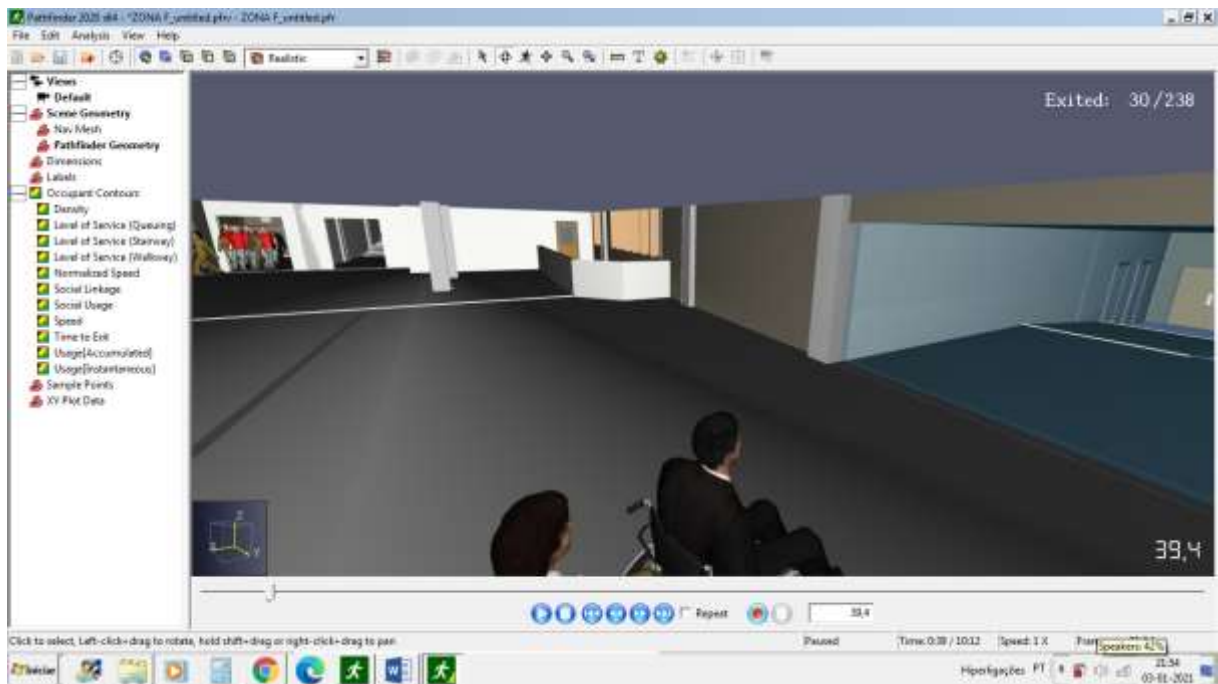


Figura 132 - Caminho de opção dos ocupantes de cadeira de rodas.

Apesar da propagação do fogo, conduzi alguns ocupantes do auditório para a escada de emergência exterior do auditório (ver figura 132), para evitar os congestionamentos.

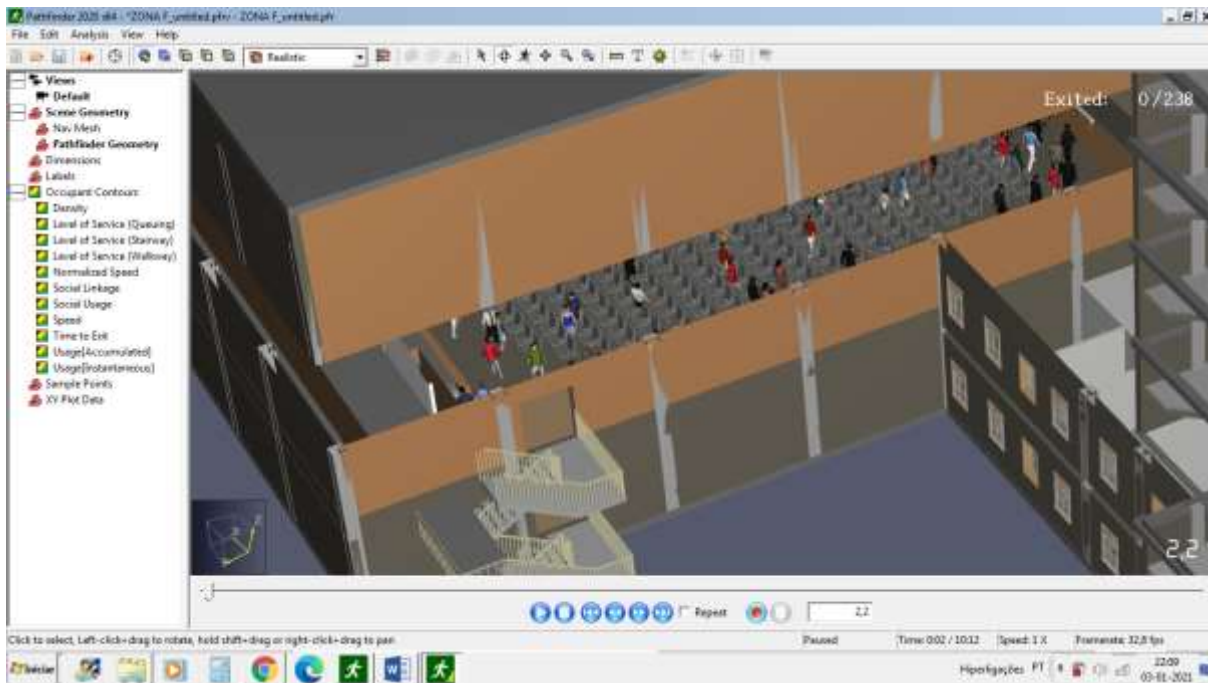


Figura 133 – Vista da escada de emergência exterior do auditório.



Figura 134 – Vista dos ocupantes do auditório a saírem para a entrada principal.

Análises gráficas e representativas de resumo da simulação encontram-se no respetivo anexo.

6.3.2.2. Cenário Zona D – Enfermaria

Pelo PSI o alarme é detetado no posto centralizado (CC) que de imediato avisa a Equipa de Segurança contra Incêndios em Edifícios (SCI). É no CC que é identificado o piso e o quarto que detetou o alarme, neste caso o incêndio. A equipa de SCI, Delegado de Segurança e o Gabinete de Crise de imediato se reúnem no Posto de Comando Centralizado (PC) e entram em contato com o enfermeiro Chefe do serviço. A decisão é de evacuação do serviço, sem do esta uma acção prioritária em relação a qualquer outra.

O efetivo do serviço com uma ocupação de 100% é de 27 camas, na qual 40% vão ser evacuados através de cadeira de rodas, ou seja, 11 pessoas vão até ao Hall dos elevadores com assistência de cadeira de rodas e as restantes vão na cama.

O sentido de evacuação conforme se pode observar nas camas no software (ver figura 135) é para o hall dos elevadores.

A simulação foi baseada numa hora de visitas, existe um grupo de ocupantes que irá ser “as visitas”.

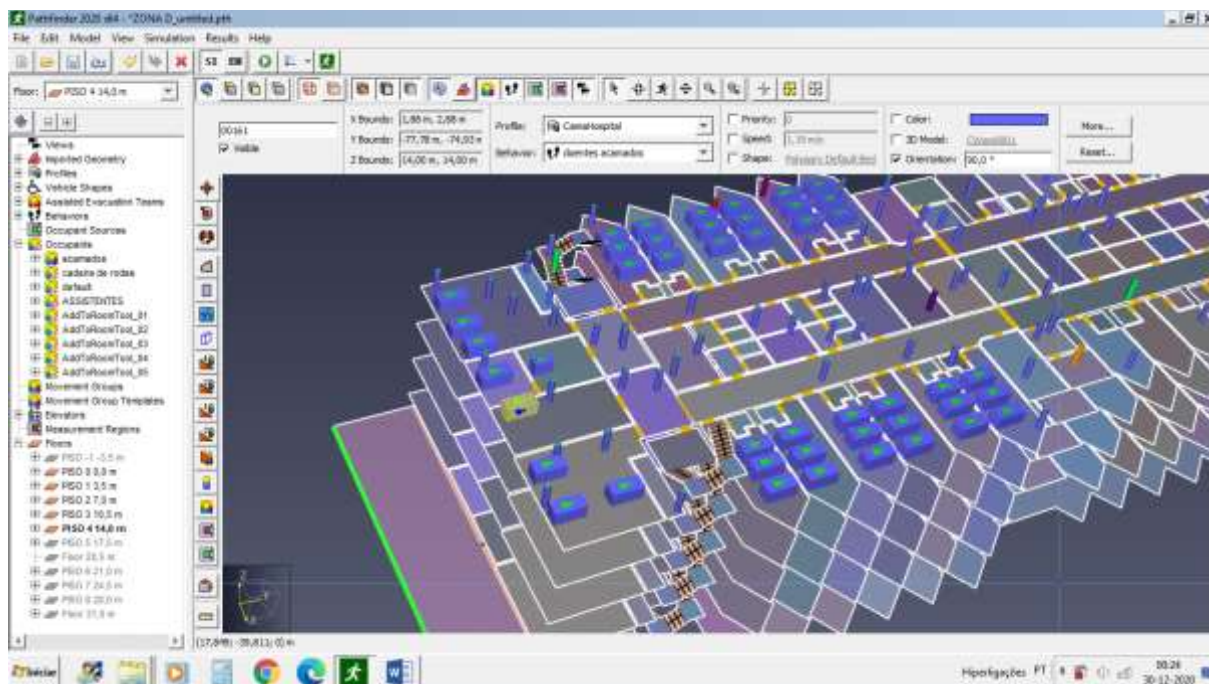


Figura 135 – Vista do efetivo do serviço a evacuar e sentido de evacuação.

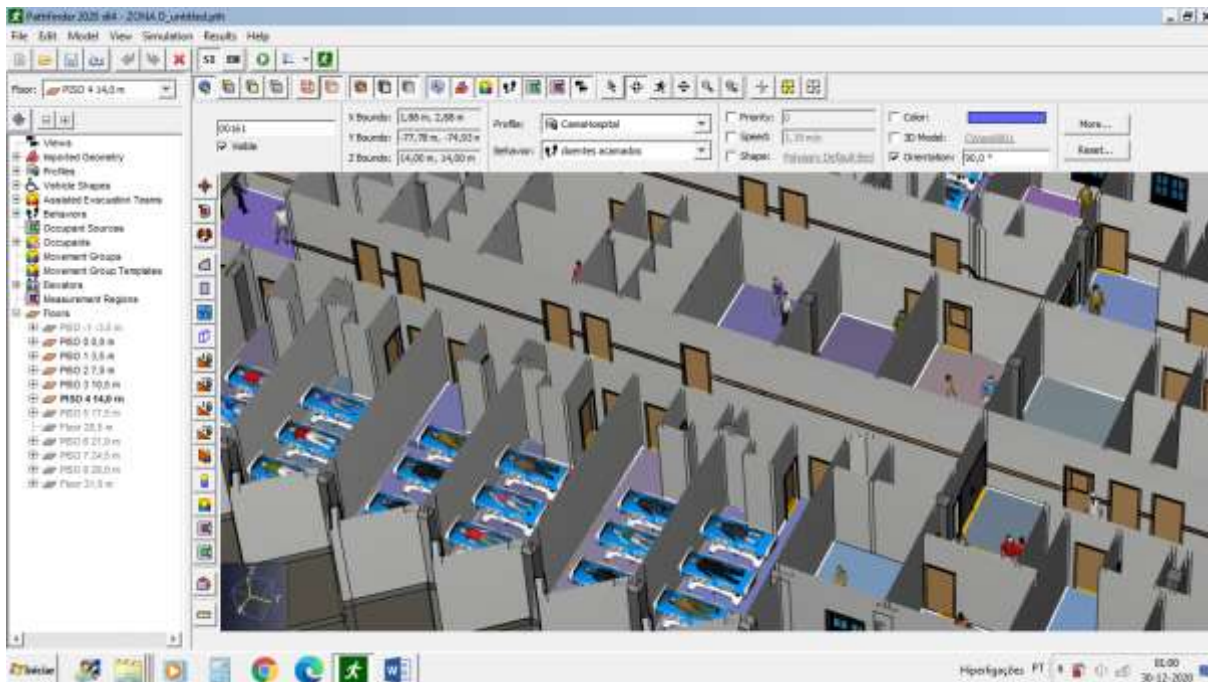


Figura 136 – Serviço a evacuar/evacuação parcial do piso 4.

O enfermeiro chefe ou em sua substituição o enfermeiro responsável de turno veste de imediato o colete amarelo com a identificação nas costas de “SCI” e reúne a equipa disponível no serviço para dar indicação das tarefas de cada um (ver figura 137).



Figura 137 – Reunião do pessoal de serviço.

As auxiliares organizam a identificação do doente na cama, para garantir uma assistência médica se necessária após evacuação e ajudam a evacuar juntamente com os enfermeiros e médico. Reorganizam-se de forma ordeira e começam a evacuação propriamente dita até ao Hall dos elevadores ou em último caso para o serviço ao lado.

Os elevadores são utilizados só em caso de estritamente necessário, neste caso a evacuação de doentes com mobilidade reduzida é feita na horizontal.

O serviço em causa está separado por portas corta fogo, por isso se decide evacuar apenas a ala do serviço do local de incêndio, partindo do princípio que as portas corta fogo funcionam, impedindo assim a propagação do fumo para outros compartimentos.

A equipa de evacuação é constituída por nove pessoas, 1 enfermeiro chefe, 1 médico, 3 enfermeiras e 4 auxiliares. O software permite definir o perfil, o comportamento, os procedimentos e até mudar de comportamento a meio de um procedimento. Dos doentes acamados só 11 são retirados da cama e levados de cadeira de rodas até ao hall, ou seja, mudam de comportamento, passam de doentes acamados para doentes em cadeira de rodas.

As equipas de assistência são definidas pelos seus “clientes”, ou pessoas a assistir que deverão ser assistidas de uma determinada forma, definido no comportamento dos “clientes” (ver figuras 148 e 149).



Figura 138 – Hall dos elevadores, como refúgio temporário.

Como o compartimento do hall dos elevadores é muito pequeno para tantas camas (ver figura 138), programei os elevadores para serem utilizados do piso 4 para o piso 3, transferindo assim os doentes para o piso inferior.

O tempo de evacuação de um doente acamado e de cadeira de rodas até ao hall dos elevadores é de 89.2 e 74.3 segundos, respetivamente (ver figuras 139 e 140).

O primeiro ocupante a sair do local pelo próprio pé demorou aproximadamente 60 segundos (ver figura 141).

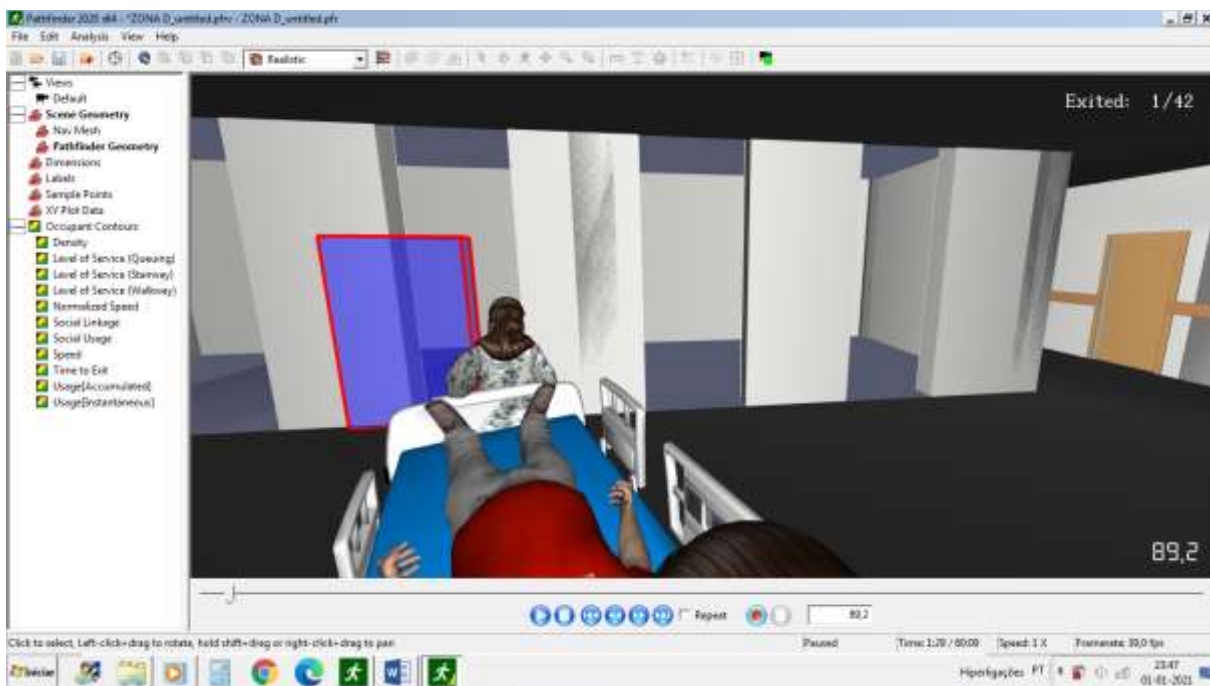


Figura 139 – Primeiro ocupante acamado a ser evacuado até ao hall dos elevadores.

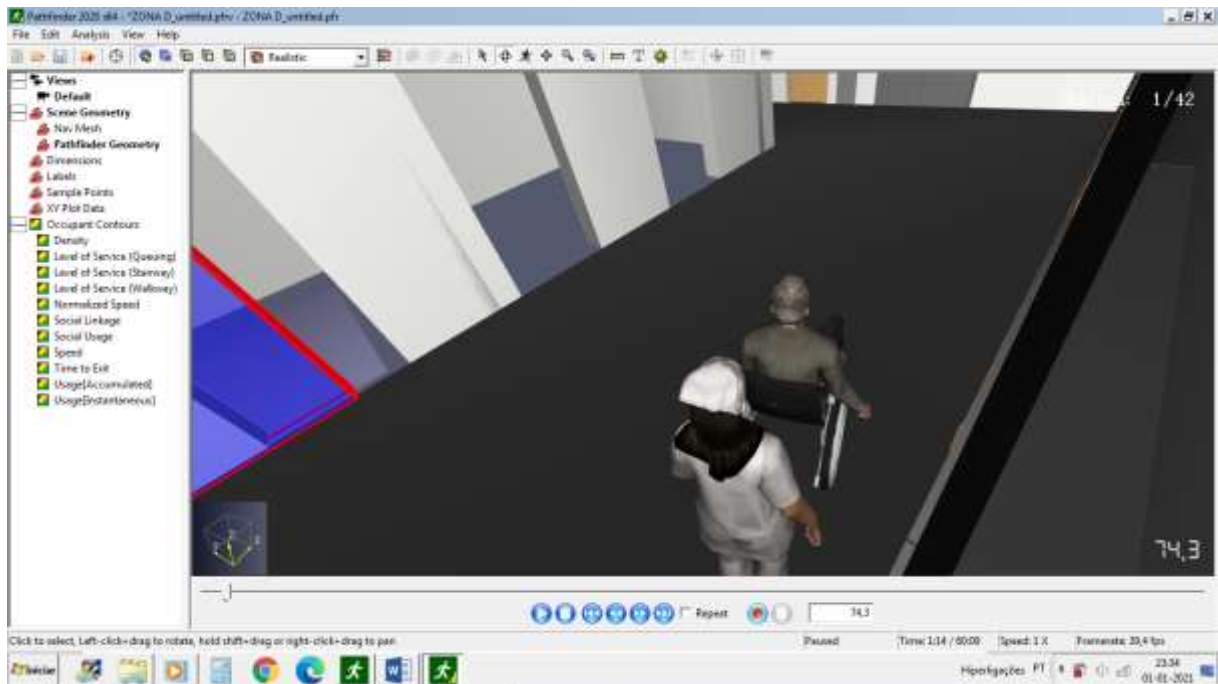


Figura 140 – Primeiro doente em cadeira de rodas a ser evacuado para o hall dos elevadores.

O tempo de chegada dos bombeiros ao local foi considerado 600 segundos, por isso programei a equipa para esperar à entrada principal dos HUC. Uma equipa de seis bombeiros e um Comandante de Bombeiros.

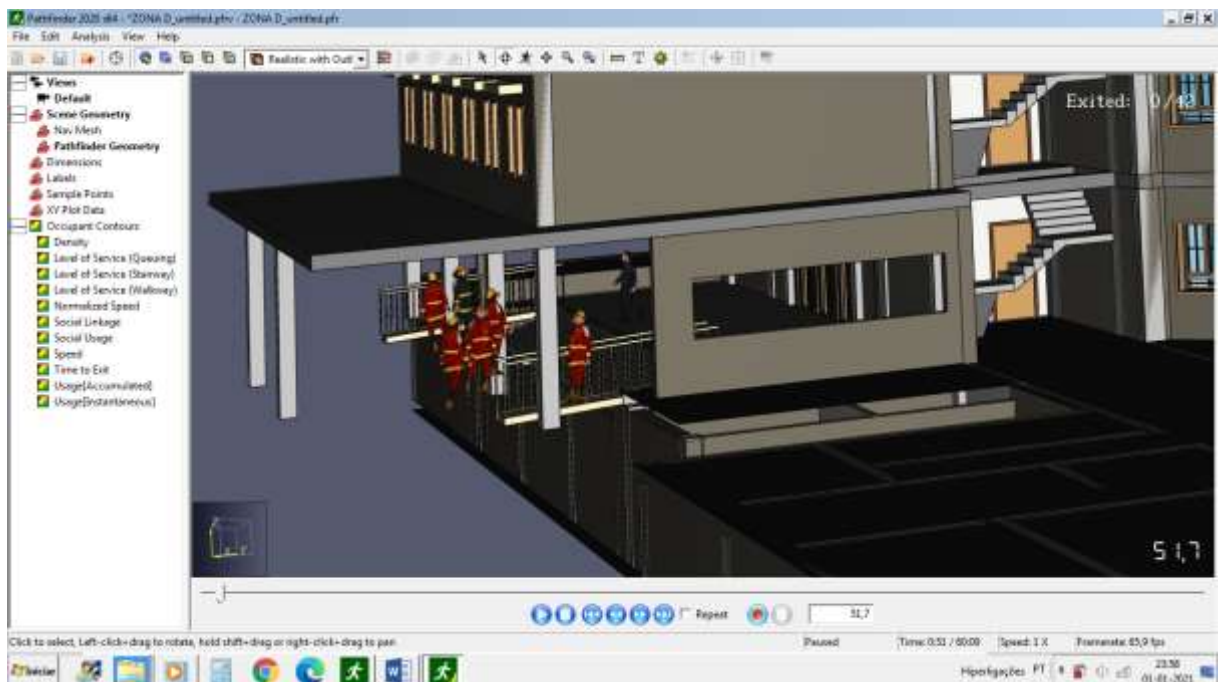


Figura 141 – Primeiro ocupante evacuado sem restrição de mobilidade.



Figura 142 – Chegada da equipa de bombeiros.

O Comandante de Bombeiros vai directamente ao PC e toma decisões enquanto a restante equipa se desloca até ao local do incêndio, piso 4. Dois dos bombeiros vão pela escada de emergência exterior com o objectivo de extinguir o fogo entrando pela parte final do corredor da secção do serviço. Os restantes quatro têm o objectivo de ajudar na evacuação, no hall dos elevadores, transportando os doentes para o piso inferior.

É de referir a importância das medidas em geral, de portas corredores e distanciamento entre obstáculos, o ângulo que a cama forma até se mover para passar por uma porta torna a sua evacuação mais demorada e complexa, por isso, adapta-se a maior parte das vezes a técnica do cobertor. Esta técnica do cobertor, arrastar o doente pelo chão, implica que a equipa de evacuação tenha a destreza de movimentar doentes e muitas vezes o peso dos doentes é um factor que impede que tal aconteça.

Ao longo de vários testes, a problemática deste sistema de evacuação fica mais visível, as camas para além de ocuparem muito espaço podem provocar congestionamentos (ângulo de rotação das camas é complexo) e impedir a passagem de ocupantes, pondo em risco a evacuação (ver figura 144).

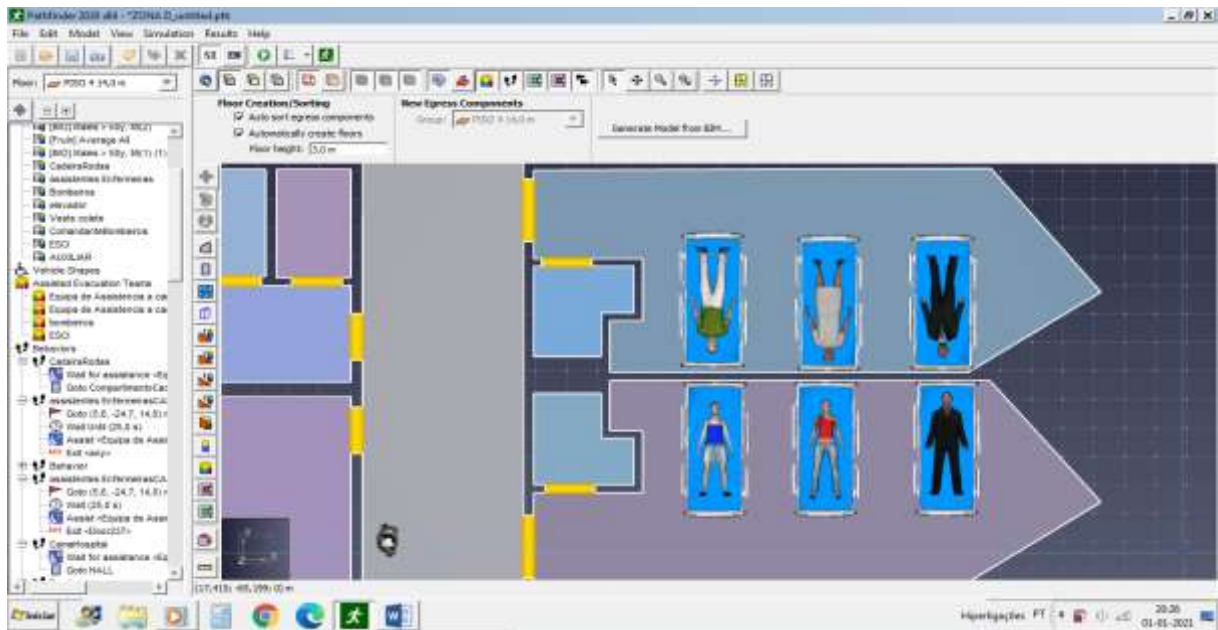


Figura 143 – Distanciamento entre camas.

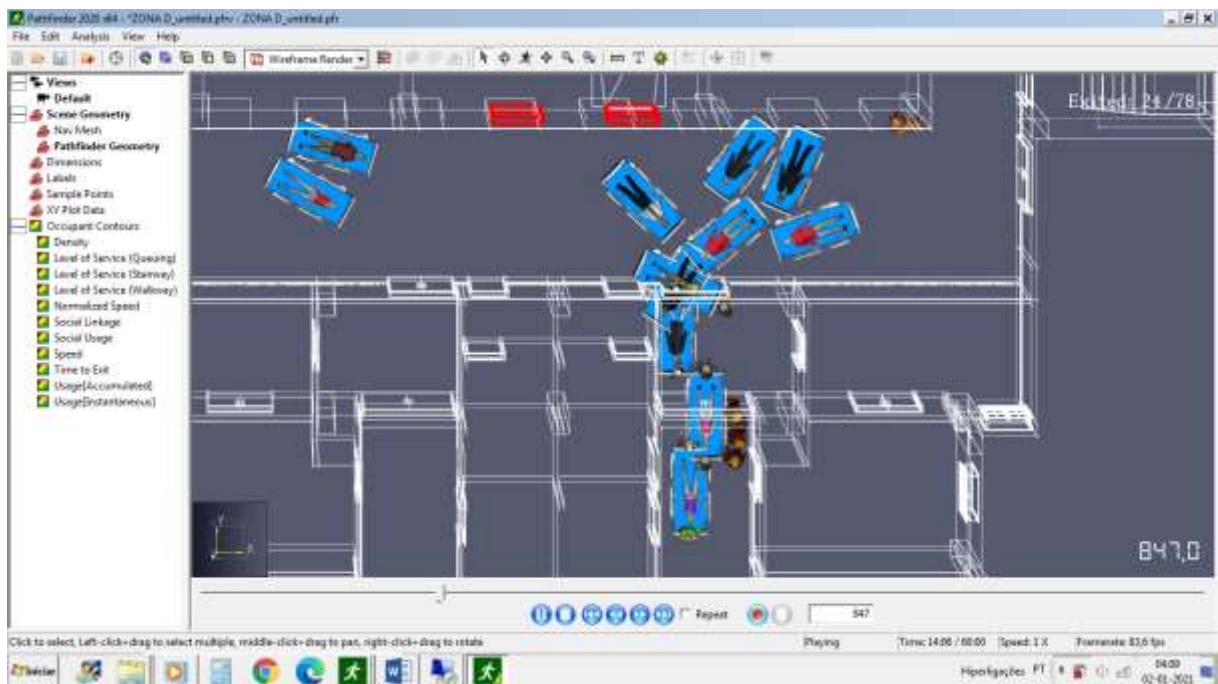


Figura 144 – Congestionamento de camas.

Uma solução seria transportar os doentes acamados para o corredor dos serviços ao lado. Esta operação terá de ser feita de forma ordeira, caso contrário acontecem congestionamentos e como consequência as equipas podem ficar presas e deixar de assistir os restantes doentes (ver figura 145).



Figura 145 - Congestionamento do compartimento de refúgio, equipa presa.

Os ocupantes presos é um acontecimento neste software muito fácil de acontecer, basta os ocupantes não terem o devido espaço para passar ou terem um obstáculo que simplesmente não procuram a saída. Ao fim de vários testes, talvez mais de vinte, consegui dividir as camas pelos serviços e pelo Hall, porque só para os serviços o congestionamento e ocupantes presos continuavam a acontecer, dividindo uma equipa em dois para que uma evacue para o lado direito e outra para o lado esquerdo e ambas algumas camas, para o hall, mas as últimas a evacuar (ver figura 150). Caso contrário iria congestionar o Hall, as cadeiras de rodas vão para o mesmo compartimento (ver figura 150).

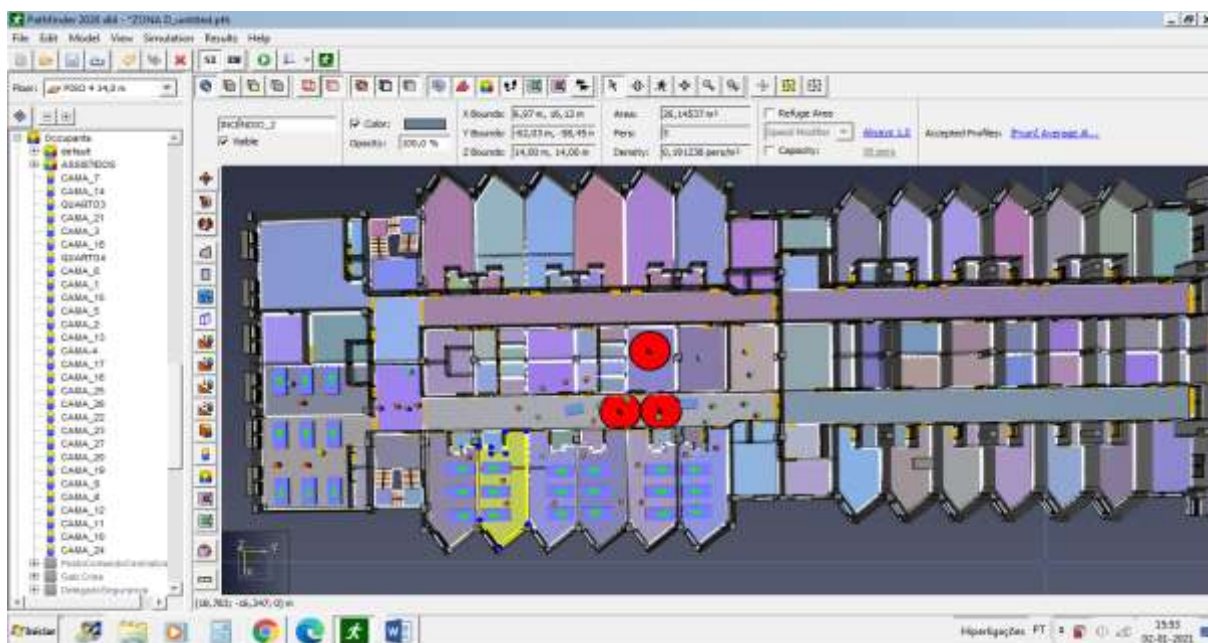


Figura 146 - Quarto prioritário, local de incêndio.

As equipas de assistência a camas foram programadas para assistir a uma sequência de quartos, dando prioridade ao local de incêndio (ver figura 146) e posteriormente pelo que está mais longe do hall para o que está mais perto.

As camas foram evacuadas alternadamente por uma equipa de pessoas (equipa assistência a camas), para o refúgio da esquerda, direita e hall, por forma a não provocar congestionamentos nem ocupantes presos.

Para isso criei três grupos de camas designados por “CamaHospital”, “CamaHospital_2” e “CamaHospital_3” (ver figura 147).

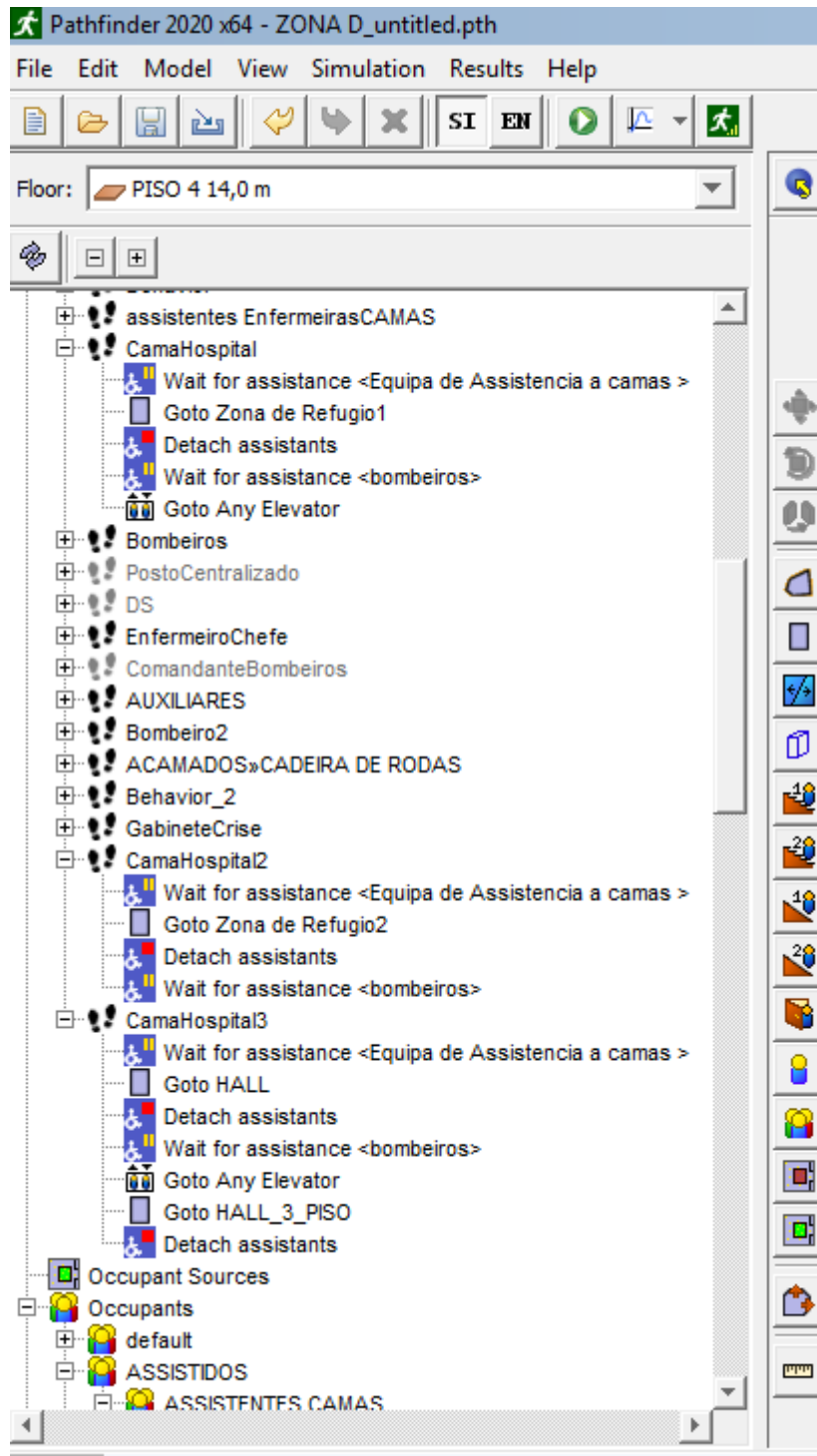


Figura 147 - Comportamento do Grupo de camas.

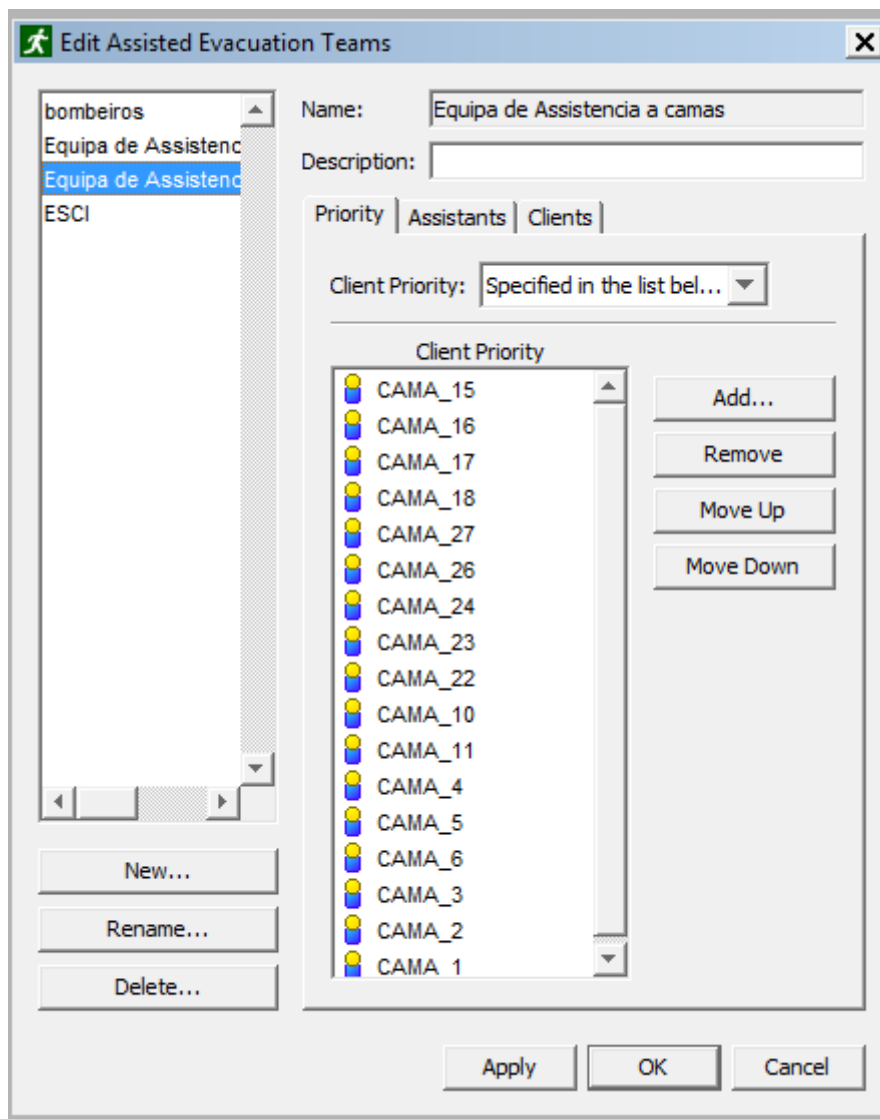


Figura 148 - Sequência de camas para evacuação pela equipa de assistencia a camas.

Alguns acamados, são transportados em cadeira de rodas, pela equipa “assistencia a cadeira de rodas”, por isso tiveram uma mudança de comportamento assim que chega a assistência, no software estão identificados no seu comportamento como ” ACAMADOS»CADEIRA DE RODAS”. A assistência ás cadeira de rodas é feita pelas auxiliares, um equipa de quatro pessoas.

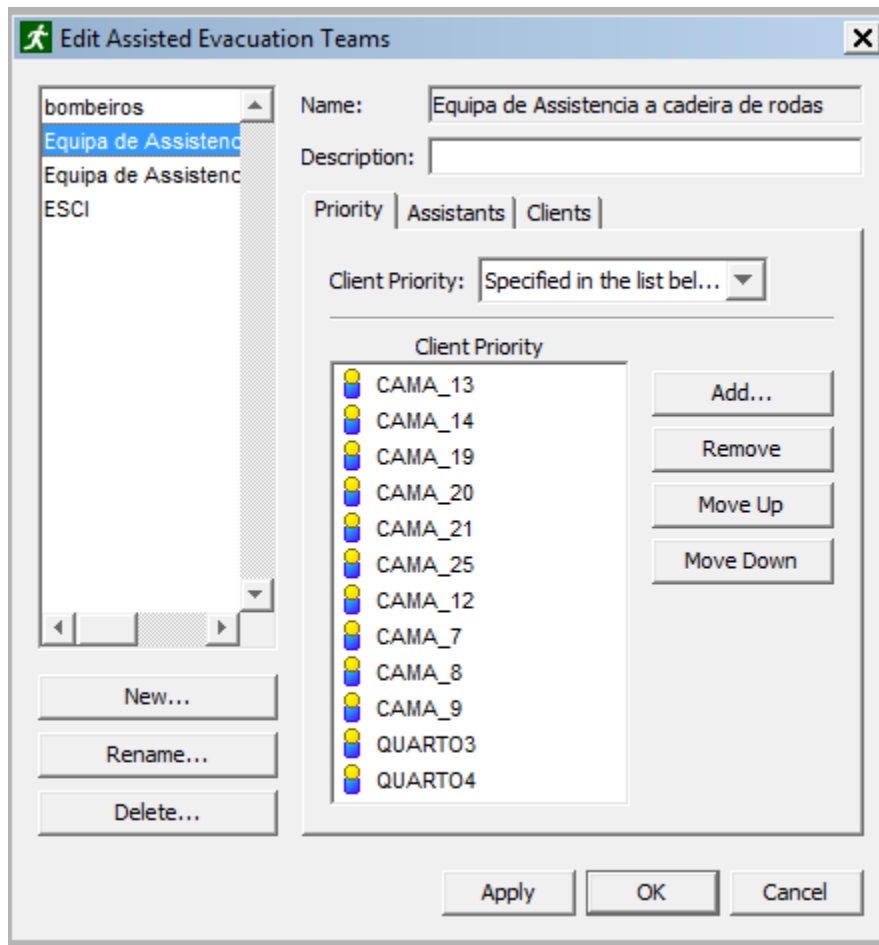


Figura 149 - Sequência de cadeiras de rodas para evacuação pela equipa de assistência a cadeira de rodas.

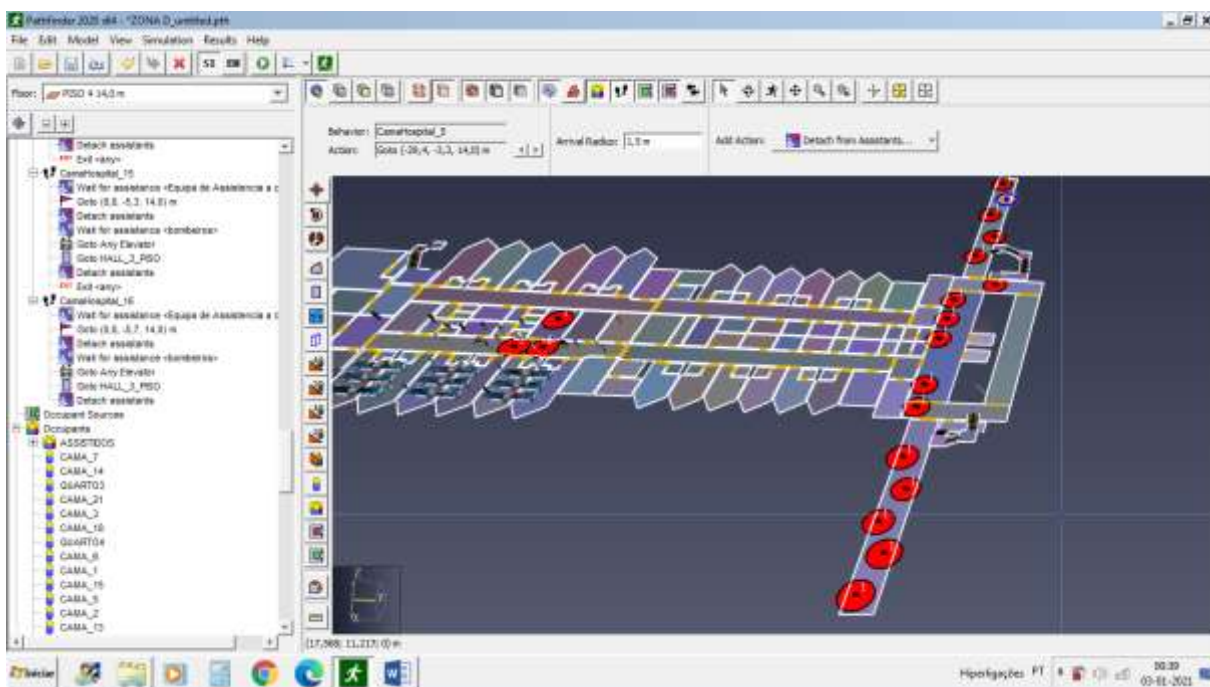


Figura 150 - Posicionamento das camas pelos serviços adjacentes.

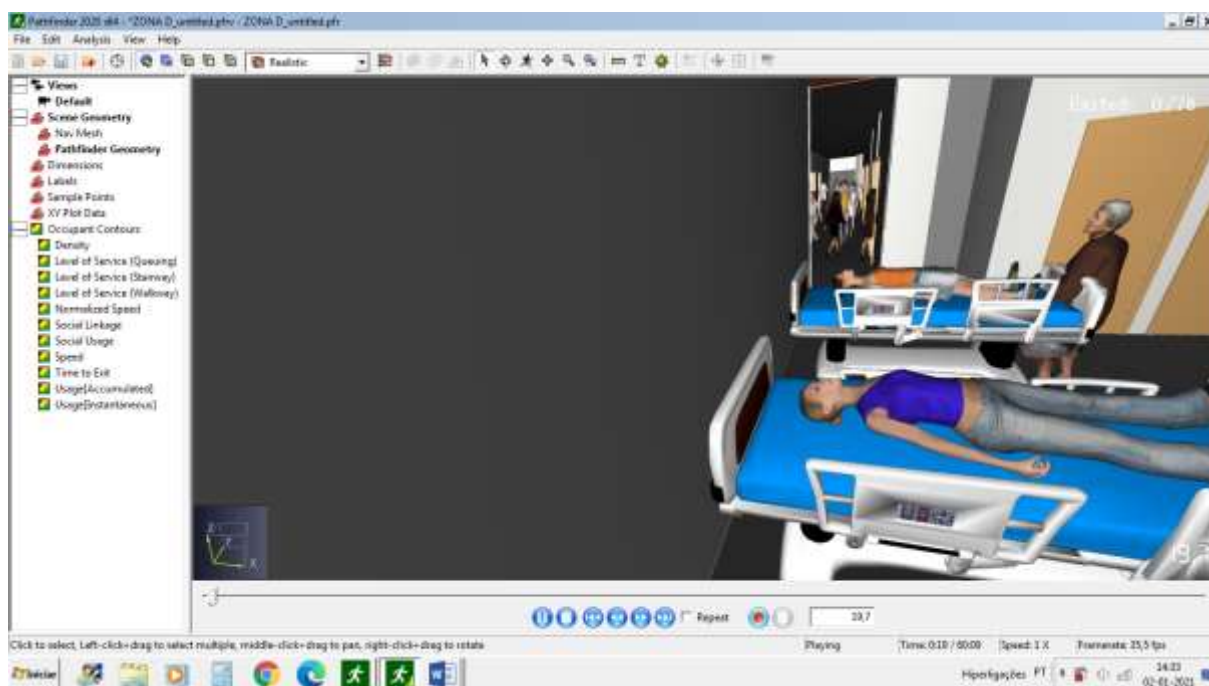


Figura 151 - Ocupante preso, visitante.

Análises gráficas e representativas de resumo da simulação encontram-se no respetivo anexo.

6.3.2.3. Cenário Zona A – Consultas Externas

O cenário da Zona A , consultas externas, tem a condicionante de aglomerado de pessoas, nos corredores e em salas de espera, aguardando por uma consulta de Neurologia.

Doentes do foro neurológico podem sofrer de redução de mobilidade e lentidão na reação ao alarme. As doenças de neurologia, que são imensas, são complexas e exigem atenção de todas as partes, assistência médica e familiar, são pessoas que podem estar mais fragilizadas.

A maior parte dos doentes quando vêm à consulta, vêm acompanhados, por um lado é uma vantagem por outro é mais uma pessoa para evacuar. Algumas consultas são de rotina, pós operatório ou de urgência, quando são encaminhados do serviço de urgência. Alguns poderão não ser autónomos, por isso, neste cenário optei por 10% de pessoas com mobilidade reduzida, num cenário com 150 pessoas, (ver figura 152), 15 são de cadeira de rodas e outras fazem se transportar numa cama de hospital.(3 de cama e 12 de cadeira de rodas).

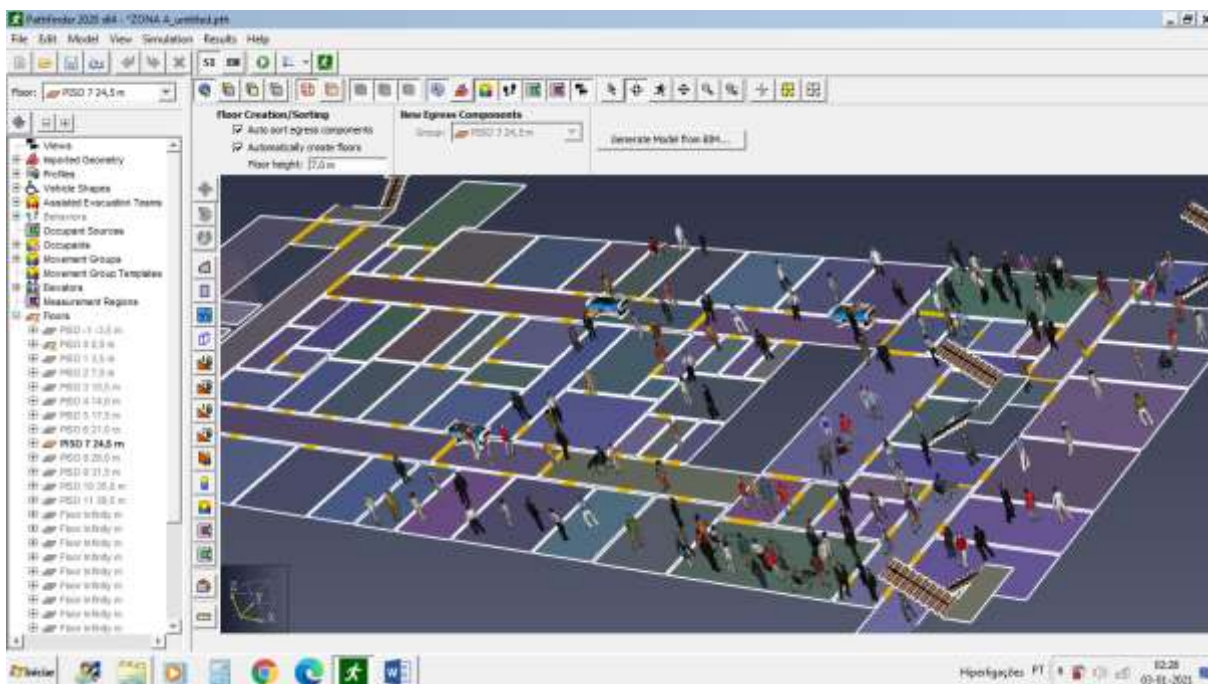


Figura 152 – Efetivo do cenário Zona A, consultas externas Norte, piso 7.

A equipa de evacuação e o procedimento são semelhantes aos cenários anteriores. É dado o alerta ao PCC que avisa e reúne a equipa de Gabinete de Crise (GC) e o Delegado de Segurança (DS). Estes em conformidade com o enfermeiro responsável de turno do serviço decidem evacuar parcialmente a zona das consultas ala mais a Norte.

De imediato o Enfermeiro responsável pela secção veste o colete amarelo e reúne a equipa distribuindo tarefas, ou pacientes a evacuar.

Neste caso, não tão complexo como o anterior, a evacuação é mais simples. A percentagem de doentes acamados é muito menor e a maior parte das pessoas tem autonomia para chegar até à saída.

Os médicos e enfermeiros que estão de serviço, juntamente com as auxiliares dão assistência aos doentes acamados e de cadeira de rodas.

Para a eventualidade de alguém entrar em pânico e necessitar de ajuda é feita a assistência primeiramente no Hall e depois, caso estritamente necessário, levado de cadeira de rodas pelo elevador até ao piso inferior se for de todo impossível transportar pelas escadas. Para representar esta situação no Pathfinder, utilizei os sistema de mudança de comportamento,

designado no Pathfinder por “Desmaio” a pessoa deixa de reagir ao alarme e espera por assistência (ver figura 154).

Sem dúvida que a grande complexidade deste tipo de evacuação está na grandiosidade do edifício (ver figura 153).

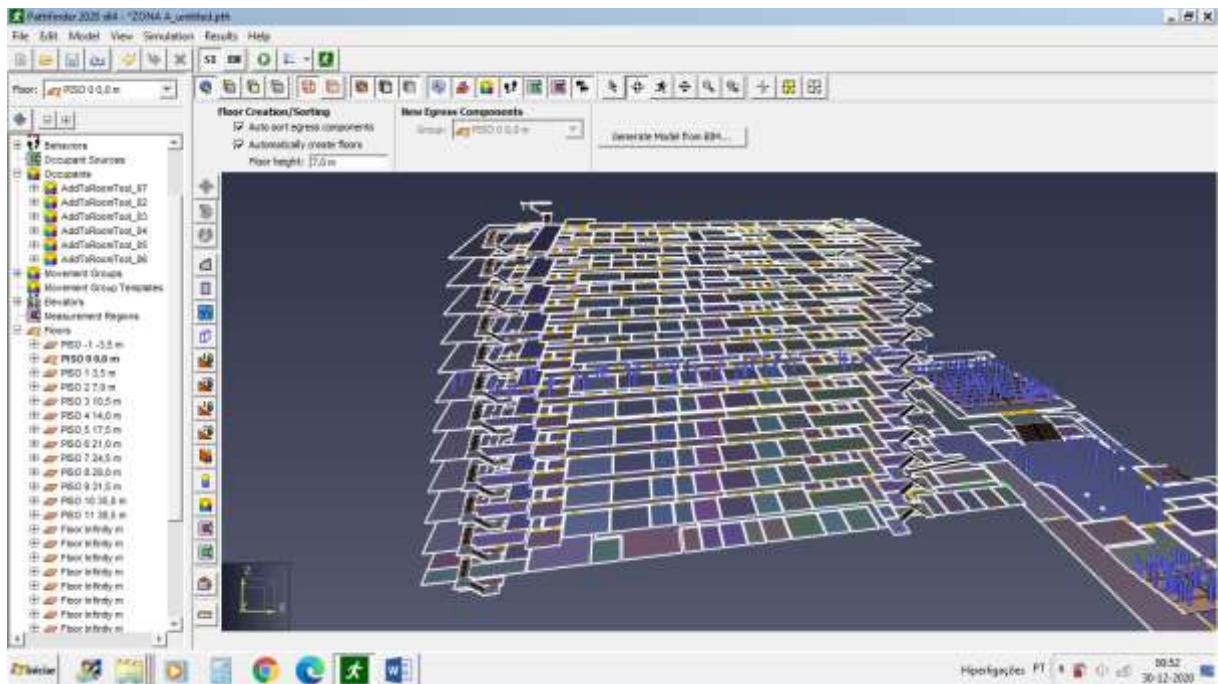


Figura 153 - Cenário da zona D no software Pathfinder.

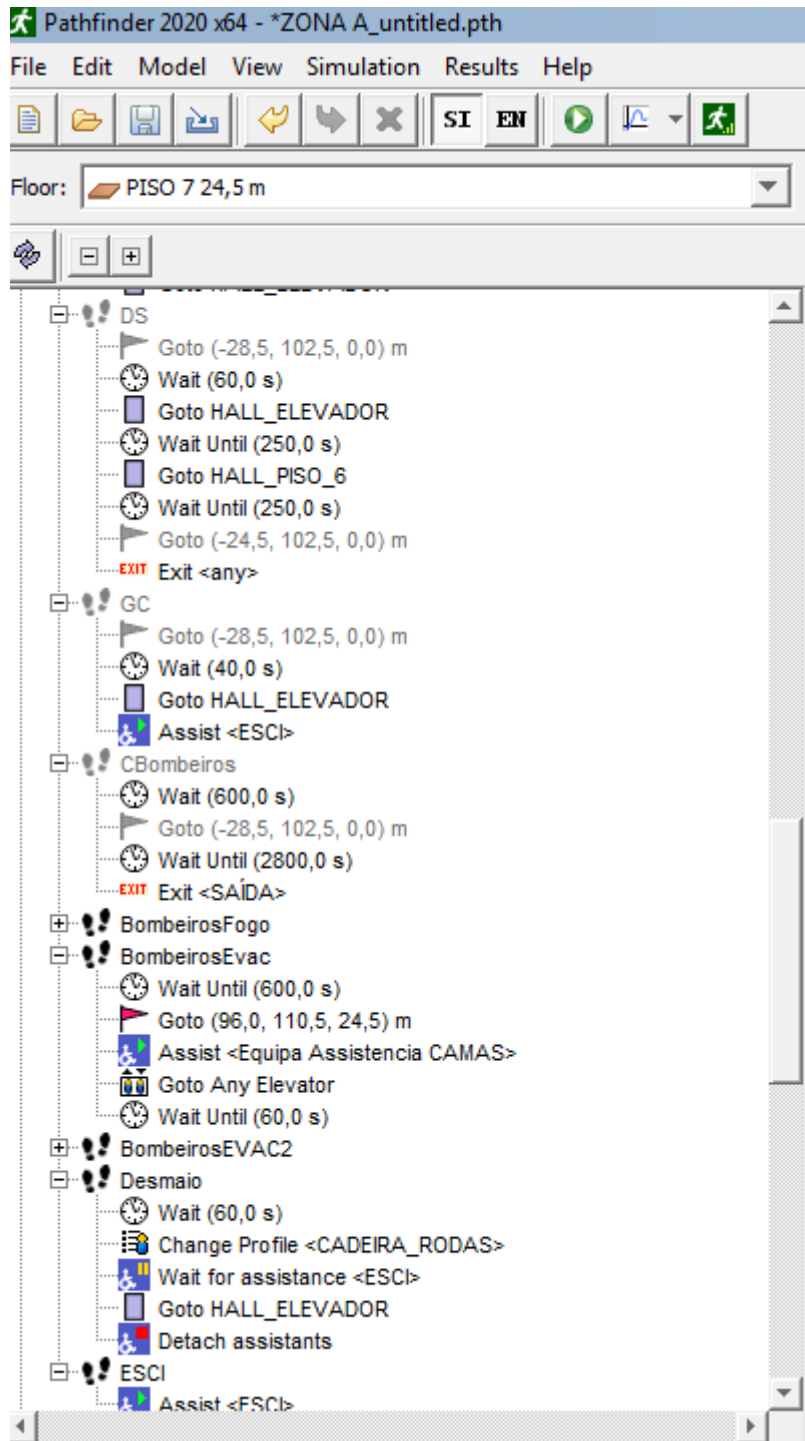


Figura 154 – Comportamento de uma pessoa que desmaia.

Este cenário dispõe de três escadas de emergência, duas exteriores e uma interior, que servem ambas até ao piso -1.



Figura 155 - Comportamentos dos ocupantes e equipas.

Supõe-se que os bombeiros chegam passado 600 segundos, acorrem ao local para extinção do incêndio, tal como no cenário anterior, subindo pelas escadas de emergência exteriores a oeste (ver figura 156).

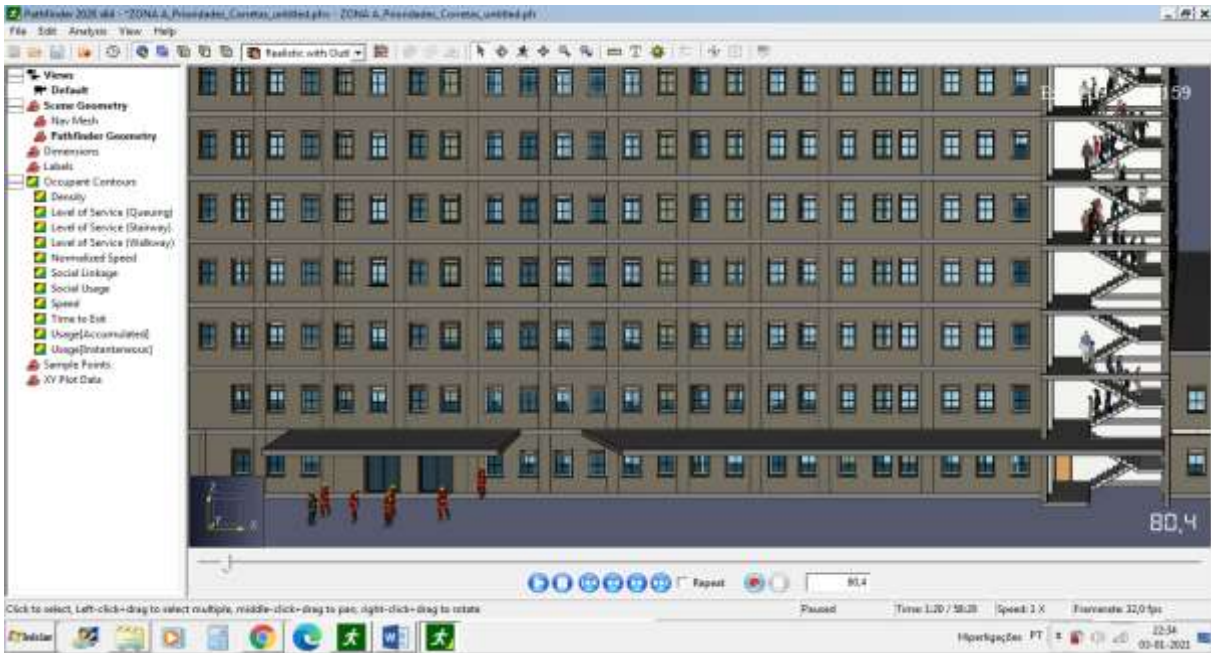


Figura 156 – Bombeiros à “espera” de chegarem ao Hospital.

O tempo de evacuação de um doente acamado até ao hall dos elevadores da secção é de 52.3 segundos. Considera-se, neste caso que os ocupantes de cadeira de rodas estão em segurança quando são evacuados para o piso inferior, ou seja, quando a equipa de SCI o transporta para o piso inferior (ver figura 157). A ESCI chega ao piso 7 aos 265.4 segundos, começando a evacuar aos 307.5 segundos.

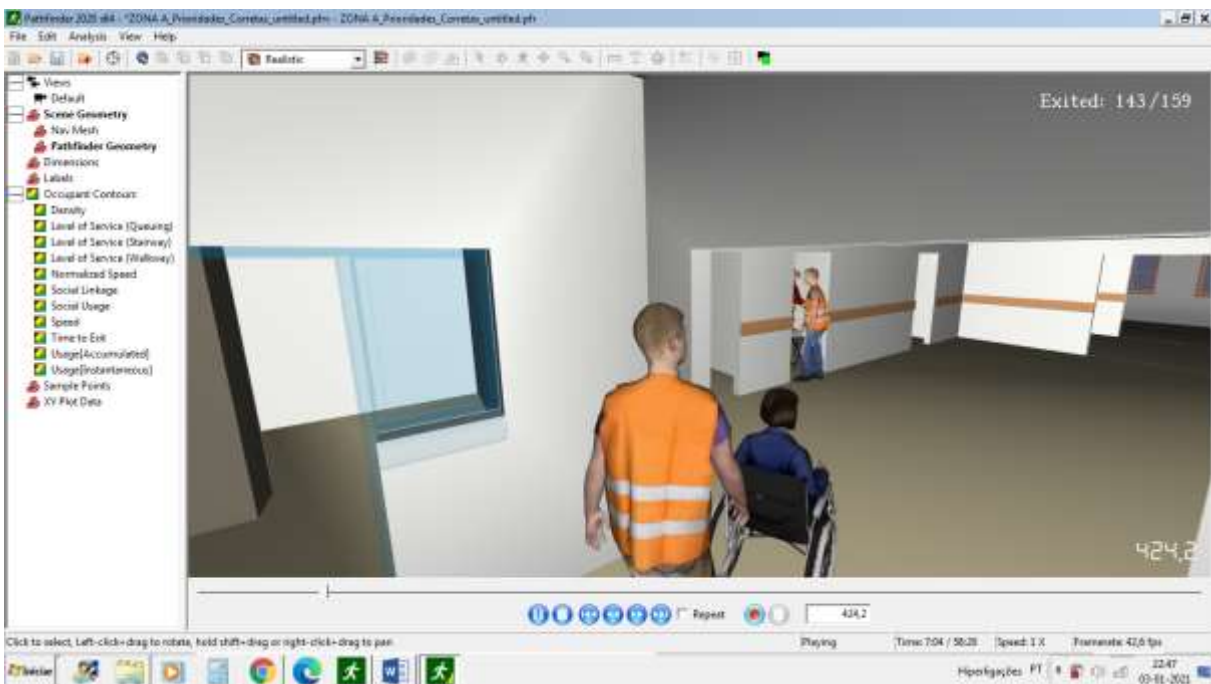


Figura 157 - Equipa de Segurança Contra incêndios a evacuar doentes de cadeira de rodas.

O primeiro ocupante a sair do local pelo próprio pé demorou aproximadamente 61.9 segundos. Os bombeiros passado 375.4 segundos começam a combater o fogo e a outra equipa de 4 bombeiros começa a assistir o doente acamado que necessita de cuidados de urgência transportá-lo para o piso inferior.



Figura 158 - Chegada da equipa de combate ao fogo ao piso 7.

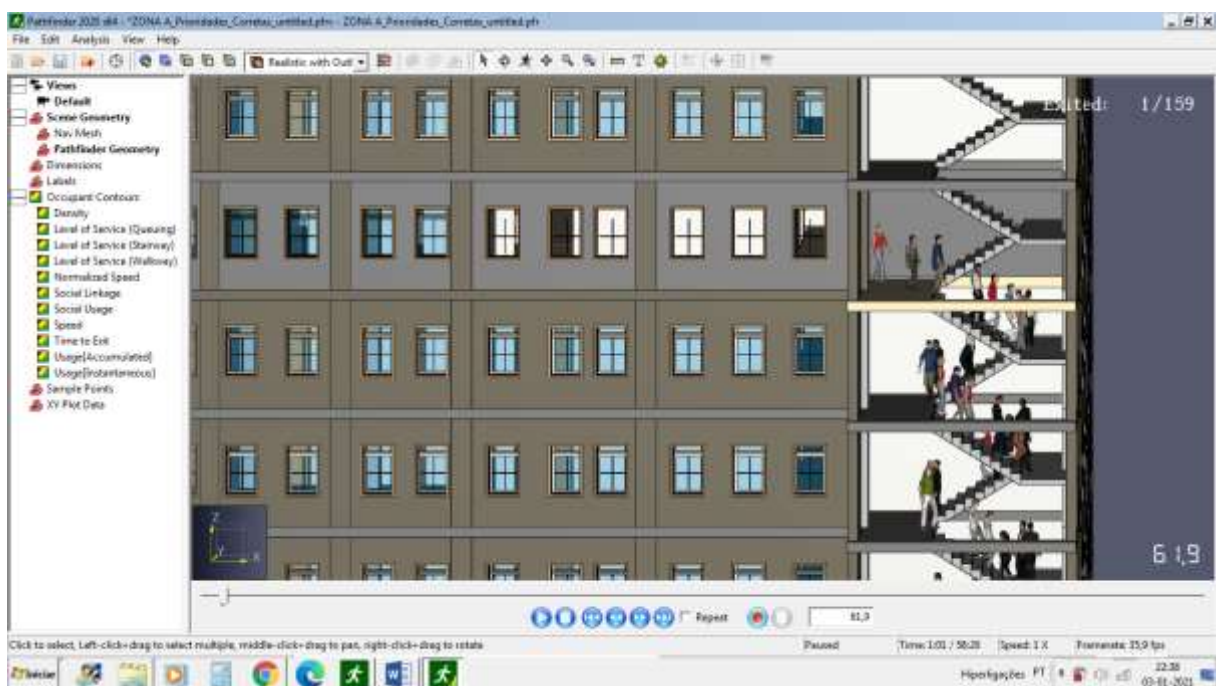


Figura 159 – Evacuação pela escada de emergência a oeste.

Ao fim de 744.4 segundos todas as pessoas estão livres de perigo, ou seja todos os doentes acamados e de cadeira de rodas encontram se num lugar seguro e a serem assistidos se necessário. As equipas de assistência permanecem no local para o caso de ser necessário prestar cuidados de saúde.



Figura 160 – Doentes acamados evacuados para o Hall dos elevadores.

As pessoas com autonomia encontram se fora do edifício.

Análises gráficas e representativas de resumo da simulação encontram-se no respetivo anexo.

O maior problema neste cenários são os meios que nem sempre estão disponíveis e nem sempre em boas condições, o SNS atravessa uma fase crítica e nem sempre é possível a reposição de material novo e mais moderno, tais como, camas, cadeiras de rodas, macas desdobráveis, cadeiras adaptadas para evacuação etc...

7. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL AOS MEIOS HOSPITALARES

7.1. Introdução

Os edifícios hospitalares e lares de idosos passaram a pertencer à utilização-tipo V do actual RJ-SCIE e regem-se segundo a legislação em vigor: Decreto-Lei n.º 220/2008, correspondente ao regime jurídico e pela Portaria 1532/2008, correspondente ao regulamento técnico.

A UT V, “ Hospitalares e Lares de Idosos”, corresponde a edifícios ou partes de edifícios recebendo público, destinados à execução de acções de diagnóstico ou à prestação de cuidados na área da saúde, com ou sem internamento, no apoio a pessoas idosas ou com condicionalismos decorrentes de factores de natureza física ou psíquica, ou onde se desenvolvam actividades dedicadas a essas pessoas, nomeadamente hospitais, clínicas, consultórios, policlínicas, dispensários médicos, centros de saúde, de diagnóstico, de enfermagem, de hemodiálise ou de fisioterapia, laboratórios de análises clínicas, bem como lares, albergues, residências, centros de abrigo e centros de dia com actividades destinadas à terceira idade.

7.2. Caracterização Do Edifício Quanto À Sua Utilização

O edifício caracteriza-se como de Utilização -Tipo V (UT V) e tem também um edifício com aproximadamente 16 metros de altura dedicado a espetáculos, conferências e reuniões públicas, e o piso inferior com pé direito maior do que os restantes pisos dedicado a reabilitação e fisioterapias várias. Este edifício faz ligação com os blocos centrais pelo piso 0 e pelo piso -1, respectivamente. Este edifício corresponde à Utilização-Tipo VI, de acordo com o Artigo 8º do Decreto-Lei nº 224/2015.

7.3. Classificação De Categoria De Risco

De acordo com a definição quantitativa dos factores de risco, e após a análise do quadro, referente à classificação da categoria de risco, conclui-se que o edifício pertence à 4ª categoria de risco de incêndio, de acordo com o artigo 12º o quadro VI do D.L. 224/2015, para uma altura superior a 28 metros, efetivo superior a 1500 pessoas.

O edifício relativo ao auditório pertence á 3ª categoria de Risco, com é referido no Quadro VI relativo ao artigo anterior para uma UT VI, com uma altura inferior a 28 metros, número de pisos ocupados abaixo do nível de referência inferior a 2 e um efectivo inferior a 500 pessoas.

Apresentando um risco muito elevado de incêndio, por se tratar da 4ª categoria de risco, e depois de consultar o quadro, relativo às medidas de autoprotecção exigidas, tem de ter as seguintes medidas de autoprotecção:

- Registos de segurança;
- Plano de prevenção;
- Plano de emergência interno – sobre o qual recai esta aplicação prática;
- Acções de sensibilização e formação;
- Simulacros

7.4. Classificação Dos Locais De Risco

A determinação dos locais de risco da UT V, como dos de qualquer outra UT, depende das condições descritas na legislação.

Segundo artigo 10º do D.L. 224/2015 à excepção dos auditórios todos os outros locais podem ser considerados locais de risco D, pelas várias razões uma delas pelo facto de incluir diversos serviços ligados à saúde e não só, secretariado, sistema informático, mini cabeleireiro, bar, cantina, lavandaria, laboratórios, tratamento de resíduos etc.. Pelo facto do edifício estar ligado ao edifício central faz deste um local de risco acrescido comparativamente a sua UT, também pelo facto de conter elementos construtivos propícios a propagação rápida de incêndio (revestimento de madeira e cortinas) podemos considerar também um local de risco D ou mesmo E.

7.5. Risco De Incêndio

A utilização-tipo V engloba em si diversas e distintas unidades hospitalares, como os hospitais, as clínicas, os consultórios, os centros de saúde, os lares de idosos, etc. Esta vasta abrangência conduz a alguma variação do risco de incêndio em cada unidade, embora sejam pertencentes à mesma UT, pois contemplam factores de risco bastante variáveis de unidade para unidade hospitalar.

A altura, o efectivo, o efectivo em locais de risco D ou E e as saídas independentes destes locais directas ao exterior no plano de referência, quando aplicável, são os factores de risco que levam à classificação do risco de incêndio e consequente categoria de risco.

Relativamente à altura da UT, o edifício tem 11 pisos (Bloco mais alto a Norte e excluindo a zona de área técnica, que fica em cima de cada bloco mais próximo das escadas de emergência e dos elevadores centrais), R/C e -4 pisos abaixo do chão, apesar de neste projecto só ter representado um, o piso -1.

Os CHUC apresentam um efectivo muito superior a 1500 pessoas.

7.6. Condições Para A Extinção De Incêndio E Evacuação De Pessoas

7.6.1. Vias De Acesso

Os edifícios devem ser servidos por vias de acesso adequadas a veículos de socorro em caso de incêndio, as quais, mesmo que estejam em domínio privado, devem possuir ligação permanente à rede viária pública, como é o caso do edifício em estudo.

7.6.2. Acessibilidade A Fachadas

As portas e janelas do edifício são pontos de penetração que permitem o acesso a todos os pisos, os panos de peito de todas as janelas têm espessura inferior a 0,30 metros numa extensão superior a 0,50 metros abaixo dos peitoris. Todas as janelas têm dimensões superiores a 1,20x0,60 metros. Pelo exposto é satisfeito o artigo 6º da Portaria 1532/2008.

7.6.3. Limitação À Propagação Do Incêndio Pelo Exterior

Os elementos de construção deverão respeitar determinadas características específicas em função da altura da UT para evitar a propagação do incêndio pelo exterior do edifício ou pelas suas fachadas.

Em edifícios com mais de um piso elevado devem ser respeitadas características de reacção ao fogo dos revestimentos exteriores. Devem também ser respeitadas características de resistência ao fogo no caso de paredes.

7.6.4. Disponibilidade De Água Para Os Meios De Socorro

Todos os edifícios devem possuir nas suas imediações hidrantes que assegurem o abastecimento dos veículos de socorro. Deve dar-se preferência à colocação de marcos de incêndio relativamente a bocas de- incêndio, sempre que seja permitido pelo diâmetro e pressão da canalização pública.

O edifício está servido de hidrantes em postos estratégicos e que são alvo de inspecções periódicas como é referido no plano de manutenção do edifício hospitalar.



Figura 161 – Carretel, piso -1.

7.6.5. Condições Gerais De Comportamento Ao Fogo, Isolamento E Protecção

Os elementos estruturais de um edifício devem garantir as suas funções de suporte de carga por um determinado período de tempo.

Os diversos pisos devem constituir compartimentos corta-fogo diferentes. Em cada piso, esses compartimentos devem ser em número necessário e suficiente para garantir o isolamento e protecção dos locais existentes nesses pisos, de modo a impedir a propagação do incêndio ou fraccionar a carga de incêndio.

Utilizações-tipo diferentes no mesmo edifício devem constituir compartimentos corta-fogo independentes. São permitidos espaços livres interiores, pátios interiores ou poços de luz, desde que cumpram determinados requisitos.

7.7. Condições Gerais Para Evacuação De Pessoas

Para se proceder ao dimensionamento das vias de evacuação é fundamental que seja feita a determinação do efectivo, o qual deve ser identificado por local, piso e edifício.

Em alguns locais esse cálculo é feito com base na capacidade instalada nos próprios locais, nomeadamente:

O nº de ocupantes em camas nos locais de dormida;

3,2 vezes o nº de lugares reservados a acamados nos locais destinados a doentes acamados;

O nº de lugares fixos nos espaços com lugares fixos de salas de conferência, reunião, ensino, leitura ou consulta documental, salas de espectáculo, recintos desportivos, auditórios e locais de culto religioso.

Nos restantes espaços o efectivo é calculado com base em índices de ocupação, medidos em pessoas por m² de área útil ou por metro linear.

7.8. Evacuação

A largura útil das saídas e caminhos de evacuação é medida em unidades de passagem (UP) e deve ser assegurada desde o pavimento até uma altura de 2 m.

A conversão da medida teórica da Unidade de Passagem para a unidade métrica correspondente e dependem das condições descritas na Legislação em vigor.

Para efeito de contabilização de saídas, não são aceites as que forem dotadas de:

Portas giratórias ou de deslizamento lateral não motorizado;

Portas motorizadas e obstáculos de controlo de acesso excepto se, em caso de falha de energia ou de falha no sistema de comando, abrirem automaticamente por deslizamento lateral, recolha ou rotação, libertando o vão respetivo em toda a sua largura, ou poderem ser abertas por pressão manual no sentido da evacuação por rotação, segundo um ângulo não inferior a 90°.

Locais com efectivo igual ou superior a 200 pessoas devem ter saídas com larguras mínimas de 2 UP.

Nas salas com mais de 12 filas, cujo pavimento seja desnivelado, as saídas devem permitir efectuar a evacuação de pelo menos 50% do efectivo por saídas abaixo do nível médio do pavimento. Em zonas de transposição de portas com largura superior a 1 UP, é permitida a tolerância de 5% nas larguras mínimas requeridas.

7.9. Vias Horizontais De Evacuação

Com o intuito de se proporcionar uma evacuação rápida e segura dos ocupantes dos edifícios, as distâncias a percorrer nos locais e vias de evacuação são limitadas.

Em locais amplos com área superior a 800 m², onde não seja possível delimitar os caminhos de evacuação por meios de paredes, divisórias ou mobiliário fixo, esses caminhos devem ser claramente evidenciados

Os corrimãos existentes nas vias horizontais de evacuação deverão possuir uma altura máxima de 1,1m e podem reduzir a largura mínima da via, em cada lado, num valor máximo de: 0,05 m para vias com uma UP e 0,10 m para vias com mais de uma UP.

7.10. Características Das Portas

Portas utilizáveis por mais de 50 pessoas devem:

- Abrir no sentido da evacuação;
- Dispensar o uso de sistemas de fecho (apenas trinco), excepto em locais de tratamento psiquiátrico ou destinadas a crianças e adolescentes desde que vigiados permanentemente;
- Possuir sinalização do modo de operar;
- Quando de acesso directo ao exterior, possuir uma zona livre no exterior até uma distância de 3 m, com largura igual á de saída.

Portas utilizáveis para evacuação de pessoas em cama devem possuir superfícies transparentes à altura da visão



Figura 162 – Porta Corta-Fogo, piso R/C.

Portas de vaivém devem, em caso de incêndio, libertarem-se automaticamente, provocando o seu fecho por acção de dispositivo mecânico. Não são permitidos dispositivos de retenção nas portas das vias verticais de evacuação nem nas portas das CCF. Portas resistentes ao fogo de duas folhas devem ainda ser dotadas de dispositivo selector de fecho.

7.11..Câmaras Corta-Fogo

No Quadro 3.12 indicam-se as características das câmaras corta-fogo, quando existe a necessidade da sua utilização.

No interior das câmaras corta-fogo não podem existir [3]:

- Ductos para canalizações, para lixos ou para qualquer outro fim;
- Quaisquer acessos a ductos;
- Quaisquer canalizações de gases combustíveis ou comburentes ou de líquidos combustíveis, comando de sistemas ou dispositivos de segurança das câmaras corta-fogo ou comunicações em tensão reduzida;

- Quaisquer objectos ou equipamentos, com excepção de extintores portáteis ou bocas de incêndio e respectiva sinalização.

7.12. ... Vias Verticais De Evacuação

O número de vias verticais de evacuação dos edifícios deve ser o imposto pela limitação das distâncias a percorrer nos seus pisos. Em edifícios com mais de 28 m de altura devem possuir pelo menos 2 vias verticais de evacuação e deve existir ligação entre elas por uma comunicação horizontal comum.

Se as vias verticais de evacuação não tiverem desenvolvimento contínuo, os percursos horizontais de ligação não devem ser superiores a 10 m e devem garantir o mesmo grau de isolamento e protecção que a via.

A largura útil em qualquer ponto das vias verticais de evacuação não deve ser inferior a 1 UP por cada 70 utilizadores, ou fracção, com um mínimo de 2 UP em edifícios de altura superior a 28 m. O efectivo a considerar é o maior resultado do somatório de dois pisos consecutivos.

Escadas incluídas nas vias verticais de evacuação devem possuir as seguintes características:

Cumprir o RGEU;

- Lanços consecutivos sem mudança de direcção, não podem ser superiores a dois;
- Cada lanço deve ter entre 3 e 25 degraus;
- Degraus devem ser uniformes em cada lanço (com cobertor mínimo de 0,23 m e espelho entre 0,14 e 0,18 m, de acordo com o RGEU);
- Degraus sem espelho, devem estar sobrepostos 50 mm no mínimo;
- Deve percorrer-se o mínimo de 1 m nos patamares, medido no eixo da via caso esta tenha a largura de 1 UP, ou a 0,5 m da face interior no caso de a sua largura ser superior;
- Escadas devem ser dotadas de pelo menos um corrimão contínuo;
- No caso de estas terem mais de 3 UP de largura, deve existir corrimão de ambos os lados, com o máximo de 5 UP entre corrimãos, e os seus degraus devem possuir revestimento antiderrapante.

8. CONDIÇÕES GERAIS DOS EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA

8.1. Sinalização, Iluminação E Detecção

Os edifícios devem ter equipamentos que forneçam informação essencial numa situação de perigo, que facilitem a evacuação e que facultem uma detecção de incêndio precoce.

Deve ser prevista sinalização junto dos meios de intervenção, alarme e alerta, indicação de saídas ou percursos de evacuação, bem como indicação do número de andar nos patamares de acesso das vias verticais; e iluminação de emergência nos percursos de evacuação, junto dos equipamentos de segurança, em locais de risco B, C, D e F, e seus acessos, em zonas de vestiários ou sanitários públicos com área superior a 10 m² e nos destinados a utentes com mobilidade condicionada.

Em locais onde seja necessário obscuridade total para o desenvolvimento das actividades, os blocos autónomos permanentes poderão possuir um dispositivo que reduza a sua intensidade de iluminação durante os períodos de obscurecimento, desde que adquiram automaticamente a intensidade de iluminação predefinida, por indicação da CDI ou quando for ligada a iluminação de ambiente e circulação.

Nos locais de risco D, existentes na 2^a categoria de risco ou superior, deve existir um posto não acessível ao público que permita a comunicação oral com o posto de segurança, no qual também devem existir meios de difusão do alarme, do tipo sinal sonoro ou mensagem gravada não reconhecível pelo público. O sistema automático de detecção de gás combustível deve ser composto por unidades de controlo e sinalização, detectores e sinalizadores óptico-acústicos.

8.2. Controlo De Fumo

Os edifícios devem ser dotados de meios que promovam a libertação para o exterior do fumo e dos gases tóxicos ou corrosivos, reduzindo a contaminação e a temperatura dos espaços e mantendo condições de visibilidade, nomeadamente nas vias de evacuação.

8.3. Equipamentos E Sistemas De Extinção

Os edifícios devem dispor no seu interior de meios próprios de intervenção, que permitam a actuação imediata sobre focos de incêndio pelos seus ocupantes e que facilitem aos bombeiros o lançamento rápido das operações de socorro.

8.4. Posto De Segurança

O posto de segurança, ou sala de segurança, é um local destinado a centralizar toda a informação de segurança e os meios principais de recepção e difusão de alarmes e de transmissão do alerta, bem como a coordenar os meios operacionais e logísticos em caso de emergência. Pode ser estabelecido na recepção ou na portaria, desde que localizado junto a um acesso principal, sempre que possível em local com ingresso reservado e resguardado ou protegido do fogo.

O posto de segurança deve possuir comunicação oral com todos os pisos, zonas de refúgio, casa de máquinas de elevadores, compartimentos de fontes centrais de energia eléctrica de emergência, central de bombagem para serviço de incêndio, ascensores e o seu átrio de acesso no nível dos planos de referência e locais de risco D e E existentes, garantida através de meios distintos das redes telefónicas públicas.

Chaveiro de segurança com as chaves de reserva para abertura de todos os acessos do espaço que serve, bem como dos seus compartimentos e acessos a instalações técnicas e de segurança, com excepção no interior de fogos de habitação;

Um exemplar do plano de prevenção e do plano de emergência interno. No caso de uma determinada UT ser constituída por um conjunto de edifícios, deverá existir comunicação oral entre o posto de segurança e as recepções ou portarias de todos os edifícios, garantidos através de meios distintos das redes telefónicas públicas.

O posto de segurança deve ser mantido ocupado em permanência por um agente de segurança no mínimo durante o período de funcionamento das UT; e deve ser considerado um local de risco F nas utilizações-tipo da 4ª categoria de risco, ou da 3ª categoria de risco com locais de risco D ou E.

8.5. Condições Gerais De Auto-Protecção

Os edifícios e estabelecimentos devem, no decurso da exploração dos respectivos espaços, ser dotados de medidas de organização e gestão de segurança, designadas por medidas de autoprotecção.

9. ORGANIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA

9.1... Organograma Funcional

Sendo o campus hospitalar do Polo HUC classificado como 4ª categoria de risco na UT V, deve ser estabelecido um Serviço de Segurança contra Incêndio (SSI), necessário para a concretização das medidas de autoproteção. Esta organização de segurança é constituída pelo Responsável de Segurança, pelo Delegado de Segurança com as funções de chefe de equipa e pelo número mínimo de elementos adequados à dimensão e categoria de risco, ou seja, uma organização de segurança em caso de emergência constituída, no mínimo, por 12 (doze) elementos. Os elementos nomeados para as equipas de emergência são responsabilizados pelo Responsável de Segurança, relativamente ao cumprimento das atribuições que lhes forem atribuídas na organização de segurança estabelecida.

A possibilidade de ativação do PEI a qualquer momento prevê uma estrutura organizacional (SSI) que zele, em situação normal, pela manutenção permanente da operacionalidade dos meios humanos e materiais disponíveis e, em situação de emergência, que integre e articule com o máximo de eficácia as funções, informações, avaliação, decisão e ação, nos seus diversos níveis. A estrutura (SSI) será organizada para a situação em caso de emergência, com o Diretor do Plano (Responsável de Segurança), chefe ou coordenador das operações de emergência (Delegado de Segurança), equipas de 1ª intervenção e alarme, equipas de evacuação, equipas de primeiros socorros, equipas de manutenção, contactos com o exterior, etc. Pelo menos o Responsável de Segurança e o Delegado de Segurança devem ter substitutos. Os restantes elementos das equipas, se possível, devem ter também substitutos e estarem permanentemente atualizadas. Assim, distribuem-se as tarefas de emergência quer por entidades para o efeito definidas, quer por outros responsáveis, funcionários e colaboradores dos edifícios do campus hospitalar do Polo HUC.

O Organograma de Segurança está indicado na figura 164.

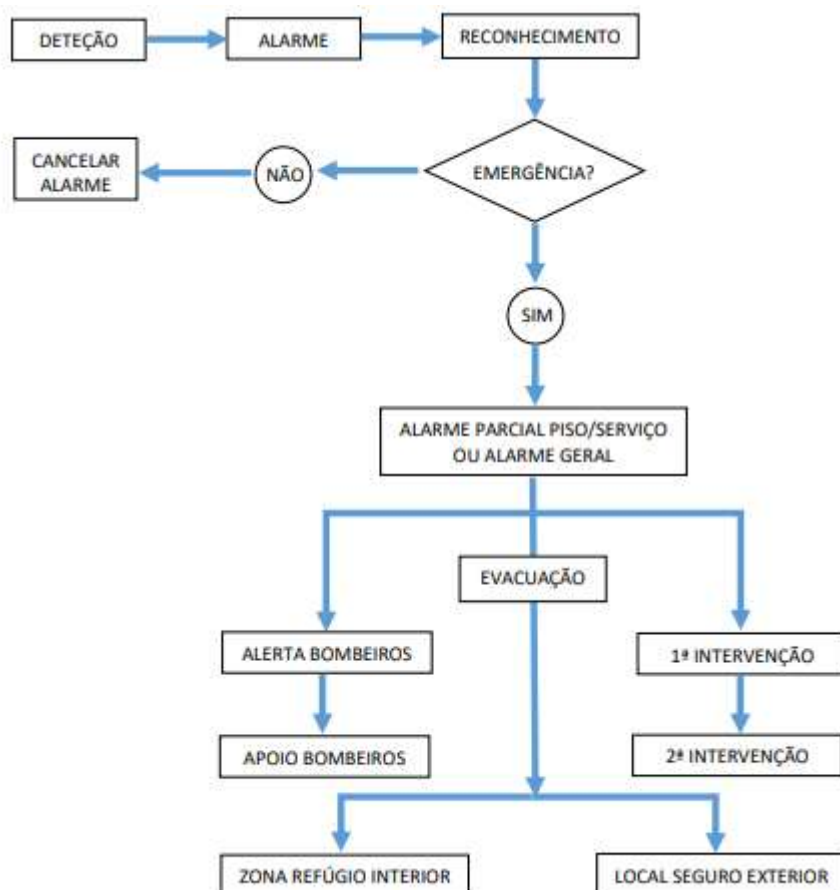


Figura 163 – Fluxograma em caso de emergência.

9.2... Responsável De Segurança

O Presidente do Conselho de Administração do CHUC é o responsável pela segurança das pessoas, bens e operacionalidade do Centro Hospitalar, tendo como missões e responsabilidades:

- Auxiliar o Conselho Estratégico na tomada de decisões;
- Tomar as decisões necessárias para debelar e/ou minorar o sinistro, com o apoio do DS;
- Assegurar a articulação estratégica com as Entidades externas;
- Promover, sempre que necessário, a emissão de comunicados aos Colaboradores e aos órgãos de Comunicação Social, apoiado pelo Gabinete de Comunicação e Imagem.

O Director do PEI é o responsável pela SCIE perante a Entidade competente (ANPC).

A figura seguinte é a representação do organograma da equipa de segurança geral.

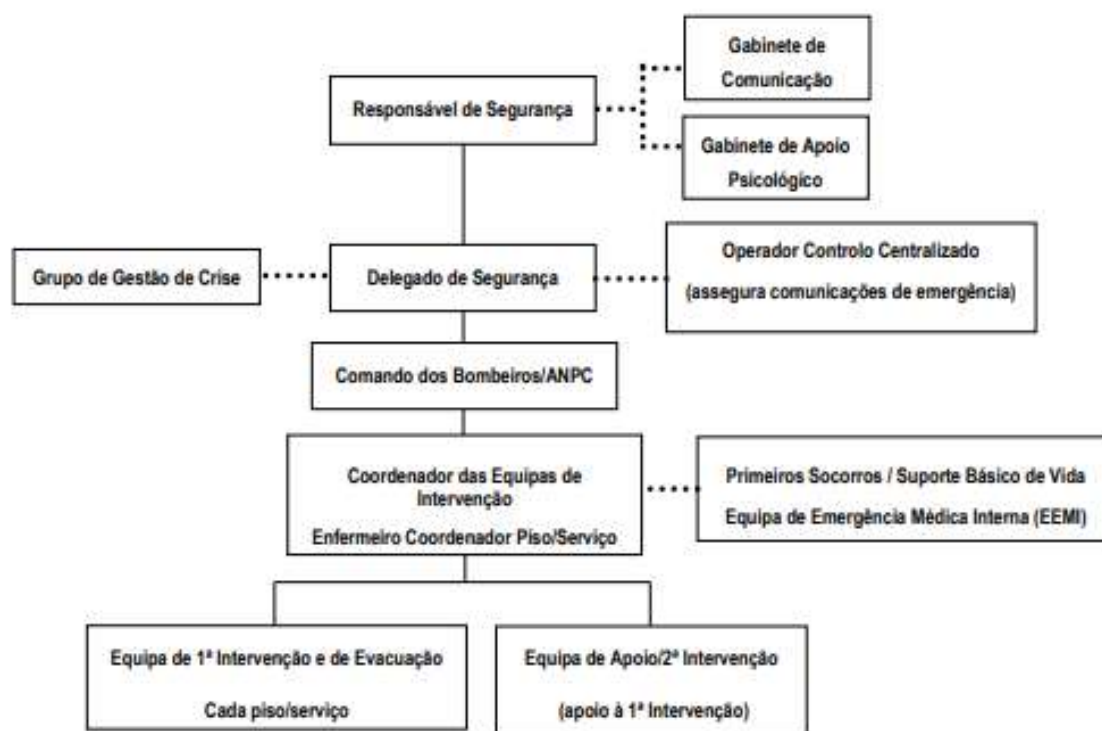


Figura 164 – Organograma da segurança geral.

9.3. ... Gabinete De Comunicação E Imagem

Os elementos que compõem este Gabinete têm a função de realizar e emitir comunicados aos Colaboradores e aos órgãos de Comunicação Social sempre que se considere necessário. Devem garantir as relações externas com a comunidade, em geral, e com os familiares dos doentes.

Estes comunicados devem ser aprovados pelo RS. Qualquer contacto efectuado por parte da Comunicação Social a qualquer funcionário deve ser encaminhado para este Gabinete.

9.4. ... Conselho Estratégico

Os elementos deste órgão têm como principal missão efectuar, em estreita ligação com o RS e o DS, a coordenação estratégica da evacuação de doentes, tendo em consideração as necessidades dos doentes e a evolução da situação.

O Conselho Estratégico integra os seguintes elementos:

- Responsável de Segurança;
- Delegado de Segurança;

-
- Director Clínico com a responsabilidade de dirigir e coordenar a execução das acções definidas pelo Conselho Estratégico;
 - Directores de Serviços a serem convocados pelo Director Clínico;
 - Serviços de Apoio, Aprovisionamento e Farmácia;
 - Vogal do Conselho de Administração;
 - Enfermeiro Director;
 - Chefes de Enfermagem a serem convocados pelo Enfermeiro Director;
 - Director do Serviço de Instalações e Equipamentos.

O Director Clínico e os Directores de Serviços têm por missão assegurar a assistência clínica aos doentes que forem evacuados do local onde estavam.

9.5... Delegado De Segurança

O DS é o Gestor de Risco do CHVNG/E e tem como missões e responsabilidades:

- Assegurar a coordenação dos Vigilantes, do Grupo de Operações de Manutenção, do Grupo de Apoio Logístico e Financeiro e do Grupo de Intervenção / Evacuação;
- Assegurar a realização das acções de combate ao sinistro com o objectivo de minimizar as consequências para as pessoas e instalações;
- Identificar a necessidade de se realizarem acções de evacuação em coordenação com o Director Clínico;
- Garantir a transferência da informação pertinente ao Director Clínico e aos elementos do Gabinete de Comunicação e Imagem;
- Garantir o apoio e as interligações necessárias entre equipas do CHVNG/E e as equipas externas de intervenção;
- Garantir o controlo de acessos às áreas sinistradas, através dos Vigilantes e com apoio da PSP;
- Quando for possível, o DS deve assegurar a definição e a execução das operações necessárias à reposição da normalidade.

9.6.Posto De Segurança/Controlo Centralizado

No campus hospitalar do Polo HUC o Posto de Segurança está instalado na Sala do Controlo Centralizado, no Piso 0 do Bloco Central 0 e fica localizado junto à entrada principal. Em caso de impraticabilidade deste, deverá ser utilizada a Portaria Principal de acesso ao campus hospitalar do Polo HUC. O Posto de Segurança (Controlo de Segurança) encontra-se assinalado nas peças desenhadas do Plano de Prevenção.

No Posto de Segurança existe um chaveiro de segurança contendo as chaves de emergência para abertura de todas as portas em vias de evacuação do Bloco Central, bem como dos seus compartimentos e acessos a instalações técnicas e instalações de equipamentos de segurança contra incêndios. Deve ainda permanecer um exemplar do Plano de Segurança Interno (Registos de Segurança, Plano de Prevenção e Plano de Emergência Interno).



Figura 165 – Controlo centralizado no *atrium* da entrada principal do Hospital, bloco Central.

O Vigilante da Portaria Principal tem como funções:

- Garantir a confirmação dos alarmes através do Responsável de Turno do Serviço ou Vigilante Móvel, consoante a área em alarme;
- Informar o DS sempre que existam alarmes confirmados;
- Efectuar e confirmar o alerta às Forças de Socorro Externas;
- Informar os Vigilantes da Unidade II da situação de emergência ocorrida;

- Cumprir as instruções do DS.

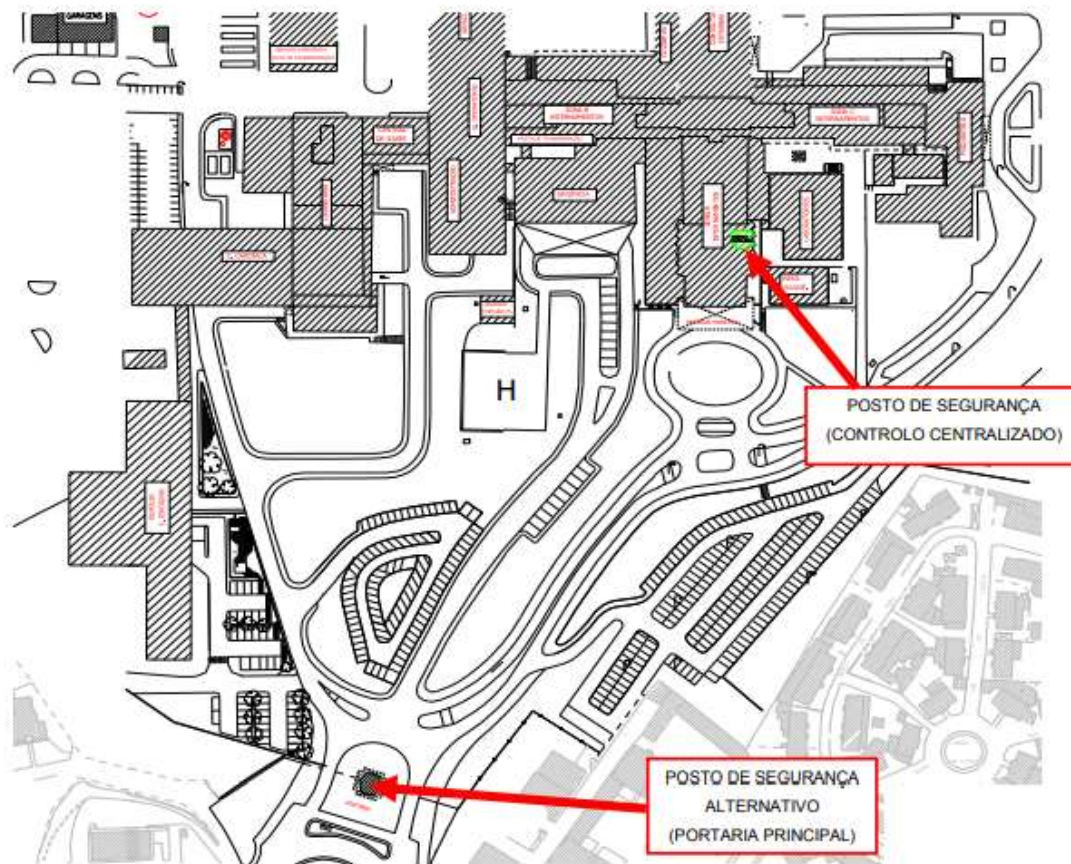


Figura 166 – Localização do Controlo centralizado e alternativo em caso de falha do primeiro.

9.7..... Equipa De Vigilantes

Os Vigilantes que se encontrem de serviço durante a ocorrência de uma situação de emergência têm como funções:

- Garantir o controlo de acessos às áreas afectadas;
- Efectuar a confirmação dos Alarmes, através do Vigilante Móvel, caso seja solicitado;
- Solicitar, sob instruções do DS, a realização de cortes de energia ou fluidos que tenham de ser executados localmente;
- Colaborar nas acções de evacuação;
- Cumprir as instruções do DS. Segurança contra Incêndio em Hospitais

9.8. Grupo De Operações De Manutenção

O Grupo de Operações de Manutenção é constituído pelos Técnicos do Serviço de Instalações e Equipamentos, tendo como funções apoiar o DS através da criação de infra-estruturas adequadas aos locais provisórios de alojamento dos doentes, bem como a execução das operações de reparação em emergência que se revelem necessárias ao restabelecimento da normalidade operacional.

Nestas operações incluem-se os cortes de energia e/ou fluidos que tenham de ser efectuados localmente e todas as operações relacionadas com a manutenção e reparação de sistemas e equipamentos instalados, em caso de emergência.

9.9. Grupo De Apoio Logístico E Financeiro Ou De Crise

O Grupo de Apoio Logístico e Financeiro tem como principais funções a prestação da assistência às pessoas provenientes dos pisos ou edifícios sinistrados e que se encontrem nas Zonas de Concentração Local. Sempre que se justifique, devem auxiliar o encaminhamento e transporte de doentes para outras Unidades Hospitalares e providenciar mecanismos de apoio financeiro necessários para a situação de emergência específica.

Este grupo é composto pelos seguintes elementos:

- Director do Serviço de Aprovisionamento e Logística;
- Director dos Serviços Gerais e Hoteleiros;
- Director dos Serviços Farmacêuticos;
- Director do Serviço de Gestão de Doentes;
- Director dos Serviços de Sistemas e Tecnologias de Informação;
- Director dos Apoios de Serviços e Equipamentos.

9.10. Grupo De Intervenção/Evacuação

O Grupo de Intervenção / Evacuação do Hospital, bloco Central tem a seguinte constituição:

- Um Responsável de Turno do Serviço, cuja função é efectuar a confirmação de alarmes e realizar as acções de 1ª Intervenção;
- Uma Equipa de Coordenadores de Evacuação por Serviço, com a função de garantir a realização da evacuação de doentes, visitas e funcionários, em condições de segurança, bem

como decidir sobre o tipo de zona de concentração local para onde cada doente deve ser conduzido. Esta acção é efectuada em articulação com os Coordenadores das Zonas de concentração local;

- Um Coordenador Geral de Evacuação, cuja função é reunir a informação da evolução da evacuação nos vários Serviços que se situem nas zonas afectadas e garantir a transmissão ao DS .Cada Zona de Concentração Local tem nomeado um Coordenador, e respectivo substituto, que tem por missão preparar e gerir todos os recursos disponíveis na zona de concentração local de sua responsabilidade e manter a informação actualizada ao Centro de Operações de Emergência.

9.11. Pontos De Encontro

No caso de ter de se evacuar um ou mais serviços para o exterior (evacuação parcial), cada uma das zonas deve dirigir-se para o ponto de encontro previamente definido. A localização dos pontos de encontro está indicada na figura abaixo – Planta de implantação do campus hospitalar do Polo HUC.



Figura 167 – Planta com os pontos de encontro.

9.12. Centro De Operações De Emergência

Sempre que as situações de emergência sejam prolongadas, pode ser necessário criar um Centro de Operações de Emergência (COE). O COE é constituído pelo RS, pelo Gabinete de Comunicação e Imagem, pelo Conselho Estratégico e pelo DS. Pode ainda integrar o COE, um responsável da PSP e um responsável dos Bombeiros.

O COE funciona na sala de reuniões do Serviço de Instalações e Equipamentos da Unidade hospitalar. No caso de impossibilidade de utilização deste local, a localização do COE será definida em conjunto com as Forças de Socorro Externas.

Em caso de EMERGÊNCIA TOTAL, o Delegado de Segurança do campus hospitalar do Polo HUC deve informar o Diretor do Heliporto, bem como a sua equipa de emergência, para a

impossibilidade de admissão de doentes urgentes no Hospital da Universidade de Coimbra, vindos de outra unidade hospitalar. Devendo neste caso, os mesmos ser conduzidos para o Hospital Geral ou outra unidade Hospitalar alternativa. No caso de ser necessário a utilização do Heliporto, para a evacuação de doentes urgentes para outra unidade hospitalar, o Delegado de Segurança deve informar o Diretor do Heliporto. Numa situação de alarme deve ser condicionada a circulação automóvel, nos arruamentos internos do campus hospitalar do Polo HUC, de forma a permitir que os mesmos estejam desimpedidos para a circulação dos veículos de socorro. Também os acessos externos ao campus hospitalar devem ser condicionados, para que, do mesmo modo, possam permitir a circulação dos veículos de socorro.

10. CONCLUSÕES

Este trabalho pretendeu alertar para um aspeto de primordial importância que é a segurança contra incêndios em edifícios hospitalares de grande complexidade e de grande altura.

A altura é o verdadeiro dilema da evacuação de pessoas, principalmente quando se trata de pessoas com mobilidade reduzida e/ou com doenças associadas.

Nestes casos, a aplicação de regulamentos prescritivos verifica-se desadequada, e impõe-se um estudo mais detalhado do desempenho de edifícios sobre os vários aspetos, em caso de incêndio.

A metodologia utilizada neste trabalho foi a seguinte:

- Visitas aos vários compartimentos dos edifícios em estudo dentro do possível uma vez que, a pandemia assim não o deixou fazer como o desejado;
- Levantamento do existente, relativamente à segurança aos incêndios;
- Análise dos edifícios à luz do Regulamento de Segurança contra Incêndios, com classificação das Utilizações-tipo, categorias de risco, bem como identificação de locais de risco específicos nos vários edifícios;
- Modelação 3D de todos os edifícios alvo de estudo no programa Revit;
- Simulação dos cenários de incêndio que foram possíveis fazer, pesquisa de evacuação de vários compartimentos nos edifícios em estudo;
- Análise dos tempos de evacuação, e da evolução das temperaturas e dos fumos, suscetíveis de condicionar ou impedir a evacuação dos ocupantes em segurança;
- Avaliação de situações de falta de segurança, com base nas simulações efetuadas.

As conclusões que se puderam obter com este estudo referem-se à segurança baseada no desempenho, em termos de capacidade de evacuação dos edifícios versus propagação do fumo.

A realização deste trabalho permitiu aferir que, com maior exactidão das reais características dos materiais combustíveis existentes, maior é a realidade da propagação de um incêndio e o controlo dos seus efeitos, conclusão tirada com base em pesquisa e com a partilha de conhecimentos com os alunos de protecção civil.

A simulação computacional da evacuação de pessoas permitiu obter com alguma aproximação à realidade resultados fiáveis dependendo do conhecimento mais aprofundado das características dos ocupantes, dos métodos de cálculo e controlo de movimentos. Os regulamentos prescritivos são geralmente aplicados a novas edificações, embora possam isentar

edifícios de construção anterior à sua aplicação, estes devem por questões de segurança, adaptar-se sempre que possível às novas condições, com a agravante destes edifícios estarem ao serviço da saúde e até de albergarem um património material de elevado interesse.

Atendendo à dimensão do edifício em estudo a modelação do incêndio por vezes não foi possível, devido à instabilidade numérica do cálculo computacional e para que seja possível obter resultados fidedignos é necessário simplificar ou reduzir o volume de controle de cálculo, permitindo apenas ter resultados, localizados, não se podendo fazer uma análise global de um edifício, dada a sua dimensão.

Teria sido muito mais vantajoso se os serviços de Informática do ISEC estivessem dispostos a ajudar e a trabalhar em prol dos alunos, não sei que tipo de procedimentos têm com esta situação do Covid-19, mas não acho que estejam a ajudar a sociedade académica com a falta de resposta. No meu caso demoraram 9 meses a responder e a disponibilizar uma ligação virtual, por forma a correr os modelos mais rapidamente, tive modelos que correram durante 4 dias.

Com base na análise dos vários cenários considerados, não se verifica nalguns casos a segurança dos ocupantes, verificando-se que a propagação generalizada do fumo é mais rápida que a evacuação dos seus ocupantes do edifício, como é o caso do Auditório. Nestes casos, a solução passaria pela adoção de medidas de melhoria, na compartimentação e na ventilação passiva, ou aplicação de ventilação ativa, com dispositivos automáticos de abertura comandada pelo alarme de deteção de incêndio.

Este sistema, de desenfumagem, tão necessário em caso de incêndio, não me foi fornecido qualquer informação da existência do mesmo. Para ir ao encontro de elaborar simulações o mais aproximadas da realidade possível.

Não seria correto juntar os dados do Pyrosim ao Pathfinder, pois o resultado do Pyrosim sem sistema de desenfumagem seria óbvio. Se não existe exaustão de fumos, não está garantida a evacuação de ocupantes, principalmente de mobilidade reduzida.

O Pyrosim ajudou a perceber os tempos que os compartimentos demoram a ficar cheios de fumo e a propagação que o incêndio pode tomar.

Comparando os resultados dos dois softwares permite afirmar que, de futuro o melhor seria investir em sistemas de desenfumagem e sprinklers, principalmente nos quartos e em zonas de cuidados intensivos.

Em todos os edifícios, a implementação de compartimentação adequada com portas corta-fogo e desenfumagem das vias de evacuação e locais de grande concentração de pessoas permitiria que os fumos não envolvessem o interior do edifício na totalidade, impedindo ou dificultando a evacuação de pessoas.

Não foi considerado o tempo que demoraria o alerta automático de incêndio até ao alerta definitivo pelas equipas de segurança na simulação da evacuação, podendo ser muito variado em função do local do incêndio. Por esse motivo devem ser sempre agravados os tempos iniciais de evacuação, acrescidos do tempo de decisão das pessoas em face do alerta. As evacuações elaboradas não tiveram em consideração o uso de cobertores e macas, apesar de saber que são meios possíveis numa evacuação, optei por mostrar a dificuldade do transporte de uma cama, mais cómodo para quem evacua, mais rápido, não se perde tempo a tirar o doente da cama e a confortá-lo quando se deixa um paciente para ir buscar o outro, sendo o objectivo principal levar os doentes para um sítio de refúgio. Apesar de se saber que nem sempre os meios disponíveis estão nas melhores condições, o SNS atravessa uma fase crítica e nem sempre é possível a reposição de material novo e mais moderno.

A chegada dos meios de socorro é difícil de contabilizar, contudo o trabalho primordial é feito pelas equipas que fazem a evacuação propriamente dita no imediato.

Deve ser prevista a instalação de portas corta-fogo em compartimentos e vias protegidas, a colocação de barras antipânico nas portas de saída com a adaptação de algumas para abertura no sentido da evacuação e colocação em funcionamento de portas de emergência que não estão ao serviço, como medidas de impedimento à intrusão que devem ter sistema de desbloqueio automático em caso de alerta pelo sistema de deteção de incêndio.

Pelo presente estudo, foi possível detetar casos onde as medidas de intervenção nos edifícios estudados permitem, com recurso à engenharia de segurança contra incêndios, obter uma melhoria da sua segurança em situação de incêndio.

O início do trabalho não foi fácil, nem sempre me facultaram tudo o que necessitava para fazer um trabalho mais completo, mesmos as plantas estruturais só me facultaram de um piso, e depois de muito tempo à espera.

A trabalhar desta forma limitada e explorar sozinha um software que desconhecia (Revit), mas da qual me deixou muito entusiasmada em relação ao futuro, perdi muito tempo a fazer o projecto tridimensional de todo do Bloco central.

Aliado a todos estes factores, a situação da pandemia com duas crianças não foi fácil.

Pelo trabalho apresentado e pela imensa pesquisa, posso afirmar com certeza de que existe um grande caminho a percorrer, no sentido de dotar os edifícios existentes de maior segurança aos incêndios, nomeadamente os edifícios deste tipo, bem como uma forte aposta na formação de pessoal que afere ao edifício diariamente e no fundo acaba por ser um pouco responsável pela segurança dos que acolhe.

Como sugestão, seria o ideal testar cenários de risco, principalmente enfermarias, bloco operatório, urgências, laboratórios (pelas reações químicas), lavandarias, cozinha e até porque a Lei prevê a existência de simulacros regularmente, e pelo que tive informação isso só vem a acontecer com regularidade há pouco tempo.

Só simulando é possível formar equipas de emergência, com vista à criação de rotinas e comportamentos de atuação internos, juntamente com as autoridades externas (Bombeiros Sapadores de Coimbra, Bombeiros Voluntários de Coimbra, a Autoridade Nacional de Proteção Civil, o INEM, a Polícia de Segurança Pública e a Polícia Municipal).

Em todos os simulacros apenas se concentraram na evacuação parcial de serviços e internamentos o que não mostra uma verdadeira realidade sobre o drama que é evacuar um edifício inteiro e extremamente alto.

Apesar das fortes restrições económicas, o CHUC pretende encontrar a sustentabilidade económica, sem descuidar a qualidade dos serviços prestados ao utente, mas porem em risco vidas não me parece de todo a melhor solução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, Cloud (2016) Segurança contra Incêndios em Edifícios de Ensino Superior – Polo I da Universidade de Coimbra

Andersson, L., (1988). Risker och brister vid utrymning. Brandingenjorslinjen, Lunds Tekniska Hogskola. Universitetsbiblioteket, Lund, Sweden

Coelho, A. L., 1997. Modelação Matemática da Evacuação de Edifícios Sujeitos à Acção de um Incêndio. Volumes I e II ed. Porto: Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Correia, A., (2013). Apontamentos de apoio de Física dos Edifícios – Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Construção Urbana – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

Fechinha, Paulo (2018), "Segurança Contra Incêndios em edificios de Centros Urbanos Antigos"

Ferreira, Á. G., 2012. Impacto da aplicação de uma regulamentação baseada no desempenho com uma de natureza prescritiva, s.l.: s.n.

Kim, J., Lilley, D. (2000). Heat Release Rates of Burning Items in Fires. AIAA 2000-0722. 38th Aerospace Sciences Meeting & Exhibit. Reno.

Matos, Ana (2017) ESTUDO DA EVACUAÇÃO EM SCIE DE UM EDIFÍCIO DE GRANDE ALTURA, ANÁLISE PRESCRITIVA / DE DESEMPENHO

Pinto, N. M. A., 2008. Novos Contributos para a Modelação da Evacuação de Edifícios em Situação de Emergência, s.l.: s.n.

Pinto, N. M. A., 2008. Novos Contributos para a Modelação da Evacuação de Edifícios em Situação de Emergência, s.l.: s.n.

Silva, Tiago (2010) SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM HOSPITAIS

REFERÊNCIA DE WEBSITES VISITADOS:

<http://www.prociv.pt/pt-pt/Paginas/default.aspx>

<http://www.aenfermagemeasleis.pt/2017/10/20/simulacro-de-incendio-eficacia-da-seguranca-testada-no-hospital-fernando-fonseca/>

<https://www.noticiasdecoimbra.pt/incendio-no-chuc-nao-e-um-simulacro-porque-a-seguranca-e-uma-questao-essencial/>

<http://www.blogsnc.com.br/2013/01/classes-de-incendio.html#axzz5Eu4rS6tX>

<https://www.todamateria.com.br/propagacao-de-calor/trackingId=ZD0FPdv%2Brb1es4PpkzjgpQ%3D%3D>

<http://www.segurancaonline.com/gca/index.php?id=100>

<https://www.thunderheadeng.com/>

http://www.trimblesupport.com/GPSPathfinder_Office.html#v410

<http://gps-pathfinder-office.software.informer.com/5.3/>

https://www.thunderheadeng.com/pyrosim/?gclid=EAIaIQobChMIqLfTsKzy3gIV2oXVCh1xDQv-EAAYASAAEgIAoPD_BwE

<https://www.thunderheadeng.com/pyrosim/>

<https://www.thunderheadeng.com/pathfinder/>

<https://www.youtube.com/watch?v=SykB9LvVvIU>

<https://www.youtube.com/watch?v=voLHHSbt-w>

https://www.youtube.com/watch?v=bJAP_C7VDjY

<https://www.youtube.com/watch?v=09XBsAILSq0>

<http://www.wseas.us/e-library/conferences/2012/Paris/MATHSYS/MATHSYS-38.pdf>

https://www.chuc.min-saude.pt/media/relatorios_contas/2014/Relatorio_e_Contas_CHUC_2014.pdf

LEGISLAÇÃO:

Decreto-Lei nº.220/2008, de 12 de novembro - Regime Jurídico da Segurança contra Incêndios em Edifícios (RJSCIE)

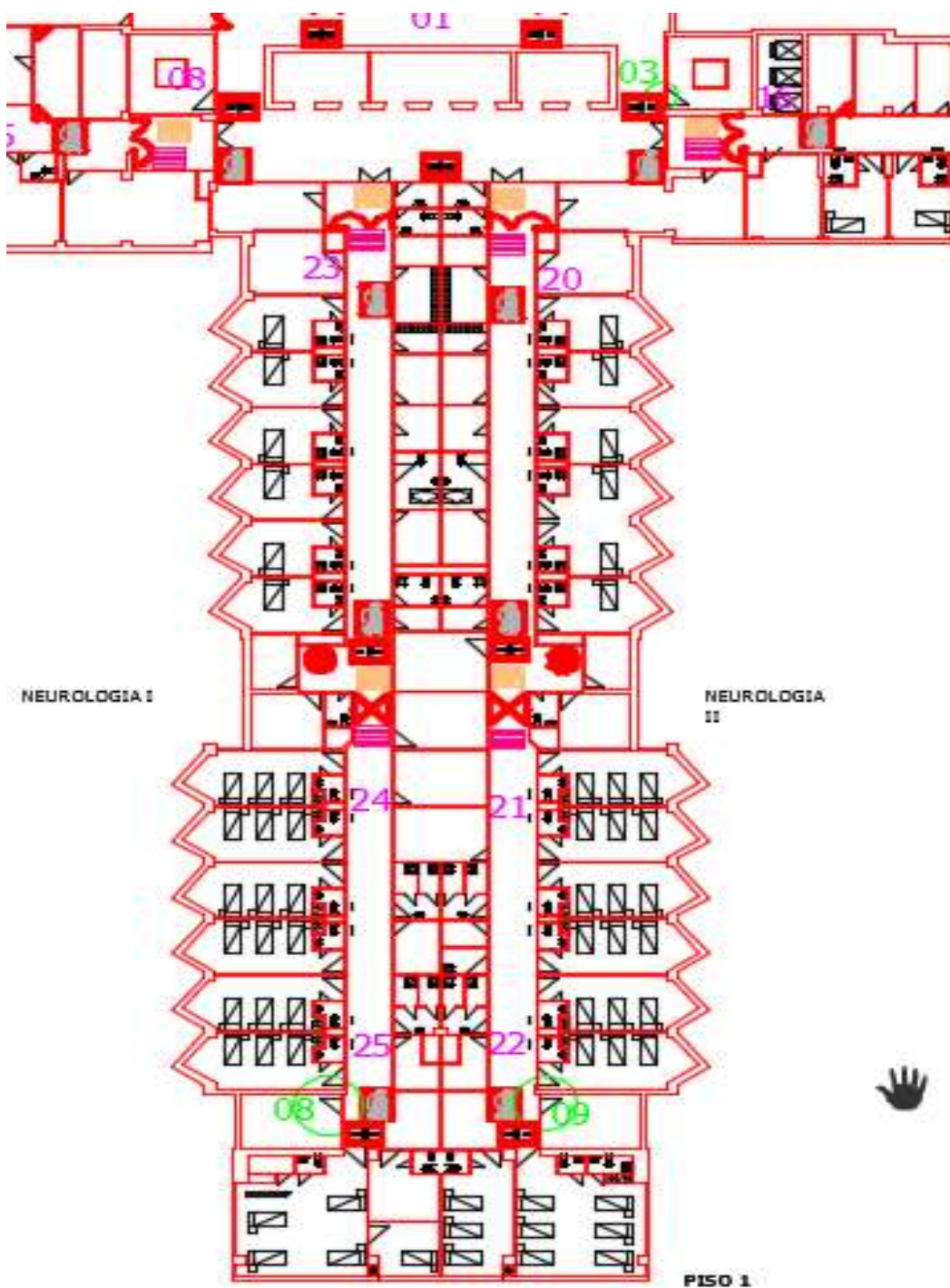
Decreto-Lei nº.224/2015, de 9 de outubro - Regime Jurídico da Segurança contra Incêndios em Edifícios (RJSCIE)

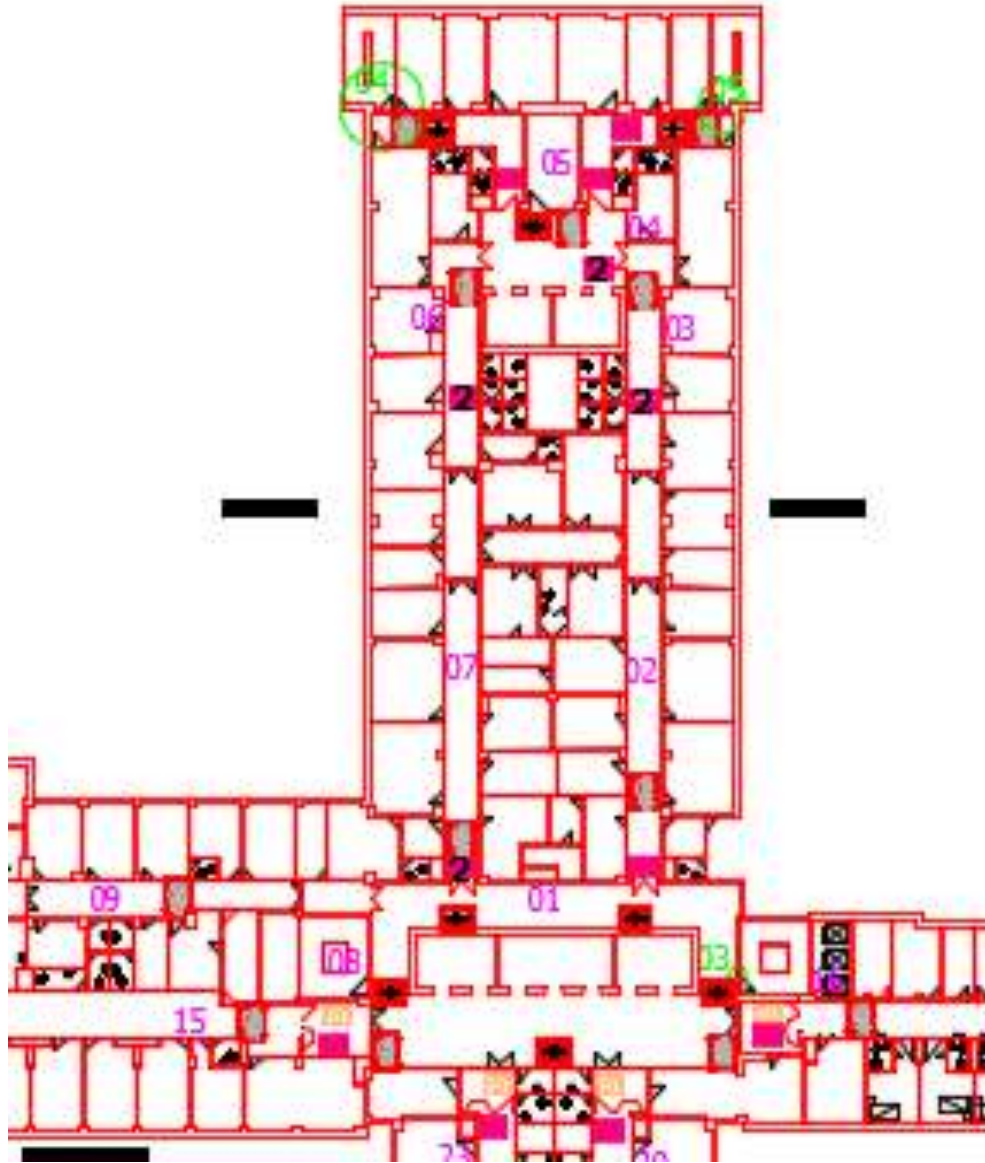
Portaria nº1532/2008, de 29 de dezembro - Regime Técnico de Segurança contra Incêndios em Edifícios (RT-SCIE)

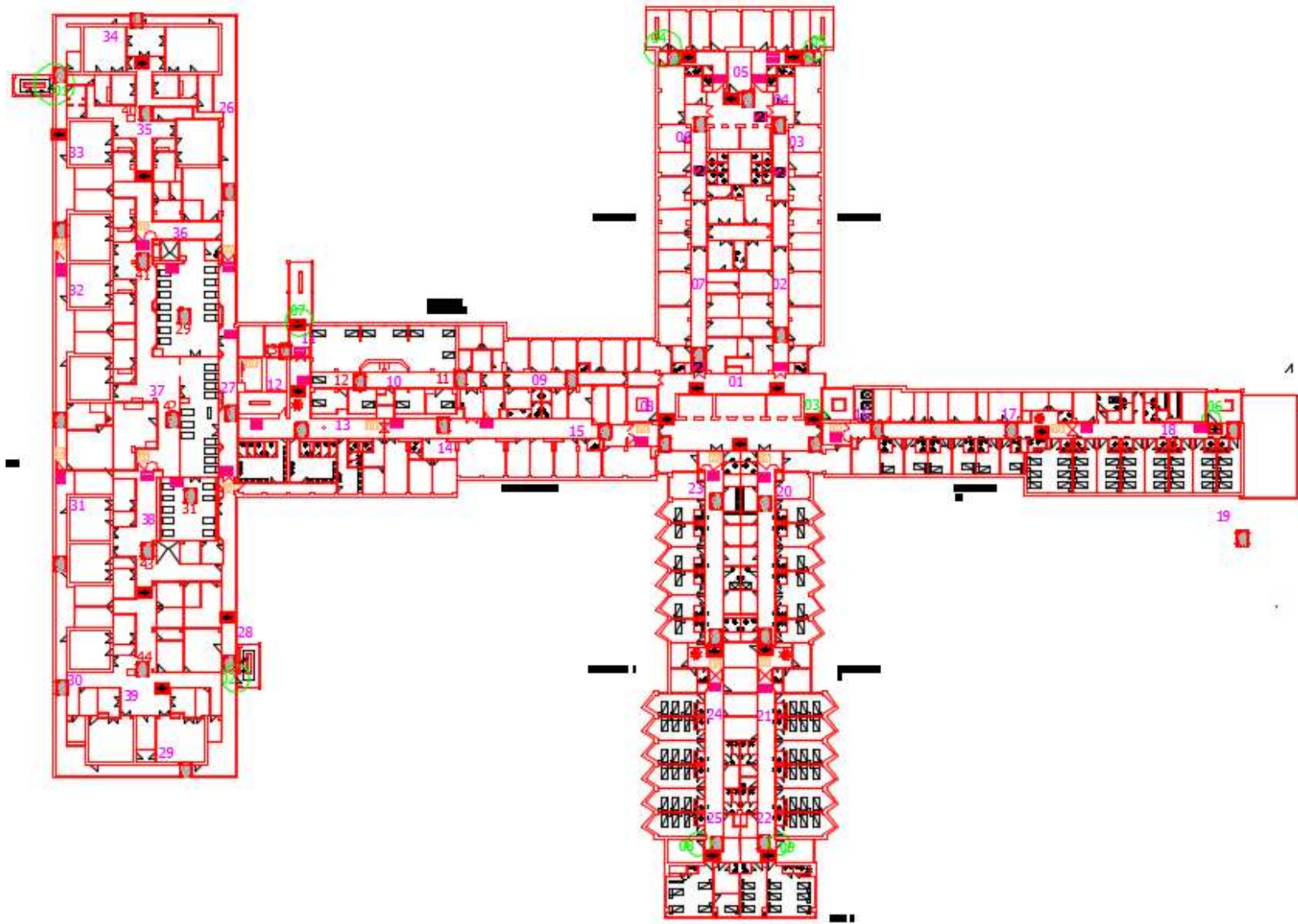
Despacho nº2074/2009 de 15 de janeiro - Regime Técnico de Segurança contra Incêndios em Edifícios (RT-SCIE)

ANEXOS

ANEXO I - Planta do primeiro Piso em CAD, internamento







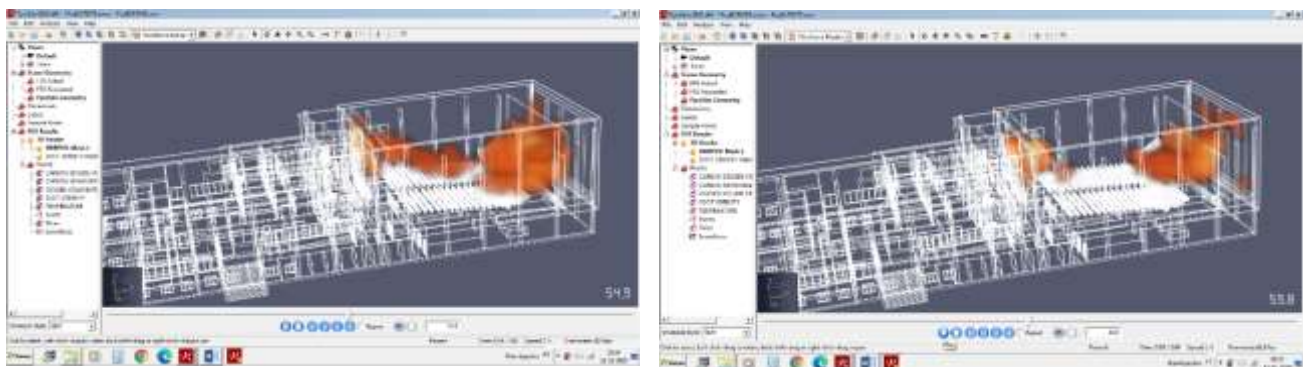
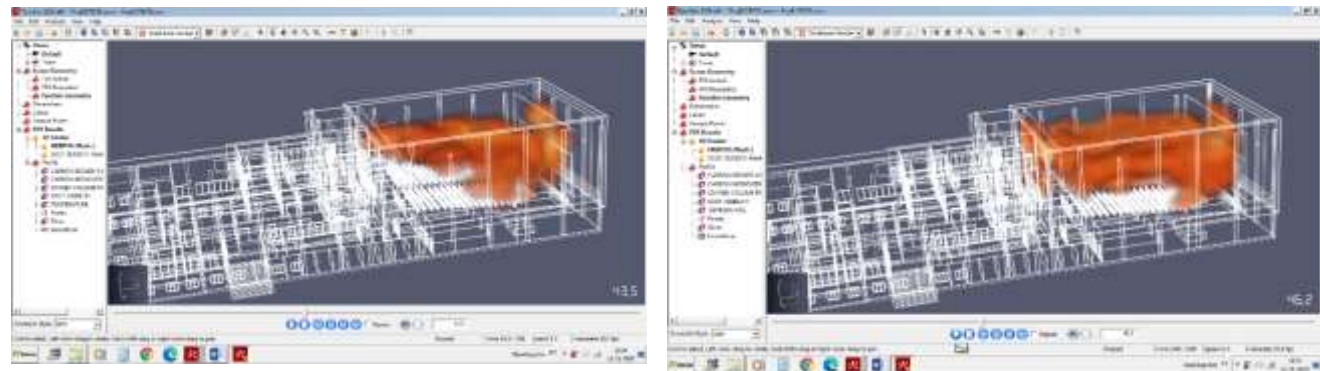
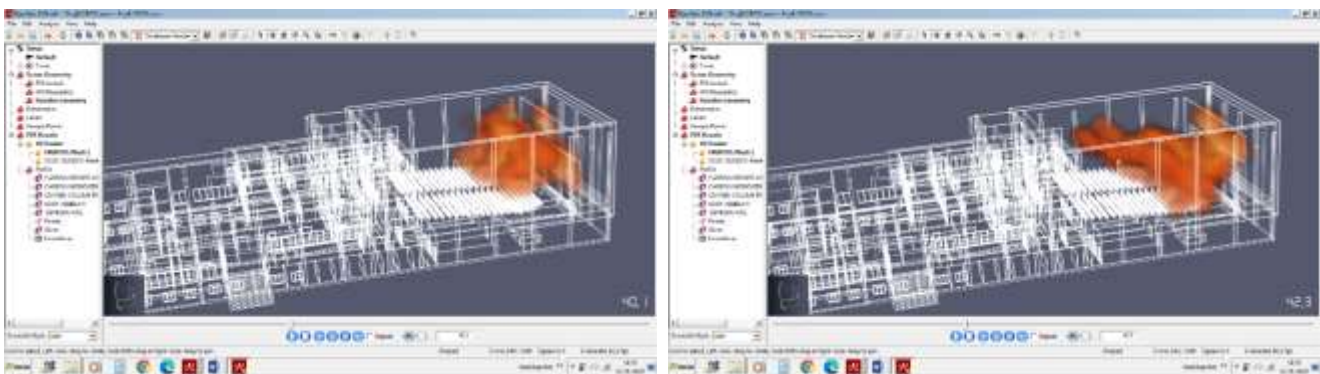
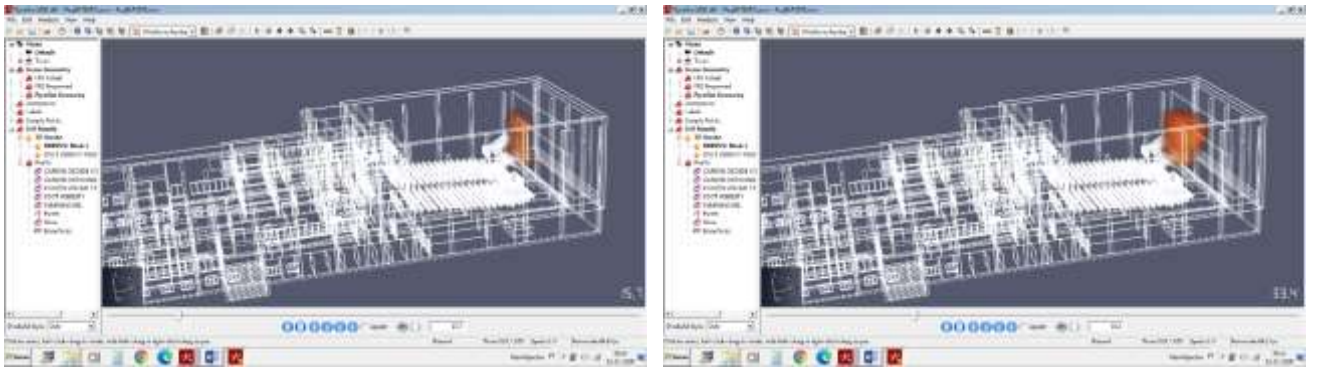
ANEXO II - Desenvolvimento de fumo, temperatura e chama do zero aos 0 aos 1800 segundos.

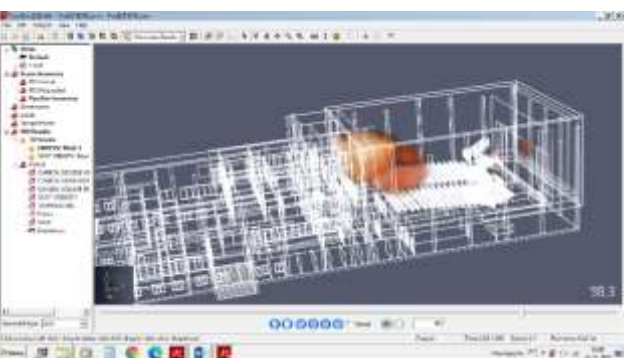
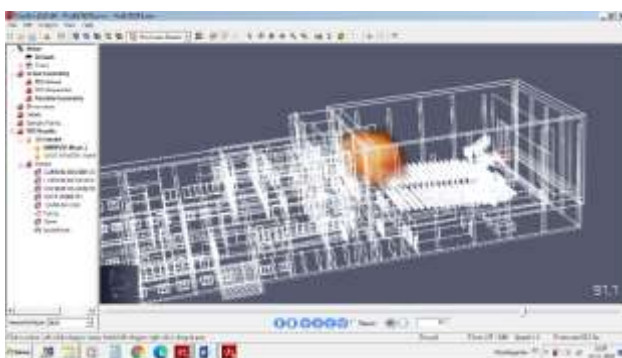
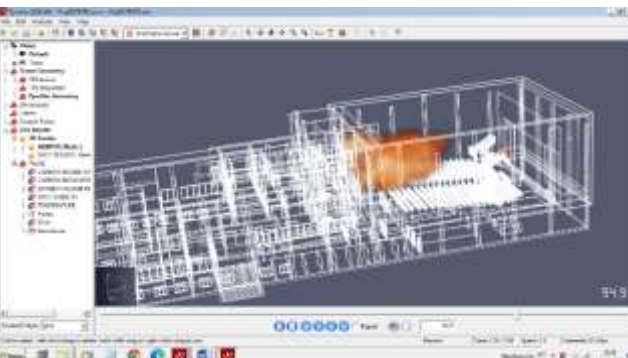
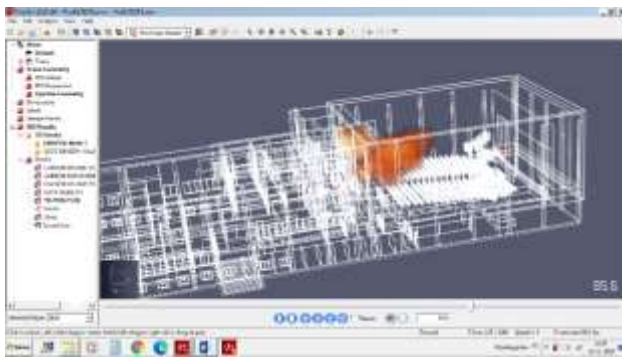
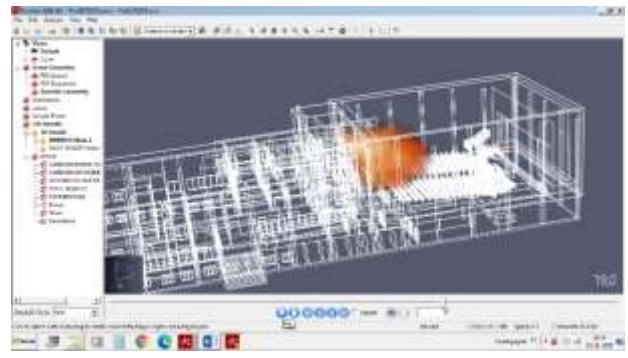
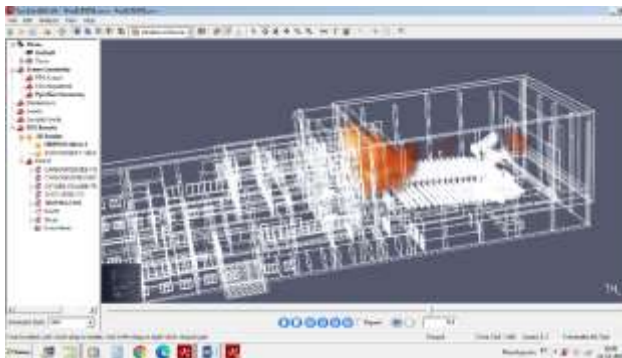
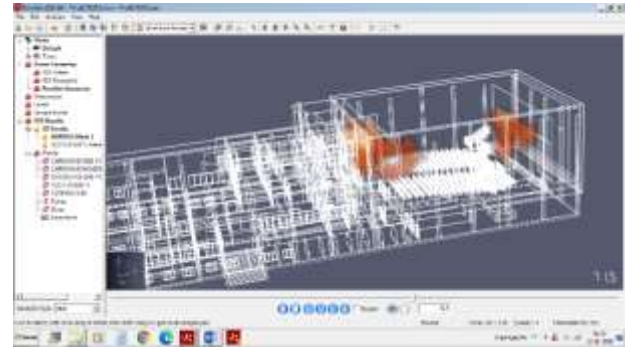
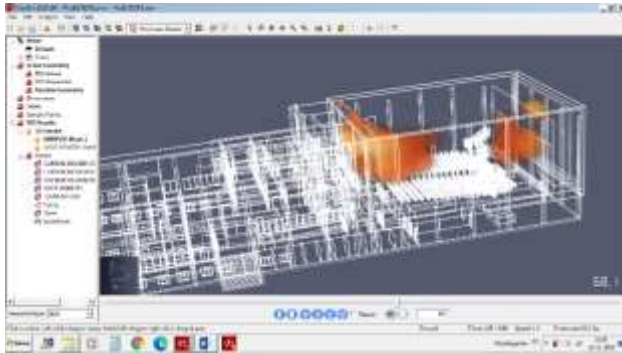
ANEXO II

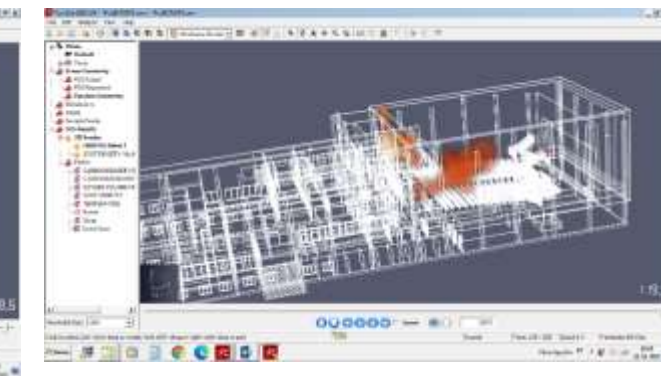
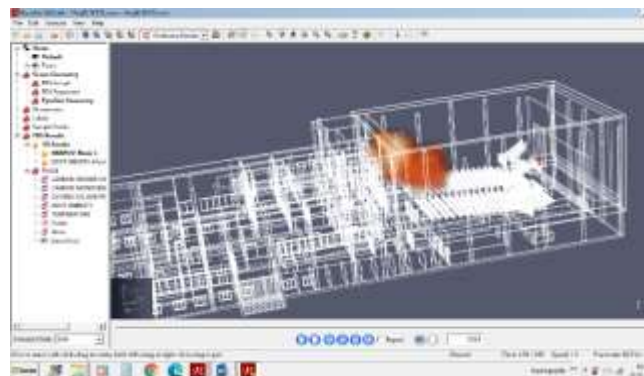
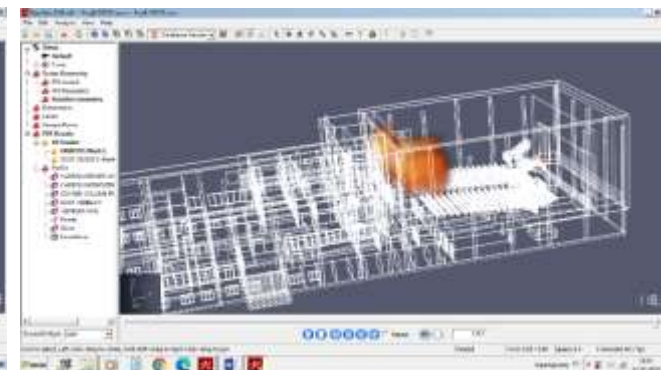
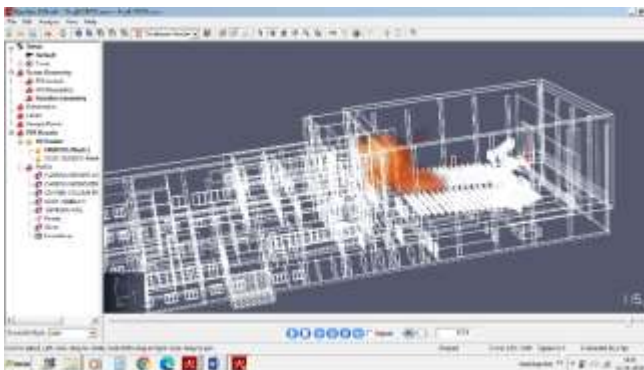
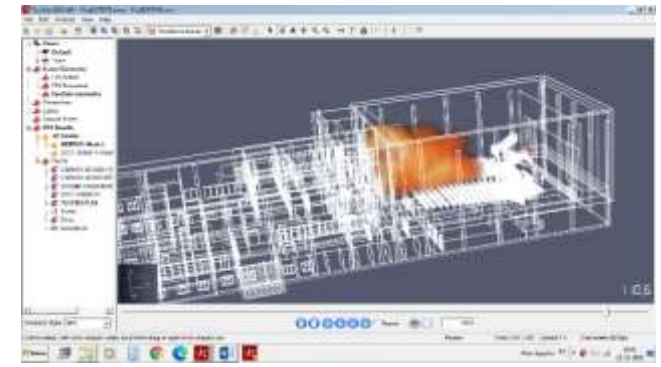
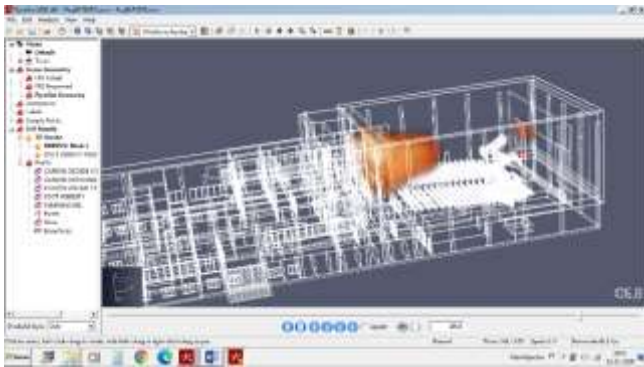
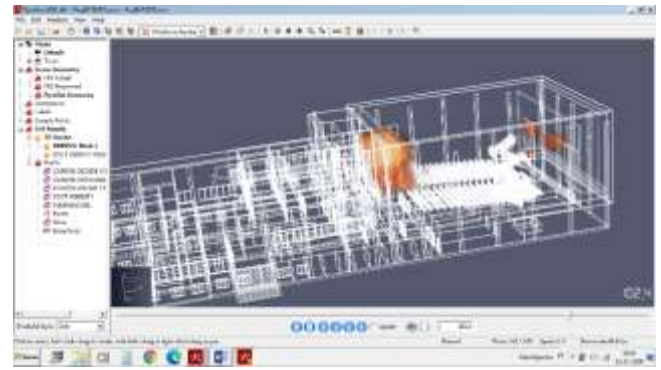
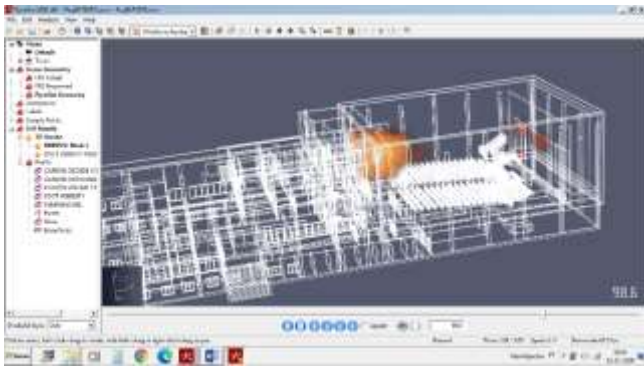
A1

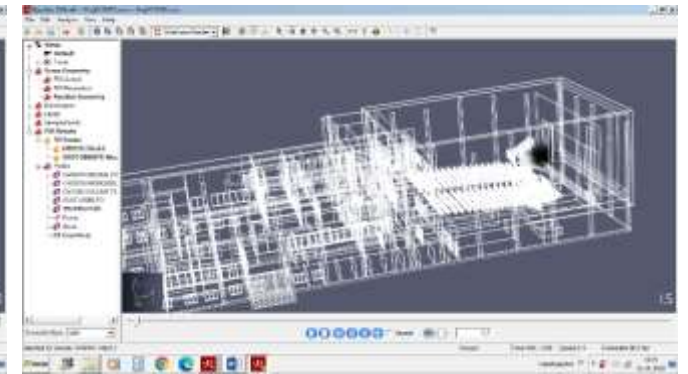
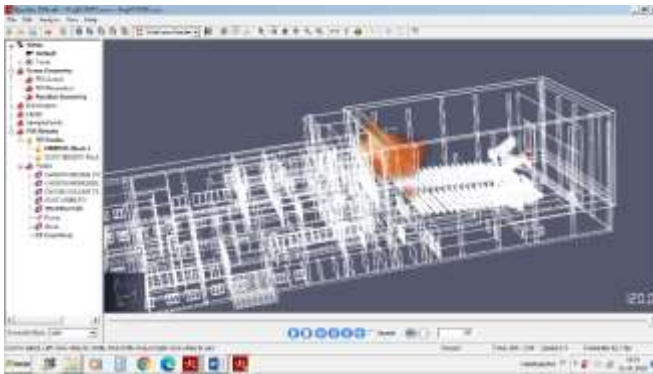
Cenário Zona F Auditório

Propagação da chama

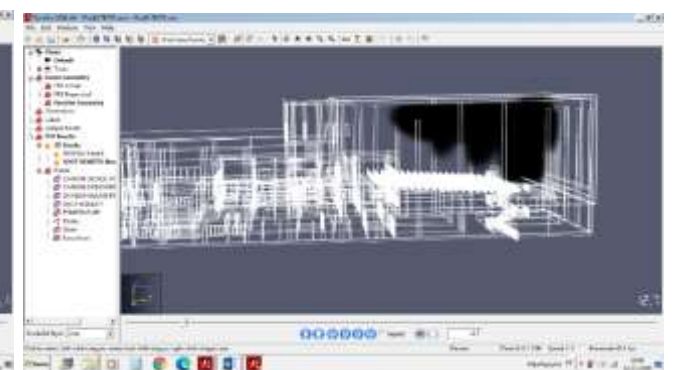
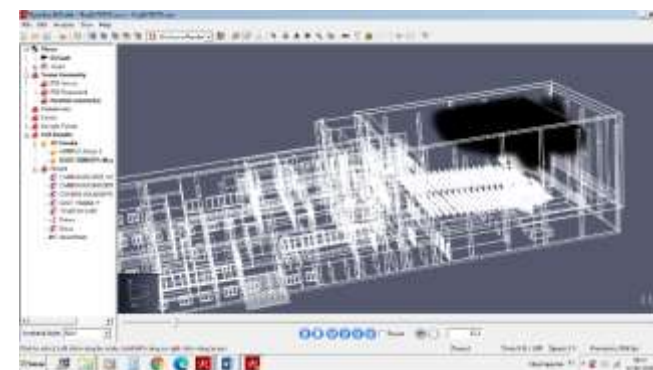
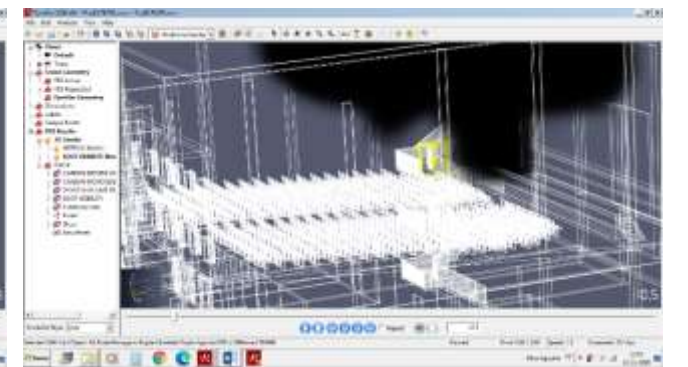
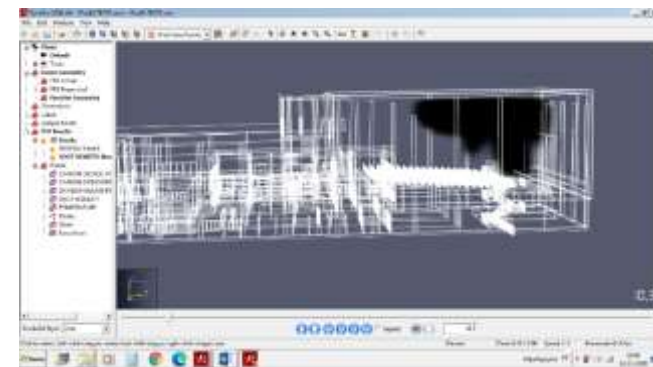
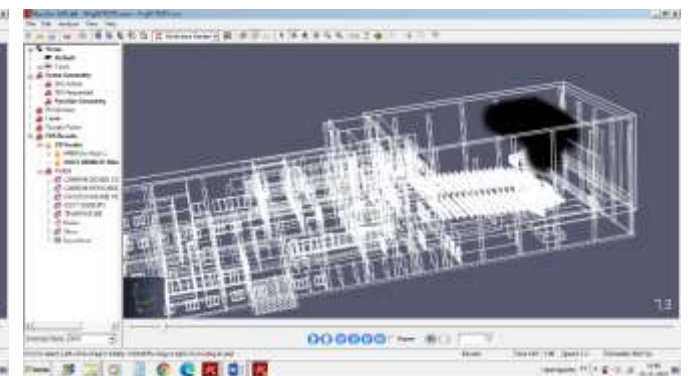
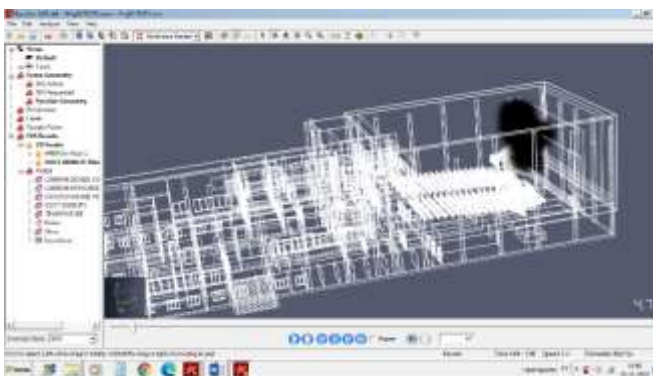


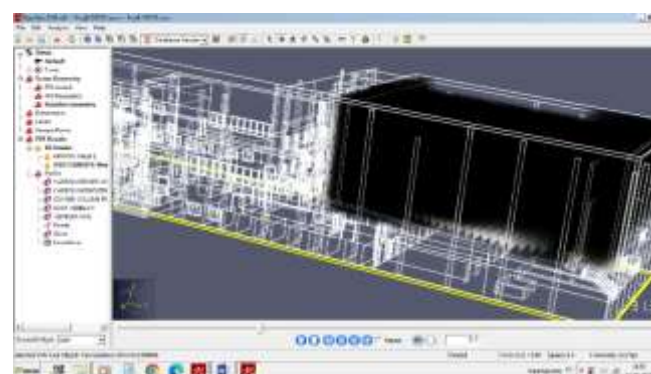
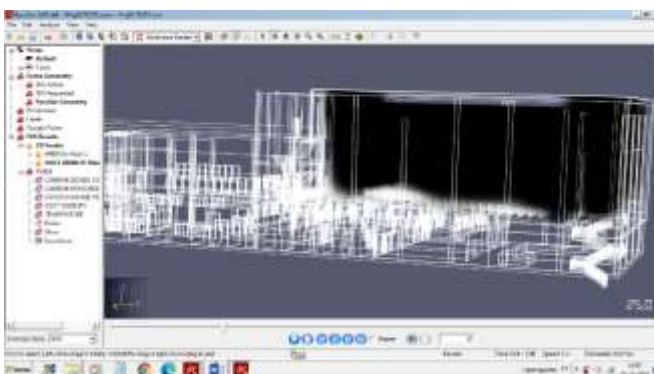
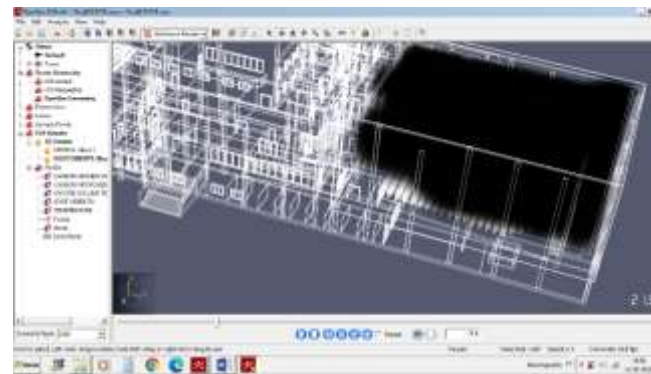
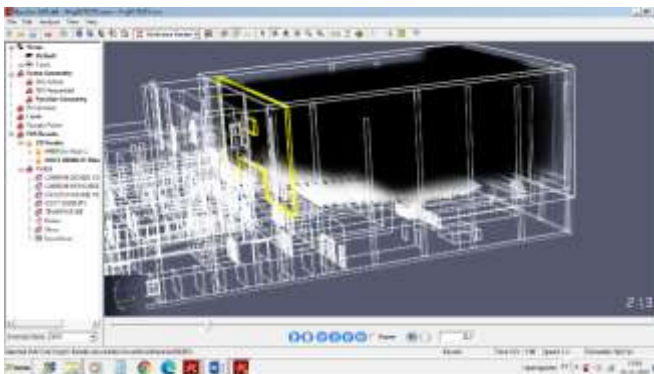
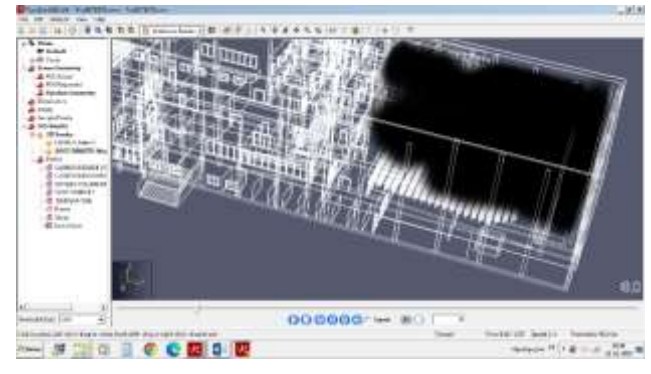
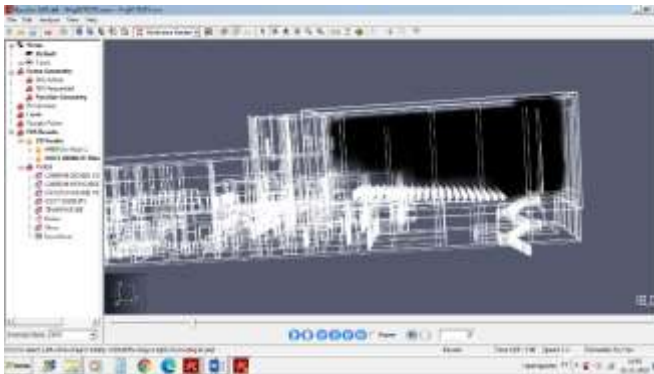
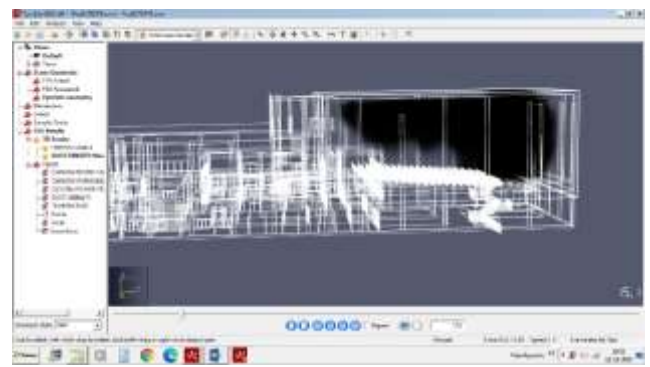
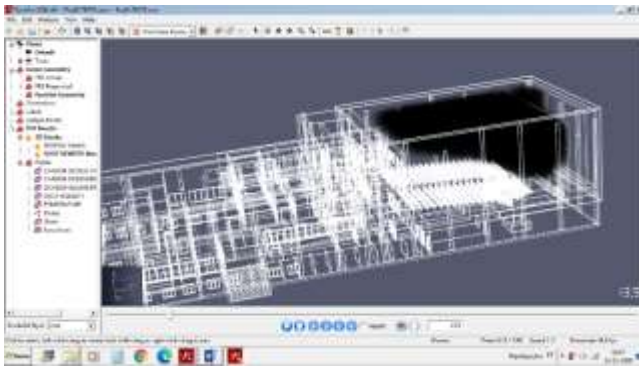


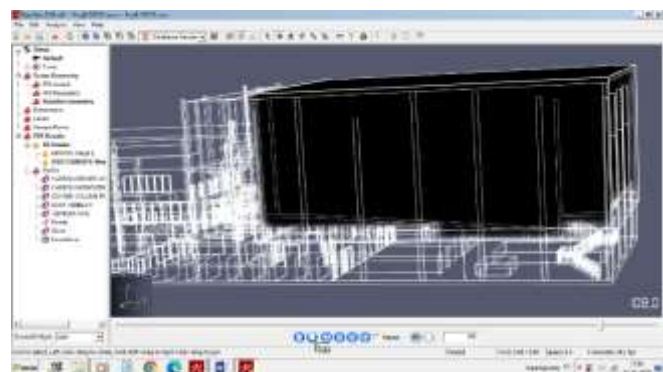
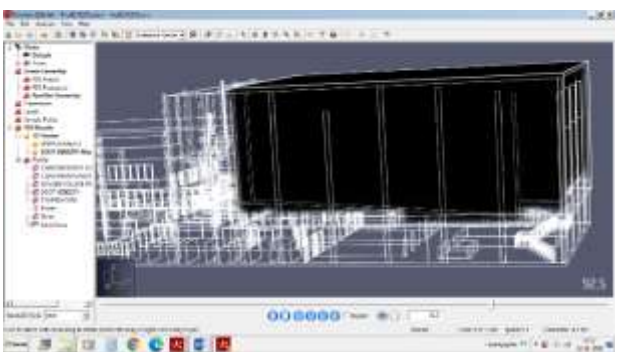
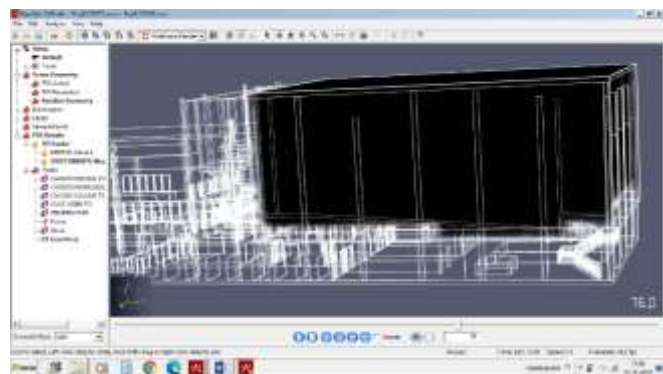
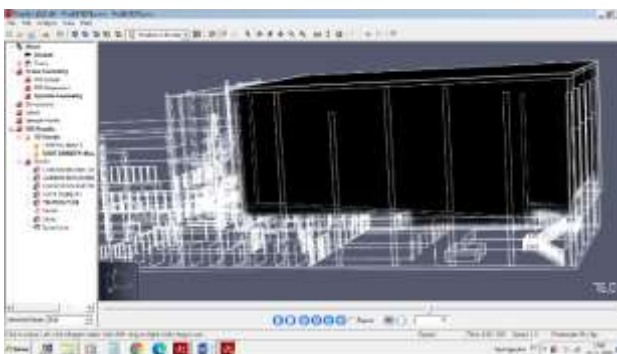
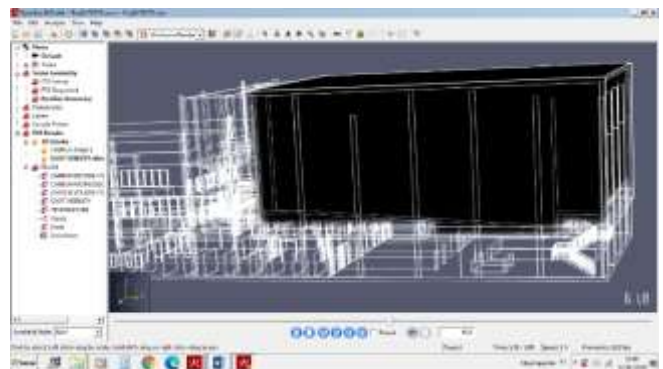
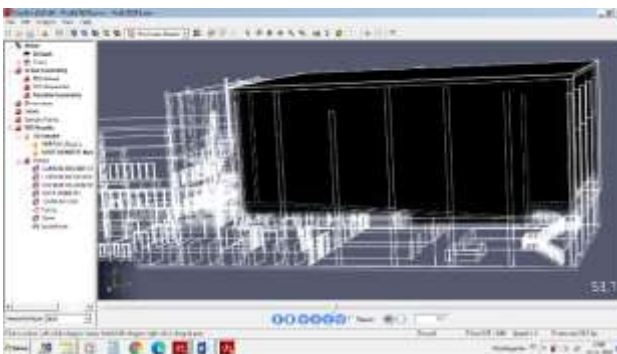
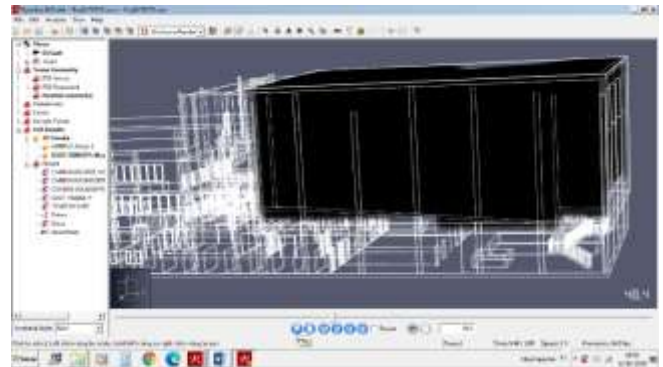
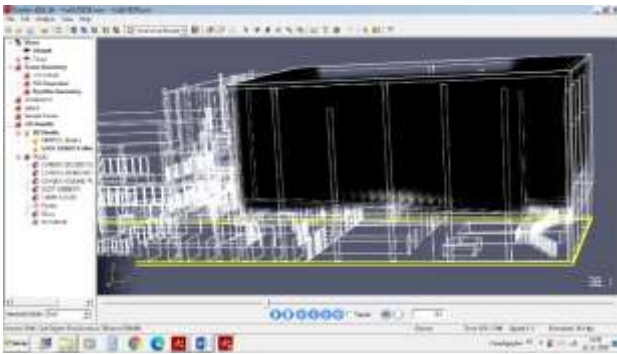


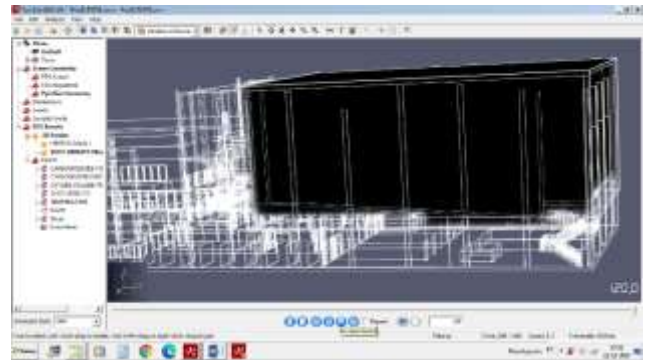
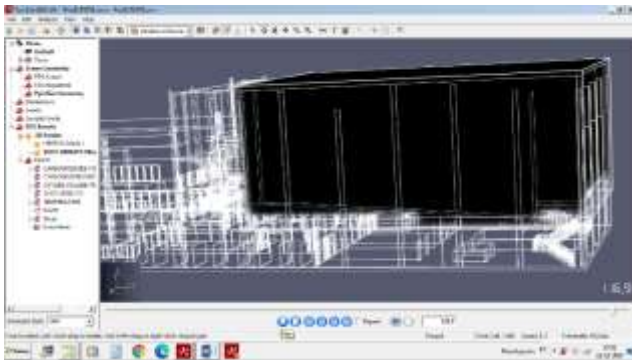


Propagação do fumo

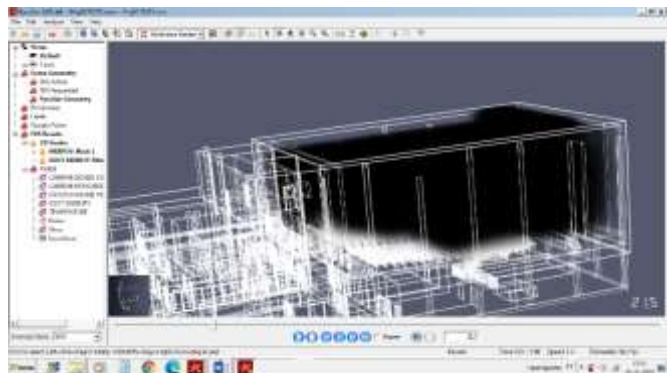
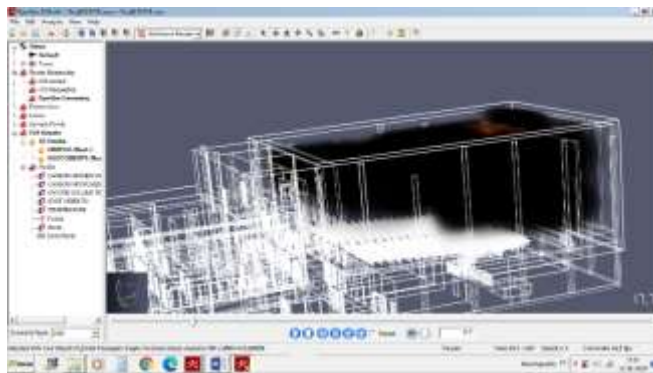
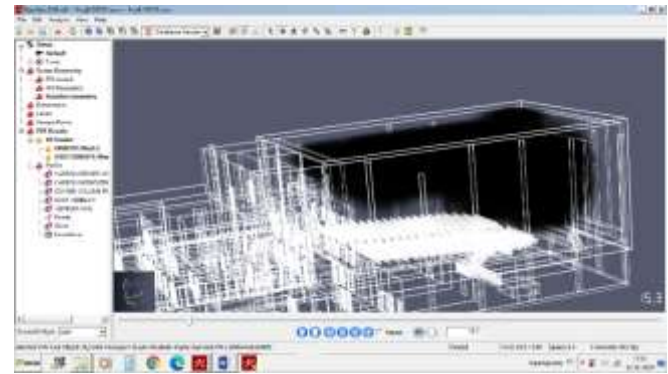
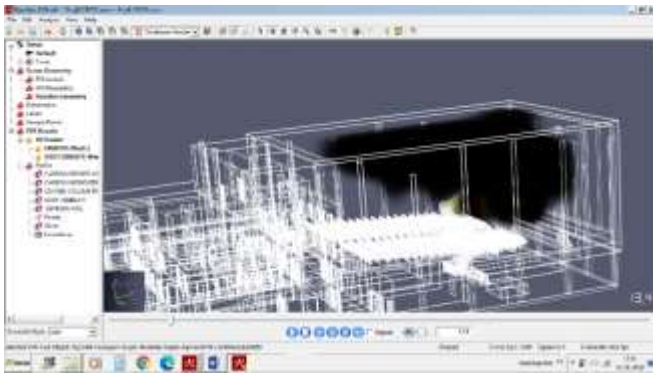
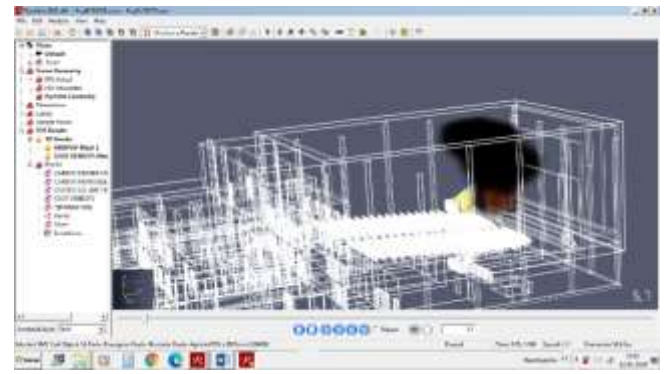
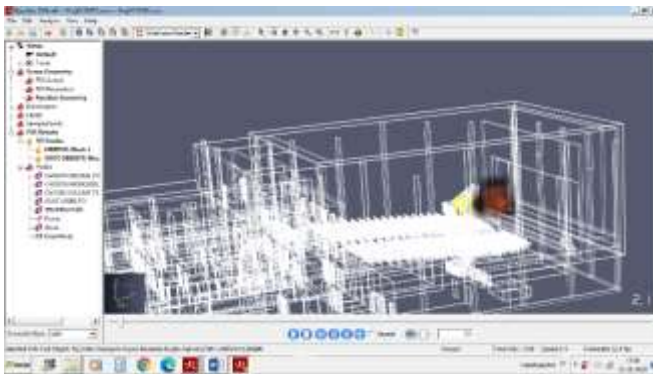


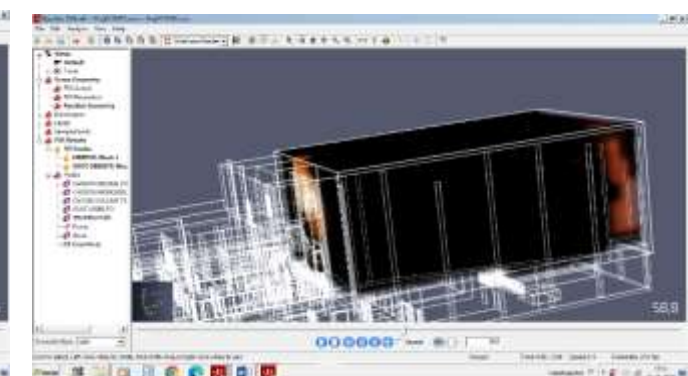
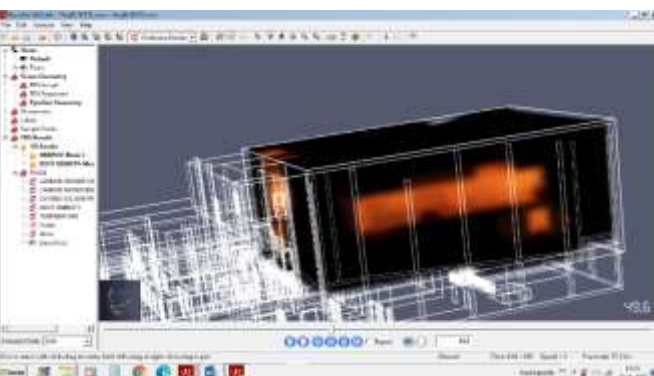
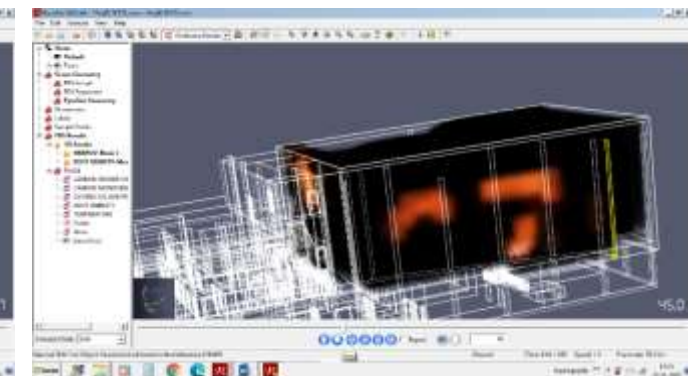
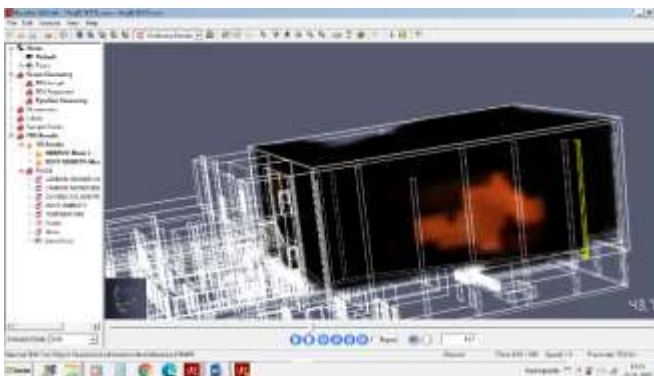
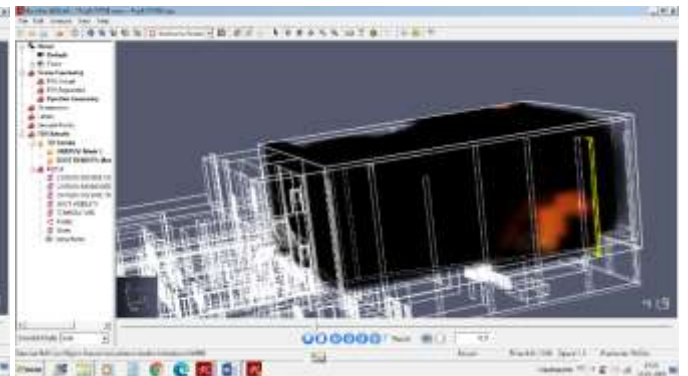
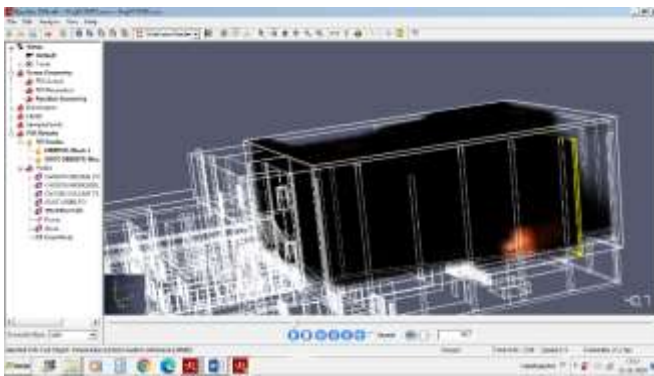
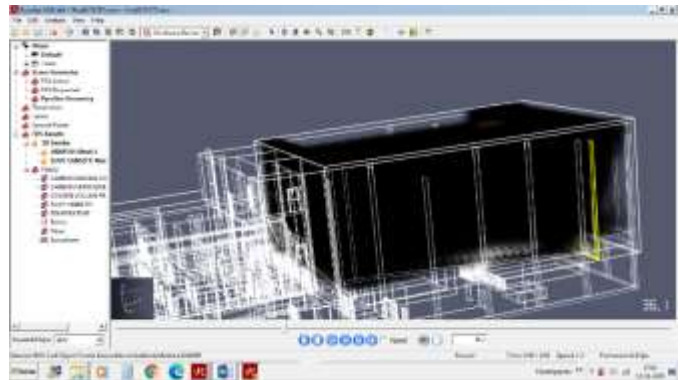
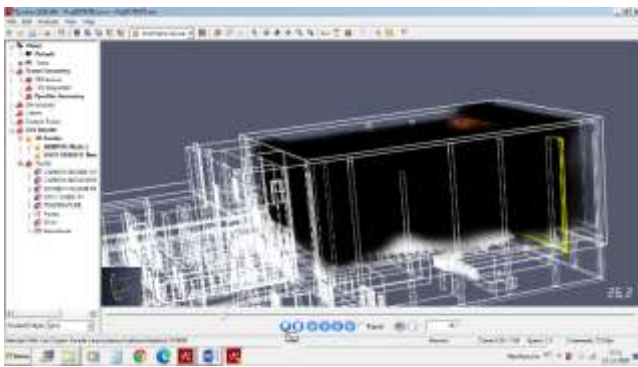


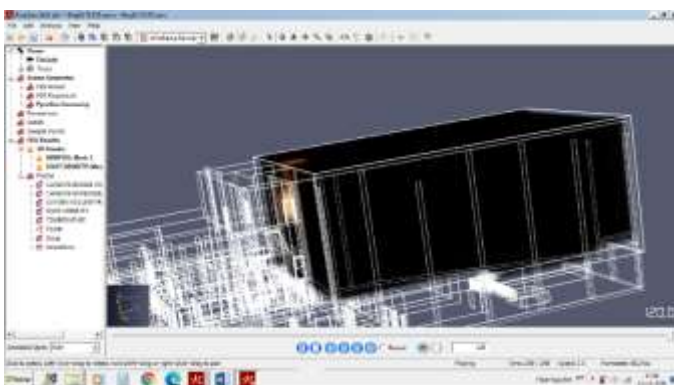
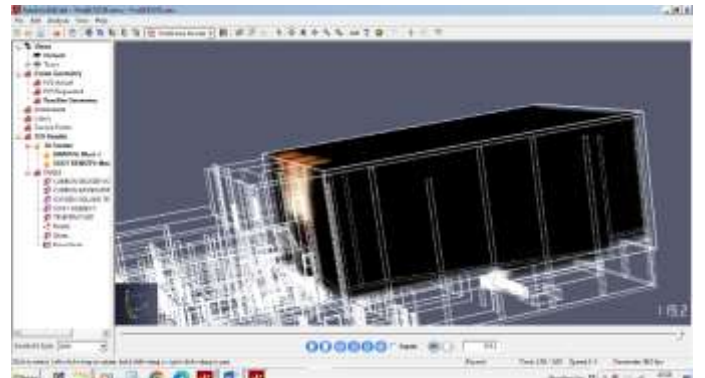
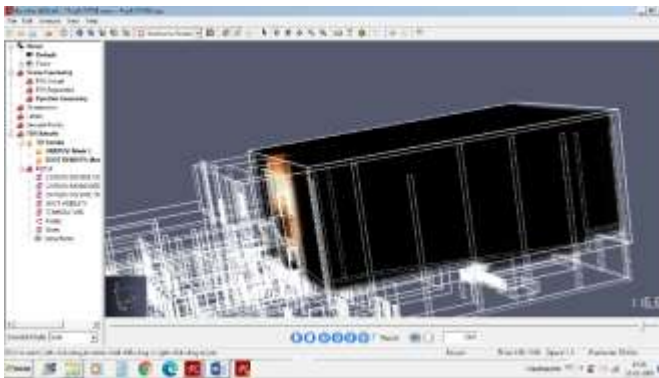
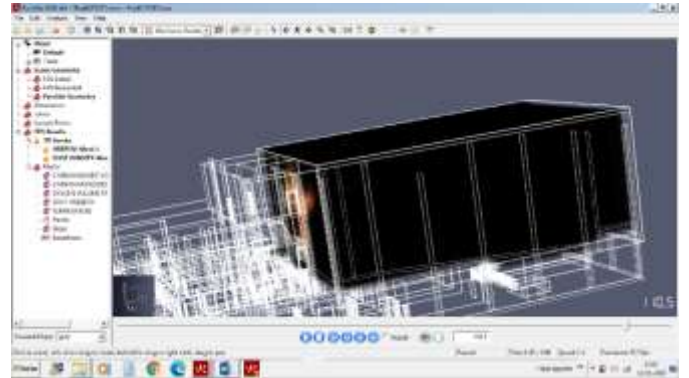
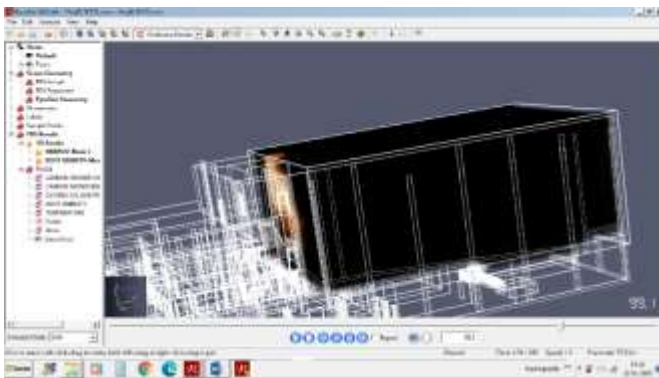
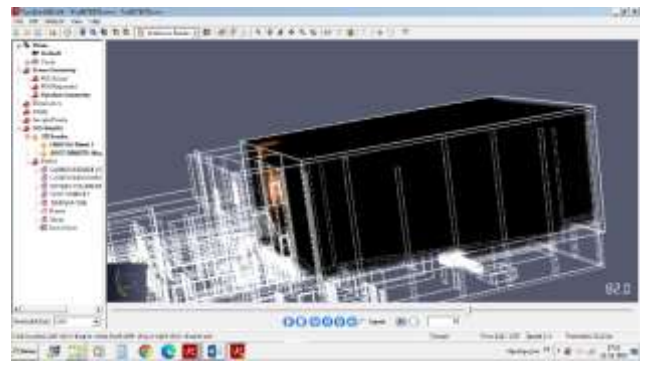
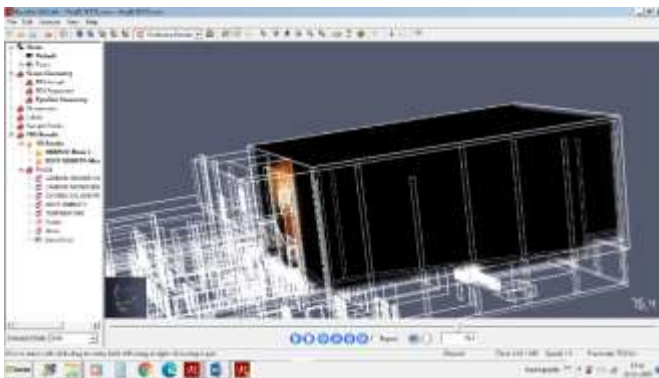


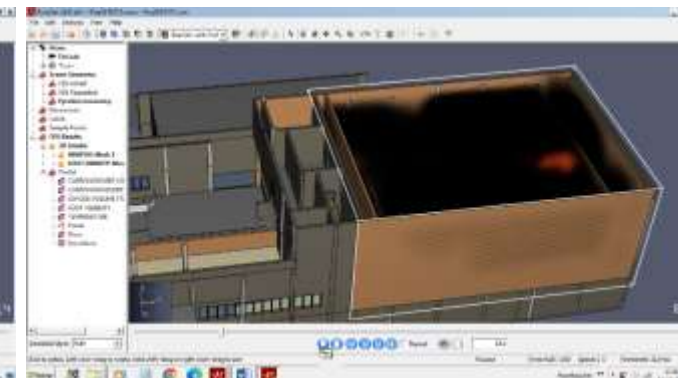
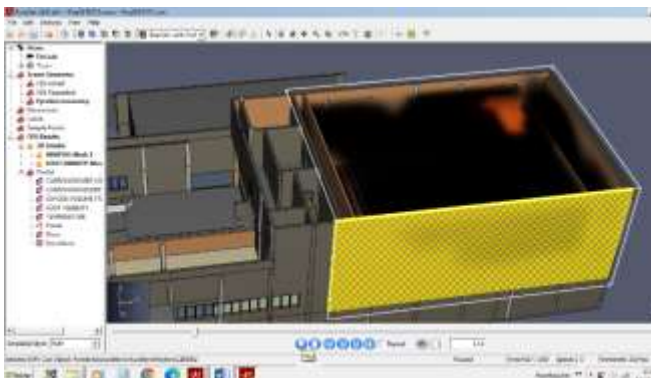
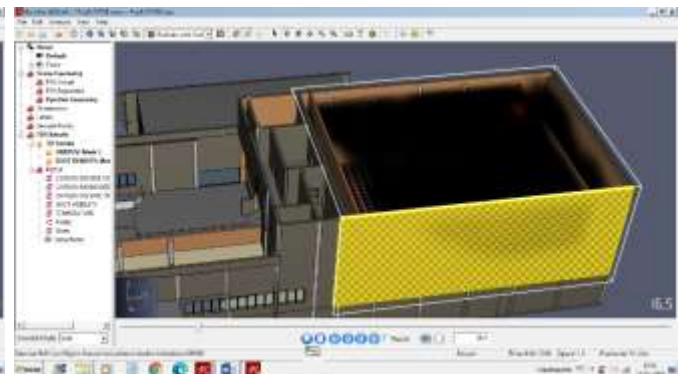
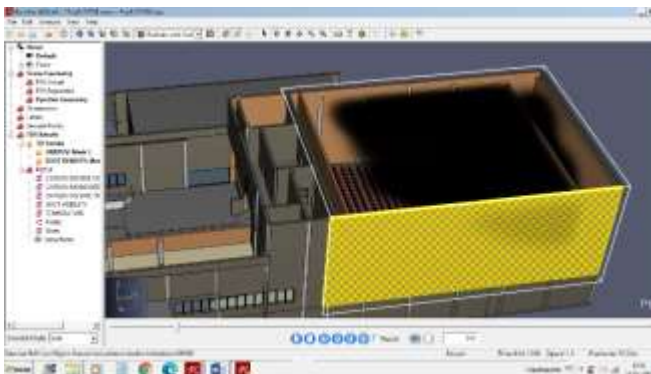
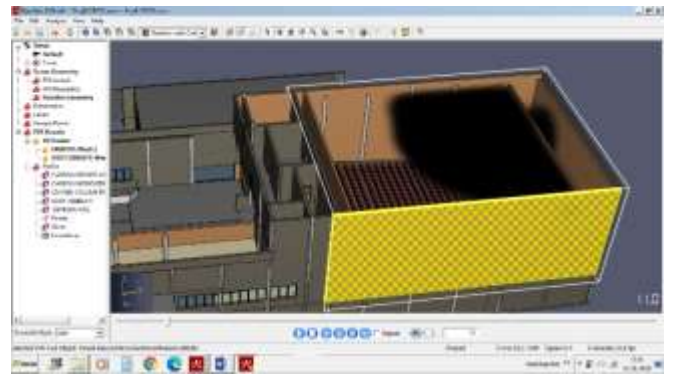
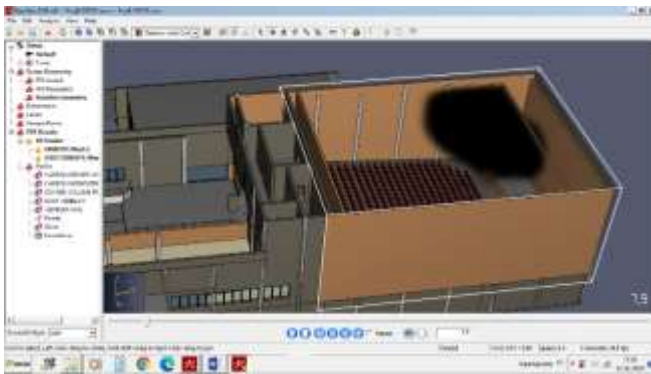
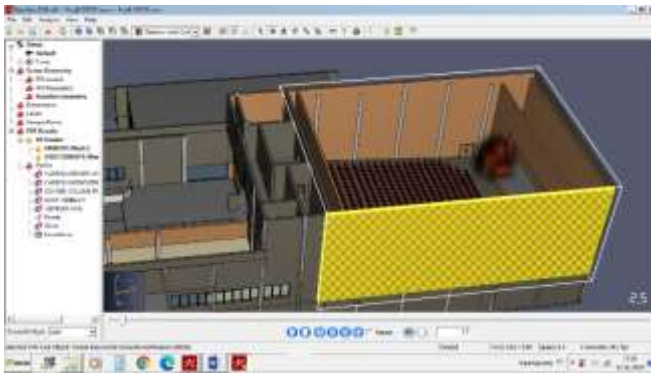


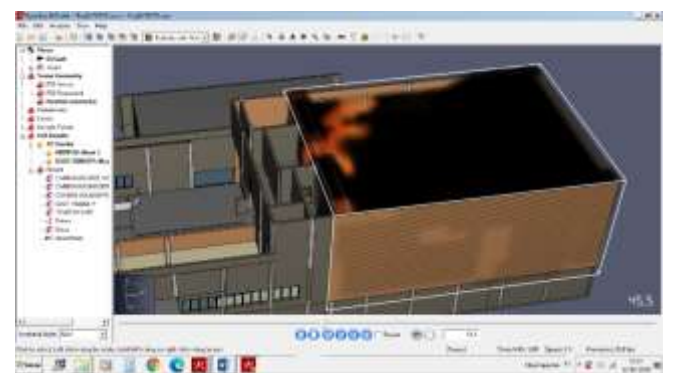
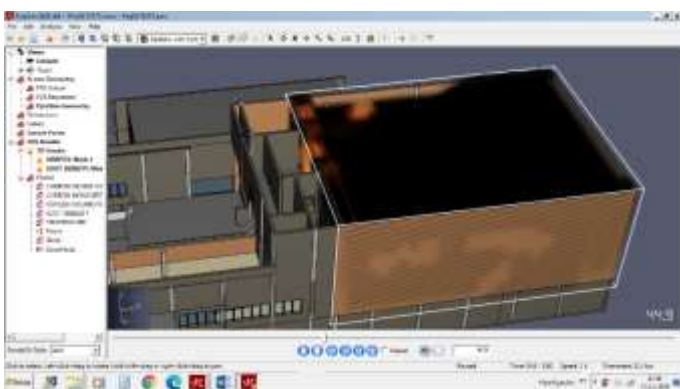
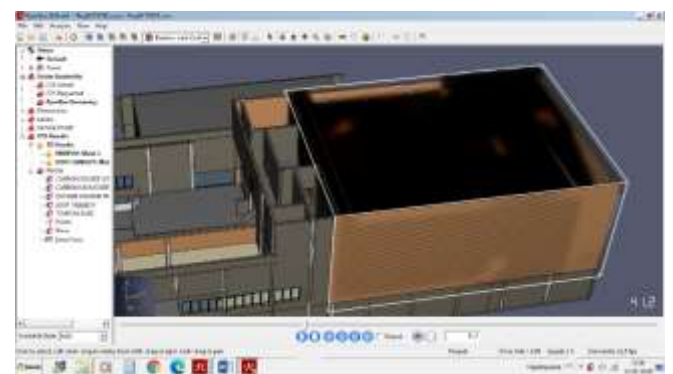
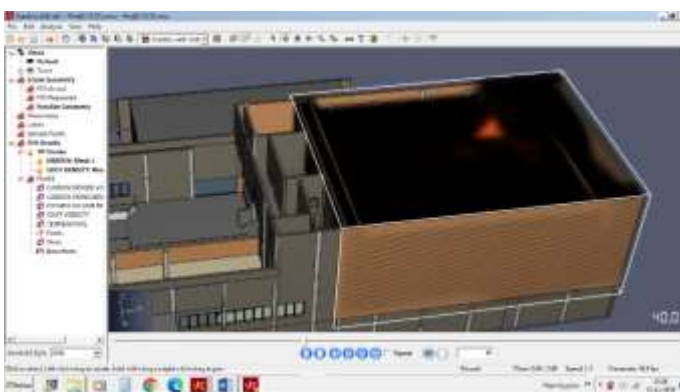
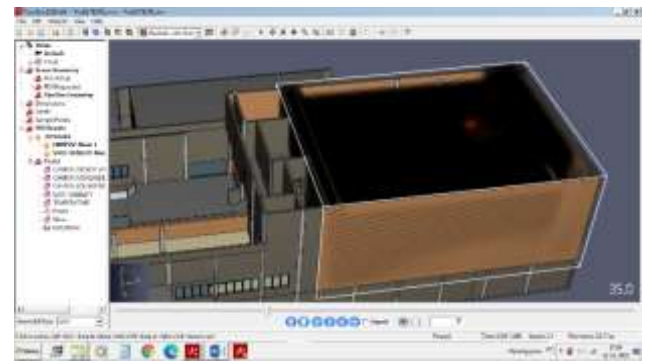
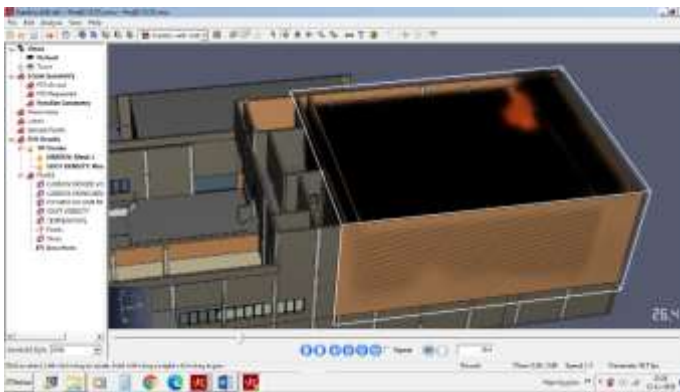
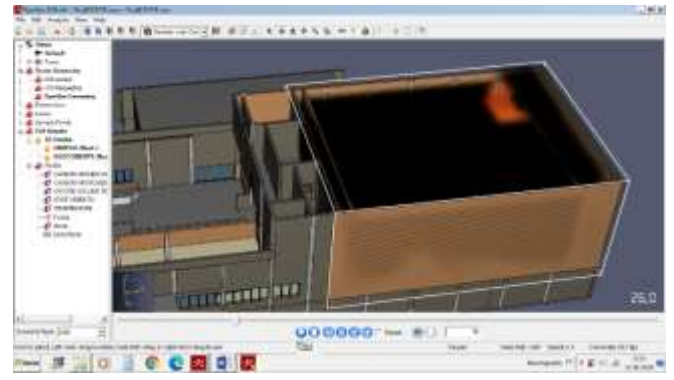
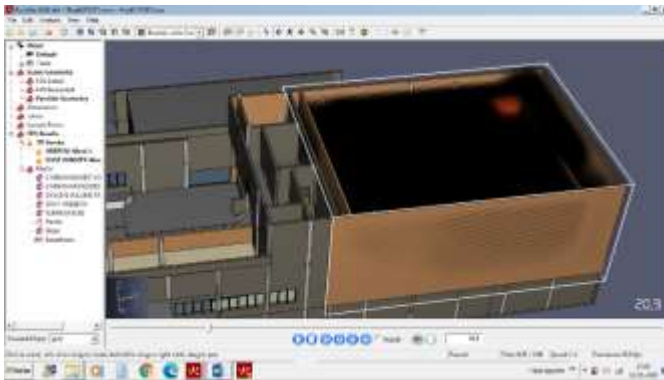
Propagação do fogo e do fumo em simultâneo

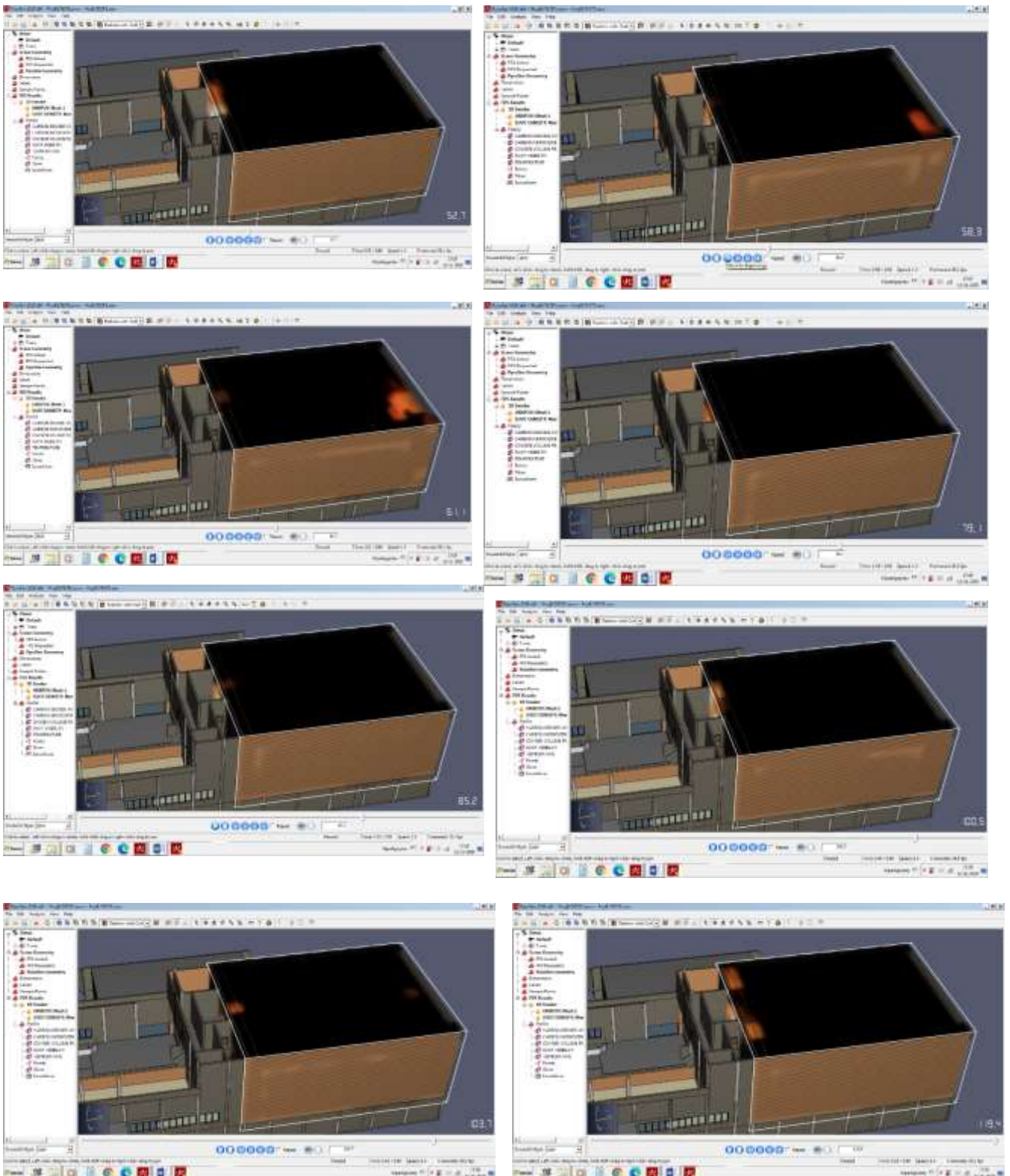




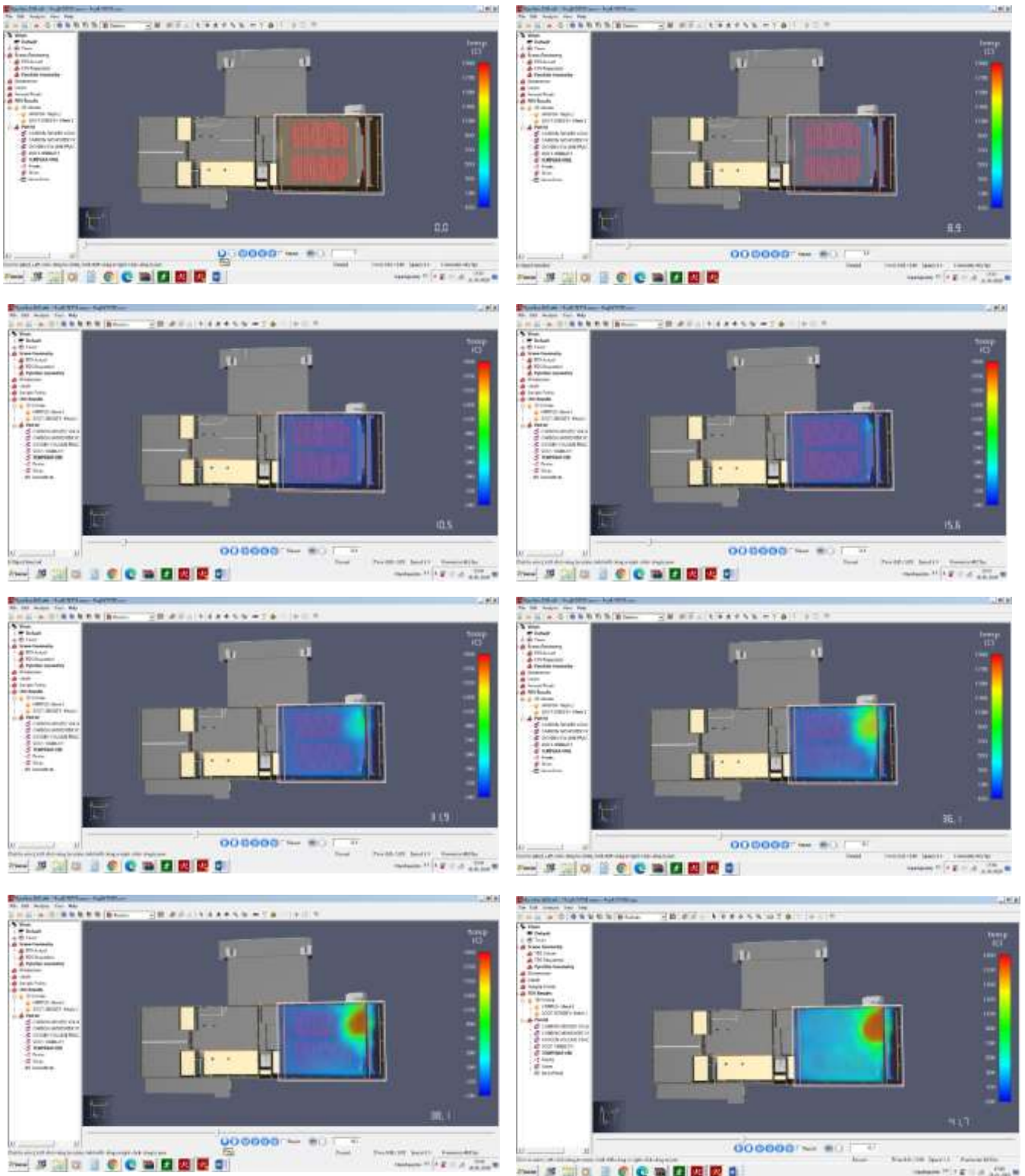


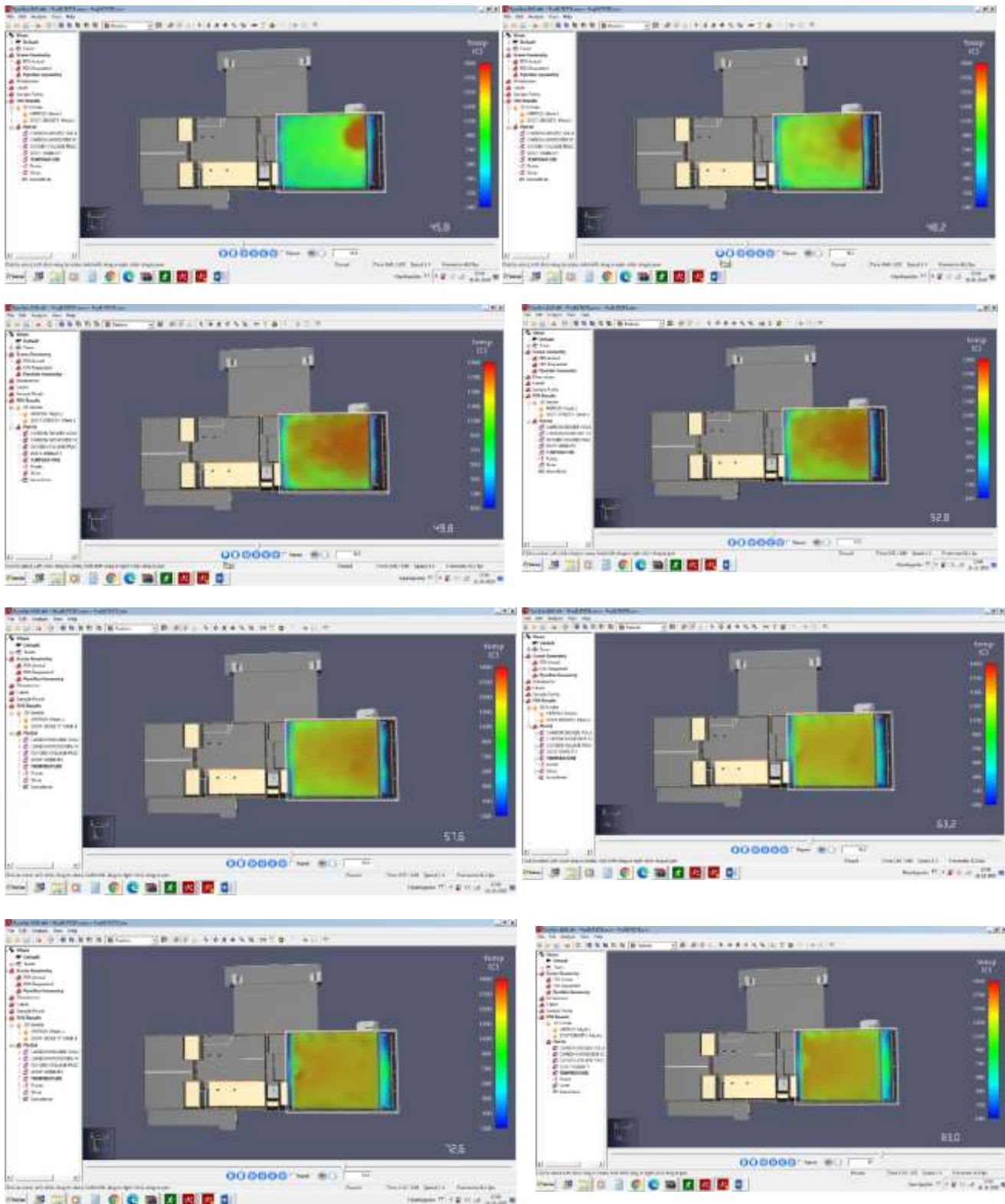


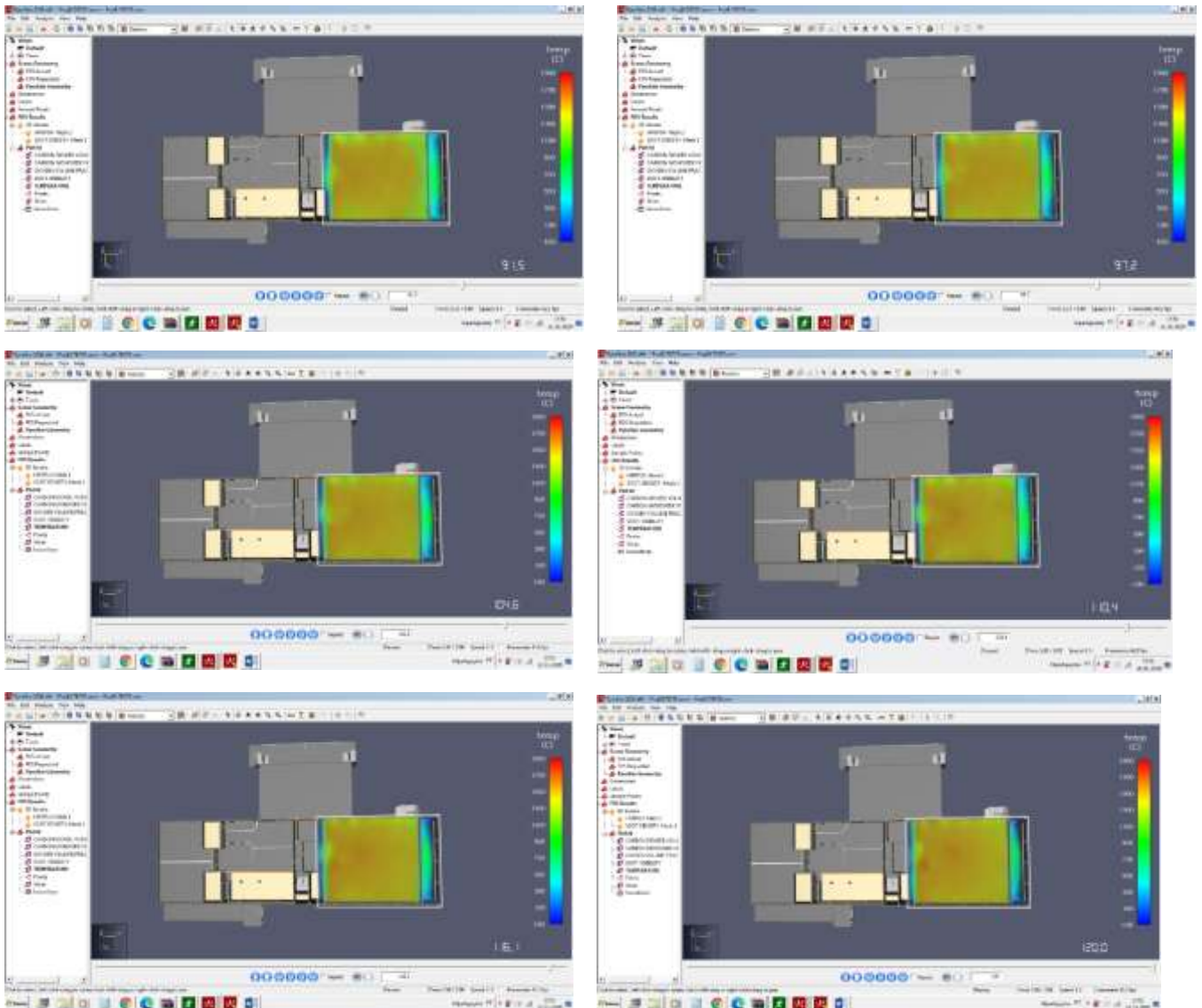




Temperatura





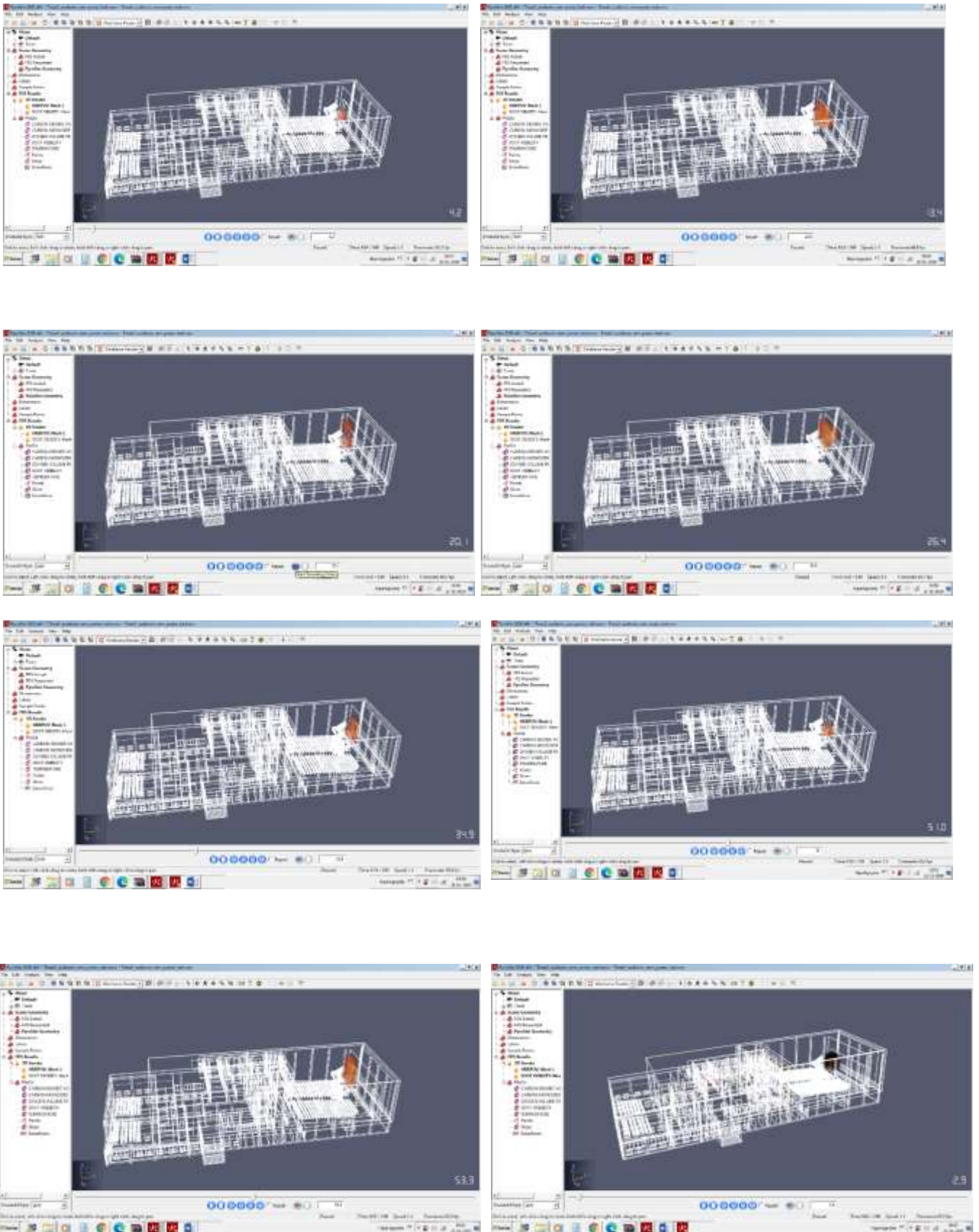


ANEXO II

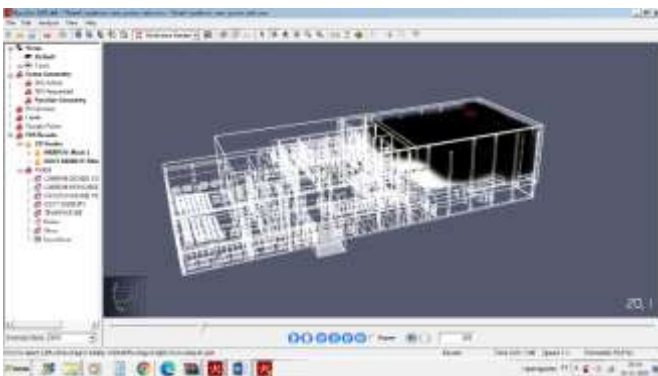
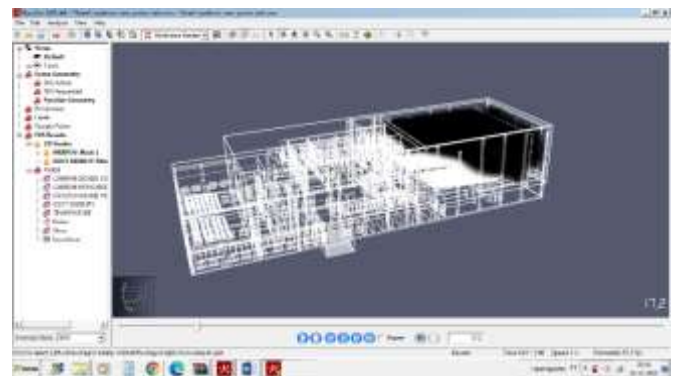
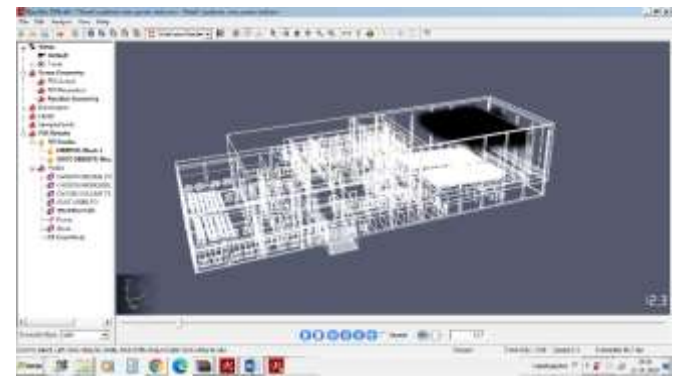
A2

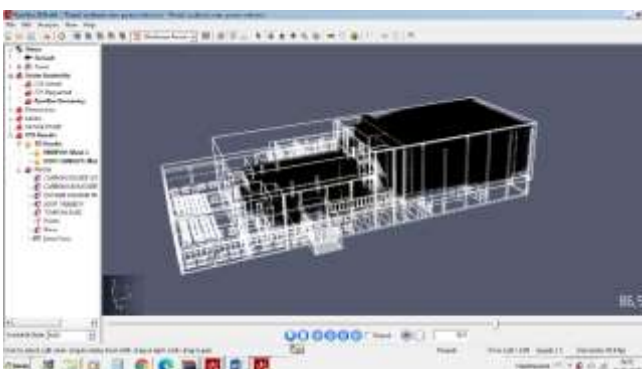
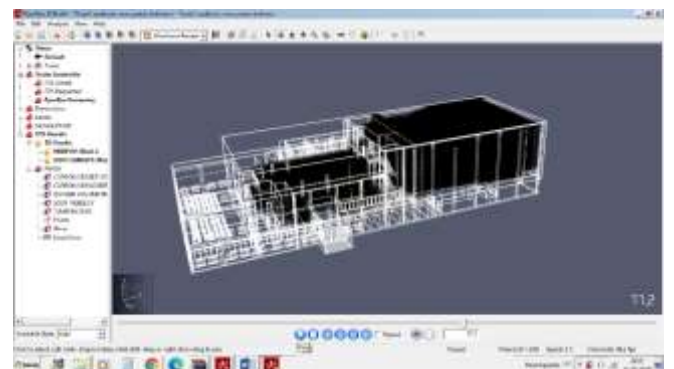
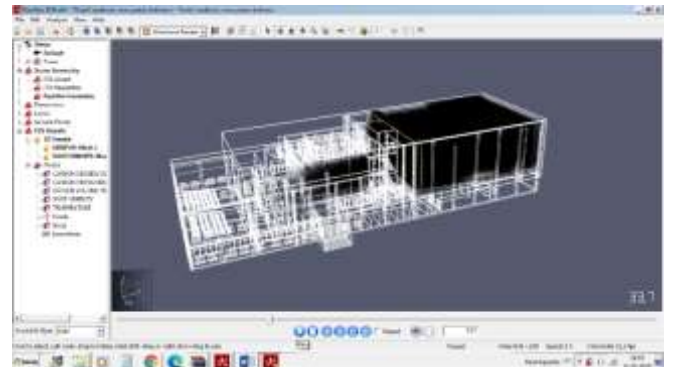
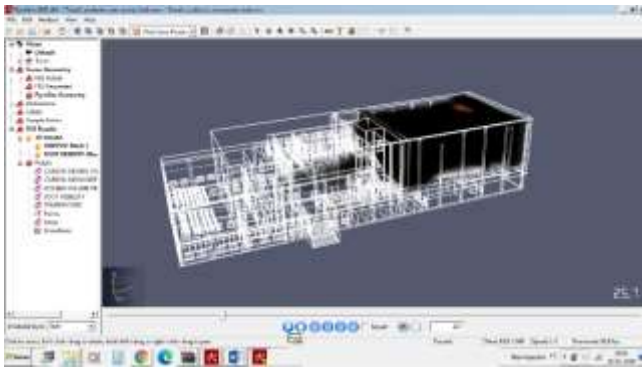
Cenário Zona F, Auditório com malha maior

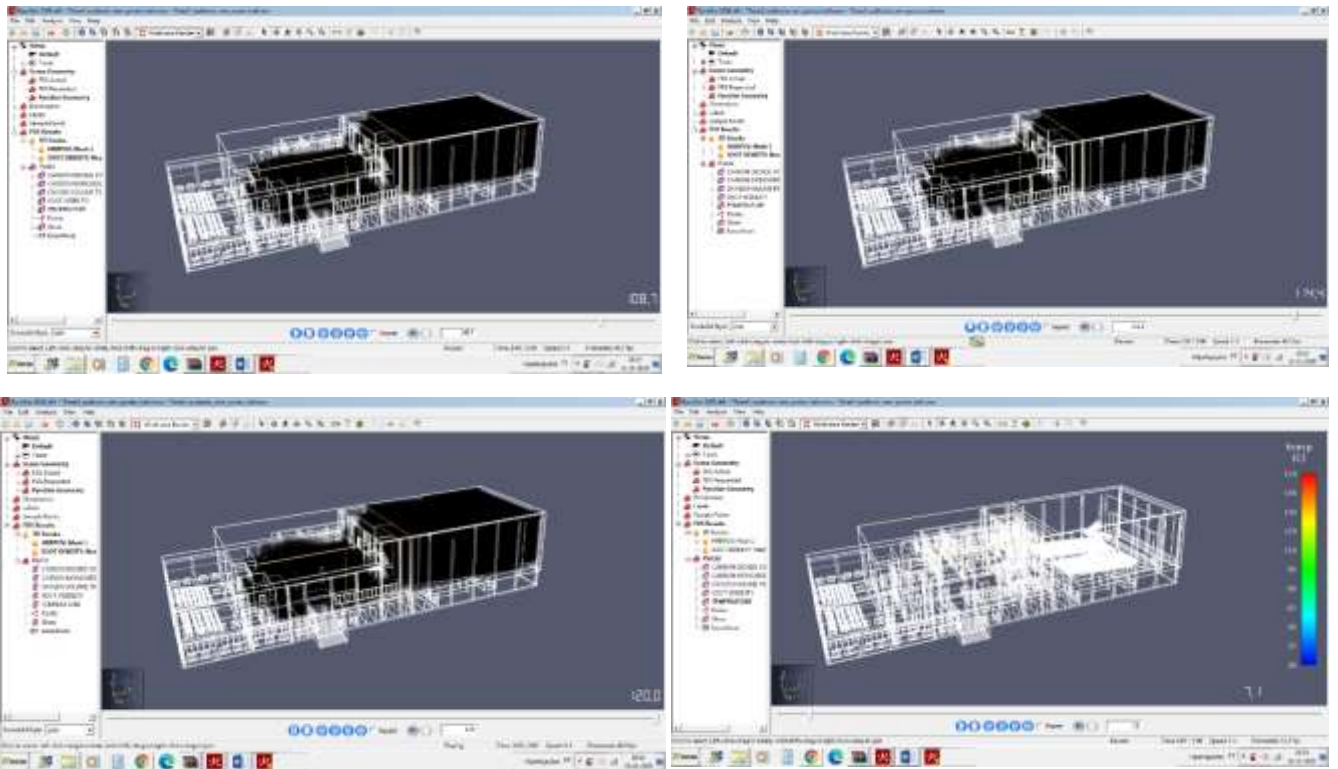
Propagação da chama



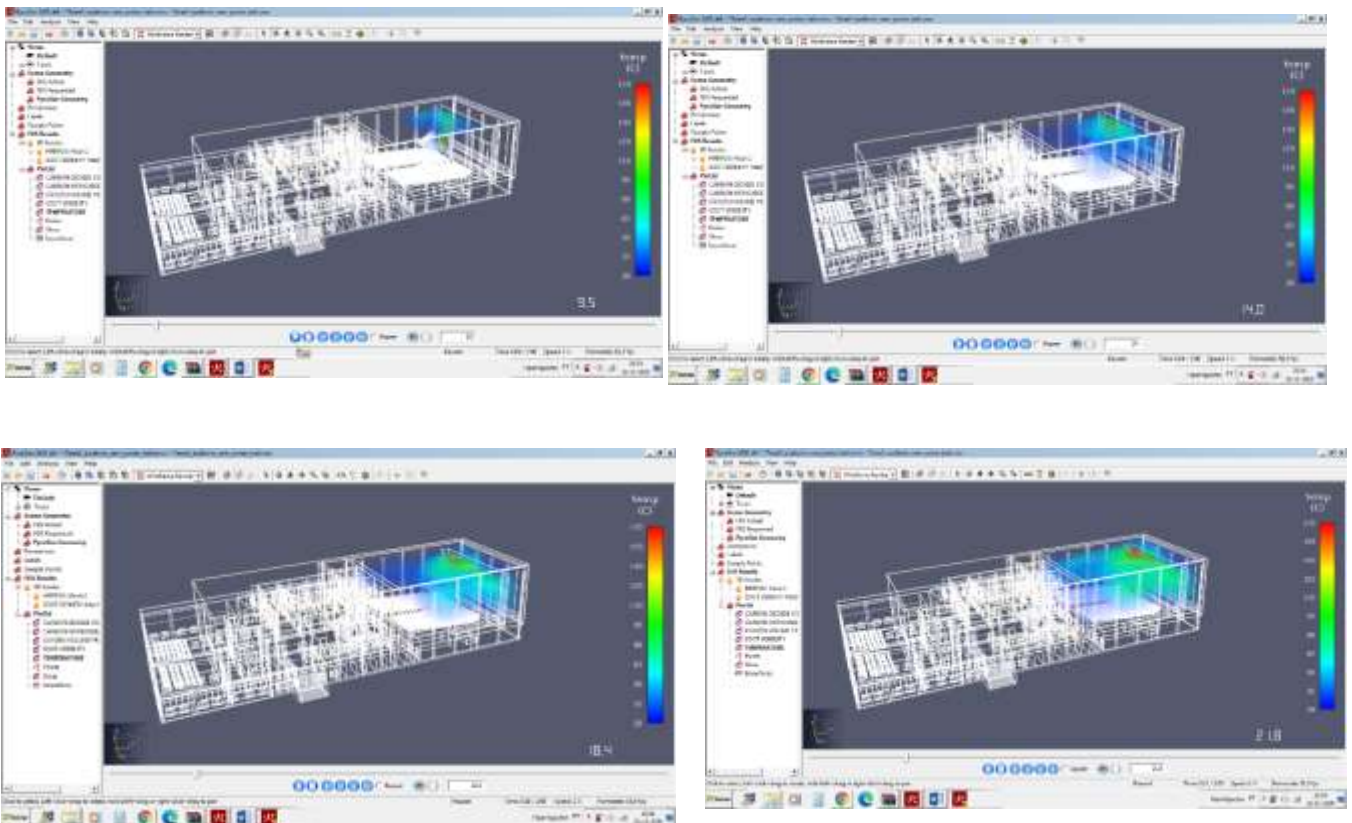
Chama e fumo

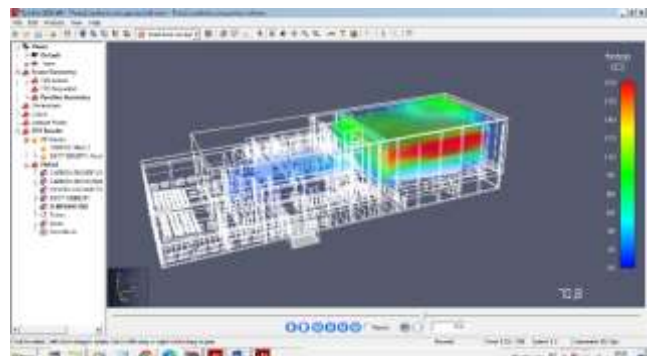
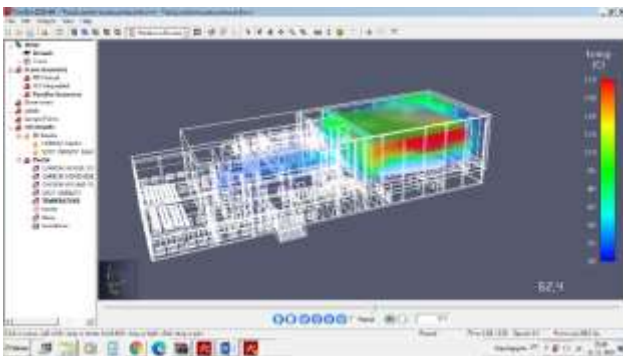
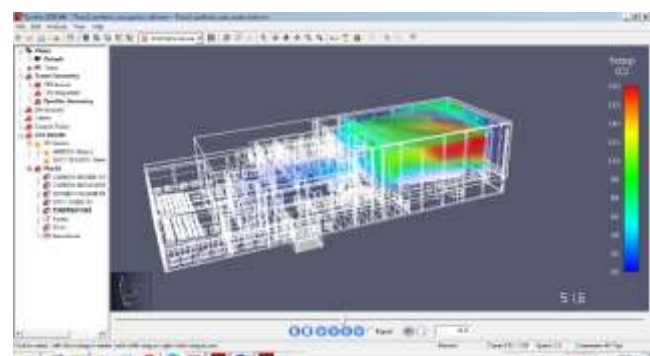
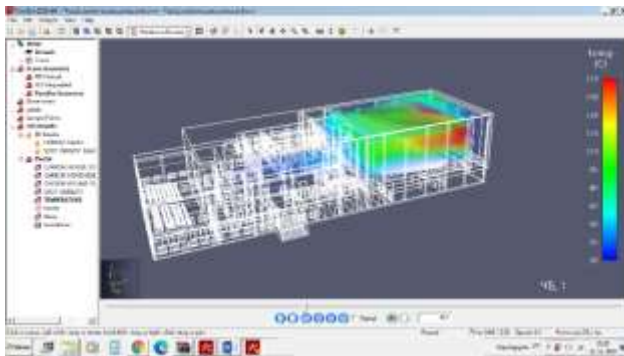
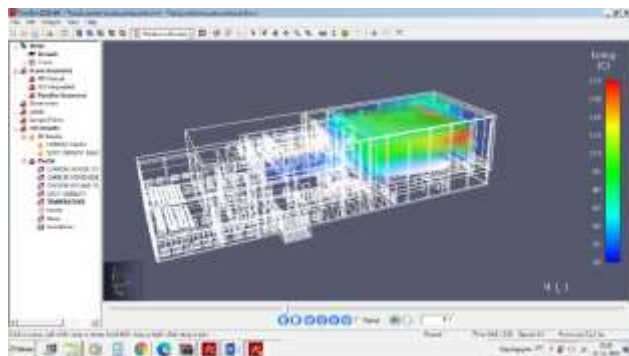
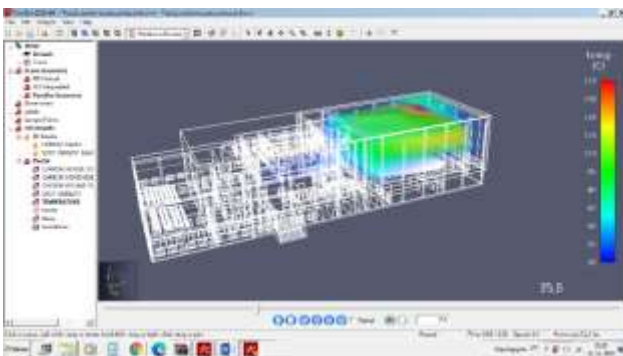
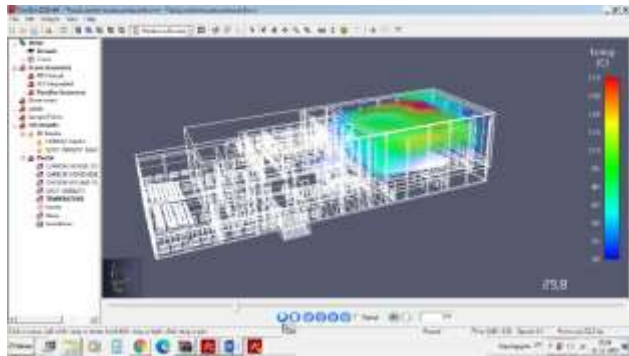
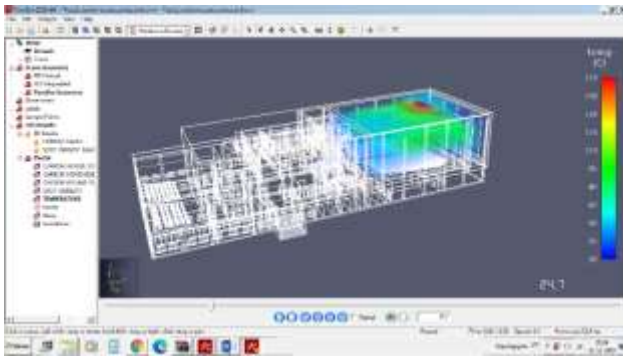


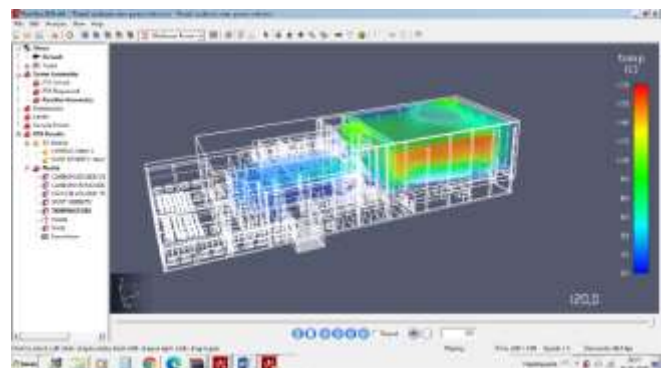
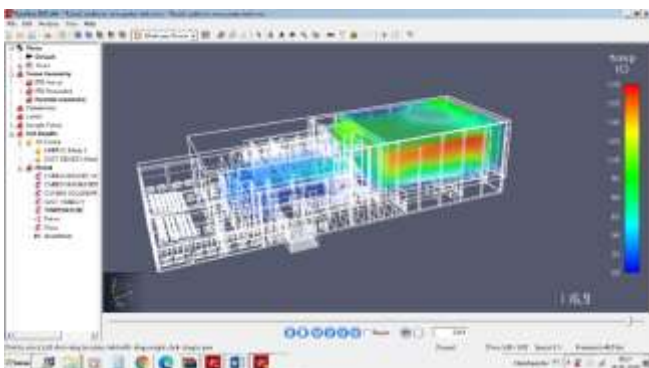
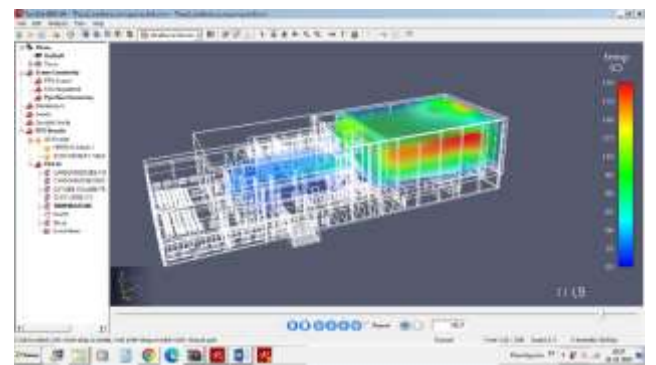
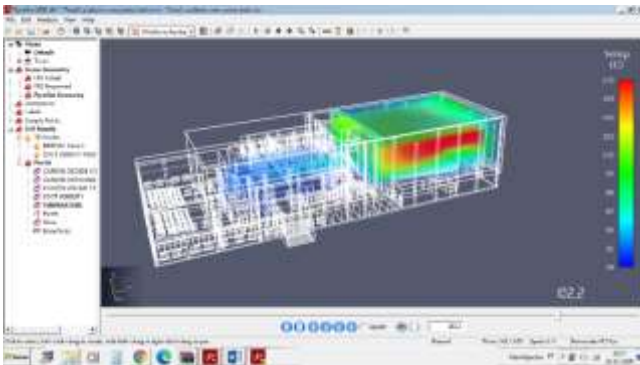
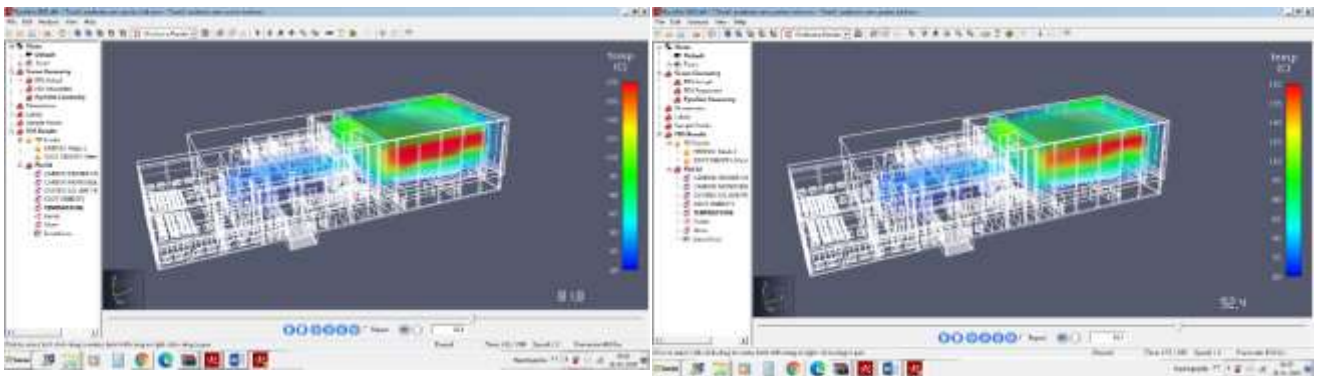




Temperatura



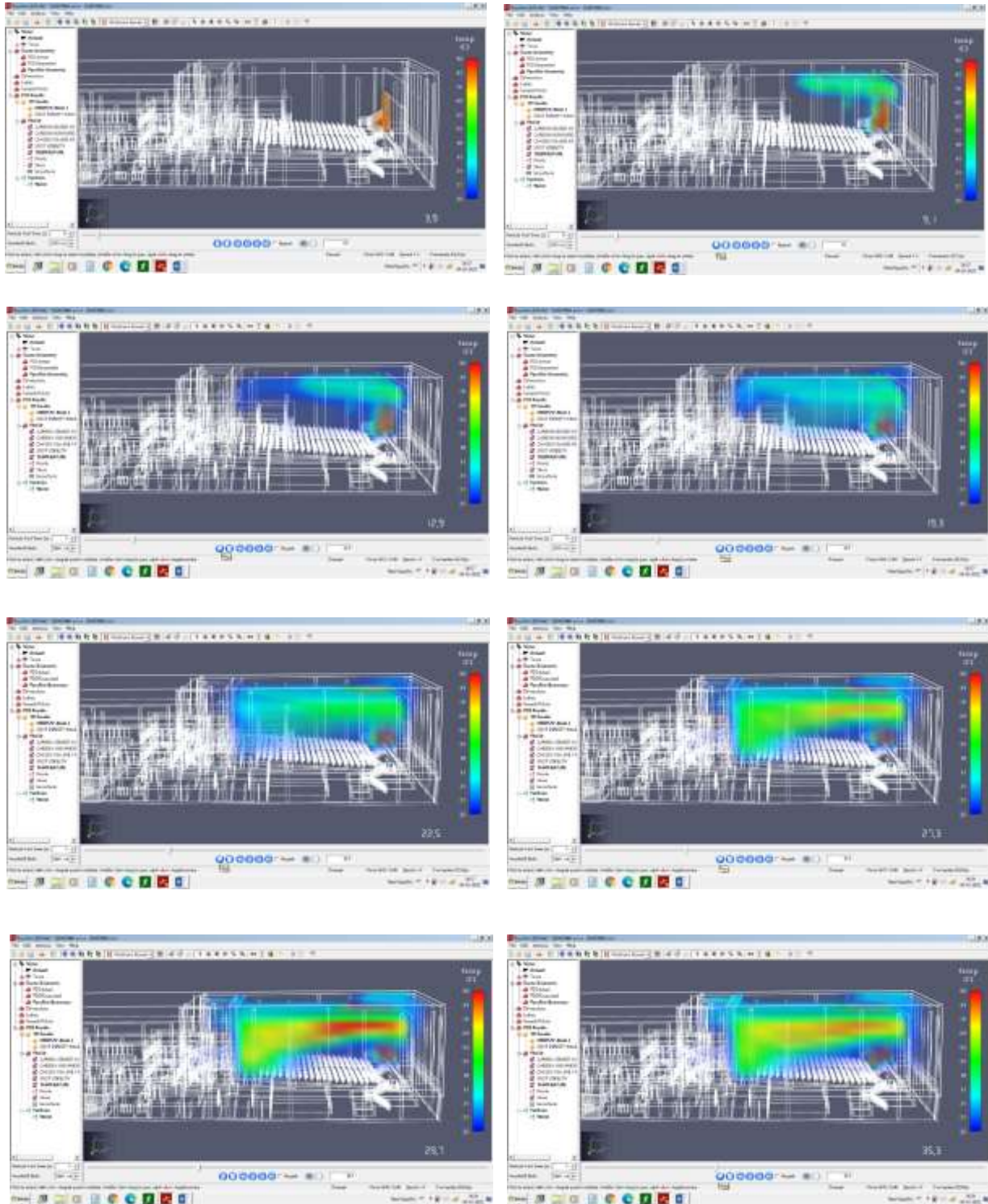


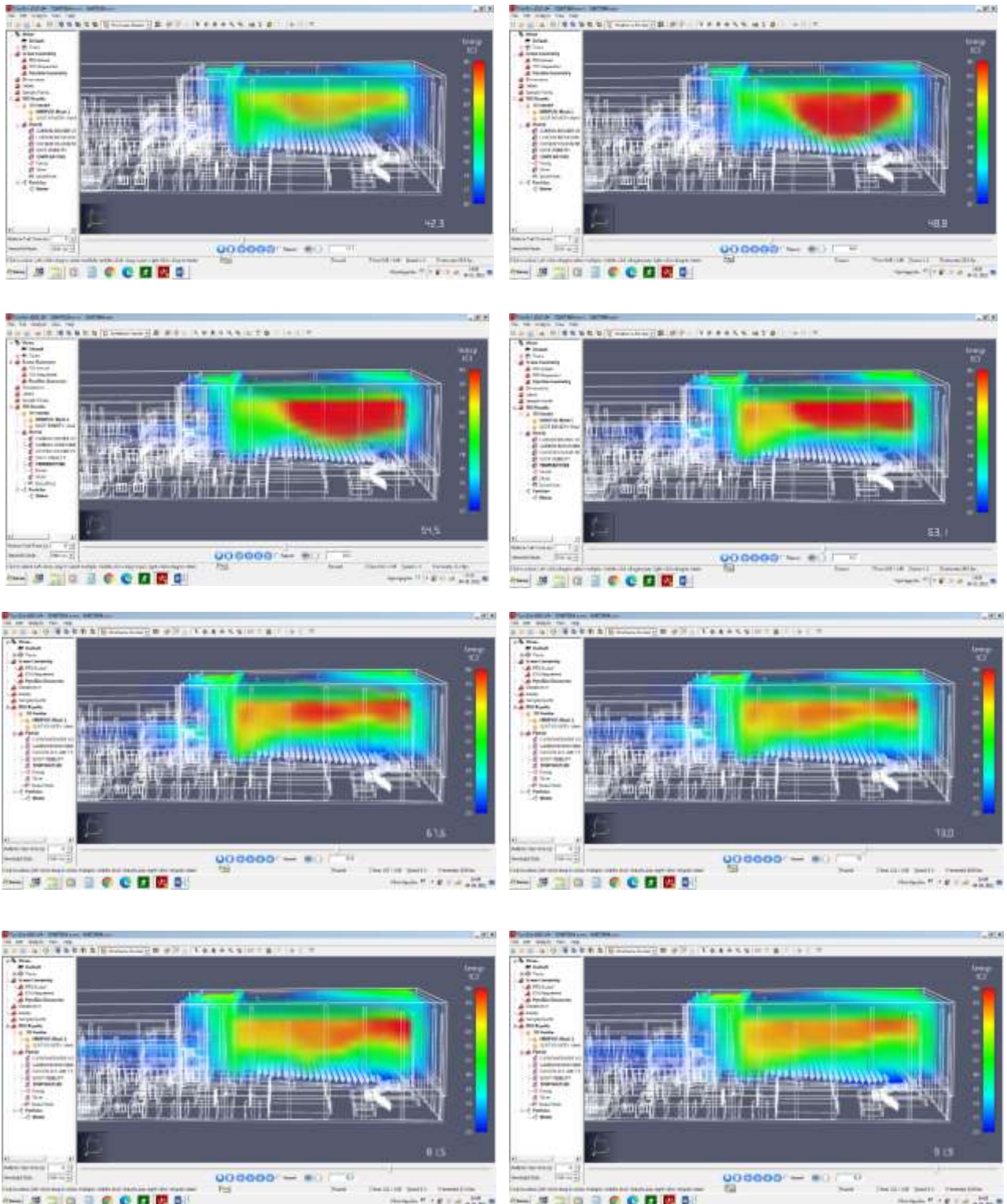


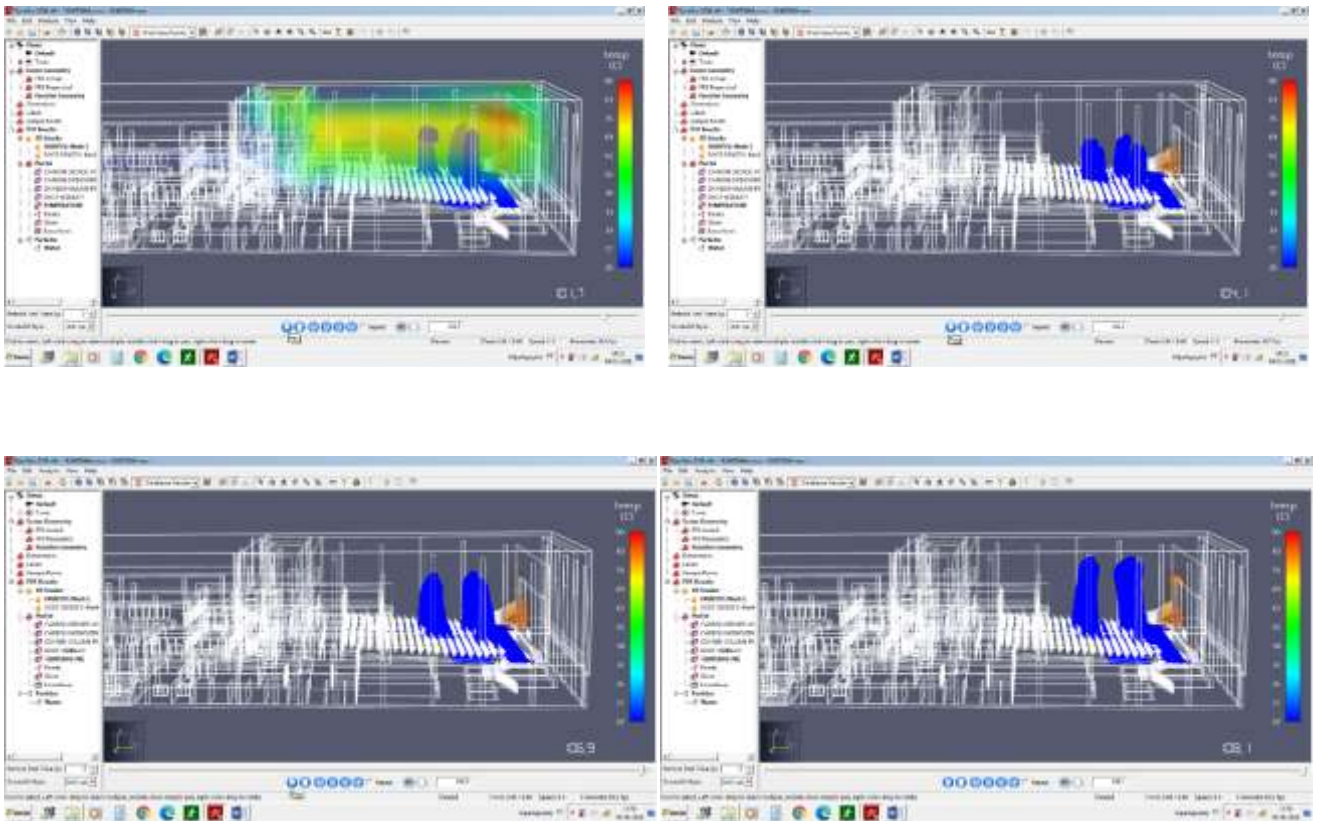
ANEXO II

A3

Cenário Zona F, Auditório com sprinklers



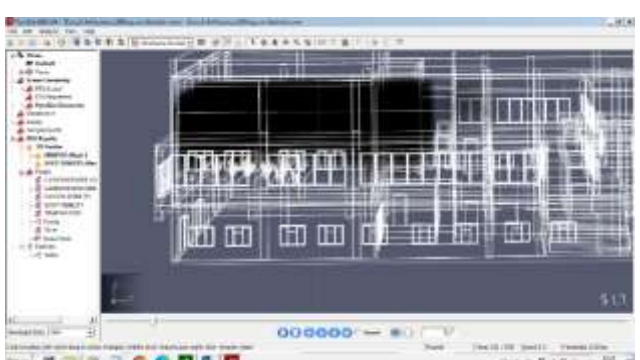
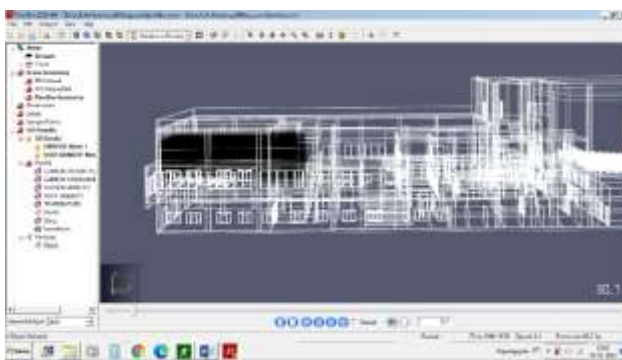
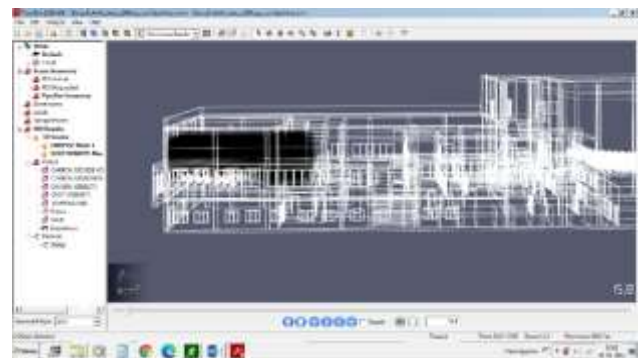
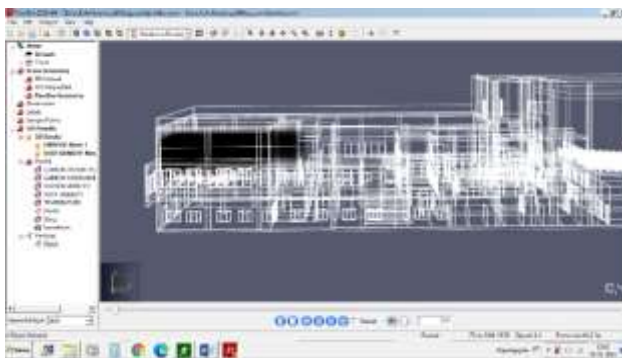
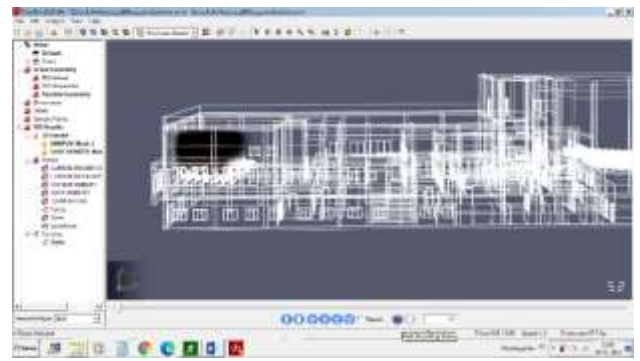
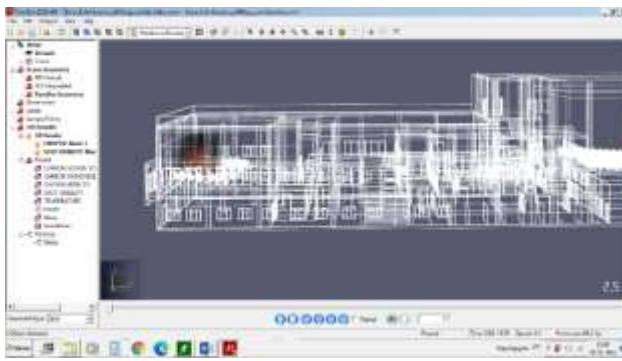


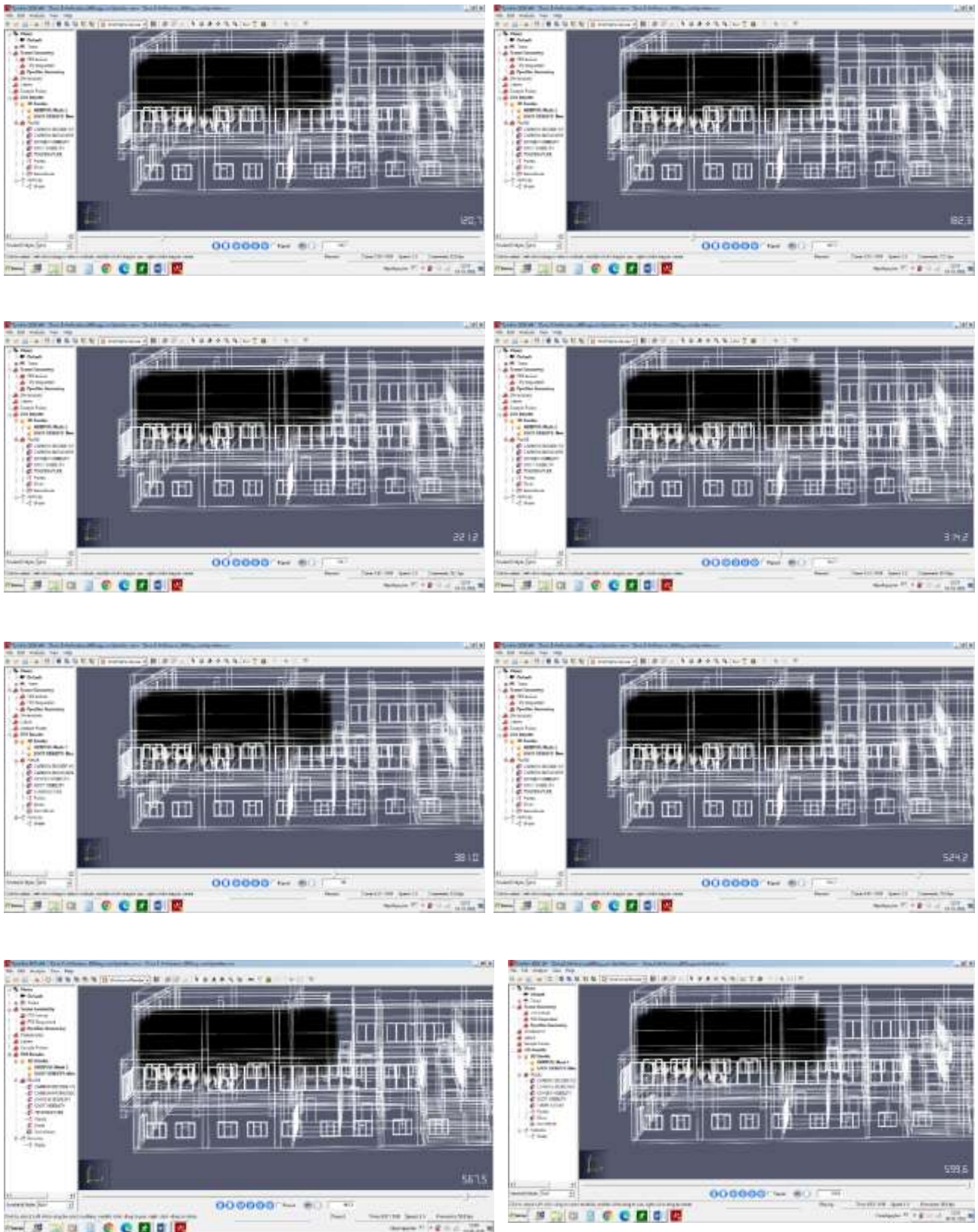


ANEXO II

A4

Cenário Zona F, Anfiteatro sem sprinklers

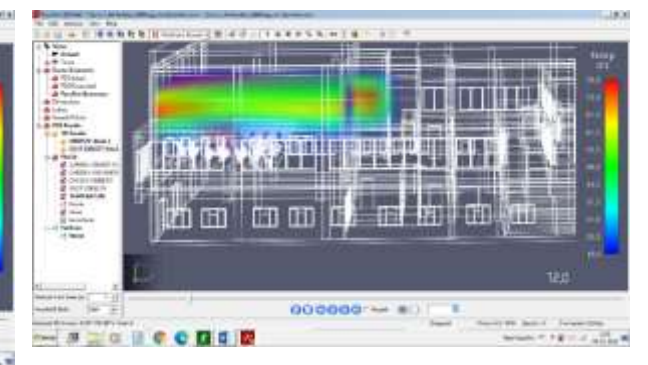
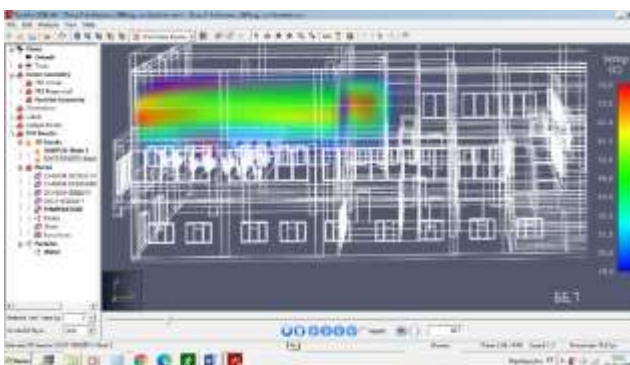
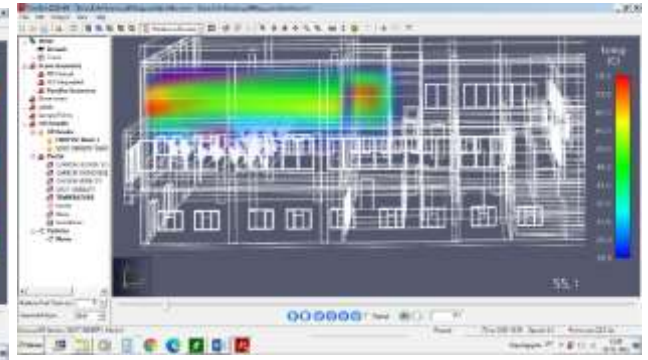
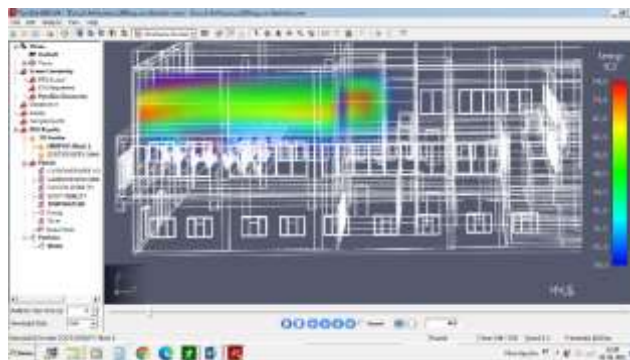
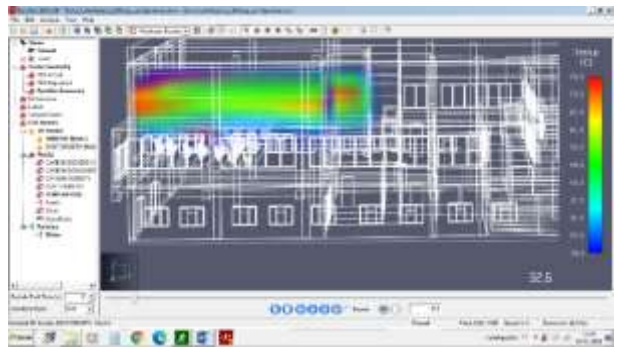
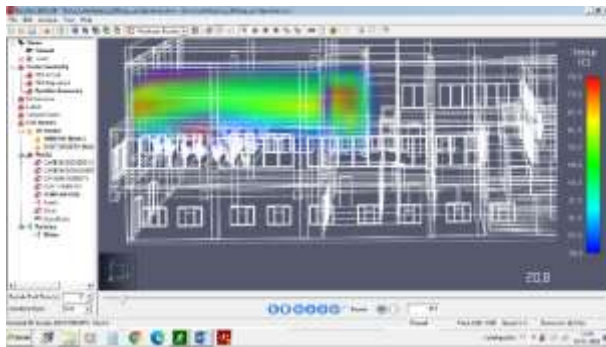
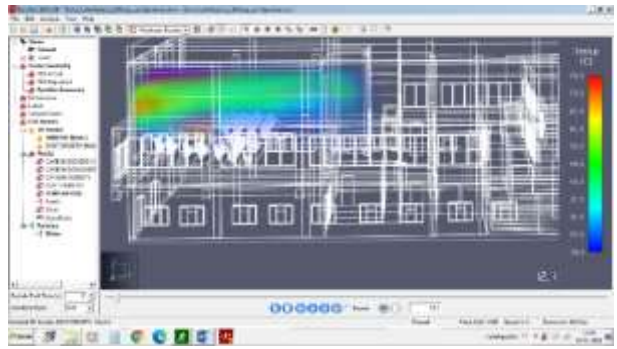
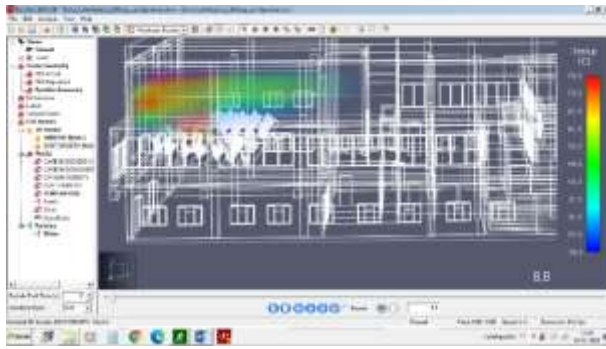


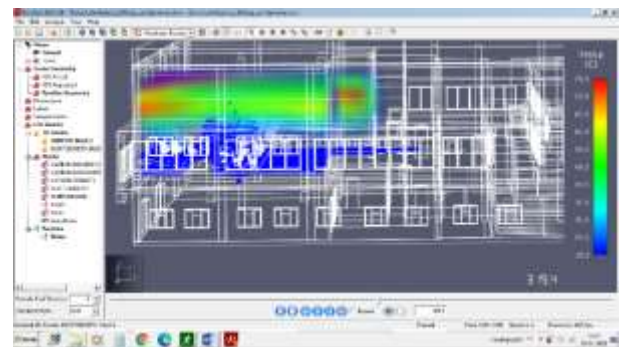
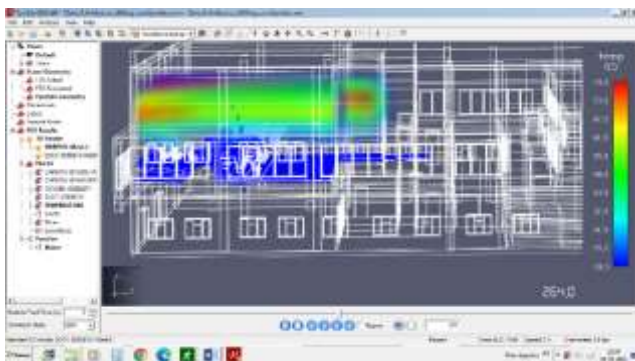
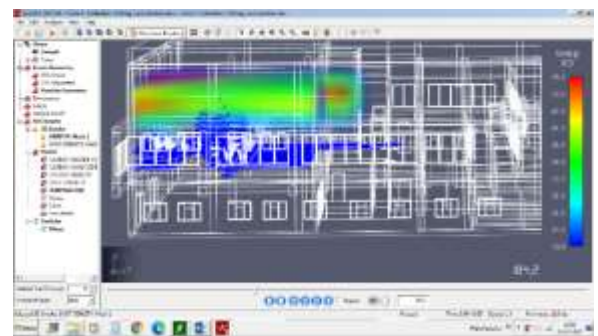
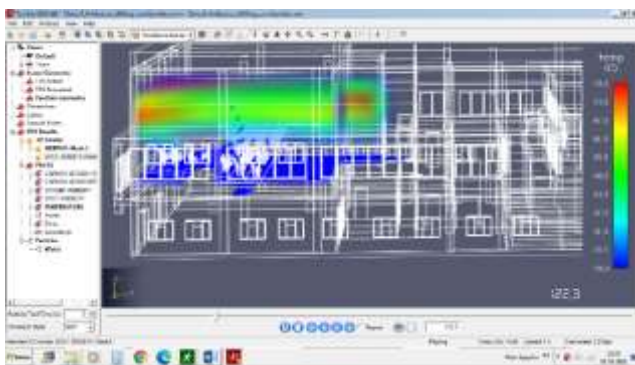
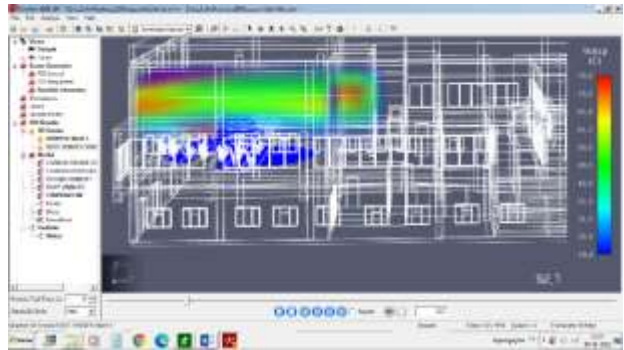
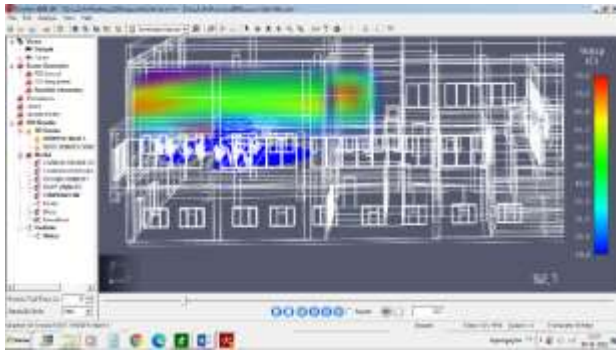
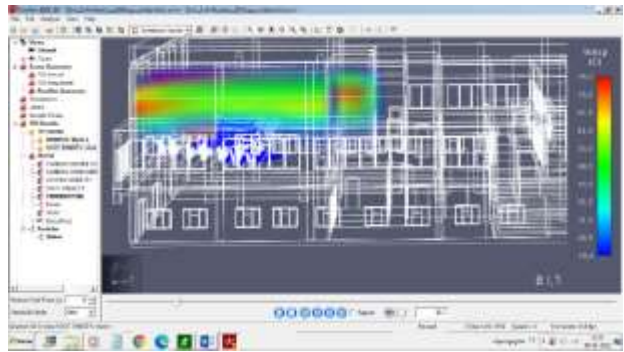
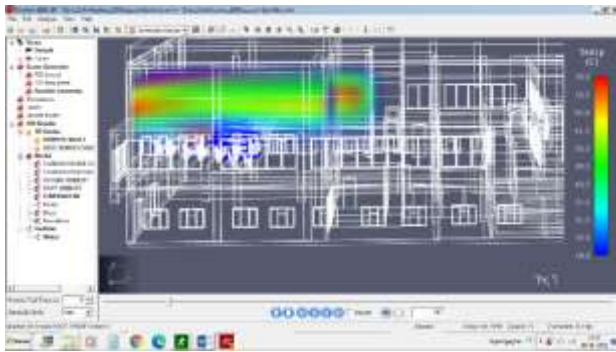


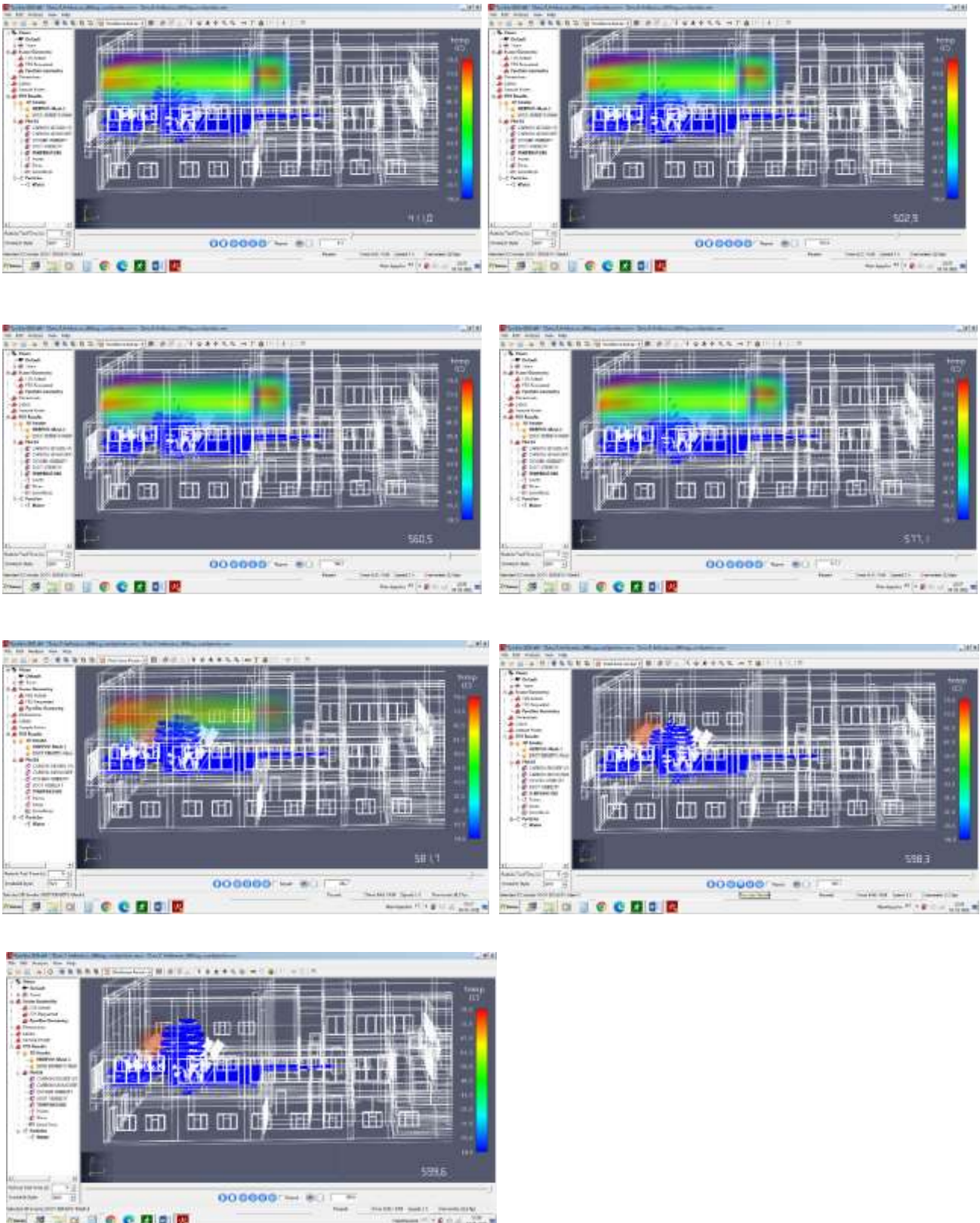
ANEXO II

A5

Cenário Zona F, Anfiteatro com sprinklers







B - Cenário Zona D, internamento

ANEXO II

B1

Cenário Zona D, quarto com uma cama, sem sprinklers











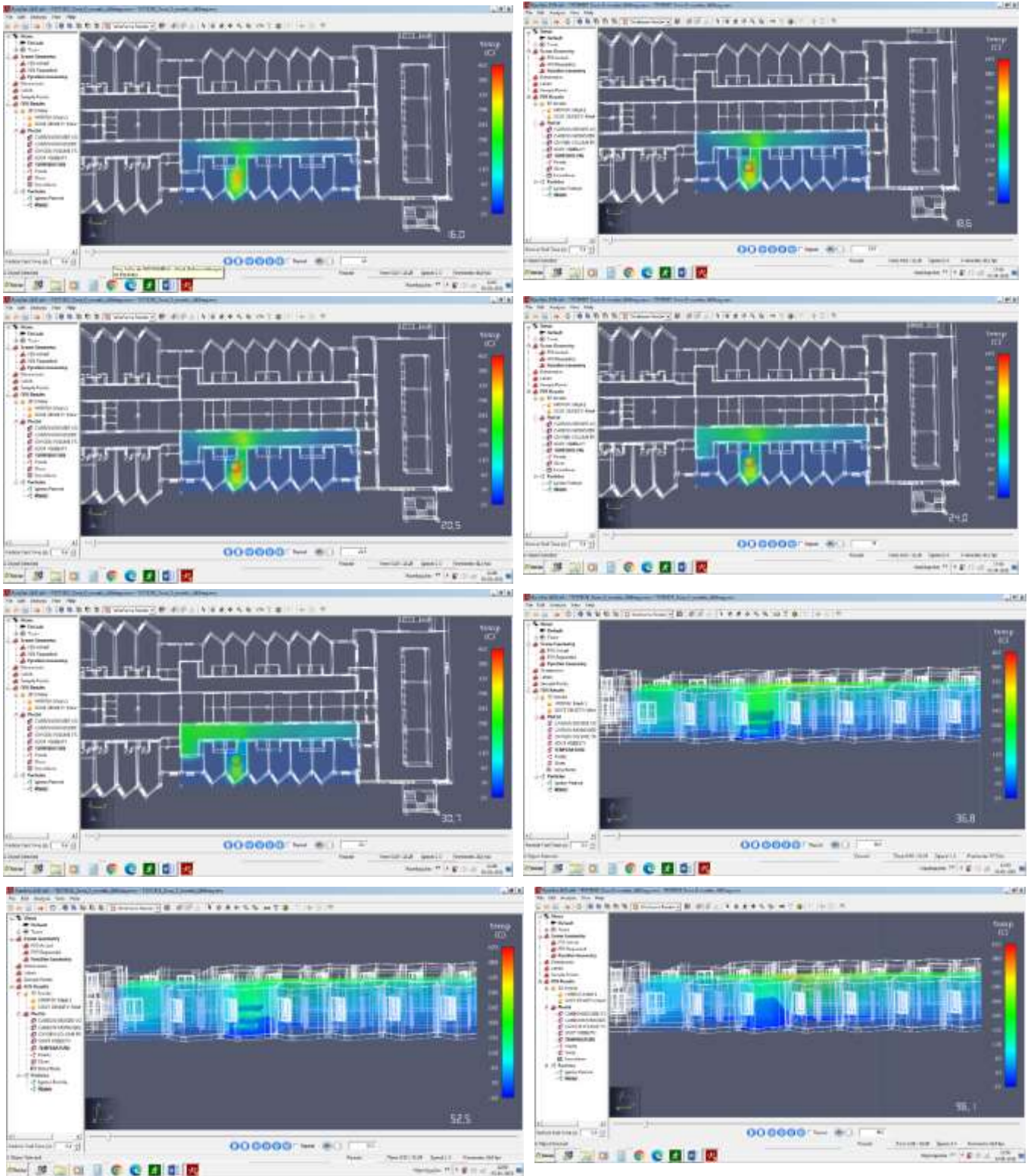


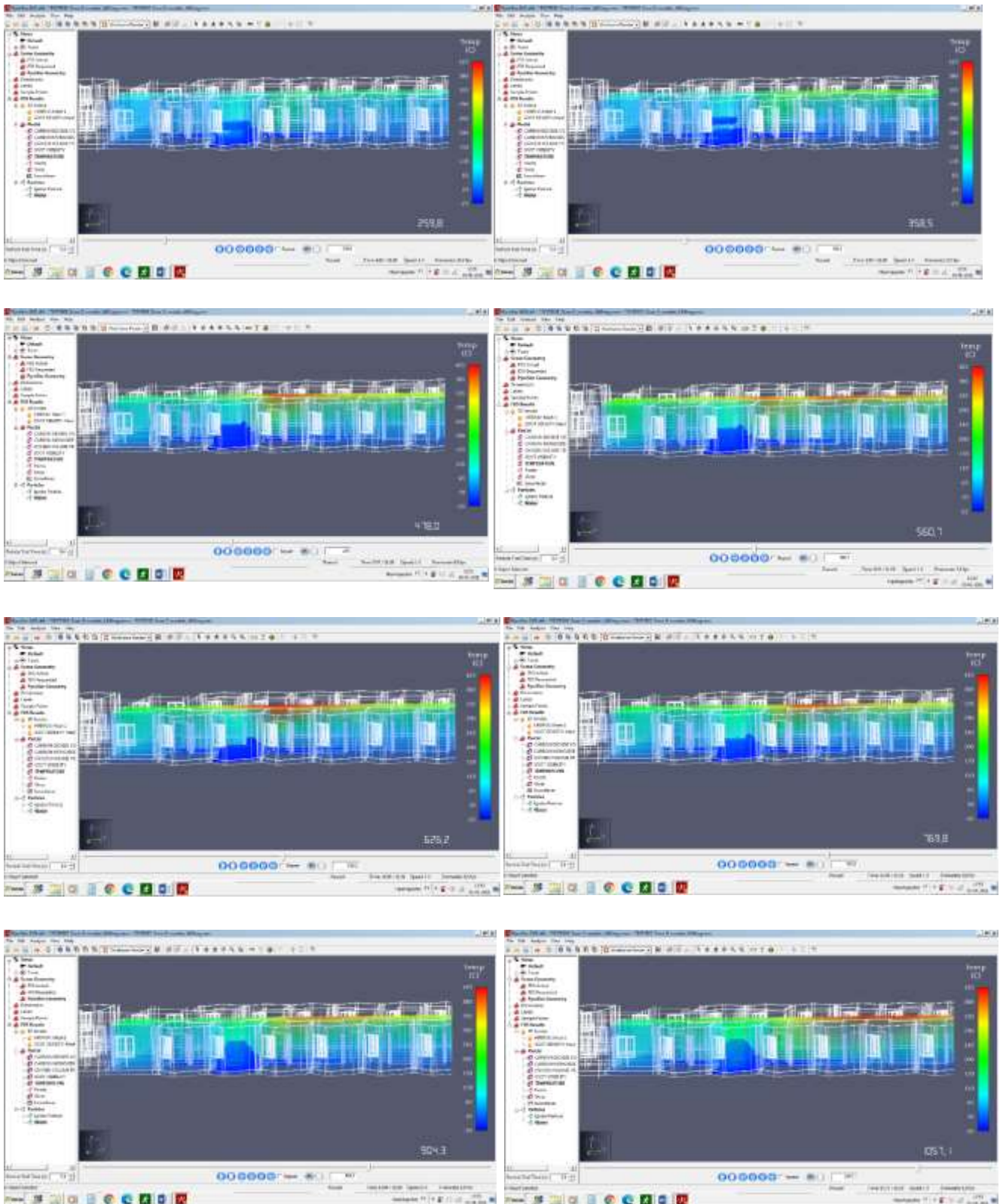
ANEXO II

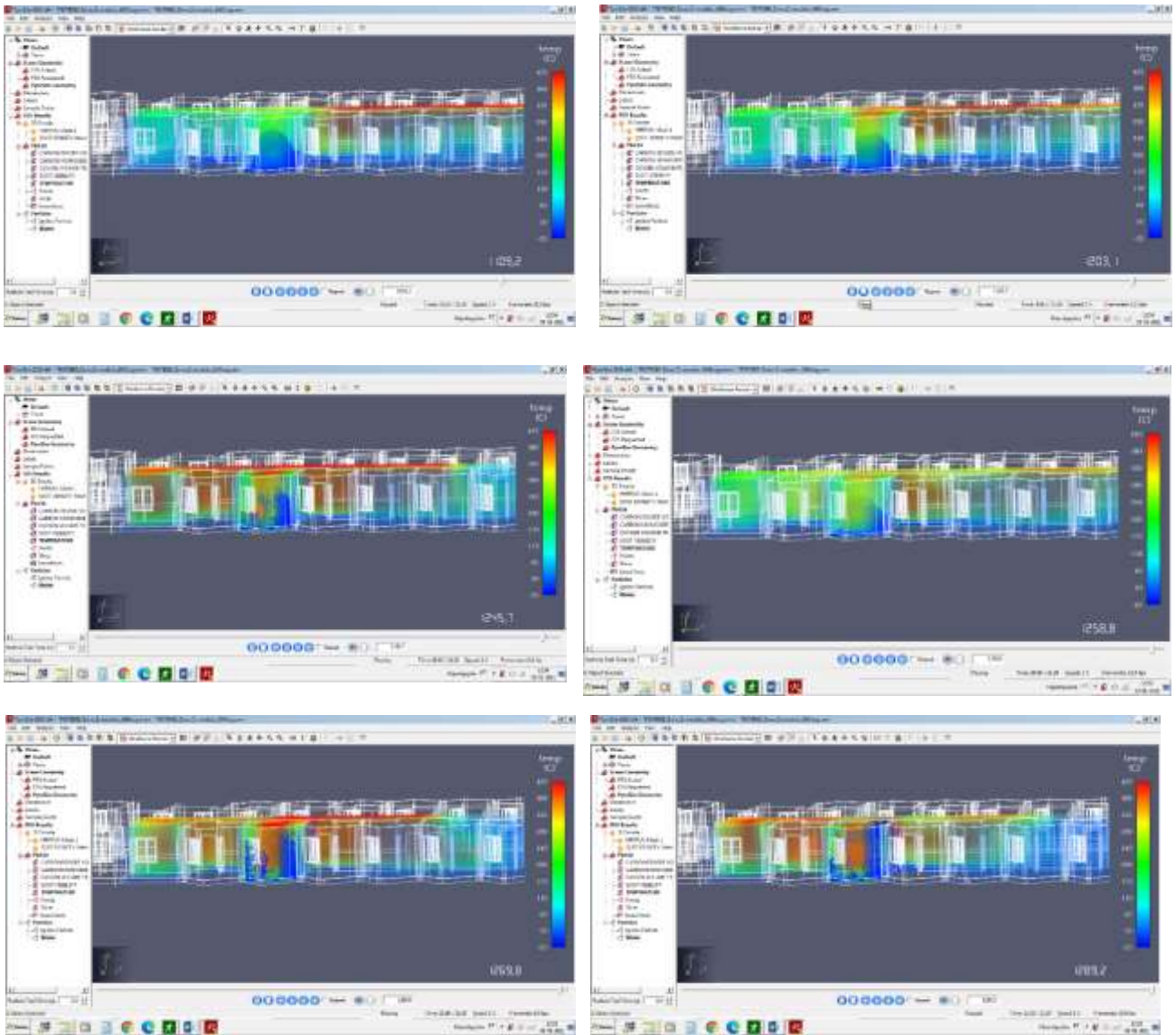
B2

Cenário Zona D, quarto com uma cama, com sprinklers

Visibilidade temperatura e água





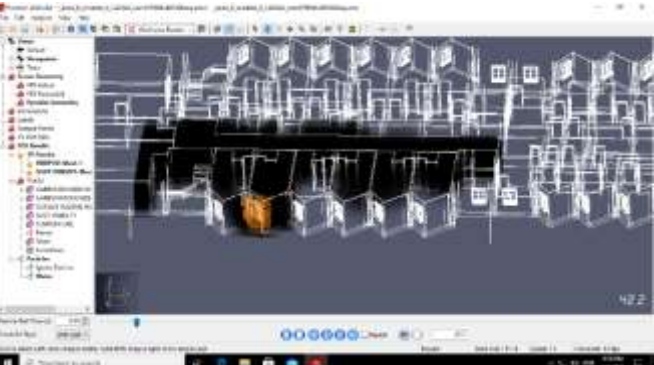
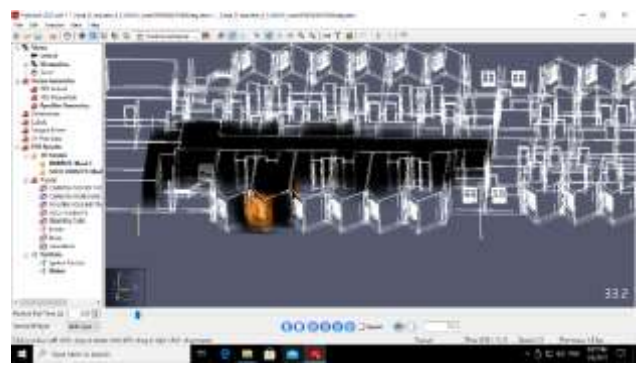
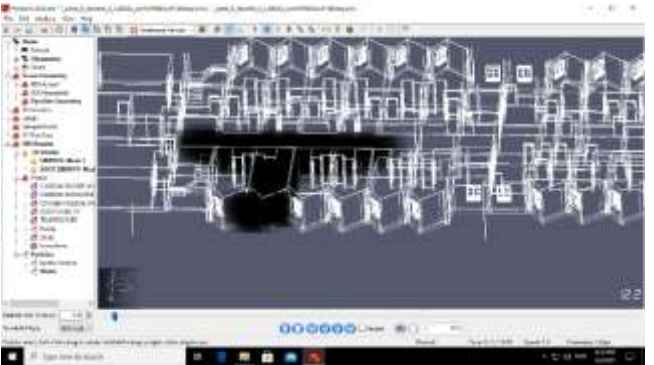
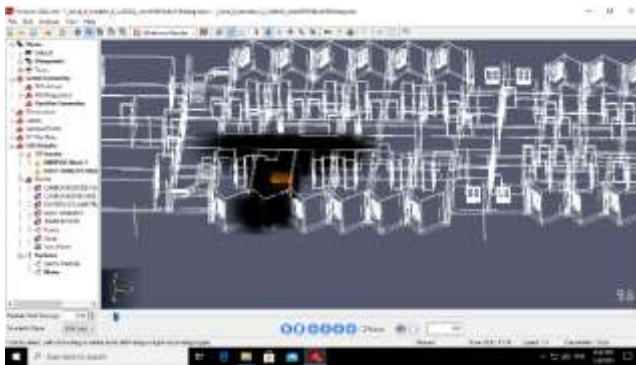
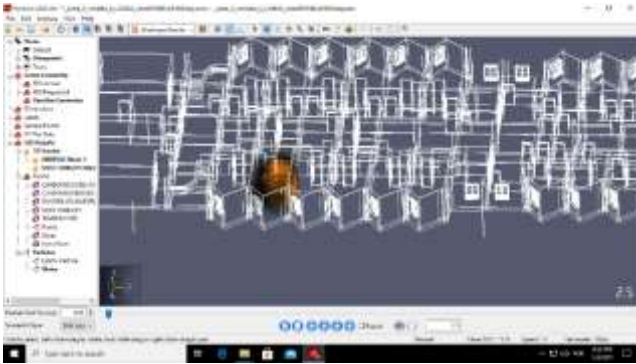


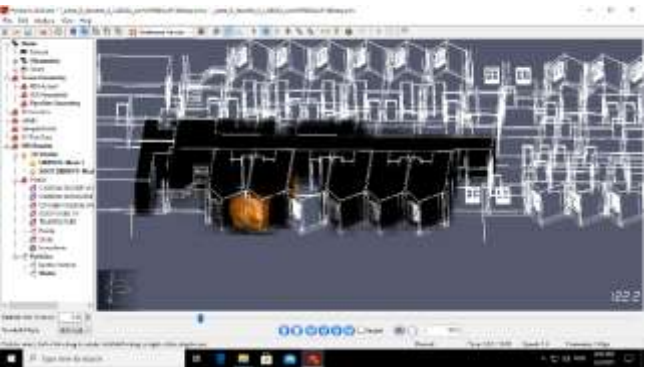
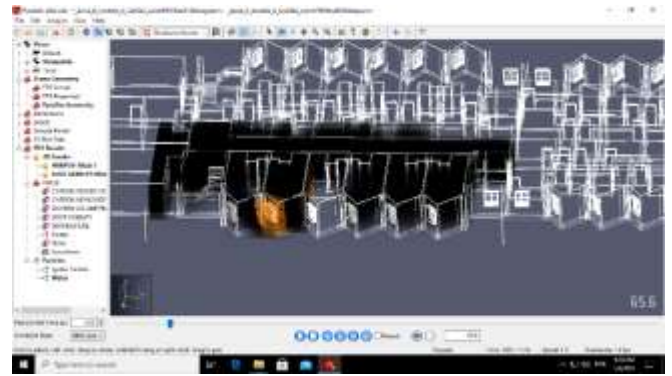
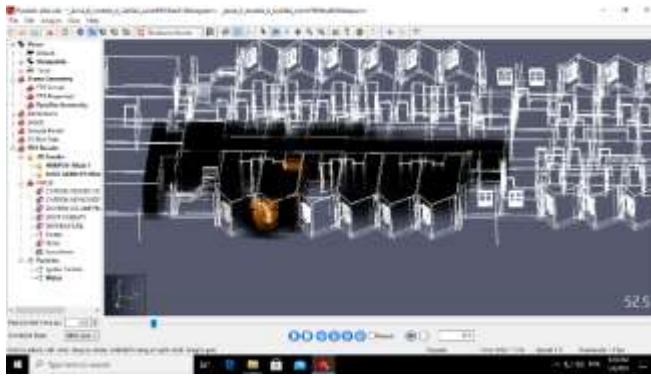
G - Cenário Zona D, internamento, local do incêndio Quarto com três camas sem sprinkler.

ANEXO II

B3

Cenário Zona D, Anfiteatro com sprinklers



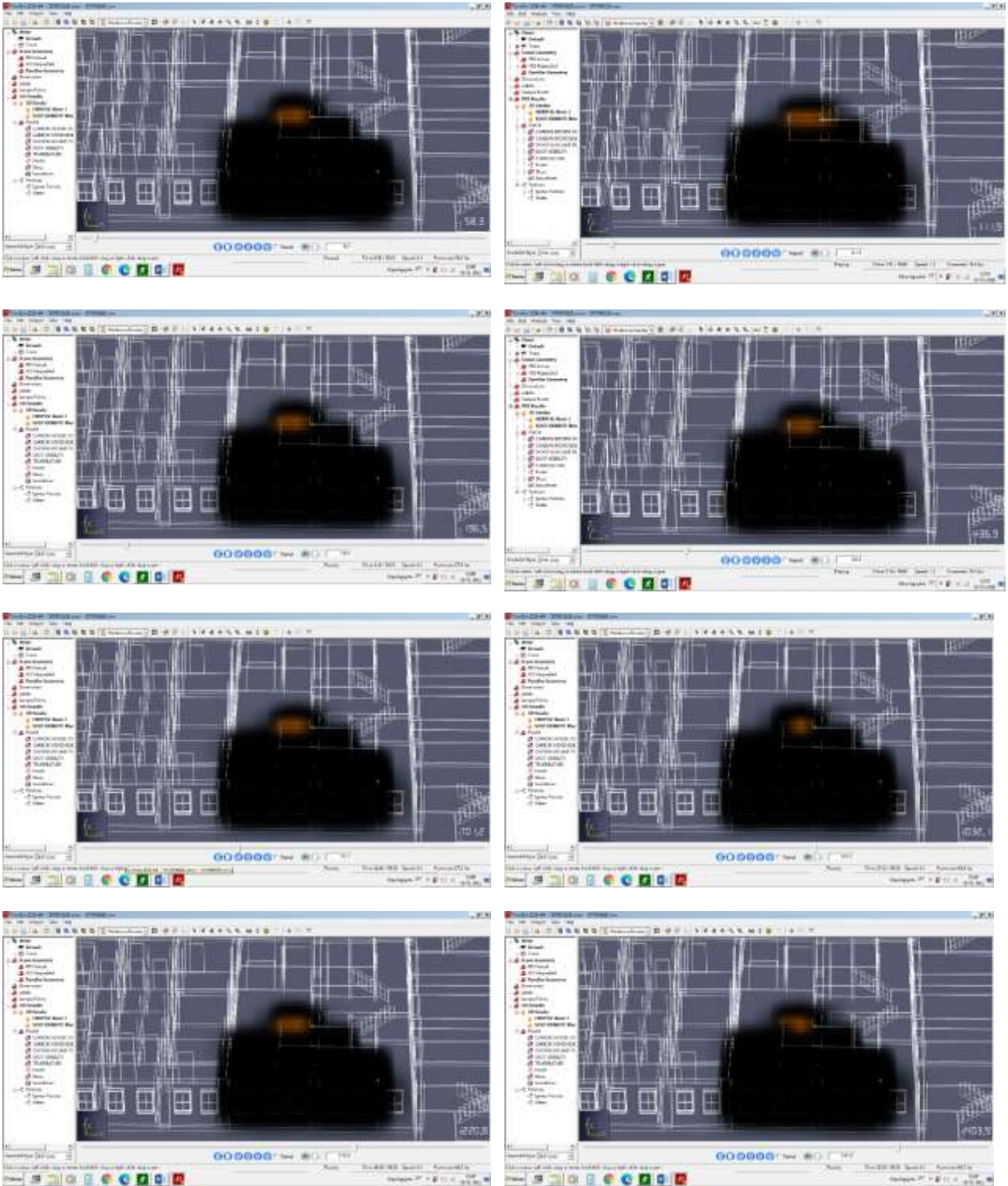


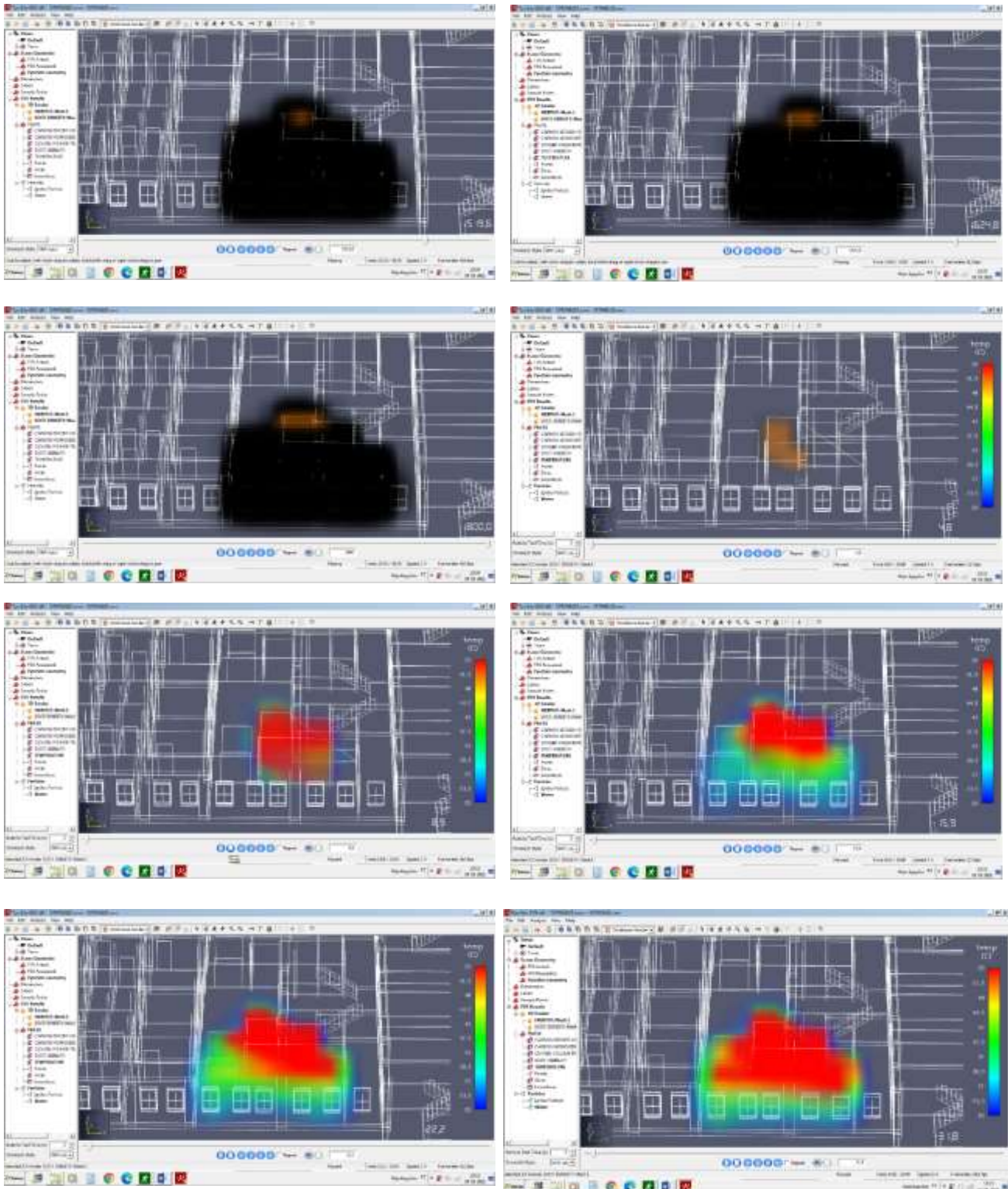
ANEXO II

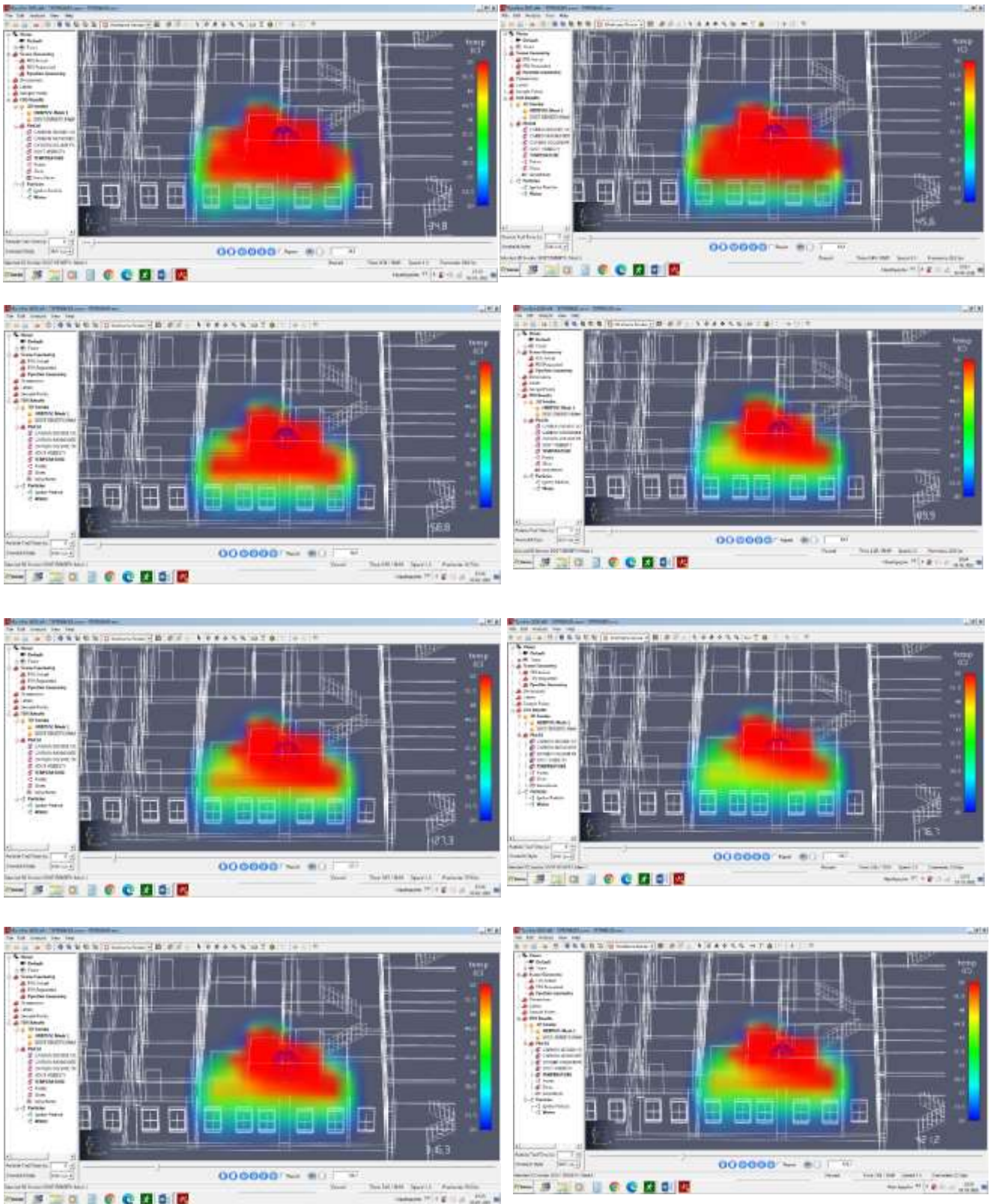
C

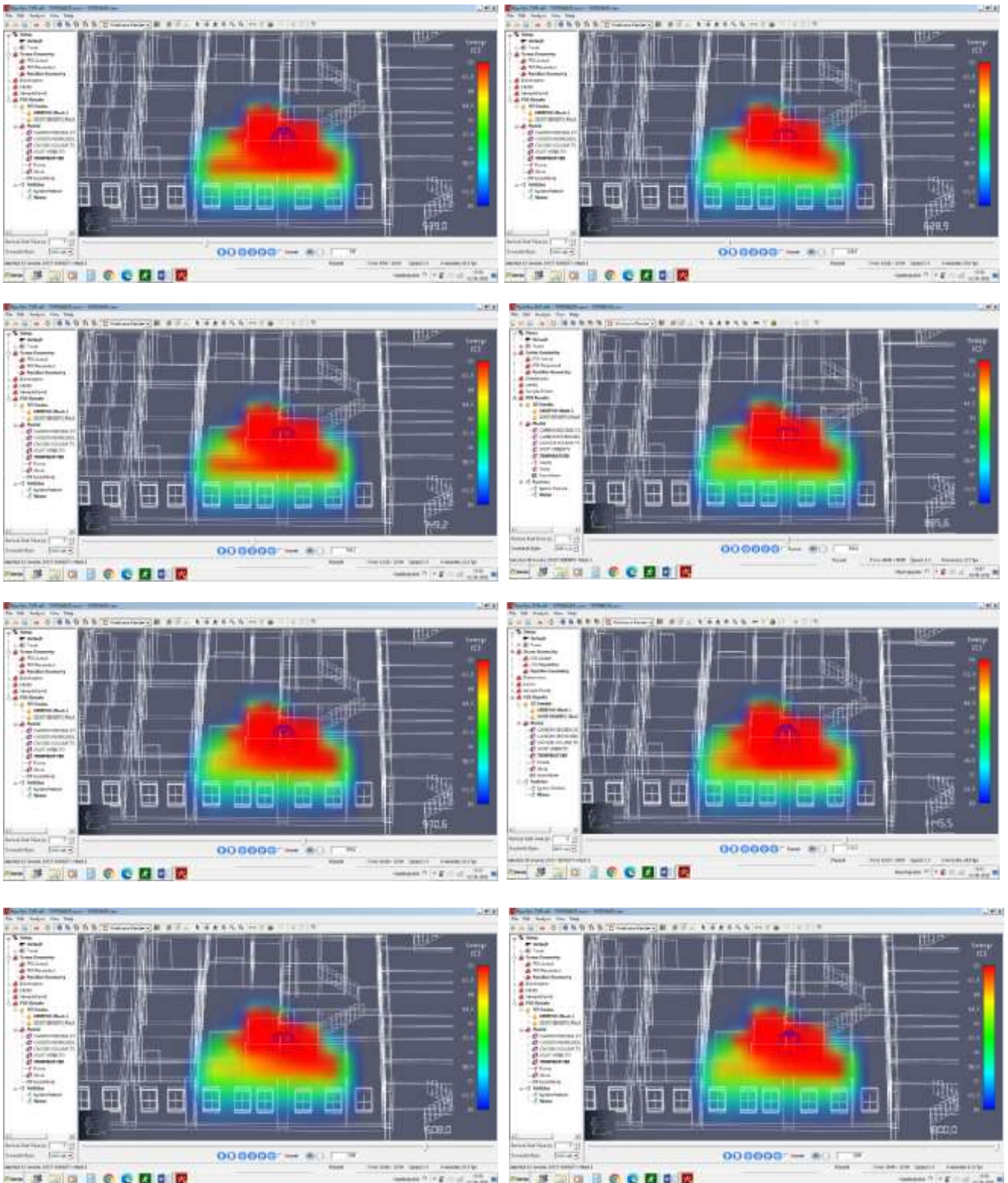
Cenário Zona A, com sprinklers









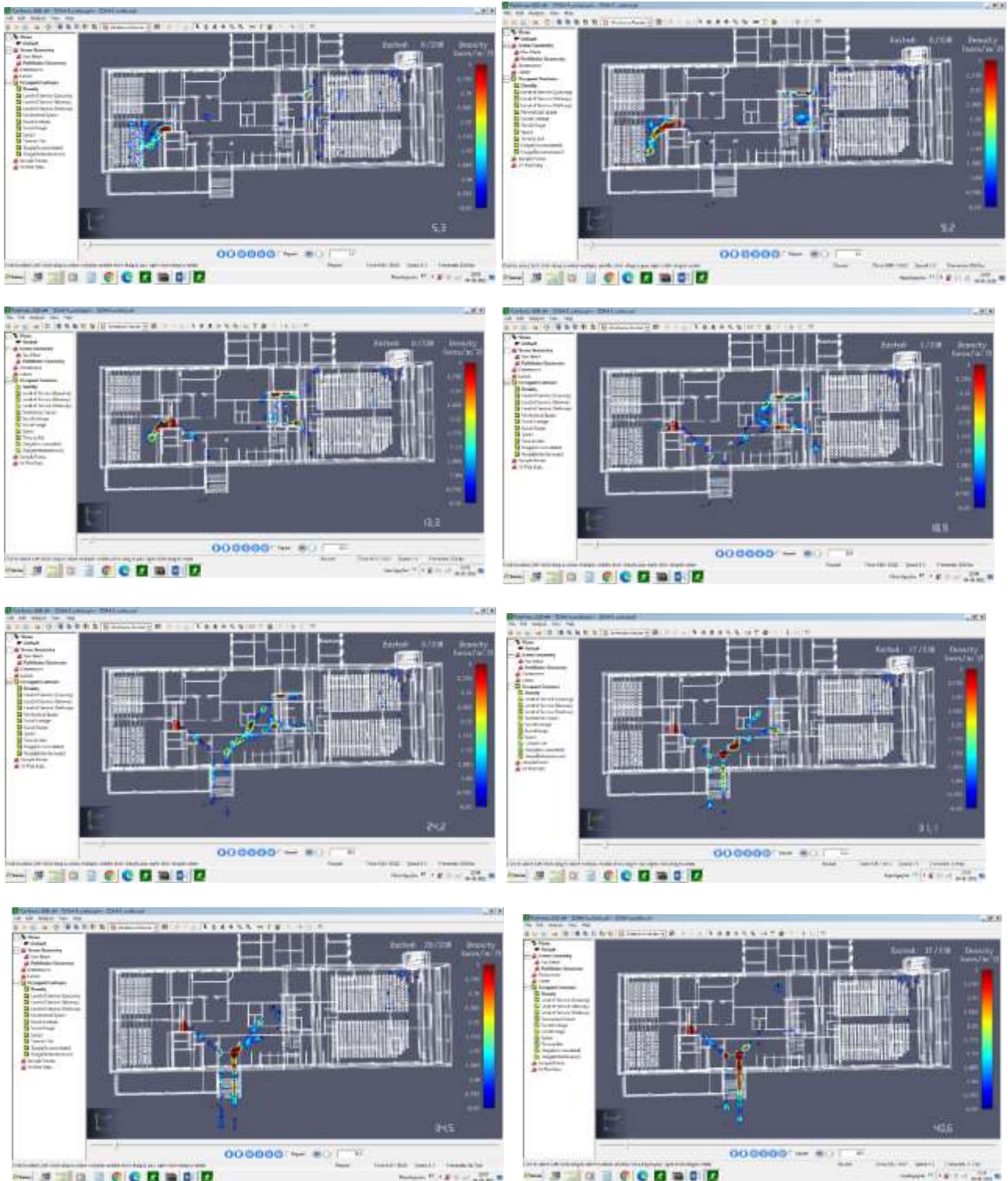


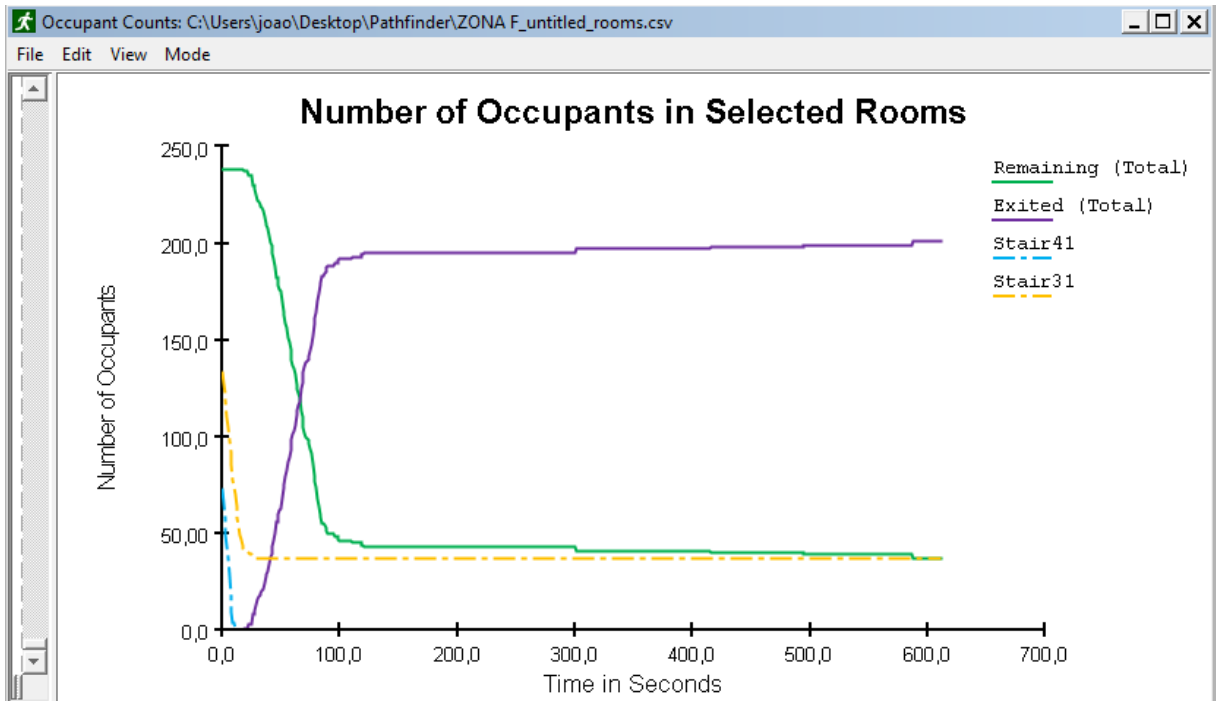
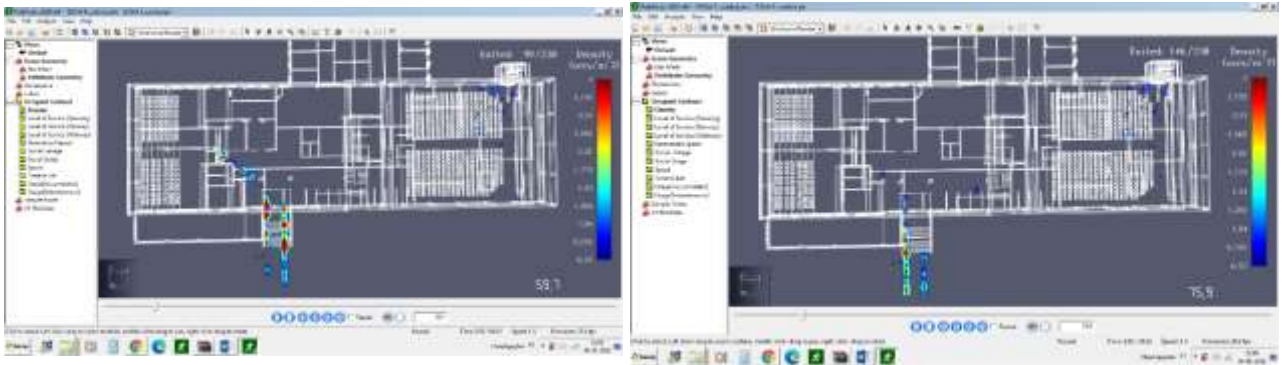
ANEXO III – Resumo gráfico e representativo da evacuação nos vários cenários

ANEXO III

A

Densidade de ocupantes ZONA F

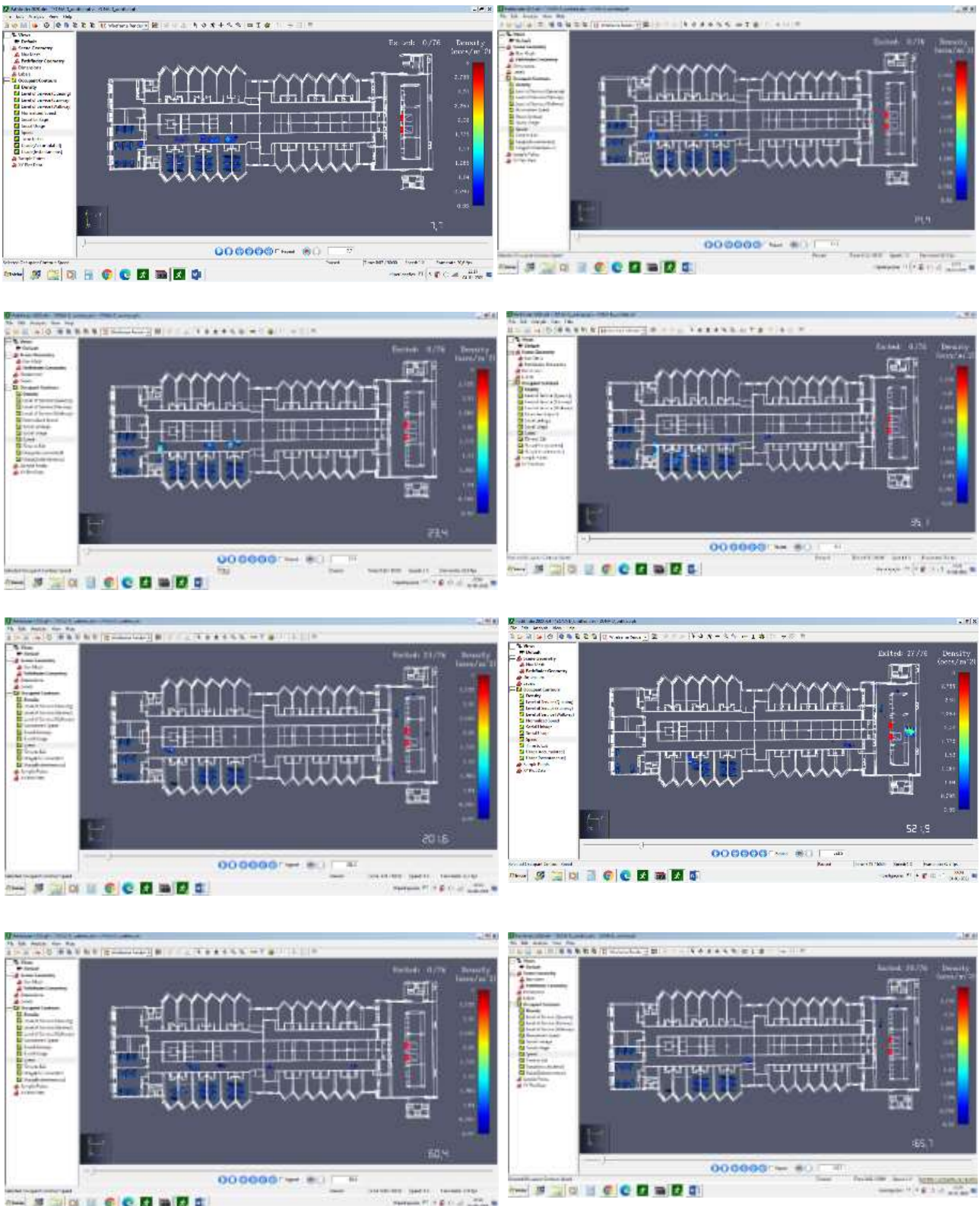


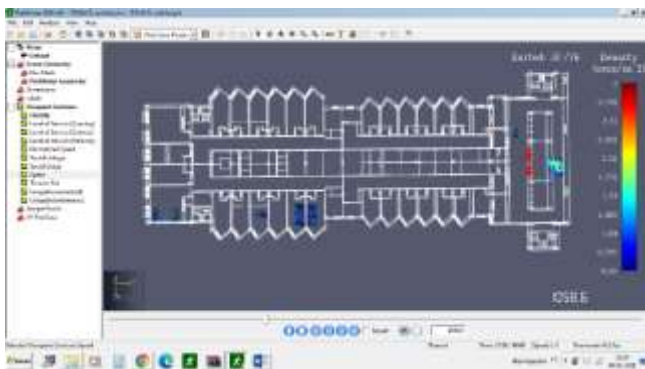
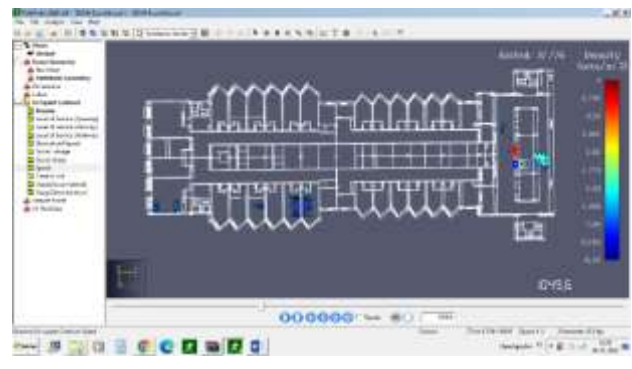
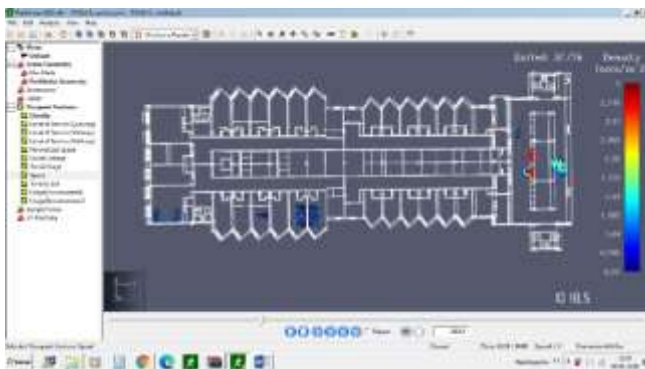
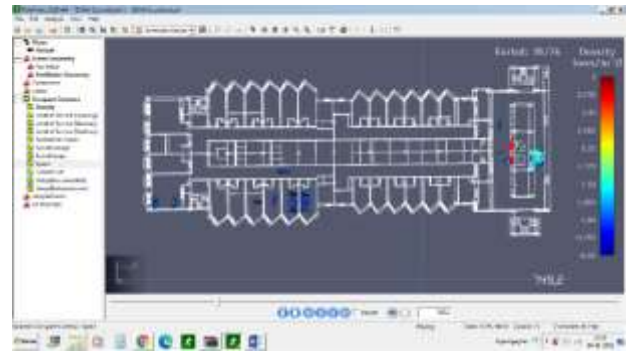
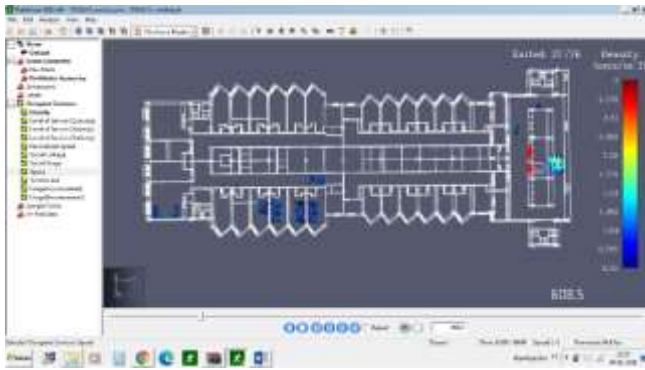


ANEXO III

B

Densidade de ocupantes ZONA D

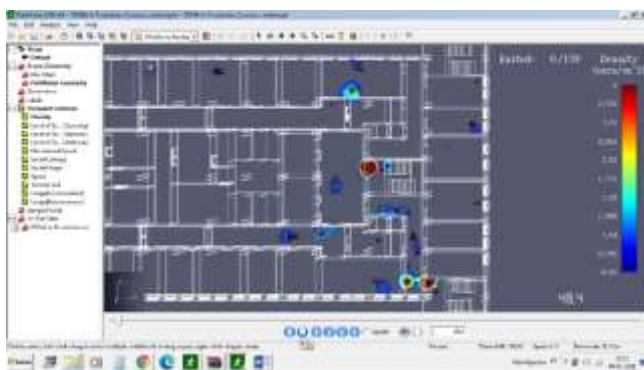
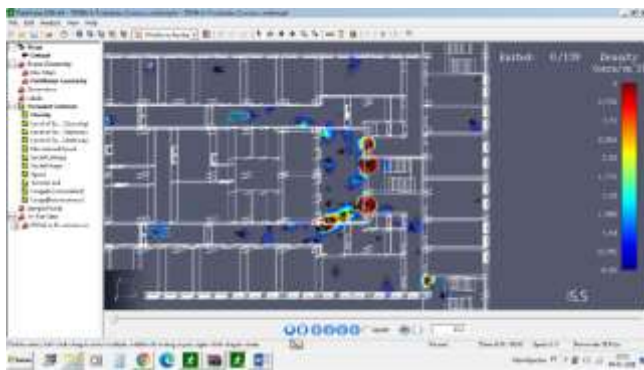
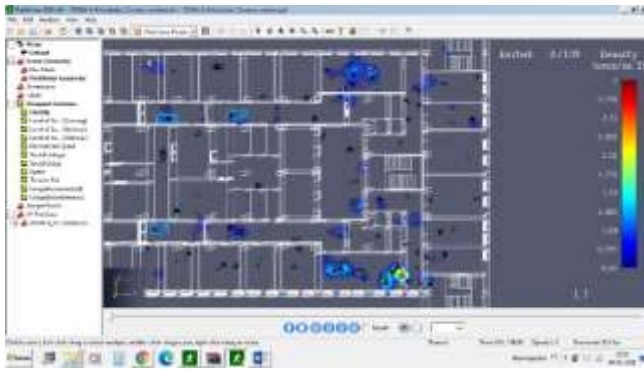




ANEXO III

C

Densidade de ocupantes ZONA A





ANEXO IV – Plano de formação em segurança contra incêndios



Planos de Segurança Internos / SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS

**Formação " DIFERENCIADA " / CONTEXTO TRABALHO**

Enfermeiros Coordenadores / Enfermeiros Responsáveis de Turno

polos HUC/ HG/ HP/ CHPC/ MBB/ MDM

Sessões em Auditório - Pólo HUC	Programação			Destinatários	Formador
	Dia		Horário		
Auditório Principal – C. Congressos Bloco Central dos HUC	18/fev/20	Segunda	14h 15 / 16h 15	Enfermeiros Respons. de Turno Pólo HUC/ Celas	Adelino Besteiro Humberto Gomes
	20/fev/20	Quinta	11h 00 / 13h 00		
	27/fev/20	Segunda	14h 15 / 16h 15		
	26/mar/20	Quinta	11h 00 / 13h 00	Enfermeiros Coordenadores Pólos - TODOS	
	31/mar/20	Terça	14h 15 / 16h 15		

Sessões em Auditório - Pólo HP/ MBB	Dia		Horário	Destinatários	Formador
Auditório MBB	5/mar/20	Quinta	14h 15 / 16h 15	Enfermeiros Respons. de Turno	Adelino Besteiro Francisco Santos
Auditório HP	13/mar/20	Sexta			

Sessões em Auditório - Pólo HG/ CHPC	Dia		Horário	Destinatários	Formador
Auditório HG	17/mar/20	Terça	14h 15 / 16h 15	Enfermeiros Respons. de Turno	Adelino Besteiro Nelson Fernandes
	24/mar/20	Terça			
Auditório CHPC	19/mar/20	Sexta			

Todos funcionários dos serviços

Formação contexto trabalho **polo HUC**

	Mês	Abril									Maio										
	Horário	14:15 hrs - 16:30 hrs																			
	Dia	6	13	15	16	20	22	23	27	29	30	4	6	7	11	13	14	18	20	21	
Piso 4	Cirurgia Vasculor	X																			
	Neurotraumatologia		X																		
	Neurocirurgia			X																	
Piso 3	Cirurgia C				X																
	Cirurgia D					X															
	Cardiologia A						X														
Piso 2	Cardiologia B							X													
	Cirurgia A								X												
	Cirurgia B									X											
Piso 1	Pneumologia A									X											
	Pneumologia B										X										
	Transplantes											X									
Piso 0	Neurologia A												X								
	Neurologia C / UJAVC													X							
Piso -1	Psiquiatria															X					
Piso -3	Infecciosas																	X			
Piso 4 / -1	Cirurgia Cardiotorácica																			X	
Piso 3 / -2	Cirurgia Cardiotorácica																				X

Nota: A participação nas sessões de formação **NÃO IMPLICA INSCRIÇÃO PRÉVIA**, mas existe registo de presenças

ANEXO V – Pontos de encontro

