

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE DOS SISTEMAS DIRETOS E INDIRETOS DE CONTROLE DE
FUMAÇA EM LOCAIS DE REUNIÃO DE PÚBLICO NA CIDADE DE
CAMPINA GRANDE-PB**

IURI RODRIGUES WERNECK

CAMPINA GRANDE-PB

2017

IURI RODRIGUES WERNECK

**ANÁLISE DOS SISTEMAS DIRETOS E INDIRETOS DE CONTROLE DE
FUMAÇA EM LOCAIS DE REUNIÃO DE PÚBLICO NA CIDADE DE
CAMPINA GRANDE-PB**

**Trabalho de conclusão de curso de
Engenharia Civil da Universidade
Federal de Campina Grande (UFCG)
como requisito final para a obtenção
do diploma de Graduado em
Engenharia Civil.**

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Andréa Carla Lima Rodrigues

Co-orientador: Prof. Me. Leovegildo Douglas Pereira de Souza

CAMPINA GRANDE - PB

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS - CTRN
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL - UAEC

FOLHA DE APROVAÇÃO

**ANÁLISE DOS SISTEMAS DIRETOS E INDIRETOS DE CONTROLE DE
FUMAÇA EM LOCAIS DE REUNIÃO DE PÚBLICO NA CIDADE DE
CAMPINA GRANDE-PB.**

Iuri Rodrigues Werneck
Orientando

Prof.^a Dra. Andréa Carla Lima Rodrigues
Orientadora

Prof. Me. Leovegildo Douglas Pereira de Souza
Coorientador

Prof. Dr. Marcos Antônio Souza Simplício
Avaliador interno

Prof. Joabe Correia Costa
Avaliador externo

Campina Grande – PB
2017

AGRADECIMENTO

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, que está acima de tudo e depois à minha família, minha mãe e meu pai que proporcionaram a mim a felicidade de cursar a graduação em engenharia civil, o que desde muito novo era um sonho a ser realizado, uma meta a ser cumprida. Sonho este passou a ser de todos da minha família.

Gostaria de agradecer aos meus amigos que se fizeram presente em todos os cinco anos de curso, que passamos por muitas horas e noites viradas de estudo e só juntos conseguimos vencer os obstáculos da graduação.

Em especial deixo meu agradecimento ao professor Dr. Carlos de Oliveira Galvão, com quem pude trabalhar com desenvolvimento de pesquisa científica, o que me proporcionou um grande crescimento acadêmico e científico devido a sua vasta experiência. À professora Dra. Andréa Carla Lima Rodrigues que me acolheu logo no início do curso me dando a oportunidade de lidar com a área de instalações de incêndio, pela qual me identifiquei desde cedo e também à toda paciência e compreensão durante os trabalhos por ela orientados. Ao meu amigo e coorientador Leovegildo Douglas Pereira de Souza, que me recebeu desde o início do curso onde viramos amigos, trabalhamos juntos durante todo este tempo, também com projetos de combate a incêndio e pesquisas na área, e agora no fechamento do ciclo iniciado em 2012 que vem me auxiliando na elaboração do meu trabalho de conclusão de curso.

Por fim, todos aqueles que de forma direta ou indireta puderam auxiliar na minha formação acadêmica e profissional deixo o meu agradecimento.

RESUMO

Os sistemas de controle de fumaça em edificações são extremamente importantes para a preservação direta a vida humana, uma vez que a fumaça é responsável pelo maior número de mortes em uma situação de incêndio. Sua relevância é ainda maior quando se trata de locais de reunião de público, onde a aglomeração de pessoas pode levar ao pânico e potencializar o risco de morte por inalação da fumaça. Diante desta constatação, esta pesquisa teve como objetivo o estudo do controle de fumaça em alguns locais de reunião de público existentes na cidade de Campina Grande-PB. Para isto, foi feito um levantamento das condições atuais das edificações estudadas, analisando a existência de sistemas diretos e indiretos de controle de fumaça, tais como: acantonamentos, barreiras contra fumaça, exautores, materiais de acabamento e revestimento, compartimentação horizontal, elementos arquitetônicos e decorativos, entre outros. Por meio do preenchimento de tabelas que puderam auxiliar na adequação ou inadequação dos elementos supracitados, foi possível obter um diagnóstico da situação atual do controle de fumaça nestes locais e realizar uma avaliação crítica. Por fim, pôde-se constatar que alguns dos elementos avaliados não têm grande influência na propagação de fumaça, outros se encontravam adequados de acordo com a avaliação feita, e ainda existem aqueles que, não obstante a viabilidade de implantação e da grande importância para a segurança dos ocupantes da edificação, não estão instalados mesmo sendo facilmente exequíveis.

Palavras chave: segurança contra incêndio, ambientes de aglomeração de pessoas, medidas de proteção.

ABSTRACT

The smoke control systems in buildings are extremely important in order to direct preservation of human life, as the smoke accounts for the largest number of deaths in a fire situation. Its importance is elevated when it comes to public meeting locations, where agglomeration of people can lead to panic and to amplify the risk of death by smoke inhalation. In this regard, it was studied in existing public meetings locations in Campina Grande – PB, in which systems and devices were inserted, as well as it is required by current standards in the state. For that, it was done a survey of the actual condition of studied buildings, analyzing the existence of direct and indirect systems of smoke control, the indirect are: control of coating and finishing materials, horizontal compartmentation, local architectural and decorative elements and the direct system of smoke control of the building. Through the filling of tables that can help adequacy or inadequacy of above elements, it was possible to achieve a diagnosis of the current situation of smoke control in public meetings locations. Finally, it can be noted that few evaluated elements are not considered highly relevant for the subject, while others are adequate according to the evaluation made, however, another elements are not implanted even though it is feasible.

Keywords: securit against fire, agglomeration enviromente, protective measures.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da Paraíba e principais cidades	30
Figura 2 - Croqui esquemático do local de reunião de público 1	32
Figura 3 - Croqui esquemático do local de reunião de público 2	33
Figura 4 - Croqui esquemático do local de reunião de público 3	34
Figura 5 - Documentário fotográfico do local de reunião de público 1	35
Figura 6 - Fotos do local de reunião de público 2	37
Figura 7 - Fotos internas do local de reunião de público 3	38
Figura 8 - Gráfico da avaliação do controle de materiais de acabamento e revestimento nos três locais de reunião de público	55
Figura 9 - Gráfico da avaliação da compartimentação horizontal nos três locais de reunião de público	56
Figura 10 - Gráfico da avaliação dos elementos arquitetônicos e decorativos nos três locais de reunião de público	58
Figura 11 - Gráfico da avaliação dos sistemas de controle de fumaça nos três locais de reunião de público	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ações que promovem o movimento da fumaça.....	21
Quadro 2 - Componentes do sistema de controle de fumaça.....	22
Quadro 3 - Elementos do sistema de compartimentação	27
Quadro 4 - Definição dos elementos arquitetônicos e decorativos	29
Quadro 5 - Classificação das edificações em estudo	31
Quadro 6 - Modelo de análise de controle de materiais de acabamento e revestimento	40
Quadro 7 - Modelo de análise dos componentes de compartimentação horizontal	41
Quadro 8 - Modelo de análise dos elementos arquitetônicos e decorativos	41
Quadro 9 - Modelo de análise dos dispositivos de sistemas de controle de fumaça.....	43
Quadro 10- Análise de controle de materiais de acabamento e revestimento do local de reunião de público 1.....	44
Quadro 11 - Análise compartimentação horizontal do local de reunião de público 1	45
Quadro 12 - Análise dos elementos arquitetônicos e decorativos do local de reunião de público 1	46
Quadro 13 - Análise dos dispositivos de sistemas de controle de fumaça do local de reunião de público 1.....	47
Quadro 14 - Análise compartimentação horizontal do local de reunião de público 2	48
Quadro 15 - Análise compartimentação horizontal do local de reunião de público 2	49
Quadro 16 - Análise dos elementos arquitetônicos e decorativos do local de reunião de público 2.....	49

Quadro 17 - Análise dos dispositivos de sistemas de controle de fumaça do local de reunião de público 2.....	50
Quadro 18 - Análise de controle de materiais de acabamento e revestimento do local de reunião de público 3.....	51
Quadro 19 - Análise compartimentação horizontal do local de reunião de público 3	52
Quadro 20 - Análise dos elementos arquitetônicos e decorativos do local de reunião de público 3.....	53
Quadro 21 - Análise dos dispositivos de sistemas de controle de fumaça do local de reunião de público 3.....	54

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRAVA - Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento

CB-24 - Comitê Brasileiro de Segurança contra Incêndio

CB-55 - Comitê Brasileiro de Refrigeração, Ar Condicionado e Ventilação

CBMPB - Corpo de Bombeiros Militar do Estado da Paraíba

CBMSP - Corpo de Bombeiros Militar do Estado de São Paulo

CMAR - Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento

CO - Fórmula Química do Monóxido de Carbono

CO₂ - Fórmula Química do Dióxido de Carbono

GM - General Motors

H₂O - Fórmula Química da Água

HCN - Fórmula Química do Cianeto de Hidrogênio

LI - Lesão inalatória

NBR - Norma Brasileira

NFPA - National Fire Protection Association

NT - Norma Técnica

PCI - Projeto de Combate a Incêndio

PF - Prova de Fumaça

PFP - Prova de Fumaça Pressurizada

SO₂ - Fórmula Química do Dióxido de Enxofre

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	14
2.1. Objetivos gerais	14
2.2. Objetivos específicos	15
3. JUSTIFICATIVA	15
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
4.1. Fumaça: Definição e classificação	16
4.2. Consequências da existência e da inalação de fumaça	17
4.3. Sistemas de controle de fumaça	19
4.3.1. Movimento da fumaça	21
4.3.2. Partes componentes e tipos de sistemas de controle de fumaça	22
4.3.3. Legislações sobre o controle de fumaça	24
4.4. Sistemas indiretos de controle de fumaça	26
4.4.1. Compartimentação.....	26
4.4.2. Controle de materiais de acabamento e revestimento (CMAR) ...	27
4.4.3. Elementos arquitetônicos e decorativos.....	28
5. METODOLOGIA.....	29
5.1. Caracterização da área de estudo	29
5.1.1. Cidade de Campina Grande-PB	29
5.1.2. Edificações em estudo – coleta de dados.....	30
5.1.3. Visita de campo	34
5.2. Descrição do procedimento de análise.....	39
5.2.1. Descrição dos componentes.....	40
5.3. Análise gráfica	43

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	43
6.1.2. Local de reunião de público 2	47
6.2. Avaliação coletiva das edificações	54
6.2.1. Controle de materiais de acabamento e revestimento	55
6.2.2. Compartimentação horizontal	56
6.2.3. Elementos arquitetônicos e decorativos.....	57
6.2.4. Dispositivos de sistemas de controle de fumaça.....	59
7. CONCLUSÃO	61
8. REFERÊNCIAS	62

1. INTRODUÇÃO

Muito se tem discutido nos últimos anos, principalmente após o sinistro na Boate Kiss em 2013, sobre a segurança contra incêndios no Brasil, as atribuições das responsabilidades de implantação dos sistemas de combate e prevenção contra incêndio e fiscalização dos mesmos. O corpo de bombeiros é o órgão responsável por fornecer os parâmetros técnicos, dispostos em normas ou instruções técnicas, com o auxílio das Normas Brasileiras Regulamentadoras (NBR's) existentes sobre o assunto, necessárias para elaboração de projetos de combate a incêndio (PCI) que, posteriormente, devem ser implantados nas edificações correspondentes.

A não obediência às normas existentes implica na maior vulnerabilidade das edificações e vidas a acidentes que podem ganhar maior dimensão quando os sistemas de combate e prevenção contra incêndio não estão implantados de maneira correta, estejam mal dimensionados, não possuam brigada treinada para o combate inicial ou não passaram pela manutenção periódica necessária para atestar o funcionamento.

Os sistemas de combate a incêndio se dividem em dois grupos, os sistemas ativos e os passivos. O combate ativo é aquele que atua diretamente na extinção do fogo quando instalado ou em sua fase inicial e que precisa de um acionamento automático ou manual, é o exemplo de extintores, hidrantes e sprinklers, já os sistemas passivos são dispositivos ou condições que previnem ou mitigam os impactos de um sinistro, como é o caso das rotas de fuga, compartimentação vertical e horizontal e controle dos materiais de acabamento. Pode-se dizer que o controle de fumaça hora é passivo, quando ocorre de forma natural, hora é ativo, quando o sistema é composto por insufladores que necessitam de tal acionamento.

Neste contexto, os sistemas de controle de fumaça estão diretamente ligados a preservação da vida humana, dado que a fumaça, ao ser inalada, pode trazer prejuízos letais ou fatais, imediatos ou a longo prazo.

Compostos como monóxido de carbono (CO) ou cianeto de hidrogênio (HCN), presentes na maioria das fumaças geradas por situações de incêndio,

uma vez inaladas pelas pessoas, geram a chamada lesão por inalação (LI), que dependendo da gravidade desta, pode deixar o acometido em estado vegetativo ou, até mesmo, levar à morte.

Os componentes do sistema de controle de fumaça vão de detalhes arquitetônicos ou construtivos, como aberturas para a saída natural da fumaça da edificação ou sistemas mais complexos que envolvem insufladores e exaustores para a extração da fumaça da edificação, bem como a inserção de ar limpo à mesma. O dimensionamento do sistema, e escolha do método ideal dependerá da complexidade da arquitetura da edificação em questão e da regulamentação do corpo de bombeiros do estado em que a edificação se encontra.

Alguns estados brasileiros já possuem a norma técnica ou instrução técnica específica dos parâmetros para sistemas de controle de fumaça, dando destaque ao Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, o qual trabalha como pioneiro na criação das suas próprias normas, servindo como referência técnica para outros estados além de desenvolverem pesquisas e parcerias, revisões e atualizações das mesmas. A Paraíba, por sua vez, teve um grande avanço nos últimos anos quanto a atualização de sua regulamentação, por meio de revisões e lançamentos de NT's (Normas Técnicas).

A importância de estudar os locais de reunião de público se dá pelo alto risco a vida que um incêndio nesses tipos de edificações pode trazer. A aglomeração de pessoas em espaços pequenos, enclausurados e pouco iluminados em situação de incêndio é algo muito preocupante devido ao momento de pânico que é criado nessas circunstâncias. Isso aliado com a fumaça gerada pode levar pessoas a óbito em questão de minutos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivos gerais

Avaliar a importância dos sistemas diretos e indiretos do controle de fumaça em locais de reunião de público na cidade de Campina Grande-PB.

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar as edificações estudadas quanto aos aspectos arquitetônicos e de controle de fumaça existentes;
- Identificar os pontos críticos, dentre os quesitos analisados na concepção dos locais de reunião de público, no que diz respeito ao controle de fumaça;
- Avaliar a aplicabilidade dos sistemas de controle de fumaça não requeridos pelas normas vigentes para locais de reunião de público;
- Realizar uma avaliação crítica dos sistemas analisados para a segurança dos ocupantes das edificações estudadas.

3. JUSTIFICATIVA

Em situações de incêndios, a intoxicação por fumaça é considerada a maior responsável pela morte de pessoas. Estima-se que aproximadamente 80% das vítimas de um incêndio morrem por complicações decorrentes da inalação de fumaça. Além disso, a fumaça também pode contribuir para dificultar a evacuação de um local em incêndio, uma vez que reduz a visibilidade e irrita os olhos (Viegas, 20--).

Uma ocorrência que torna evidente o grau de periculosidade da inalação de fumaça foi o incêndio na Boate Kiss em Santa Maria (RS), 2013, onde 242 pessoas morreram e cerca de 500 ficaram feridas. Das vítimas fatais a maior causa de morte foi a inalação da fumaça produzida pela combustão de uma espuma usada para revestir o teto da edificação e que, ao ser queimada, produzia substâncias tóxicas.

A fumaça proveniente de materiais de uso comum como madeira, papel e espumas traz a liberação de gases como cianeto de hidrogênio e monóxido de carbono, a inalação destes gases pode provocar parada respiratória em questão segundos, além de causar náuseas e deixar sequelas posteriores, por isso a importância do controle de fumaça em locais de aglomeração de pessoas, com o intuito da preservação da vida humana.

Ainda assim, pouco é cobrado pelas legislações existentes o controle de fumaça em locais de reunião de público. Na Paraíba, por exemplo, ainda não existe Norma Técnica regulamentadora dos sistemas de controle de fumaça de uma forma geral.

Desta forma, visando a manutenção da vida humana e a proteção ao patrimônio material torna-se evidente a necessidade de estudos mais aprofundados a respeito do controle de fumaça em edificações e consequente regulamentação normativa do critério.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Fumaça: Definição e classificação

A fumaça é constituída de partículas de ar transportadas na forma sólida, líquidas e gasosas, decorrentes de um material submetido a combustão, que juntamente com a quantidade de ar formam uma massa, conforme definido pela IT 15/2015 - Controle de fumaça do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo (CBMSP).

Souza (2004) define a fumaça como uma mistura dos gases e partículas que se encontram em suspensão resultantes da queima de combustíveis e sua produção depende dos processos de pirólise e oxidação. A pirólise é o fenômeno de liberação de elementos do combustível causada exclusivamente pela ação do calor através do derretimento ou fervura. A oxidação é o processo em que o oxigênio reage quimicamente com moléculas do combustível quebrando-as em compostos menores que resultam na produção de luz e calor.

Segundo Sieben (2014) a fumaça pode ser classificada por sua cor em branca, cinza, preta e vermelha/amarela. Através da cor é possível conhecer qual o combustível que a gerou. A fumaça branca é resultado da queima de combustíveis comuns (madeiras, papéis, tecidos), se a coloração for cinza apresentam mistura predominante de aerossóis e derivados de petróleo, as de cor preta apresentam alto teor de partículas sólidas pois não queimaram totalmente e são também derivadas de petróleo e, se a fumaça possuir cor

amarelada ou vermelha implica que a queima é de um combustível líquido e geralmente seus gases são altamente tóxicos.

A pirólise é todo o processo de queima de combustíveis sólidos, também conhecida como destilação destrutiva e envolve o processo de quebra das ligações químicas das cadeias orgânicas pelo calor, conforme Gonçalves (2007).

De acordo com Aires (2003) através da pirólise a matéria orgânica poderá se dividir em vários subprodutos, dentre eles: gases, compostos por hidrogênio, metano e monóxido de carbono; combustível líquido, composto por hidrocarbonetos, álcoois e ácidos orgânicos de elevada densidade e baixo teor de enxofre; resíduo sólido, constituído, por carbono e ainda, por vidros, metais e outros materiais inertes (escória).

Dentre os tipos de oxidação tem-se o processo de combustão, a qual se divide entre completa e incompleta.

Um processo de combustão completo ocorre quando todo carbono no combustível queima para CO_2 , todo hidrogênio para H_2O e todo o enxofre queimar para SO_2 . Já a combustão incompleta se dá quando os produtos de combustão contêm algum combustível não queimado, como carbono, fuligem e gases (Gonçalves, 2007).

4.2. Consequências da existência e da inalação de fumaça

De acordo com Brentano (2015) a fumaça oferece perigo, pois reduz a visibilidade do local, impedindo ou dificultando a locomoção de pessoas, fazendo com que elas fiquem expostas, por um maior tempo, aos gases e vapores tóxicos, que associados ao estado de pânico, fazem com que haja a diminuição da capacidade de raciocínio e de coordenação motora em situações de incêndio.

Seito (2008) lista as consequências imediatas da existência de fumaça em situações de incêndios:

a) reduz a visibilidade das rotas de fuga;

- b) provoca lacrimejamento, tosses e sufocação;
- c) aumenta a palpitação devido à presença de gás carbônico;
- e) provoca o pânico por ocupar grande volume do ambiente e devido ao lacrimejamento, tosses e sufocação;
- g) debilita a movimentação das pessoas pelo efeito tóxico de seus componentes;
- h) tem grande mobilidade podendo atingir ambientes distantes em poucos minutos.

Além de afetar a segurança das pessoas, a fumaça quando inalada pode trazer graves riscos à vida. A lesão por inalação de fumaça é responsável por 77% da mortalidade em pacientes que sofreram queimaduras, cerca de um terço de pacientes com queimaduras extensas possuem algum tipo de lesão inalatória, o que aumenta em 20% o risco de morte (Souza, 2004).

Antônio (2013) distingue três os tipos de lesão por inalação (LI), o malefício da via aérea superior por lesão térmica de boca, faringe e laringe; o comprometimento da via aérea inferior causado por materiais químicos e particulados oriundos da fumaça; e a asfixia, através da qual alguns constituintes da fumaça impedem a entrega de oxigênio aos tecidos.

Um composto comumente presente em situações de incêndio é o cianeto de hidrogênio (HCN), produto da combustão incompleta de materiais como algodão, seda, madeira, papel, plásticos e etc., materiais comuns que estão presentes em diversos locais e edificações.

Segundo Antônio (2013), em locais fechados e com pouca ventilação a taxa de formação do HCN é aumentada em até 10 vezes e sua inalação provoca o bloqueio da respiração celular, causando náuseas, vômitos, palpitações, ansiedade, convulsões e a parada respiratória. São raríssimos os casos em que há a sobrevivência humana após uma LI deste tipo, e quando ocorrem as vítimas apresentam sequelas neurológicas graves. O envenenamento em pequenas proporções também deixa lesões neurológicas permanentes podendo levar uma pessoa a um estado vegetativo ao longo de anos.

Outro gás asfixiante presente nas fumaças geradas em situações de incêndio é o monóxido de carbono (CO). Produzido pela combustão incompleta de hidrocarbonetos, é responsável por 80% dos óbitos relacionados a LI que, em sua maior parte, ocorrem nas primeiras 24h. Náuseas, vômitos, edema cerebral e arritmias são algumas das consequências geradas pela inalação do CO. Pessoas que já possuem algum problema respiratório têm seus sintomas intensificados exponencialmente no caso de inalação (Antônio, 2013).

4.3. Sistemas de controle de fumaça

Devido aos riscos gerados pela inalação de fumaça ao ser humano, existe um sistema que tem como objetivo captar, transportar e extinguir a fumaça das edificações, esse é conhecido como sistema de controle de fumaça.

O termo controle de fumaça de incêndio é usado para designar o sistema usado para confinar as fumaças e os gases quentes sob determinadas condições nas partes superiores dos ambientes por meio de barreiras, como vigas, painéis ou cortinas, e forçar a sua circulação por caminhos predeterminados, como dutos ou “shafts”, por meios naturais ou mecânicos, para o lado exterior das edificações por aberturas de extração específicas (Brentano, 2015, p.328).

Portanto, o sistema de controle de fumaça é um conjunto de dispositivos, naturais ou mecânicos que em conjunto com elementos de arquitetura e sistemas automáticos tem o objetivo de mitigar os danos causados pela fumaça em situações de incêndio, por meio do direcionamento e extração da fumaça da edificação.

A preocupação com o controle de fumaça é recente. De acordo com Braga (2001), na Inglaterra, ainda no século XIII foram tomados os primeiros atos ligados ao controle de fumaça, com o início do uso de carvão nos processos industriais que se agravaram na Revolução Industrial no século XVIII e posteriormente com o crescimento das cidades. Já nos anos de 1950 o governo inglês ofereceu subsídios para que as pessoas substituíssem o carvão

por eletricidade em suas residências, devido ao acúmulo de fumaça preta em determinadas regiões.

Em agosto de 1953, um grande incêndio destruiu completamente a fábrica de Livonia da General Motors (GM), em Michigan. Foi o maior incêndio industrial ocorrido naquela época e o estrago causou um prejuízo de US\$ 55 milhões. Uma investigação mostrou a importância do projeto de ventilação de incêndio para exaustão de fumaça em grandes construções industriais. A General Motors, solicitou a uma empresa inglesa um estudo de ventilação de incêndio para a sua fábrica em Luton. Um protótipo foi produzido e, posteriormente, a fábrica foi equipada com um completo sistema de controle de fumaça (Seito ,2008).

Sistemas de combate e prevenção a incêndio e pânico têm como objetivo principal o zelo pela vida humana. De acordo com Seito (2008), o surgimento dos shopping centers trouxe modificações nos estudos e exigências sobre o tema. Antes da existência dos “centros de compras” a maioria dos edifícios que requeriam sistemas de controle de fumaça eram de pavimento único. A aglomeração das pessoas em locais não familiares, sem o conhecimento dos detalhes das rotas de fuga, levou à revisão de normas de projetos, elevando as exigências.

Pela natureza do projeto de shopping centers, por exemplo, as estratégias de controle de fumaça necessitam ter desempenho baseado nessa situação até hoje. Neste contexto as razões analisadas para sistemas de controle de fumaça são:

- Proteção da propriedade.
- Segurança da vida dos empregados.
- Segurança da vida dos bombeiros.
- Segurança do negócio.
- Segurança pública.

4.3.1. Movimento da fumaça

O movimento da fumaça é causado pelo diferencial de temperatura no ambiente ou nos diversos níveis da edificação. Com o aumento da temperatura, a fumaça e os gases ficam menos densos e sobem concentrando-se nas partes mais altas do ambiente.

É possível determinar as ações que promovem o movimento de fumaça. O Quadro 1 apresenta algumas dessas ações e suas respectivas características.

Quadro 1 - Ações que promovem o movimento da fumaça

Ações	Características
Impulsão	Ocorre quando estão em presença fluidos de massa volumétrica diferente, tal diferença está associada ao aquecimento do ar ambiente na zona de combustão. Nas zonas de comunicação entre compartimentos contíguos, visto que a temperatura no interior de um deles é superior à do outro, estabelece-se um escoamento na zona quente no sentido do mais quente para o mais frio e um escoamento na zona fria no sentido contrário.
Efeito Chaminé	Sucedem em locais cuja temperatura interior seja superior a temperatura exterior, no caso de um edifício aquecido por exemplo. Nas circulações verticais do edifício estabelece-se um movimento ascendente que pode transportar os gases tóxicos a qualquer ponto remoto do edifício, sendo por vezes a causa de intoxicações dos ocupantes nos momentos iniciais do incêndio. Viegas (20— apud DRYSDALE,1987)
Ação do vento	Depende diretamente de sua velocidade, direção e forma de exposição ao edifício, pode ter um efeito determinante no escoamento interno. O vento por sua vez induz nas aberturas exteriores incrementos ou decrementos de pressão.
Sistemas de ventilação e Ar-condicionado	Podem contribuir desfavoravelmente para o escoamento da fumaça no interior do edifício, caso não sejam tomadas as precauções necessárias. O fornecimento de ar fresco também pode ajudar a controlar o escoamento da fumaça sob observação de bombeiros durante o incêndio. Viegas (20—apud CLUZEL, 1982)

Fonte: Adaptado de Viegas (20--).

4.3.2. Partes componentes e tipos de sistemas de controle de fumaça

Segundo Brentano (2015) os sistemas de controle de fumaça são compostos pela combinação de alguns elementos como: grelhas ou venezianas, dutos de circulação de ar, registros corta-fogo e de fumaça, exaustores de fumaça, acantonamentos e barreiras ou painéis de fumaça. A função e as particularidades desses elementos estão descritas no Quadro 2.

Quadro 2 - Componentes do sistema de controle de fumaça

Componente	Função / particularidade
Grelhas ou venezianas	Devem proteger as aberturas para a introdução de ar ou a extração de fumaça.
Dutos	Podem existir tanto no sistema natural quanto no sistema mecânico, ambos devem ser construídos de materiais incombustíveis.
Registros corta-fogo e de fumaça	Também conhecidos por <i>dampers</i> , são dispositivos de abertura e fechamento utilizados no controle de fumaça, devem ser projetados para permitir as mesmas vazões existentes nos dutos e ter acionamento automático.
Exaustores de fumaça	Os exaustores devem resistir a passagem de fumaça com até 400°C, por um tempo de 60 minutos, ser construído por materiais incombustíveis e ser monitorado no sistema central de segurança da edificação.
Acantonamento	É a divisão das áreas de ambientes maiores, em ambientes menores (cantões), com espaços livres entre o piso e o telhado e delimitado fisicamente por barreiras ou painéis de fumaça, pela configuração do telhado ou por compartimentação. Tem o objetivo e confinar as fumaças, para futura extração.
Barreiras ou painéis de fumaça	São elementos de separação vertical, localizados junto ao teto (vigas, placas de materiais incombustíveis, vidros). Delimitam área de separação de fumaça impedindo propagações horizontais.

Fonte: Adaptado de Brentano (2015)

Brentano (2015) explica que quanto ao funcionamento, o sistema se divide entre natural, mecânico ou misto. O sistema totalmente natural dispõe da entrada natural de ar e a extração também natural da fumaça, ou seja, o ar limpo e mais frio entra na edificação através de aberturas previstas em projeto e a extração da fumaça e do ar quente ocorre devido ao gradiente de temperatura gerado pelo fogo.

Já o sistema mecânico, de acordo com Cabral (2011) consiste no insuflamento de ar limpo no ambiente e extração da fumaça produzida pela queima de materiais por meio de exaustores, assim deverá haver equilíbrio nas quantidades insufladas e extraídas. O sistema evita a ocorrência do aumento na queima dos materiais quando do aumento de comburente no ambiente, bem como, na retirada da fumaça evitando que ocorra um acúmulo muito grande propiciando o aumento da temperatura, podendo atingir o aquecimento generalizado dos materiais existentes.

O processo da extração da fumaça deve garantir o que se chama de camada visível. A camada visível mínima nas edificações em geral deve ser 3m, sua espessura visível é muito importante, já que permite a evacuação dos funcionários e a entrada dos bombeiros (Seito, 2008). O fácil e rápido acesso dos bombeiros em uma edificação em situação de incêndio é de extrema importância, para que o seja feito o combate por meio de sistemas ativo como hidrantes, mangotinhos e extintores.

Cabral (2011) explica que o controle de fumaça operando de maneira integrada com os demais sistemas de segurança contra incêndio da edificação proporcionará ventilação prévia, reduzindo assim a temperatura interna, que é uma das responsáveis pelos estragos e colapso estrutural. Além disso, o controle de fumaça permite também um bom escape das pessoas, uma vez que aumenta a visibilidade da rota de fuga; mantém a atmosfera limpa; limita a temperatura, impedindo ignição espontânea; previne o estrago desnecessário por água; reduz o tempo de limpeza; proporciona uma visão clara do fogo ajudando a extingui-lo no seu início e reduz os custos o incêndio.

4.3.3. Legislações sobre o controle de fumaça

No contexto internacional de legislações, normas, pesquisas e experimentos sobre o tema controle de fumaça, pode-se destacar a NFPA - *National Fire Protection Association*, (Associação nacional de proteção contra incêndios). Uma organização Estadunidense que tem apresentado grandes avanços na área de combate a incêndio de uma forma geral.

Atualmente a NFPA tem sede no Canadá, México, França e China. Muitos dos seus códigos e normas já foram traduzidos para várias línguas, incluindo espanhol, francês, chinês, japonês, árabe, entre outros. A Associação também trabalha, através de várias parcerias com as suas contrapartes em todo o mundo, para ajudar seus membros e voluntários no uso dos códigos e em questões de segurança humana e contra incêndios específicos de seus países.

Em 2015, foi lançada última atualização da norma de sistemas de controle de fumaça a NFPA-92 – *Standart for Smoke Control Systems* – 2015. Nela são encontrados parâmetros, procedimentos de cálculos, tipos de sistemas e detalhes construtivos ligados ao controle de fumaça.

No Brasil ainda não existe uma lei ou norma técnica nacional específica para o tema, porém, em 2013, após o desastre da Boate Kiss, a ABRAVA (Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, ventilação e Aquecimento) e a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) se uniram em um projeto voluntário e criaram uma comissão de estudos, por meio dos comitês técnicos CB-55 (Comitê Brasileiro de Refrigeração, Ar Condicionado e Ventilação) e o CB-24 (Comitê Brasileiro de Segurança contra Incêndio), para o desenvolvimento da Norma Brasileira – NBR Controle de fumaça em edificações, que ainda não foi publicada.

No âmbito estadual, sobressai-se o estado de São Paulo, através da IT-15/2004 - Controle de Fumaça. O Corpo de Bombeiros Militar do Estado de São Paulo - CBMSP vem, nos últimos anos, evoluindo nas legislações de combate e prevenção contra incêndio e pânico. A IT-15, após seu lançamento, passou por uma revisão em 2011, onde foi ampliada e dividida em oito partes,

com maiores detalhes e correções técnicas. Uma última atualização da norma referida norma foi realizada em 2015.

A IT-15 foi baseada em diversas legislações existentes no mundo (NFPA, Legislação Portuguesa e Francesa). Segundo Rodrigues (2014), a combinação de tais normas precisa ser adequadamente tratada para que seja possível a criação de outras que se adequem a realidade do Brasil e que também levem em consideração o que de mais atual existe no mundo.

Alguns outros estados brasileiros já possuem suas próprias normas ou instruções técnicas que tratam do assunto. Destacam-se os estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás, Piauí e Roraima.

Na Paraíba vigora a Lei nº 9.625, de 27 de dezembro de 2011, a qual institui o Código Estadual de Proteção Contra Incêndio, Explosão e Controle de Pânico. Esta lei traz a obrigatoriedade da criação de normas específicas sobre temas para que sejam usados na elaboração e análise de projetos de combate a incêndio e pânico nos diversos tipos de edificações e estabelecimentos existentes e os que ainda irão ser construídos, bem como sua vistoria após a execução das instalações.

A lei institui a competência do Corpo de Bombeiros Militar do Estado da Paraíba (CBMPB) em elaborar as normas técnicas, analisar os projetos, emitir certificados e realizar inspeções periódicas nas edificações.

O item VII, do Artigo 10, do Capítulo V, da referida lei ecige a existência de sistemas de controle de fumaça em edificações, bem como os outros sistemas a exemplo de: segurança estrutural das edificações, brigada de incêndio, controle de materiais de acabamento, acesso de viatura a edificações, saídas de emergência, sistema de hidrantes e mangotinhos, entre outros.

Na Paraíba ainda não vigora uma norma específica para o controle de fumaça em edificações. A NT-12/2015 – Saídas de Emergência – trata do tema, porém restrito às caixas de escadas. Escadas enclausuradas à prova de fumaça (PF), munidas de portas corta-fogo e antecâmaras ventiladas (existência de dutos), escadas à prova de fumaça pressurizada (PFP) também munidas de portas corta-fogo, antecâmaras ventiladas, porém com insufladores

que auxiliam na extração da fumaça, são os sistemas que existem na norma supracitada.

4.4. Sistemas indiretos de controle de fumaça

Além dos elementos destinados especificamente ao controle de fumaça chamados de sistemas de controle de fumaça e já mencionados no item 4.3 existem também outros elementos presentes em edificações que, apesar de não serem projetados para este fim, colaboram indiretamente para evitar a propagação da fumaça em ambientes, entre eles podem ser citados a compartimentação de áreas e o uso de materiais incombustíveis, entre outros.

4.4.1. Compartimentação

A compartimentação tem como objetivo impedir a propagação do incêndio entre os pavimentos e compartimentos de uma edificação seja ela na direção vertical ou horizontal.

Seito (2008) explica que a compartimentação vertical é uma medida de proteção passiva que dispõe de elementos resistentes ao fogo que tem como o objetivo impedir sua propagação entre os pavimentos. Já a compartimentação horizontal, também proteção passiva, porém tem como objetivo impedir a propagação do incêndio em um mesmo plano horizontal.

As partes componentes da compartimentação horizontal estão descritas no Quadro 3.

Quadro 3 - Elementos do sistema de compartimentação

Componente	Descrição
Paredes corta-fogo	Também chamadas paredes de compartimentação devem ser resistentes ao fogo, possuir estabilidade funcional, estanqueidade a propagação de chamas, gases e fumaça e se estender do piso ao teto, ou até 1 metro acima da linha do telhado quando a edificação possuir cobertura combustível
Portas corta-fogo	São portas constituídas de folha, ferragens e elementos de fixação de material incombustível. Devem estar previstas nas aberturas das paredes corta fogo, em rotas de fuga, saídas de emergências com objetivo de manter a compartimentação entre os ambientes nas aberturas.
Vedadores corta-fogo	São dispositivos fixos ou móveis que têm como objetivo impedir a passagem do fogo em aberturas verticais ou horizontais da edificação.
Registros corta-fogo	São dispositivos automáticos que devem impedir a passagem do fogo ou fumaça em tubulações de ar-condicionado ou sistemas de exaustão quando estas atravessarem paredes corta fogo.
Selos corta-fogo	Tem como objetivo impedir a passagem de fogo, fumaça ou ar-quente nas aberturas das paredes de compartimentação, aberturas de passagem de eletrodutos, tubulações em geral e entre lajes.

Fonte: IT-15/2011 – CBMSP

4.4.2. Controle de materiais de acabamento e revestimento (CMAR)

De acordo com a norma paraibana NT-09/2014 – Controle de materiais de acabamento e revestimento, os materiais de revestimento são o conjunto de materiais empregados na superfície dos elementos construtivos da edificação; materiais de acabamento são os utilizados como arremates entre os elementos construtivos (rodapés, juntas etc.); e os materiais termo acústicos são os utilizados no isolamento térmico e/ou acústico.

A preocupação com o controle destes materiais leva ao estabelecimento de padrões técnicos para que os mesmos não gerem condições propícias ou fáceis no surgimento e propagação de incêndios, assim como a geração da

fumaça. Nos PCI's devem conter a classificação e a especificação desses materiais apontados em locais como piso, paredes externas e divisórias internas, teto e cobertura.

4.4.3. Elementos arquitetônicos e decorativos

Os elementos arquitetônicos estão diretamente ligados à ignição de um incêndio, à formação e a propagação da fumaça. Assim sendo, as aberturas e vãos de ventilação podem favorecer a troca de gases do meio interno para o meio externo da edificação. A mobília e os materiais decorativos podem propagar a fumaça com mais facilidade dependendo do seu material de constituição.

O Quadro 4 traz as definições de alguns elementos arquitetônicos e decorativos que podem contribuir com o desenvolvimento de um incêndio e, conseqüentemente, para a propagação de fumaça.

Quadro 4 - Definição dos elementos arquitetônicos e decorativos

Componente	Definição
Janelas	Abertura na parede externa de uma edificação ou veículo que se destina a propiciar iluminação e ventilação a seu interior.
Aberturas zenitais	São vãos de abertura que tem como objetivo proporcionar à edificação iluminação e ventilação natural localizados na cobertura.
Paredes de cobogó	São blocos vazados, feitos de concreto ou cerâmica, que permitem a entrada da ventilação e luminosidade nos ambientes (Oliveira, 2017).
Corredores	Os corredores são elos de ligação para a mobilidade em territórios (Pereira et al., 2007).
Sistemas de isolamento acústicos	São sistemas que tem como o objetivo proporcionar maior conforto sonoro para ambientes vizinhos aqueles que têm alta intensidade de ruído.
Pé direito	O pé direito é a altura entre o piso e o teto (Pinhal, 2009). A propagação da fumaça ocorre mais rapidamente em ambientes com baixo pé direito.
Decoração	O termo decoração se refere por um lado ao processo e resultado de enfeitar um determinado lugar, como uma casa, um escritório, entre outros, por outro lado, se usa também para designar o conjunto de elementos que enfeitam um ambiente.
Mobiliário	Mobiliário é o conjunto de móveis, objetos e equipamentos que suportam o corpo humano (como assentos e camas), servem para estocar objetos ou como apoio para objetos em superfícies horizontais.

5. METODOLOGIA

5.1. Caracterização da área de estudo

5.1.1. Cidade de Campina Grande-PB

Campina Grande é a segunda maior cidade da Paraíba, com aproximadamente 400 mil habitantes, distante 133 quilômetros da capital João Pessoa é um importante polo industrial para a região nordeste e um centro universitário que conta com cerca de 10 faculdades. Cidade de médio porte,

fica na rota que liga o litoral do sertão paraibano, tem crescentes índices de urbanização e arquitetura moderna.

O município está localizado na mesorregião do Agreste Paraibano como se pode ver na Figura 1, incluído na área geográfica de abrangência do clima semiárido brasileiro, contem baixos índices pluviométricos. Está a uma altitude de 500 metros acima do nível do mar possui um clima com temperaturas moderadas, considerado tropical com estação seca.

Figura 1 - Mapa de localização da Paraíba e principais cidades



Fonte: globomidia.com.br

Rainha da Borborema como é conhecida, é famosa por seus festejos juninos que trazem milhares de turistas à cidade no mês de junho, o que aumenta o fluxo de pessoas em hotéis, bares, restaurantes e casas noturnas espalhados pela cidade.

5.1.2. Edificações em estudo – coleta de dados

Os dados das edificações estudadas foram obtidos a partir do acervo do 2º Batalhão de Bombeiros Militar do Estado da Paraíba, mais precisamente no quartel de Campina Grande, e foram captados e utilizados previamente em pesquisas anteriores.

As edificações em estudo foram selecionadas dentre as de reunião de público, especificamente clubes sociais e de diversão, tendo como objetivo averiguar a necessidade e importância do controle de fumaça nas mesmas

Assim, foram escolhidos locais de reunião de público e aglomeração de pessoas, mais precisamente restaurantes dançantes e boates, visto que, são ambientes onde, em uma situação de incêndio, poderia ocorrer uma rápida propagação de fumaça dificultando a saída dos ocupantes e onde, ainda não é exigido por norma um controle efetivo desse item.

Quanto a identidade das edificações escolhidas preferiu-se manter o sigilo dos seus nomes por questões éticas e assim as mesmas são referenciadas como local de reunião de público 1,2 e 3.

O Quadro 4 apresenta as características comuns as edificações escolhidas. A classificação feita segue as normativas da NT-04/2012 do CBMPB (Classificação das edificações quanto à natureza da ocupação, altura, área construída e carga de incêndio).

Quadro 5 - Classificação das edificações em estudo

Classificação		Características	
Grupo:	F		
Ocupação/Uso:	Local de reunião de público		
Divisão:	F-6 (Clubes sociais e de diversão)		
Tipificação:	Boates, clubes em geral, salões de baile, restaurantes dançantes, clubes sociais, bingo, bilhares, tiro ao alvo, boliche e assemelhados, circos e assemelhados.		

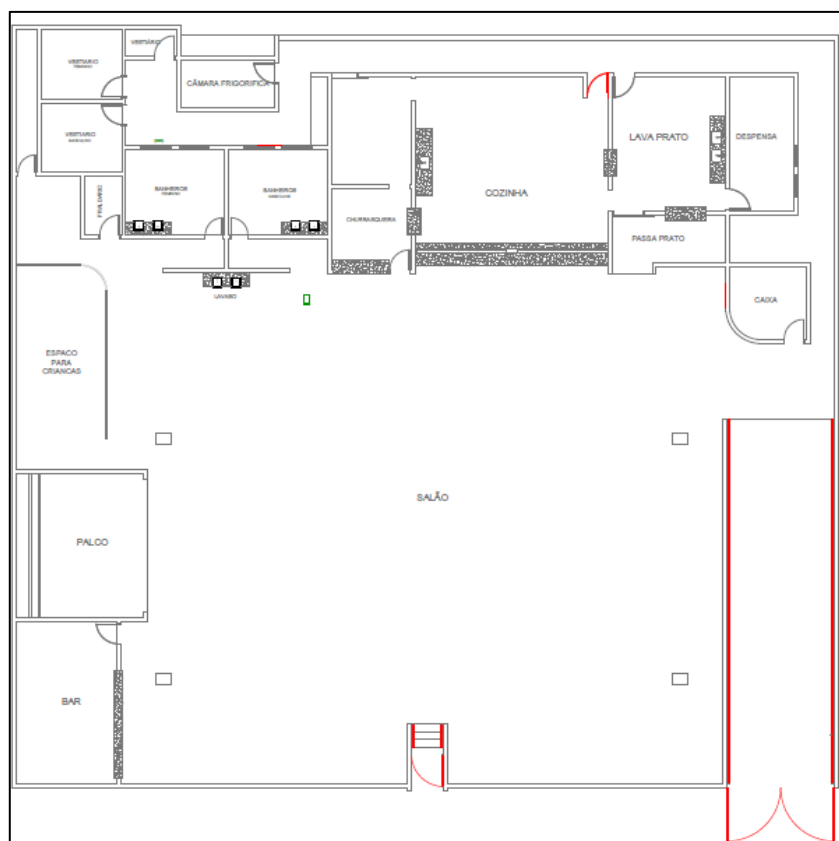
A seguir serão detalhadas as particularidades de cada edificação.

a) Local de reunião de público 1

Tem área construída total de 739,10 m², sendo a maior parte (400 m²) destinado ao público, como vê-se na Figura 2, pé direito de 3 metros

e apenas pavimento térreo. Possui edificações vizinhas nas duas laterais e acesso apenas em sua fachada frontal. Em seu PCI teve dimensionamento de população de 819 pessoas, porém segundo Martins (2016), de acordo com sua capacidade de saídas de emergência esta mesma edificação comporta uma população total de 900 pessoas.

Figura 2 - Croqui esquemático do local de reunião de público 1

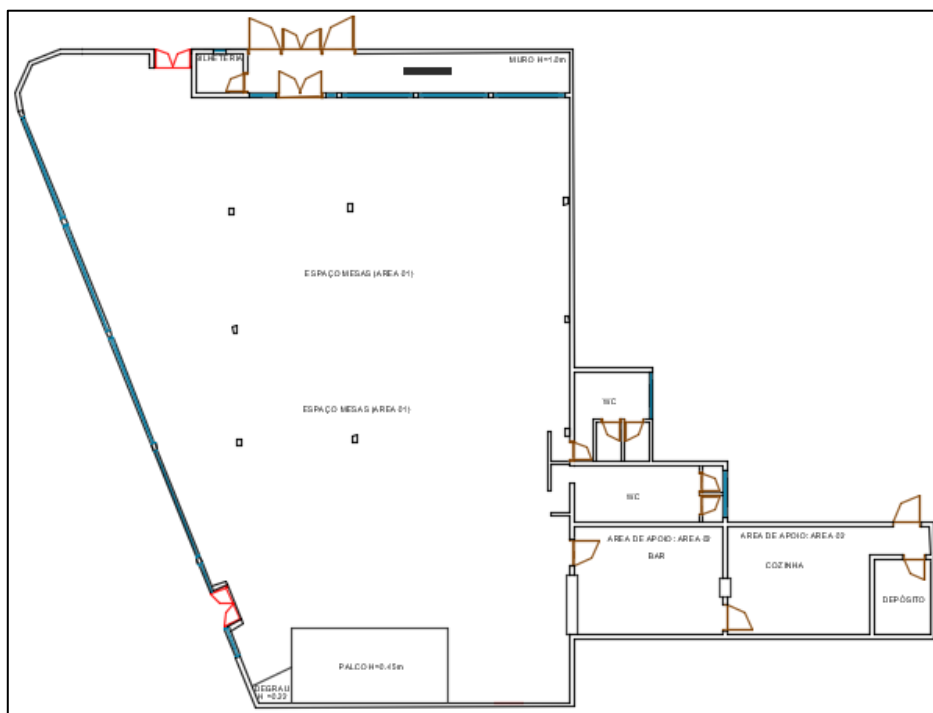


Fonte: Acervo do CBMPB

b) Local de reunião de público 2

Área construída total de 328,6 m² sendo 290,5 m² destinados ao uso do público, pé direito de 2,50 m e apenas um pavimento, edificação de esquina tendo acesso por duas ruas adjacentes, como mostrado na Figura 3. Da mesma forma como a edificação anterior, a edificação B teve um dimensionamento no PCI de 420 pessoas, diferente do calculado por Martins (2016) que foi estimado em 587 pessoas.

Figura 3 - Croqui esquemático do local de reunião de público 2



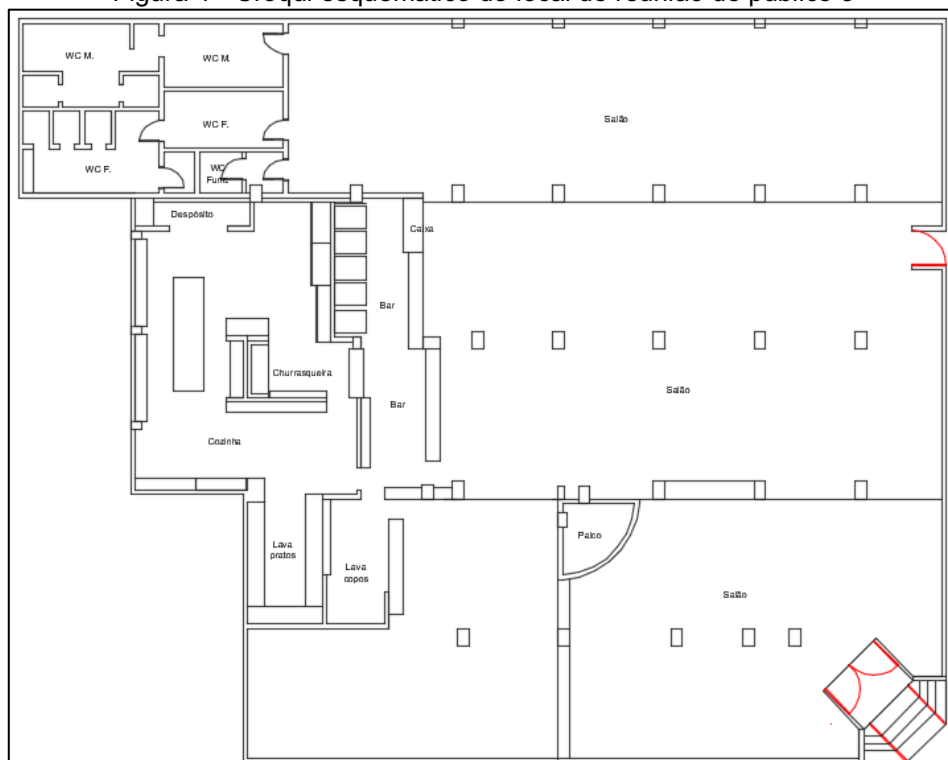
Fonte: Acervo do CBMPB

c) Local de reunião de público 3

Área total construída de 715 m², área para público de 615 m², pé direito de 2,50m e apenas um pavimento. A edificação é localizada em esquina e tem acesso para duas ruas. Também com divergência entre o cálculo de população demonstrado no PCI que era de 600 pessoas, para um total de 1244 pessoas de acordo com Martins (2016).

Como se vê na Figura 4, o local de reunião de público 3 é amplo, sem muitas divisões e possui diversos pilares espalhados nos salões.

Figura 4 - Croqui esquemático do local de reunião de público 3



Fonte: Acervo do CBMPB

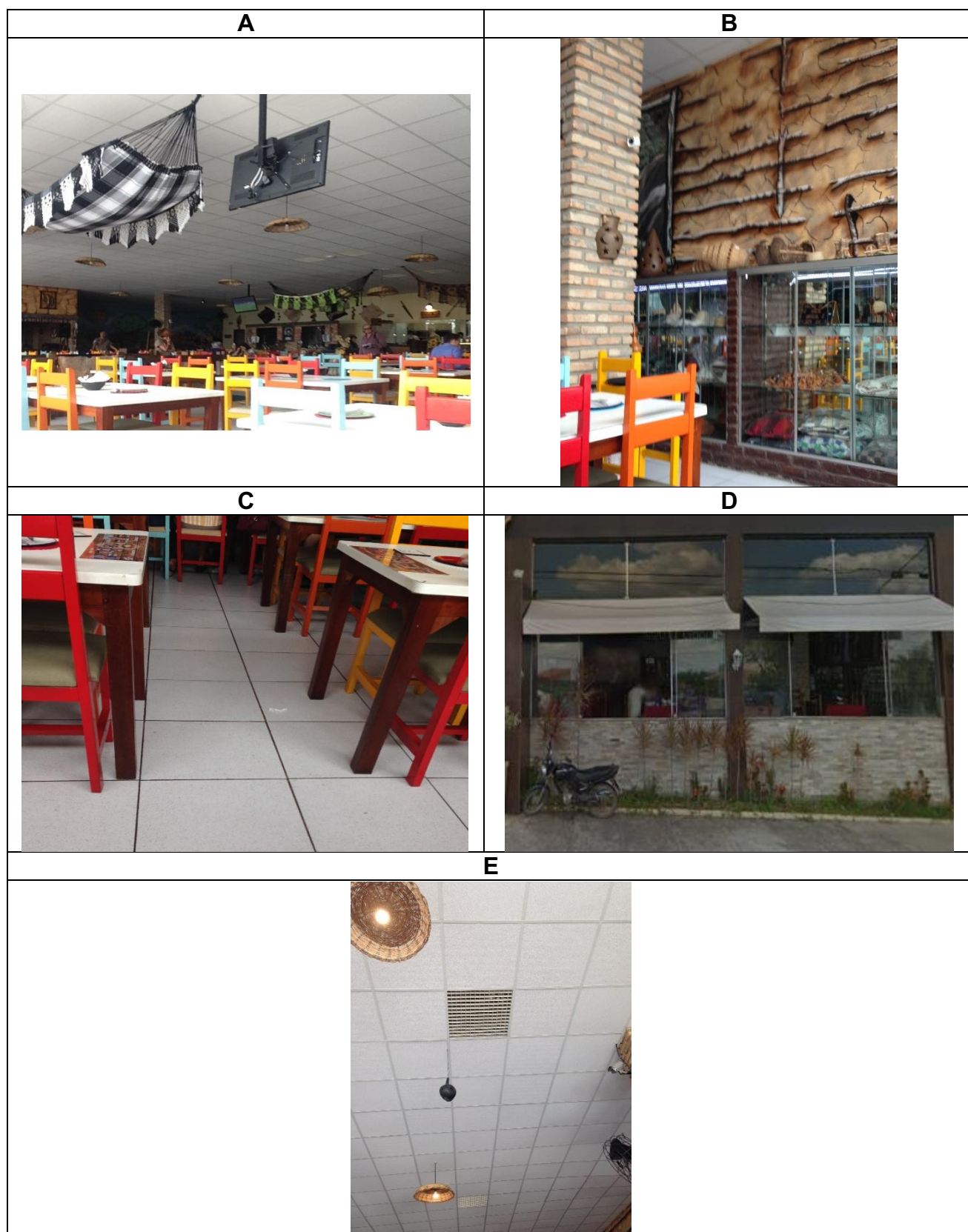
5.1.3. Visita de campo

Foi realizada uma visita de campo nas três edificações para aferir as informações coletadas e foram feitos registros fotográficos, a fim de trabalhar com informações reais e atuais, com o objetivo de dar maior precisão ao trabalho. Também durante a inspeção de campo buscou-se coletar informações não existentes nas plantas tais como materiais de mobiliários, elementos decorativos, existência de exaustores, entre outros, que contribuíssem direta ou indiretamente tanto para a expansão quanto para o controle de fumaça nas edificações.

5.1.3.1. Local de reunião de público 1

Os detalhes construtivos do local de reunião de público 1 estão retratados na Figura 5.

Figura 5 - Documentário fotográfico do local de reunião de público 1



Fonte: Autoria própria

É possível identificar na Figura 5, elementos decorativos (luminárias e redes no teto), tipo de forro, mobiliário (mesas, cadeiras e armários), revestimento das paredes e pilares e detalhes arquitetônicos nas imagens A e B, já na C, pode-se ver o tipo de piso existente em toda a edificação. A fachada da edificação possui vidros fixos e móveis sem outras aberturas ou detalhes como mostrado na imagem D. Na imagem E, pode-se observar os exaustores instalados do teto da edificação bem como elementos de decoração e forro da edificação.

5.1.3.2. Local de reunião de público 2

A Figura 6 mostra o documentário fotográfico do local de reunião de público 2. As imagens A e B ilustram o tipo de piso da edificação, o mobiliário e o tipo de forro. Na imagem C, pode-se ver o tipo de acabamento das paredes e os materiais utilizados no mobiliário no local. É possível observar, na imagem D, a existência de cortinas e aberturas laterais nas janelas.

Na imagem E, apresenta a edificação em seu lado externo, evidenciando a existência das cortinas supracitadas, e o tipo de cobertura da edificação.

Figura 6 - Fotos do local de reunião de público 2



Fonte: Autoria própria

5.1.3.3. Local de reunião de público 3

A Figura 7, referente ao local de reunião de público 3, nas imagens A e B vê-se o tipo de piso; mobiliário; revestimento de paredes e pilares; elementos de decoração entre outros.

Figura 7 - Fotos internas do local de reunião de público 3



Fonte: Autoria própria

A imagem C mostra além do tipo de acabamento das paredes e pilares a existência de cobogós de concreto. Constata-se também a existência de um sistema de exaustão na cozinha, como mostra a imagem D. Nas imagens E e F pode-se ver a parte externa da edificação, os vãos de abertura na fachada (janelas e acessos) e um detalhe na cobertura do acesso principal que difere do restante da cobertura.

5.2. Descrição do procedimento de análise

A metodologia utilizada para a realização dessa pesquisa foi de natureza descritiva. Segundo Barros e Lehfeld (2007) na abordagem descritiva é realizado o estudo, a análise e a interpretação dos fatos sem a interferência do observador. Para Perovano (2016) esse tipo de pesquisa pode ser entendido como um estudo de caso onde, após a coleta de dados, é realizada uma análise das relações entre as variáveis para uma posterior determinação dos efeitos resultantes.

Portanto, nesse trabalho foi feita uma análise descritiva de componentes que de maneira direta ou indireta possam contribuir, em caso de incêndio, para o controle, mitigação da propagação e extinção de fumaça em locais de reunião de público. Quatro componentes foram avaliados (1) Controle de material de acabamento e revestimento; (2) Compartimentação horizontal; (3) Elementos arquitetônicos e decorativos e (4) Dispositivos de controle de fumaça. Para facilitar a coleta e avaliação dos dados, os componentes foram dispostos em quadros.

Cada componente foi subdividido em itens e esses, avaliados quanto ao tipo de material, quando necessário, às características (resistência ao fogo, altura, área, existência ou não na edificação, etc.) e, por fim, foi feita uma análise das informações coletadas e dado um parecer positivo ou negativo sobre a contribuição daquele item em relação ao controle de fumaça.

Para isso foi elaborada uma metodologia baseada em quadros com o objetivo de auxiliar a obtenção de dados, conferência dos dispositivos que possam compor ou auxiliar um sistema de controle de fumaça e posterior análise. As tabelas foram preenchidas com informações importantes para cada

quesito, ora existência ou não de um componente, ora a característica do componente em estudo. Nestas tabelas estão contidas colunas para a análise das informações coletadas que foi dado um parecer sobre o item, seja positivo ou negativo.

Após o preenchimento dos quadros foram gerados gráficos para investigar a eficácia do componente estudado em cada edificação e auxiliar a discussão dos resultados.

5.2.1. Descrição dos componentes

5.2.1.1. Controle de materiais de acabamento e revestimento

Os itens relacionados ao componente Materiais de acabamento e revestimento foram escolhidos com base na norma NT-009/2014 CBMPB – Controle de materiais de acabamento e revestimento (CMAR). Segundo a referida norma o CMAR deve ser observado nos elementos construtivos relacionados ao piso, as paredes e divisórias, ao teto e forro e a coberta da edificação. O Quadro 6 apresenta a descrição dos itens e como será feito o registro das informações coletadas. Para preenchimento desse quadro foram selecionados dados a partir do PCI e do documentário fotográfico obtido durante a visita “in loco”.

Quadro 6 - Modelo de análise de controle de materiais de acabamento e revestimento

Controle de Materiais de Acabamento e Revestimentos		
<i>Item</i>	<i>Características</i>	<i>Avaliação</i>
Piso		
Paredes/divisórias		
Teto/forro		
Cobertura		

5.2.1.2. Compartimentação horizontal

O segundo componente avaliado foi a compartimentação horizontal. Na ausência de norma nacional e NT do estado da Paraíba referente ao tema foi utilizada como base para o estudo desse componente a norma paulista IT-09/2011 – Compartimentação horizontal e compartimentação vertical. Uma vez

que todas as edificações escolhidas possuem somente pavimento térreo, apenas a compartimentação horizontal foi estudada. O Quadro 7 apresenta os itens avaliados para este quesito.

Quadro 7 - Modelo de análise dos componentes de compartimentação horizontal

Compartimentação Horizontal		
<i>Item</i>	<i>Características</i>	<i>Avaliação</i>
Paredes corta-fogo		
Portas corta-fogo		
Vedadores corta-fogo		
Registros corta-fogo		
Selos corta-fogo		

Segundo a IT-09/2011 – Compartimentação horizontal e vertical, do estado de São Paulo, para a classificação das edificações F-6 (restaurantes dançantes), só é exigida a compartimentação horizontal a partir de 5000 m² de área construída. Apesar dos três locais de reunião de público em questão nesse estudo possuírem área inferior a 1000 m², foi considerado este componente por acreditar-se na sua importância para o controle de fumaça em edificações deste porte.

5.2.1.3. Elementos arquitetônicos e decorativos

A análise dos elementos arquitetônicos e decorativos é de extrema importância, pois tais elementos podem ser decisivos para o desenvolvimento de um incêndio.

No caso dos elementos de decoração, estes podem contribuir para a propagação rápida do fogo e para a sua continuidade. Já os elementos arquitetônicos podem colaborar para a dissipação, confinamento e extração da fumaça nos ambientes da edificação.

Portanto foram analisados, a partir do PCI e das visitas “*in loco*”, itens como janelas e aberturas zenitais, decoração e mobiliário utilizados nas edificações, suas características e particularidades, entre outros, conforme indicado no Quadro 8.

Quadro 8 - Modelo de análise dos elementos arquitetônicos e decorativos

Elementos arquitetônicos e decorativos		
<i>Item</i>	<i>Características</i>	<i>Avaliação</i>
Janelas		
Aberturas zenitais		
Paredes de cobogó		
Corredores		
Sistemas acústicos		
Pé direito		
Decoração		
Mobiliário		

5.2.1.4. Sistemas de controle de fumaça

Outro componente avaliado nesta pesquisa foi o sistema de controle de fumaça. Os itens relacionados a este componente foram sugeridos com base na norma IT-15/2015 CBMSP – Controle de Fumaça devido à ausência de norma nacional e paraibana sobre o tema. De acordo a referida norma o controle de fumaça pode ser feito por elementos específicos tais como: grelhas, dutos, barreiras, exaustores usados particularmente para este fim. O Quadro 10 mostra a descrição dos itens relativos a este componente e que serão verificados quanto à existência ou não nas edificações. Igualmente aos demais componentes, aqui também se fez uso dos dados obtidos a partir do projeto e das informações coletadas durante a visita de campo.

É importante salientar que os sistemas de controle de fumaça também não são exigidos para edificações do grupo F-6 e que contenham as características das edificações em estudo. Apesar disso, visando o cumprimento da proposta do trabalho e por considerar a importância desse quesito no controle direto de fumaça em locais de reunião de público com grande possibilidade de aglomeração de pessoas, este componente será analisado.

Quadro 9 - Modelo de análise dos dispositivos de sistemas de controle de fumaça

Dispositivos de sistemas de controle de fumaça		
<i>Item</i>	<i>Características</i>	<i>Avaliação</i>
Grelhas ou venezianas		
Dutos		
Registros corta-fogo e de fumaça		
Exaustores de fumaça		
Acantonamento		
Barreiras ou painéis de fumaça		

5.3. Análise gráfica

Para auxiliar a discussão dos dados coletados, por fim foram gerados gráficos para cada uma das medidas estudadas, utilizando o software Excel. A representação gráfica teve como principal objetivo, mostrar de forma quantitativa a conformidade ou inconformidade dos elementos analisados nos três locais de reunião de público em estudo, possibilitando a análise crítica da importância dos sistemas diretos e indiretos de controle de fumaça para a segurança dos ocupantes dessas edificações e de outras que possuam características semelhantes.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6.1. Avaliação individual da segurança das edificações quanto ao controle de fumaça

Conforme previsto na metodologia as tabelas avaliativas com os quesitos observados são expostas para cada local individualmente, observando o controle de materiais de acabamento e revestimento, compartimentação horizontal, elementos arquitetônicos e decorativos e os sistemas de controle de fumaça.

6.1.1. Local de reunião de público 1

O Quadro 10 apresenta os resultados obtidos para os itens referentes ao controle de material de acabamento e revestimento na edificação 1.

Quadro 10- Análise de controle de materiais de acabamento e revestimento do local de reunião de público 1

Controle de Materiais de Acabamento e Revestimentos		
<i>Item</i>	<i>Característica</i>	<i>Avaliação</i>
Piso	Cerâmica esmaltada, PEI-IV ou superior, ótima resistência a fogo	Positivo
Paredes/divisórias	Alvenaria de tijolos cerâmicos furados, possuem TRF de 2 horas	Positivo
Teto/forro	Placas de gesso comum, possuem boa resistência ao fogo e não é um propagador de chamas e fumaça	Positivo
Cobertura	Estrutura e telhas metálicas, possui baixa propagação de fumaça e alto tempo de resistência a ruptura ao fogo	Positivo

Como é visto no Quadro 10, todos os itens relacionados aos materiais de acabamento e revestimento encontrados na edificação tiveram análise positiva, ou seja, nenhum dos itens avaliados colaboraria para a propagação do fogo e da fumaça na edificação em uma situação de incêndio.

O piso cerâmico e paredes de alvenaria de tijolos cerâmicos revestidas com argamassa de cimento e areia têm boa resistência a fogo e não provocam a propagação de fumaça, diferentemente de materiais como carpetes no piso ou divisórias de madeira compensada, por exemplo. De acordo com Rosemann (2011) as paredes de alvenaria contemplam três requisitos de segurança presente na NBR 5628/2001 (Componentes construtivos estruturais), adequação estrutural, estanqueidade e isolamento térmico.

O forro, em placas de gesso, e a cobertura metálica, também não são propagadores de fumaça, pois esses materiais necessitam de temperaturas elevadas e muito tempo de exposição ao fogo para que suas características físicas sejam alteradas. Segundo Ribeiro (2006), o forro em gesso além de ser um material leve, de fácil aplicação, baixa geração de resíduos na construção ainda é incombustível, e é indicado para aplicação em locais que necessitem de resistência a fogo. Por mais que os materiais de fixação do gesso (arame galvanizado e barrotes de madeira) sejam vulneráveis a altas temperatura, não se considerou como um fator negativo, uma vez que o forro se encontrava bem próximo ao teto.

No Quadro 11 são apresentados os resultados da avaliação feita para a compartimentação horizontal.

Quadro 11 - Análise compartimentação horizontal do local de reunião de público 1

Compartimentação horizontal		
<i>Item</i>	<i>Característica</i>	<i>Avaliação</i>
Paredes corta-fogo	Não possui	Negativo
Portas corta-fogo	Não possui	Negativo
Vedadores corta-fogo	Não possui	Negativo
Registros corta-fogo	Não possui	Negativo
Selos corta-fogo	Não possui	Negativo

Vê se no Quadro 11 que todos os itens referentes à compartimentação horizontal tiveram análise negativa, pelo fato de a edificação 1 não possuir nenhum dos elementos listados. A NT- 04 CBMPB (Classificação das edificações quanto à natureza da ocupação, altura, área construída e carga de incêndio), prevê a compartimentação horizontal para edificações com área construída superior a 750 m². Neste caso, a edificação possui área construída total de 739,10m² dos quais apenas 400 m² são destinados ao público e estão efetivamente sem compartimentação (ver Figura 2).

Por outro lado, na norma IT-09 (Compartimentação horizontal e compartimentação vertical) do estado de São Paulo, também usada como referência para avaliação desse item, só são exigidos os dispositivos de compartimentação horizontal para as edificações de classificação F-6 acima de 5000 m².

Somado a avaliação normativa, ainda se considera o fato das características arquitetônicas da edificação levá-la a um layout amplo devido às apresentações e pequenos shows realizados no palco, dificultando a implantação do conjunto de elementos que compõem a compartimentação horizontal nesse local.

O Quadro 12 apresenta os resultados da avaliação feita para os elementos arquitetônicos e decorativos da edificação 1.

Quadro 12 - Análise dos elementos arquitetônicos e decorativos do local de reunião de público 1

Elementos arquitetônicos e decorativos		
<i>Item</i>	<i>Características</i>	<i>Avaliação</i>
Janelas	8 m ² de aberturas na fachada, 2 % de abertura em relação a área do piso	Negativo
Aberturas zenitais	A edificação não possui aberturas zenitais	Negativo
Paredes de cobogós	Não possui	Negativo
Corredores	Não possui	Positivo
Revestimentos acústicos	Não possui	Positivo
Pé direito	Mínimo de 3 metros	Positivo
Decoração	Material têxtil no teto e luminárias de palha	Negativo
Mobiliário	Mobília de madeira robusta e vidro	Positivo

Dentre os itens analisados no Quadro 12, vê-se que alguns tiveram parecer negativo e outros positivos. As poucas aberturas nas janelas podem dificultar as trocas de gases do meio interno para o meio externo da edificação em uma situação de incêndio. De acordo com Neufert (2013) o vão de abertura ideal para a ventilação e iluminação de um compartimento é 1/8 (12,5%) a 1/10 (10%) da área do piso, porém no local de reunião de público 1 foi verificado apenas aproximados 2%. A falta de aberturas zenitais, e elementos vazados nas paredes também dificultam a exaustão natural dos gases em situações de sinistro, por isso foram analisados como pontos negativos. Outro ponto positivo observado foi a mobília, as mesas, cadeiras e demais móveis eram todos de madeira maciça que tem baixa condutibilidade térmica dificultando o aumento da temperatura em sua estrutura, diferente de materiais plásticos ou de madeira compensada, no entanto, ainda mais combustíveis se comparados a outros materiais como ferro, por exemplo.

A inexistência de corredores é um ponto positivo uma vez que não enclausuram a fumaça em local de rota de fuga, assim como, a inexistência de revestimentos acústicos, pois os materiais de isolamento acústico, como espumas e papéis, instalados nas paredes e tetos das edificações são inflamáveis, facilitando a rápida propagação de chamas e a ocorrência de

fumaça contendo gás cianídrico e o cianeto de hidrogênio altamente tóxicos e capazes de matar em um curto intervalo de tempo após a inalação.

O mais agravante ponto negativo observado foi referente à decoração. Foram encontradas no local, redes de tecido e luminárias de palha junto ao teto (ver Figura 5a), uma junção ideal para a ignição de um incêndio, exatamente como ocorreu no Museu da Língua Portuguesa, em São Paulo, em dezembro de 2015, onde um curto circuito em uma luminária que estava próxima a redes de tecido existentes no teto, iniciou um incêndio que destruiu a maior parte do museu e ocasionou a morte de um bombeiro militar.

Os dispositivos de sistemas de controle de fumaça foram avaliados no Quadro 13.

Quadro 13 - Análise dos dispositivos de sistemas de controle de fumaça do local de reunião de público 1

Dispositivos de sistemas de controle de fumaça		
<i>Item</i>	<i>Características</i>	<i>Avaliação</i>
Grelhas ou venezianas	Não possui	Negativo
Dutos	Não possui	Negativo
Registros corta-fogo e de fumaça	Não possui	Negativo
Exaustores de fumaça	Existem exaustores de ar na cozinha em toda edificação	Positivo
Acantonamento	Não possui	Negativo
Barreiras ou painéis de fumaça	Não possui	Negativo

Quanto aos sistemas de controle direto de fumaça pode-se constatar, no Quadro 13, que apenas um item foi avaliado como ponto positivo, este foi a existência de exaustores espalhados pela edificação. Mesmo sem ser um equipamento destinado à exaustão da fumaça em situação de incêndio, a ocorrência de diversos exaustores espalhado pela edificação proporcionam, em uma situação de incêndio, uma ajuda muito grande quanto ao deslocamento de gases e fumaça do meio interno para o meio externo.

6.1.2. Local de reunião de público 2

O Quadro 14 apresenta os resultados obtidos para os itens referentes ao controle de material de acabamento e revestimento na edificação 2.

Quadro 14 - Análise compartimentação horizontal do local de reunião de público 2

Controle de Materiais de Acabamento e Revestimentos		
<i>Item</i>	<i>Característica</i>	<i>Avaliação</i>
Piso	Cerâmica esmaltada, PEI-IV ou superior, ótima resistência a fogo	Positivo
Paredes/divisórias	Alvenaria de tijolos cerâmicos furados, possuem TRF de 2 horas	Positivo
Teto/forro	Placas de gesso comum, possuem boa resistência ao fogo e não é um propagador de chamas e fumaça	Positivo
Cobertura	Madeira e telhas cerâmicas, onde as telhas são incombustíveis e a estrutura de madeira maciça apresenta também boa resistência a fogo comparado a madeiras compensadas	Positivo

A partir do Quadro 14, vê-se para esta edificação o piso, as paredes e o teto tiveram as mesmas características dos encontrados no local de reunião de público 1 e, como na análise feita anteriormente, estes três itens foram avaliados como pontos positivos no campo de estudo do controle de fumaça em edificações.

Já a cobertura, neste caso é feita em madeira e telhas cerâmicas, que também foram avaliadas como ponto positivo. Segundo Anastácio (2010), as madeiras utilizadas como material de construção são secas, assim possuem menor condutibilidade térmica, o que é uma vantagem quanto comparadas a outros materiais em situações de incêndio, uma vez que dificulta a elevação da temperatura evitando maior dilatação na estrutura do telhado.

Em relação às telhas, sabe-se que os materiais cerâmicos resistem bem ao fogo, tanto que antigamente utilizavam-se painéis de barro para o cozimento de alimentos como exemplifica Costa (2006).

No Quadro 15, pode-se ver a avaliação feita dos elementos de compartimentação horizontal do local de reunião de público 2.

Quadro 15 - Análise compartimentação horizontal do local de reunião de público 2

Compartimentação horizontal		
<i>Item</i>	<i>Características</i>	<i>Avaliação</i>
Paredes corta-fogo	Não possui	Negativo
Portas corta-fogo	Não possui	Negativo
Vedadores corta-fogo	Não possui	Negativo
Registros corta-fogo	Não possui	Negativo
Selos corta-fogo	Não possui	Negativo

Igualmente ao local de reunião de público 1, não foram encontrados elementos de compartimentação horizontal na edificação 2, assim a avaliação final de todos estes itens foram negativos, como fica claro no Quadro 15.

Neste caso, a área total construída é igual a 328,6 m² dos quais 290,5 m² são destinados ao público, valores esses inferiores aos 750 m² exigidos pela NT 04/12 CBMPB e aos 5000 m² exigidos pela IT 09/11 CBMSB, portanto, não sendo uma obrigatoriedade o uso de compartimentação horizontal também para esta edificação.

O Quadro 16 apresenta os resultados da avaliação feita para os elementos arquitetônicos e decorativos da edificação 2.

Quadro 16 - Análise dos elementos arquitetônicos e decorativos do local de reunião de público 2

Elementos arquitetônicos e decorativos		
<i>Item</i>	<i>Características</i>	<i>Avaliação</i>
Janelas	15 m ² de aberturas na fachada, 4,9 % de abertura em relação a área do piso	Negativo
Aberturas zenitais	A edificação não possui aberturas zenitais	Negativo
Paredes de cobogó	Não possui elementos vazados	Negativo
Corredores	Não possui corredores	Positivo
Revestimentos acústicos	Não possui sistemas acústicos	Positivo
Pé direito	Pé direito maior que 3,0 metros	Positivo
Decoração	Presença de cortinas em material têxtil em todas as janelas da edificação	Negativo
Mobiliário	Material de aço e granito nas mesas e cadeiras da edificação	Positivo

Em relação a área de ventilação das janelas, pode-se constatar que o local de reunião de público 2 apresenta um percentual aproximado de 4,9% de

abertura, valor bem abaixo do mínimo exigido pelas normas arquitetônicas (que estabelecem 12,5 a 10%). Portanto, assim como na edificação 1, este item teve parecer negativo.

Outros pontos negativos observados foram a ausência de elementos vazados e aberturas zenitais, novamente pelo fato de não favorecer a troca de gases do meio interno para o meio externo em uma possível situação de incêndio.

Os pontos positivos, como a falta de corredores e de sistemas acústicos também se igualam à edificação 1, assim como a altura do pé direito que é maior do que 3 metros. Essa altura garantiria aos ocupantes da edificação, numa situação de incêndio, mais tempo longe do contato com a fumaça visto que, a mesma tende a se concentrar primeiramente no teto por ser menos densa que o ar limpo, e, portanto, quanto mais alto for o pé direito da edificação melhor.

Outro item, no local de reunião de público 2, que se repete e conta negativamente é a decoração. Foram observadas cortinas em material têxtil em todas as janelas da edificação (ver Figura 6D e E). Trata-se de um tecido fino de queima fácil e rápida, o que pode propagar o fogo e a fumaça com bastante rapidez.

Os dispositivos de sistemas de controle de fumaça têm sua análise no Quadro 17.

Quadro 17 - Análise dos dispositivos de sistemas de controle de fumaça do local de reunião de público 2

Dispositivos de sistemas de controle de fumaça		
<i>Item</i>	<i>Características</i>	<i>Avaliação</i>
Grelhas ou venezianas	Não possui	Negativo
Dutos	Não possui	Negativo
Registros corta-fogo e de fumaça	Não possui	Negativo
Exaustores de fumaça	Não possui	Negativo
Acantonamento	Não possui	Negativo
Barreiras ou painéis de fumaça	Não possui	Negativo

Diferentemente do local de reunião de público 1, não foram encontrados nenhum dos dispositivos de controle de fumaça ou similar na edificação. É importante salientar que apesar de não serem exigidos pelas normas para essa tipologia de edificação, tais elementos são importantes instrumentos de combate a fumaça e aos gases garantindo mais segurança aos frequentadores e funcionários do local.

6.1.3. Local de reunião de público 3

Os itens referentes ao controle de material de acabamento e revestimento na edificação 3 estão descritos no Quadro 18.

Quadro 18 - Análise de controle de materiais de acabamento e revestimento do local de reunião de público 3

Controle de Materiais de Acabamento e Revestimentos		
<i>Item</i>	<i>Característica</i>	<i>Avaliação</i>
Piso	Cerâmica esmaltada, PEI-IV ou superior, ótima resistência a fogo	Positivo
Paredes	Alvenaria de tijolos cerâmicos furados e gesso comum, possuem TRF de 2 horas e as paredes de gesso possuem boa resistência a fogo	Positivo
Teto/forro	Placas de gesso comum, possuem boa resistência ao fogo e não é um propagador de chamas e fumaça	Positivo
Cobertura	Telhado cerâmico com estrutura de madeira, onde as telhas cerâmicas são incombustíveis e a estrutura de madeira maciça apresenta também boa resistência a fogo comparado a madeiras compensadas	Positivo

De acordo com o Quadro 18 vê-se que todos os itens tiveram análise positiva, igualmente ao resultado obtido para as edificações 1 e 2.

Apesar do local de reunião de público 3 ter sido instalado em uma edificação relativamente antiga que passou por diversas reformas até chegar à situação atual, constatou-se, após a visita de campo, que os materiais de construção aplicados e que compõem os acabamentos, revestimentos e coberturas possuem boa qualidade e boa resistência ao fogo. Este fato propicia uma conjuntura favorável quando se trata do controle de fumaça em

edificações, pois materiais incombustíveis, resistentes a fogo, não inflamáveis ou que tenham baixa propagação de incêndio também apresentam menor risco de proliferação de fumaça permitindo que a edificação esteja mais segura o que é extremamente importante para o tipo de ocupação de reunião de público.

O Quadro 19 aborda a análise feita em relação ao controle de fumaça para os itens relativos à compartimentação horizontal na edificação 3.

Quadro 19 - Análise compartimentação horizontal do local de reunião de público 3

Compartimentação horizontal		
<i>Item</i>	<i>Características</i>	<i>Avaliação</i>
Paredes corta-fogo	Não possui	Negativo
Portas corta-fogo	Não possui	Negativo
Vedadores corta-fogo	Não possui	Negativo
Registros corta-fogo	Não possui	Negativo
Selos corta-fogo	Não possui	Negativo

Vê-se no Quadro 19 que, assim como nas edificações 1 e 2, nenhum dos itens foi contemplado pela edificação 3. Para este caso, 715 m² correspondem a área total construída dos quais 615 m² são destinados ao público. Portanto, esta edificação segue os mesmos preceitos normativos discutidos anteriormente para as outras edificações.

A averiguação para os itens relativos aos elementos arquitetônicos e decorativos está ilustrada no Quadro 20. De acordo com o quadro, dos oito itens avaliados, 50% (quatro) foram classificados como negativos para o controle de fumaça e os outros 50% (quatro) como positivos.

Em relação área de ventilação das janelas e, conseqüentemente saída de fumaça, de acordo com Neufert (2013) a recomenda-se um percentual de abertura de, no mínimo, 10% em relação a área do piso, no entanto, assim como observado nos demais locais estudados, a edificação apresenta um valor consideravelmente menor, apenas 4,85%, esse resultado reduziria a entrada de oxigênio na edificação e poderia comprometer a dispersão da fumaça em uma situação de incêndio.

Quadro 20 - Análise dos elementos arquitetônicos e decorativos do local de reunião de público
3

Elementos arquitetônicos e decorativos		
<i>Item</i>	<i>Características</i>	<i>Avaliação</i>
Janelas	24,5 m ² de aberturas na fachada, apenas 4,85% da área do piso da edificação	Negativo
Aberturas zenitais	A edificação não possui aberturas zenitais	Negativo
Paredes de cobogó	No centro da edificação existe um detalhe na parede superior com cobogós que permitem a troca de gases no interior da edificação	Positivo
Corredores	Não possui corredores	Positivo
Revestimentos acústicos	Não possui sistemas acústicos	Positivo
Pé direito	Pé direito não muito alto variando de 2,50m a 3,20m	Negativo
Decoração	Bandeirolas de TNT ao teto, toalhas de mesa e luminárias de palha	Negativo
Mobiliário	Mobília de madeira robusta, vidro e granito	Positivo

Outro ponto observado foi a presença de bandeirolas em material têxtil no teto da edificação (ver Figura 7A e B). Essas bandeirolas podem servir de combustível durante um foco de fogo propagando mais rapidamente tanto as chamas quanto a fumaça gerada. Somado a isto, ainda pode-se considerar como pontos negativos o baixo pé direito da edificação (em alguns locais chegando a 2,50 m) e a falta de aberturas zenitais que facilitariam a troca de gases do meio interno com o meio externo.

O que trouxe análise favorável para este quesito foram alguns elementos arquitetônicos como o mobiliário composto por madeira maciça, granito e vidro, a inexistência de medidas de isolamento acústico que, caso houvesse, poderiam se somar aos pontos negativos na propagação da fumaça e do fogo e a existência de paredes com elementos vazados (cobogós) que permitem a contínua troca de gases entre os meios interno e externo e garantem uma ventilação sempre renovada na edificação.

O Quadro 21 mostra os resultados obtidos para o quesito de elementos de controle de fumaça. Em relação a esta medida de proteção foram encontrados alguns elementos presentes na edificação 3, mesmo que de forma

não intencional, como por exemplo, a presença de vigas aparentes com mais de 60cm de altura no interior da edificação (Figura 7C), proporcionando a criação de barreiras de fumaça e conseqüentemente, de áreas acantonadas, e que funcionariam como fator limitante para a propagação da fumaça durante a ocorrência de um incêndio.

Quadro 21 - Análise dos dispositivos de sistemas de controle de fumaça do local de reunião de público 3

Dispositivos de sistemas de controle de fumaça		
Item	Características	Avaliação
Grelhas ou venezianas	Não possui	Negativo
Dutos	Não possui	Negativo
Registros corta-fogo e de fumaça	Não possui	Negativo
Exaustores de fumaça	Existem exaustores de ar na cozinha	Positivo
Acantonamento	Áreas de acantonadas proporcionada pela existência de vigas que limitam a propagação dos gases da fumaça	Positivo
Barreiras ou painéis de fumaça	Vigas aparentes na divisão dos ambientes	Positivo

Também foi observado como ponto positivo a presença de exaustores na cozinha da edificação (Figura 7D), não específicos para a exaustão de fumaça de incêndio, porém sua presença, caso o incêndio venha a ocorrer, pode proporcionar a exaustão de parte da fumaça produzida, melhorando a visibilidade e possibilitando maior rapidez de evacuação da área e combate ao incêndio.

Outros elementos como grelhas, dutos e registros corta fogo não foram encontrados o que já era esperado uma vez que estes itens não são exigidos de acordo com a norma IT 15/2015 (na ausência de norma nacional e da Paraíba) de controle de fumaça para edificações desse grupo e ocupação.

6.2. Avaliação coletiva das edificações

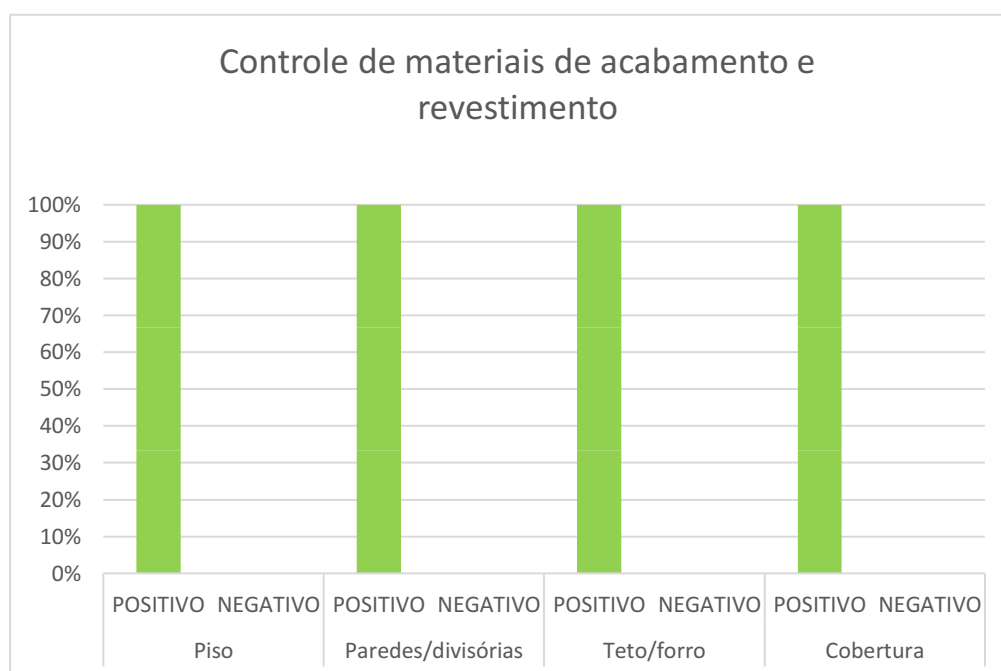
A fim de fazer uma avaliação coletiva e uma análise crítica dos dados obtidos foram gerados gráficos contendo a distribuição dos pontos positivos e negativos de acordo com o quesito analisado. Para tanto, utilizou-se a amostragem dos dados referentes aos três locais de reunião de público

analisados neste trabalho. A partir dos gráficos foi possível identificar quais eram os pontos mais críticos quanto a geração, propagação e o controle de fumaça, bem como quais já se encontravam favoráveis neste mesmo âmbito.

6.2.1. Controle de materiais de acabamento e revestimento

Na Figura 8 é mostrado o gráfico com a avaliação de cada item do controle de materiais de acabamento e revestimento nos três locais de reunião de público estudados.

Figura 8 - Gráfico da avaliação do controle de materiais de acabamento e revestimento nos três locais de reunião de público



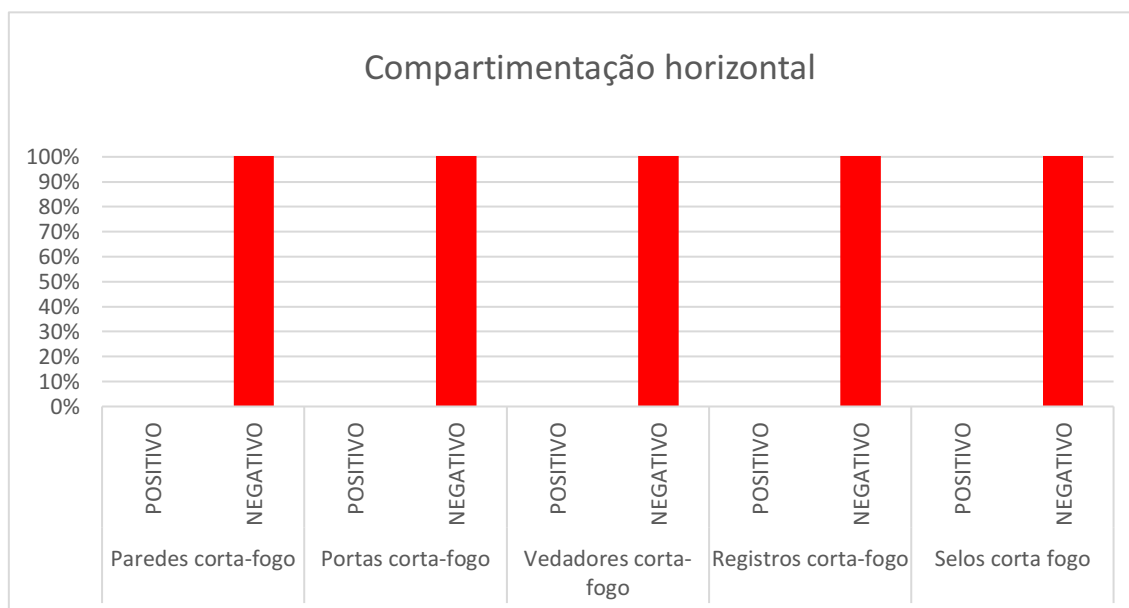
Todos os quesitos relativos ao controle de material de acabamento e revestimento avaliados para os três locais estudados foram pontuados positivamente, conforme visto na Figura 8, uma vez que não irão favorecer a propagação e geração da fumaça, auxiliando a edificação quanto ao seu controle em caso de incêndio. Pisos, paredes e coberturas, predominantemente em material cerâmico não prejudicam o controle de fumaça, como visto anteriormente, bem como o forro em gesso. Por possuírem o mesmo uso e ocupação, as edificações se mostraram bem semelhantes neste item. Em se tratando da amostragem estudada, pode-se concluir que o CMAR foi 100% aprovado e que, todas as edificações estariam colaborando com a segurança contra incêndio em relação a esta medida.

Ressalta-se que independente da ocupação, elementos construtivos como paredes de tijolos cerâmicos e lajes em concreto armado são elementos de baixo custo e de grande resistência ao fogo devendo ser difundidos e utilizados sempre que possível, pois propiciam maior segurança aos ocupantes das edificações. No Brasil, esses já são materiais consolidados e bastante utilizados nas construções.

6.2.2. Compartimentação horizontal

A Figura 9 traz a avaliação dos componentes de compartimentação horizontal nas três edificações estudadas.

Figura 9 - Gráfico da avaliação da compartimentação horizontal nos três locais de reunião de público



Neste caso, todos os pontos foram avaliados como negativos. Este fato trouxe o questionamento da relevância deste quesito para o tipo de edificação em estudo considerando as áreas dos locais de reunião de público estudados.

Primeiramente existe uma necessidade de que a arquitetura destes locais prevaleça por ambientes amplos, para que favoreçam a visibilidade de apresentações musicais ou teatrais que são características dos clubes sociais e de diversão. No mesmo sentido, quanto mais amplos e abertos estes locais são, maior a visibilidade dos garçons e atendentes que trabalham ali.

Outro ponto que provoca a inexistência da compartimentação horizontal nas edificações avaliadas é a não obrigatoriedade por parte das normas vigentes uma vez que todas as edificações apresentaram área inferior a 750 m².

Apesar disso, este item merece discussão, pois se observa uma controvérsia entre as normas que abordam o tema. A NT-04/2012, obriga para edificações a partir de 750 m², mesmo sendo térrea a existência de compartimentação, sendo dispensada quando há existência de chuveiros automáticos. Porém a norma referência para a elaboração do projeto de compartimentação, IT-09/2011, exige a compartimentação para edificações F-6 (Clubes sociais e de diversão), apenas para aquelas acima de 5000 m².

Assim, as normas entram em contradição e por mais que na NT-04/2012 o sistema de compartimentação horizontal possa ser substituído por sistema de chuveiros automáticos, esses dispositivos ainda são pouco utilizados, estando longe da realidade da maioria das edificações destinadas a reunião de público na cidade de Campina Grande, muitas das quais possuem áreas maiores que 750 m² e menores de 5.000 m².

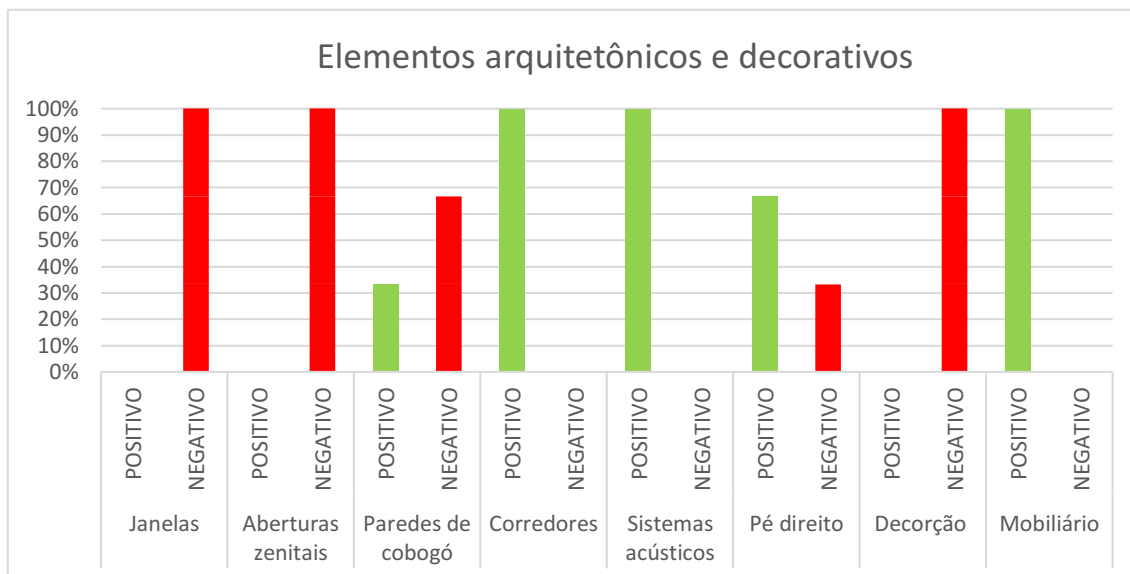
Por outro lado, deve-se refletir a respeito da exigência de compartimentação apenas para áreas muito grandes (acima de 5000 m²) destinadas à aglomeração de pessoas como estabelece a IT-09/2011. Ambientes com áreas de 3000 ou 4000 m² de vão livre apresentam, em uma situação de incêndio, alto risco de proliferação de gases e fumaça que, como já mencionado anteriormente, são os principais responsáveis pela geração de pânico e pela morte de pessoas. Agrava-se a isto, o fato das pessoas muitas vezes, nestes ambientes, estarem sob efeito de álcool ou outras drogas ilícitas que retardam o poder de reação e o discernimento frente a uma situação de perigo.

6.2.3. Elementos arquitetônicos e decorativos

Na Figura 10 vê-se o gráfico da avaliação dos elementos arquitetônicos e decorativos nos três locais de reunião de público estudados, onde se pode

distinguir quais foram os elementos que mais contaram positivamente bem como negativamente para o controle de fumaça nessas edificações.

Figura 10 - Gráfico da avaliação dos elementos arquitetônicos e decorativos nos três locais de reunião de público



Os itens que tiveram maiores índices negativos foram: janelas, abertura zenitais, paredes de cobogó e decoração. Em todas as edificações avaliadas as janelas tiveram abertura menor do que a considerada ideal para iluminação e ventilação de acordo com a área do ambiente.

Nenhuma das edificações possuía abertura zenital, algo que pode auxiliar fortemente na extração da fumaça em edificações uma vez que a fumaça tende a subir por ser um gás quente, logo menos denso. Este item é de baixa complexidade e baixo custo podendo facilmente ser incorporado à edificação, desde que previamente pensado durante a elaboração do projeto arquitetônico.

Alerta-se para o fato de que ainda não existe, no Brasil, uma preocupação com a segurança contra incêndio na fase de concepção de projetos, muitas vezes por desconhecimento do tema pelos projetistas. Em consequência, têm-se edificações menos seguras e custos mais elevados para enquadramento das edificações às normas de segurança existentes.

Outro ponto que chamou atenção não só por prevalecer negativo em todas as edificações, mas também pelo grau de contribuição com a propagação de fumaça foi a decoração utilizada nos ambientes. Em todos os

três locais de reunião de público foram encontrados material têxtil servindo de decoração, sejam redes espalhadas pelo teto, cortinas ou bandeirolas, esses materiais além de servirem de ponto de início a um incêndio têm grande capacidade de alastrar rapidamente o fogo, conseqüentemente a fumaça que sua combustão produz.

Entende-se que a conscientização em relação a este item cabe, principalmente, aos proprietários dos locais estudados que devem propiciar a segurança para seus clientes e empregados em detrimento dos atrativos estéticos. Por outro lado, deve-se estimular a fiscalização com mais frequência nos locais de reunião de público para controlar tais riscos.

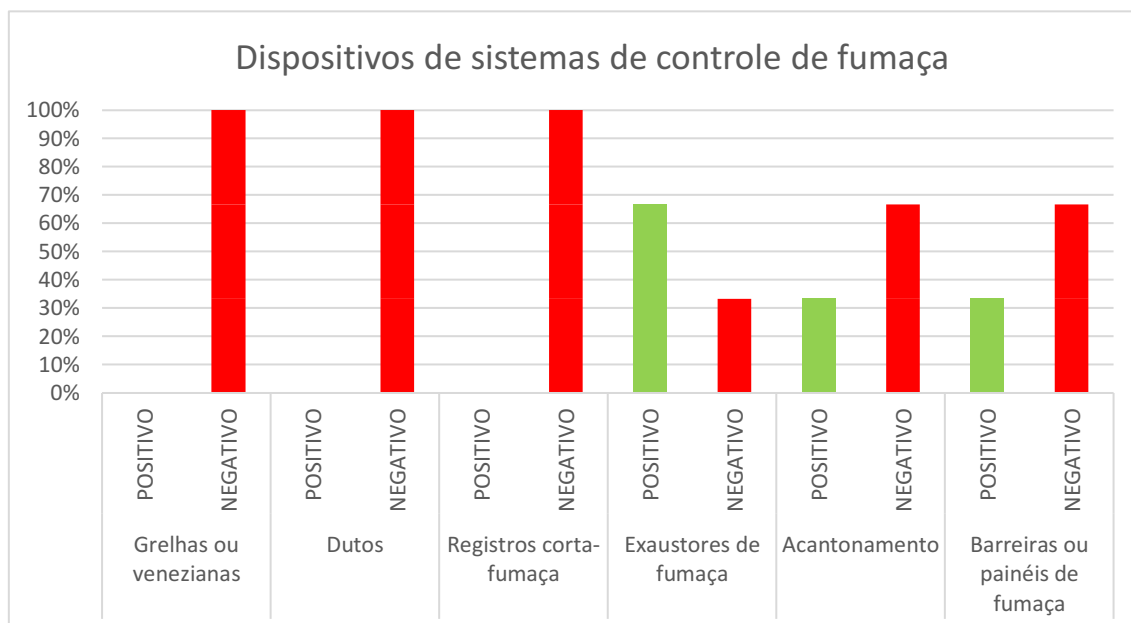
Ainda na Figura 10 é observado também que nenhuma das edificações possuía grandes corredores, que enclausuram fumaça em local de saída de emergência, nem sistemas de isolamento acústico, que geralmente são feitos de materiais de fácil combustão, estes dois elementos contaram como pontos positivos e não geram maiores preocupações para os sistemas de controle de fumaça.

Outro ponto positivo foi o mobiliário, em todas as edificações encontraram-se móveis robustos, mesas e cadeiras de madeira maciça ou de aço, sem detalhes almofadados ou similares. No entanto, esse pode ser um item muito favorável à propagação de fumaça em edificações com a mesma ocupação e com mobiliários fabricados com materiais de fácil combustão.

6.2.4. Dispositivos de sistemas de controle de fumaça

A Figura 11 traz o gráfico da avaliação dos sistemas de controle de fumaça existentes nas edificações estudadas neste trabalho.

Figura 11 - Gráfico da avaliação dos sistemas de controle de fumaça nos três locais de reunião de público



Como na NT-04/2012, para a classificação das edificações em estudo (F-6) e de acordo com a área destas, não é exigido sistemas de controle de fumaça. Itens como grelhas, dutos e registros corta-fogo não foram encontrados em nenhuma das edificações, no entanto, todos esses itens foram avaliados desconsiderando qualquer obrigatoriedade ou não da norma.

Assim, considerou-se o que foi encontrado para sistemas de controle de fumaça nas edificações estudadas mesmo que tenham sido elementos similares aos exigidos por um sistema deste tipo.

Neste sentido, em duas das edificações foram observados sistemas de exaustão de ar, que não necessariamente estão compondo um sistema de controle de fumaça, porém, no caso de um incêndio, estes irão contribuir para extinguir a fumaça gerada. Este fato mostra que mesmo não se tendo a exigência normativa é possível prever equipamentos que constituam um sistema direto de controle de fumaça.

Outros exemplos foram os elementos de acantonamento e a barreira de fumaça, encontrados em uma das edificações. As áreas acantonadas dependem das barreiras ou painéis de fumaça executando um, por conseguinte o outro já estaria em funcionamento.

As barreiras ou painéis de fumaça podem ser construídos no teto da edificação de qualquer material de construção rígido e que tenha resistência a fogo, paredes de alvenaria ou painéis de gesso, por exemplo, poderiam ser utilizados. Ainda nesta linha, outros dispositivos não encontrados em nenhuma edificação avaliada foram as grelhas ou venezianas.

Isto mostra que a instalação de alguns dos elementos do sistema de controle de fumaça não é algo inexecutável e poderiam ser instalados nas edificações bem como estar previsto em norma. Tanto as barreiras quanto as grelhas e venezianas não reduzem espaços, nem dificultam a circulação e praticamente não modificam a rotina e a funcionalidade dos ambientes, em contrapartida, elevam a segurança contra propagação de fumaça no local onde forem instaladas.

7. CONCLUSÃO

Neste trabalho foram avaliados os sistemas diretos e indiretos de controle de fumaça, considerando a influência que tais sistemas têm na geração e propagação de fumaça em locais de reunião de público existentes. Assim foi possível caracterizar as edificações estudadas quanto aos elementos arquitetônicos e decorativos e concluir que estes trazem preocupação quanto à influência negativa para o controle de fumaça, já os materiais de acabamento e revestimento encontrados não contribuem para a geração e propagação da fumaça; a ausência de compartimentação horizontal destas edificações torna-se irrelevante pela incompatibilidade arquitetônica do uso e ocupação; e os sistemas diretos de controle de fumaça poderiam ser regulamentados dada a inexistência de uma normatização apropriada e a fácil aplicabilidade dos mesmos.

Concluiu-se também que devido à simplicidade técnica da adequação de vários itens observados, a implantação de algumas medidas estruturantes torna-se viável, de baixa complexidade e de grande importância para a segurança da proteção à vida humana e do patrimônio.

Os pontos críticos encontrados foram os materiais decorativos e a baixa proporção de abertura e janelas nas edificações, bem como a inexistência dos elementos de sistema direto de controle de fumaça.

Além disso, reforça-se a importância da aplicação de medidas não estruturantes, principalmente no que diz respeito à conscientização por parte dos proprietários das edificações sobre o uso irrestrito de materiais de alta combustibilidade e o atendimento ao limite máximo de ocupantes permitido para cada edificação. É importante também ressaltar a importância do agente fiscalizador para garantir que os requisitos exigidos para o controle de fumaça em locais de reunião de público sejam cumpridos e que os riscos potenciais sejam contidos.

Por fim, é importante a criação do dispositivo legal, norma técnica, que possa regulamentar a adoção dos sistemas de controle e extração da fumaça nas edificações do Estado da Paraíba.

Como sugestões para trabalhos futuros que possam dar continuidade ao tema estudado, afim de sanar a carência de publicações na área temos:

- Análise dos sistemas de controle de fumaça em edificações de ensino, no caso na Universidade Federal de Campina Grande;
- Verificar a influência dos elementos estruturais quanto ao controle de fumaça;
- Confrontar os dispositivos legais quanto ao controle de fumaça de outros estados e a aplicabilidade no Estado da Paraíba.

8. REFERÊNCIAS

AIRES, R.D.; LOPES, T.A.; BARROS, R.M.; CONEGLIAN, C.M.R.; SOBRNHO, G.D.; TONSO, S.; PELEGRINI, R. **Pirólise**. III Fórum de Estudos Contábeis, Faculdades Integradas Claretianas, Rio Claro, 2003.

ANASTÁCIO, R. S. A. **Especificação de proteção fogo para estrutura de madeira**. Dissertação submetida ao mestrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, Julho de 2010.

ANTONIO, A.C.P; CASTRO, P.S.; FREIRE, L.O.; **Lesão por inalação de fumaça em ambientes fechados: uma atualização**. Trabalho realizado no Hospital Mãe de Deus, Porto Alegre, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5628/2001. Componentes construtivos estruturais.**

BARROS, A. J. P; e LEHFELD, N. A. de F. Fundamentos da metodologia científica. Ed. Makron. 3ª edição, São Paulo, 176p, 2007.

BRAGA, A. PEREIRA, L.A.A.; SALDIVA, P.H.N. **Poluição atmosférica e seus efeitos na saúde humana.** Faculdade de Medicina da USP. São Paulo, 2001.

BRENTANO, T. **A proteção contra incêndios no projeto de edificações.** 3º Edição. Porto Alegre, Edição do Autor, 2015.

CABRAL, G.S.; NASCIMENTO, S.C.; JÚNIOR, O.F.M. **Controle de fumaça mecânico.** XV Encontro Latino Americano de iniciação científica. São José dos Campos, 2011.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO, **IT 015/2011:** Controle de Fumaça. São Paulo, 2015.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DA PARAÍBA, **NT 004/2012:** Classificação das edificações quanto à natureza da ocupação, altura, área construída e carga de incêndio, Paraíba, 2012.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DA PARAÍBA, **NT 009/2015:** Controle de Materiais de Acabamento e Revestimento, Paraíba, 2014.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DA PARAÍBA, **NT 012/2015:** Saídas e Emergência, Paraíba, 2015.

COSTA, C. N; SILVA, V. P. **Revisão histórica das curvas padronizadas de incêndio.** In: NUTAU, 2006, São Paulo.

GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T.; **Métodos de Pesquisa.** Universidade Aberta do Brasil - UAB/UFRGS, curso de Graduação tecnológica, Porto Alegre, 2009.

GONÇALVES, C.K.; TENÓRIO, J.A.S. **Pirólise e combustão de resíduos plásticos**. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

MARTINS, D. S.; RODRIGUES, A.C.L; BRAGA, G.C.B. **Saídas de emergência em locais de reunião de público. Estudo de casos na cidade de Campina Grande-PB**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Campina Grande, 2016.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, **NFPA-92/2015**: Standard for smoke control systems. Canadá, 2015.

NEUFERT, E. **Arte de projetar em arquitetura**. São Paulo, 2013.

OLIVEIRA, D; **Cobogós: um toque de brasilidade para fachadas e divisórias**; Disponível em: <<http://www.estudoadministracao.com.br/ler/16-11-2014-como-fazer-citacoes-internet/>>. Acesso em 08 de agosto de 2017.

PARAÍBA. Lei nº 9.625 de 27 de dezembro de 2011. **Institui o Código Estadual de Proteção Contra Incêndio, Explosão e Controle de Pânico e dá outras providências**. Palácio do governo do estado da Paraíba, em João Pessoa, 27 de dezembro de 2011; 123º da Proclamação da República.

PEREIRA, M. A. S.; NEVES, N. A. G. S.; FIGUEREDO, D. F. C. **Considerações sobre a fragmentação territorial e as redes de corredores ecológicos**. Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências, julho de 2007.

PEROVANO, D. G. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. 1ª Edição. Editora Intersaberes. Brasil. 384p, 2016.

PINHAL, P. **O que é pé direito?**. Disponível em: <<http://www.colegiodearquitetos.com.br/dicionario/2009/02/o-que-e-pe-direito/>>. Acesso em 08 de agosto de 2017.

RIBEIRO, A. S. **Produção de gesso reciclado a partir de resíduos oriundos da construção civil.** Dissertação do programa de mestrado em pós-graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa 2006.

ROSEMANN, F. **Resistência ao fogo de paredes de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos pelo critério de isolamento térmico.** Dissertação de mestrado do programa de pós-graduação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2011.

SEITO, A. I.; GILL, A. A.; PANNONI, F.D.; ONO, R.; SILVA, S.B.; CARLO, U.D.; SILVA, V.P. **A segurança contra incêndio no Brasil.** São Paulo, Projeto Editora, 2008.

SIEBEN, M.; KLEIN, D.L.; ALMEIDA, J.M.A. **Prevenção e segurança contra incêndio: Legislação, Normas e Instruções Técnicas para a extração e controle de fumaça.** Trabalho de diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.

SOUZA, R.; JARDIM, C.; SALGE, J.M.; CARVALHO, C.R.R. **Lesão por inalação de fumaça.** Trabalho realizado na disciplina de Pneumologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, FMUSP. São Paulo, 2004.

VIEGAS, J.C. **Sistemas de Controle de Fumo.** Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 20--.