

ESTUDO DE SAÍDAS DE EMERGÊNCIA: ANÁLISE DO DIMENSIONAMENTO ATUAL COM BASE NOS EVENTOS OCORRIDOS EM BOATES E SIMILARES

Fábio Fregapani Silva

Engenheiro de Aquicultura formado pela UFSC, Pós graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho Univali, Especialização em Administração pela UNI, Oficial do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, Acadêmico do curso de Direito – UFSC. Sub-chefe da Divisão de Normatização de Segurança Contra Incêndio e Pânico da Diretoria de Atividades Técnicas, do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina fregapani@cbm.sc.gov.br; datnormasch@cbm.sc.gov.br

Charles Fabiano Acordi

Graduado em Direito - UNISUL/SC (2004) e graduado no Curso de Formação de Oficiais - PMSC (1994). Especialista em Direito Penal e Processo Penal (2005). Mestre em Direito (2011). Mestre em Administração (2011). Atualmente é Chefe da Divisão de Assuntos Jurídicos da Diretoria de Atividades Técnicas do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. charles@cbm.sc.gov.br.

RESUMO

Este artigo visa realizar uma análise dos tempos de escoamento de pessoas, tomando por base o caso real, filmado, da boate The Station em Rhode Island – em 2003, aplicando esta análise ao incêndio da Boate kiss em Santa Maria em 2013. Como resultado desta análise foram avaliadas as normas NBR 9077 e IN009/DAT/CBMSC, além de pesquisadas normas internacionais, avaliando o atendimento de seu dimensionamento para saídas, apontando seus pontos positivos e negativos. Diante dos casos de incêndios ocorridos nos últimos 10 anos, este autor propõe ainda os principais fatores que levaram a vitimações de pessoas. Para tanto foi utilizada a estruturação de modelos teóricos- e, descritiva quando o autor transcreve trechos de bibliografias, sem posicionamentos ou juízos de valor acerca do assunto em questão. Já a abordagem do problema foi feita de maneira qualitativa, possuindo como estratégias de pesquisa: bibliográfica, documental e estudos de caso. Por fim como conclusão o autor verifica o não atendimento do dimensionamento das saídas para os casos reais, para alguns fluxos propostos pelas bibliografias, levando a necessidade de revisão das normas.

Palavras-chave: Saídas de emergência. Cálculo de população. Dimensionamento de saídas. Boate kiss. Boate The Station. República cromanõn. Unidades de passagem. Reunião de público. Boates. Clubes noturnos. Nightclub. Assembly. Egress.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo tem como cerne o estudo e a avaliação de ocorrências de incêndio e pânico envolvendo boates e casas noturnas, avaliando as saídas de emergência com base em casos concretos. Alguns casos na história recente demonstram que em situações de pânico as saídas dimensionadas não foram suficientes para a quantidade de público prevista. Os cálculos apresentados na atualidade foram embasados em estudos de fluxos de pessoas em situações e condições normais de fluxo, sendo que tais velocidades estão descritas em bibliografias e trabalhos científicos. Será que a referência para dimensionamento de saídas em Santa Catarina e no Brasil e seu cálculo estão atendendo a realidade para situações de pânico? Assim sendo se torna necessário estudar o fenômeno relacionado ao não funcionamento das saídas de emergência, conforme dimensionamentos previsto nas normas atuais, com base nos casos práticos e buscar informações e fundamentos que auxiliem a verificação das fraquezas apresentadas no cálculo atualmente seguido como referência no Brasil, fornecendo fundamentos para a sua revisão. Mais especificamente este trabalho se propõe a realizar análise de tempo de evacuação no caso apresentado: Boate "the Station", com base nos tempos de incêndio propostos por Valentim e Ono (2006) além dos propostos pelo Engenheiro José Moacyr Freitas de Araújo (2008). Além disso, realizar a análise do resultado dos tempos de evacuação da Boate The Station e compará-lo com o caso de incêndio ocorrido na Boate Kiss; pesquisar nas bibliografias especializadas as velocidades de escoamento de pessoas em edificações; verificar se o cálculo utilizado na atualidade pela NBR 9077/01 e a Instrução Normativa 009 do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (2014) atenderia aos casos ocorridos, tomando por base os casos práticos citados e bibliografias; definir os principais fatores que corroboram para o pânico e vítimas; e, por fim, resumir os pontos positivos e negativos das normas atuais pesquisadas sugerindo possíveis alterações normativas.

Diversos incêndios em boates e locais de reunião de público com concentração de público ocorreram ao longo do último século, podendo-se citar como exemplos o Gran Circus Norte Americano – Brasil 1962, a boate República Cromañón – Argentina 2004, a boate "The station" - EUA – 2003 e Boate Kiss – Brasil – 2013, Bucharest – Romênia 2015, demonstrando que alguns fatores sequenciais influenciaram e contribuíram para a tragédia. Cada uma das vítimas envolvidas e a dor sentida por seus amigos e famílias servem de estímulo para aprofundar este estudo. A análise dos fatores que levaram a essas tragédias, torna-se necessária para formar

convicções e fornecer subsídios para revisar e atualizar normativas que tratam sobre dimensionamentos de saídas de emergência.

O presente estudo foi estruturado a partir do modelo proposto por Saunders, Lewis e Thornhill, denominado "o processo de pesquisa cebola". Através da problemática envolvendo grandes tragédias em boates nas últimas décadas, surgiu a necessidade de aprofundar e rever questões envolvendo cálculos de dimensionamentos de saídas de emergências, atualmente propostos nas normas utilizadas como referência no Brasil e em Santa Catarina. Para nortear o artigo, foram tomados como base a casuística do incêndio da Boate The Station em Rhode Island, Estados Unidos, em 2003, analisando o tempo de evacuação do referido estabelecimento, realizando a análise da boate Kiss em Santa Maria, Brasil, em 2013, com base nestes parâmetros encontrados.

Ante o acima exposto, verifica-se que a lógica da pesquisa é dedutiva, partindo de casos gerais (grandes tragédias) para particulares (estudos de casos específicos). "A técnica da dedução consiste em construir estruturas lógicas, por meio do relacionamento entre antecedente e consequente, entre hipótese e tese, entre premissas e conclusão" (CERVO; BERVIAN E DA SILVA, p. 46, 2007).

Vale ressaltar que para adentrar em campo tão controverso e cheio de especulações é necessária uma postura científica adequada, mantendo a imparcialidade quando são comparados estudos e interferindo quando é necessário posicionamento do pesquisador em momento conclusivo. Neste contexto pode-se dizer que a pesquisa pode ser classificada quanto aos seus objetivos em explicativa - ao passo que contribui para a dedução lógica e estruturação de modelos teóricos- e, descritiva quando o autor transcreve trechos de bibliografias, sem posicionamentos ou juízos de valor acerca do assunto em questão. A coexistências das duas vertentes (explicativa e descritiva) pode ser verificada no último item dos objetivos específicos onde, primeiramente são resumidos os pontos positivos e negativos das normas atuais pesquisadas, e posteriormente, quando são sugeridas possíveis alterações normativas com base nos aspectos anteriormente levantados.

Abordagem do Problema foi feita de maneira qualitativa, possuindo como estratégias de pesquisa: bibliográfica, documental e estudos de caso. Ressaltando que, para fundamentar os estudos de caso foi utilizado o horizonte de tempo transversal com técnicas de coleta de documentação, pesquisas em periódicos, seminários e consulta direta a pesquisadores, peritos e estudiosos de Segurança Contra Incêndio, visando corroborar com pesquisas e estudos-piloto já realizados. O artigo foi descrito de maneira a facilitar o entendimento e a reprodução do mesmo por outros pesquisadores, buscando o estado da arte no que tange a segurança contra incêndios no Brasil.

2 REFERENCIAL

2.1 INCÊNDIOS E PÂNICO EM BOATES – UM BREVE HISTÓRICO

2.1.1 O caso da Boate Cromagñon Argentina

Incêndio ocorrido em 30 de dezembro de 2004, com 194 mortos e 1432 feridos. A análise deste caso é realizada pela tradução de partes de um artigo realizado por Eduardo D. Álvarez, SFPE¹.

Segundo este autor a boate possuía “alvará de funcionamento o qual permitia uma capacidade de 1037 pessoas, calculada conforme a legislação local, a razão de 1pessoas/m² de área de superfície ocupada pelo público. Pela sua análise a legislação local, através do cálculo, permitiria 1950 pessoas e o estimado mais conservador, indica que na noite de 30 de dezembro a boate tinha uma lotação de mais de 3000 pessoas”.² (ALVAREZ, 2015, tradução nossa). A entrada da boate se comunicava com a calçada e através de um corredor permitia o acesso a três portas duplas que levavam ao ambiente externo, sendo cada porta com largura total de 3m. Existia uma segunda saída de emergência na mesma parede da frente da boate, que só deveria ser utilizada em caso de incêndio. Esta saída era constituída por um portão duplo que se comunicava com a via pública através de um corredor. A largura total do portão era de 3m, possuindo barra antipânico. Tanto as portas da entrada principal e as do portão de saída abriam no sentido principal. Desta forma a largura total das saídas seria de 12m.³

Álvarez (2015, tradução nossa), relata ainda que: a totalidade da lage de concreto armado que constituía o teto, encontrava-se coberto por um revestimento acústico formado por espuma de poliuretano, sem características antichamas; houve vários avisos para não usarem fogos de artifício dentro da edificação⁴. Este autor nas suas conclusões faz uma ressalva de que os ocupantes que tentaram deixar a edificação se dirigiram as portas da entrada principal. Das três portas de entrada apenas uma

¹ El ingeniero Eduardo D. Álvarez, SFPE, es director regional de IFSC del Cono Sur en Buenos Aires, Argentina, consultora de ingeniería de protección contra incendios. Es instructor titular del NFPA 101 para Latinoamérica, miembro de la junta directiva de la Sección Latinoamericana de la NFPA y Vicepresidente II del Capítulo Argentina de la NFPA.

²Tradução livre do autor “La capacidad del recinto, calculada con los criterios de este Código, sería de alrededor de 1.950 personas. Como se comentó anteriormente, se estima que esa noche, la ocupación del local superaba las 3.000 personas La habilitación municipal de la disco permitía una capacidad de 1.037 personas, calculada, según la legislación local, a razón de **una persona por metro cuadrado de superficie ocupada por el público**”

³ Tradução livre do autor “ La entrada principal a la disco, se ubicaba sobre la acera y, a través de un corredor, permitía el acceso a tres puertas dobles que comunicaban con el interior. Cada puerta poseía un ancho total de 3 m. Existía una segunda salida, sobre la misma pared del frente del local, que sólo debería utilizarse en caso de incendio. Esta salida estaba constituida por un portón doble que comunicaba con la vía pública a través de un corredor. El ancho total del portón era 3 m y el portón poseía barras antipánico. Tanto las puertas de la entrada principal como el portón de salida adicional, abrían en sentido de la evacuación”

⁴Segundo o autor descreve que era “tradição o público usar fogos de artifício em show de rock e que diversos avisos foram dados ao público que os recebeu com vaias, inclusive o vocalista da banda alertou sobre isso antes do show.

estava aberta. Outros ocupantes se dirigiram para a segunda saída, todavia a sua barra antipânico estava presa com fios de arame e a porta estava trancada com chave e cadeado.⁵

Para o autor, é difícil determinar a importância relativa dos fatores que conduziram a grande perda de vidas nestes incêndios. Sem estabelecer, portanto, uma ordem de prioridade, os principais fatores citados pelo autor são:

- Lotação acima da capacidade;
- Uso de pirotecnia em ambientes fechados;
- Saídas de emergência fechadas;
- A existência de revestimento de espuma de poliuretano (com características propagantes ao fogo);
- A ausência de um sistema de sistema de chuveiros automáticos;

O autor por fim destaca que em relação ao revestimento acústico e chuveiros automáticos, os demais sistemas possuem algum tipo de regulamentação local. As mensagens de prevenção anunciadas antes do show constituem um reconhecimento dos riscos existentes. Novamente nos encontramos que não se trata de melhorar as normas e códigos tão-somente, mas deve-se criar uma consciência social a respeito do incêndio, Alvarez (2015, tradução nossa)⁶.

2.1.2 O caso da Boate Kiss

O caso da Boate kiss, conforme Beltrano e Estevam (2013, p.1):

A boate Kiss apresentava somente uma saída de emergência, que era a mesma de acesso a ela. Era formada por duas portas com vão de luz de 1,75m de largura e outra com 1,6m a outra, almofadadas internamente com espuma e couro sintético, e entre elas uma divisória central fixa de 1,0m. Como eram dois vãos de luz, frontalmente à boate eram colocados guarda-corpos metálicos para formar bretes ordenadores de fluxo. Na parte interna havia guarda-corpos metálicos separando espaços e ordenando o fluxo dos ocupantes. Estes guarda-corpos, tanto interna como externamente, foram elementos de obstrução à saída das pessoas na ocasião da desocupação, principalmente os frontais às portas de saída, cuja passagem era menor que a largura das duas portas. As paredes laterais e de fundo da boate ficavam justapostas às paredes dos prédios vizinhos, não havendo janelas ou outras saídas disponíveis.

⁵ Tradução livre do autor "Al hacerse notorio el incendio, los ocupantes intentan abandonar el local dirigiéndose a las puertas principales de ingreso. De las tres puertas dobles existentes en el acceso principal, sólo una puerta se encontraba abierta, permaneciendo las otras dos cerradas para facilitar el control del ingreso de público. Otros ocupantes se dirigen a la segunda salida, pero su barra antipánico se encontraba inhabilitada con alambres y la puerta estaba cerrada con cerrojo y candado".

⁶ Tradução livre do autor "Nótese que excepto los rociadores y el revestimiento acústico, el resto de las condiciones poseía algún tipo de reglamentación local y, además, son temas de sentido común. Los mensajes de prevención anunciados antes del concierto constituyen un reconocimiento de los riesgos existentes. Nuevamente nos encontramos que no se trata solamente de mejorar las normas o códigos aplicables, sino de crear una conciencia social respecto del incendio".

O prédio era totalmente fechado em todo o seu perímetro, inclusive na fachada, com exceção das referidas portas frontais justapostas de acesso e saída. A população máxima calculada no projeto era de 691 pessoas, e desconsiderando a letalidade do gás proveniente da combustão do revestimento acústico de poliuretano, a largura necessária de saída poderia ser considerada adequada. Mesmo assim, nesta situação para este tipo de ocupação, a saída de emergência com portas justapostas é totalmente inconcebível e jamais deveria ser considerada viável e aceita.

Ainda para Beltrano e Estevam (2013, p.4), tratando acerca da legislação do Rio Grande do Sul na época do incêndio, "A legislação estadual é claramente incompleta quanto às exigências de sistemas de controle de fumaça, quer seja pela aplicação de materiais de revestimento com características de pouca geração de fumaça, quer seja por sistemas naturais ou forçados de exaustão desta". Por fim, afirmam que:

Nos países mais desenvolvidos, os projetos para controle de fumaça são imprescindíveis, pois realmente previnem e proporcionam maior tempo para saída das pessoas. Este caráter preventivo supera muitas vezes até a ideologia interventiva de combate ao incêndio em seu desenvolvimento inicial pela aplicação, por exemplo, de sistema de chuveiros automáticos. (BELTRANO; ESTEVAM, 2013, p.4).

As informações descritas neste parágrafo são um resumo do que está contido no Relatório final da polícia civil da 1ª Delegacia de Santa Maria. Conforme o relatório centenas de pessoas foram ouvidas e este autor reuniu as informações contidas nos relatos que foram similares, colocando-as de forma como os principais itens que levaram a ocorrência de vítimas. A causa para a deflagração do incêndio foi a

[...] ação de um corpo ignescente, em contato com material combustível. No contexto do incêndio, o agente ignitor se mostrou compatível com o contato de um fragmento incandescente expelido por um artefato pirotécnico, com a espuma de poliuretano que revestia o forro do palco e o duto de ar condicionado" (POLÍCIA CIVIL DO RIO GRANDE DO SUL p.139).

Em relação às saídas de emergência o relatório final traz que

[...] a saída de emergência do imóvel, que coincidia com as portas de entrada/saída da edificação, possuía quatro unidades de passagem. Não estavam em consonância com a Tabela V da NBR 9077 que estabelece a necessidade de oito unidades de passagem para a área e população determinada para a edificação" (POLÍCIA CIVIL DO RIO GRANDE DO SUL p.141).

O relatório final da Polícia Civil traz como 241 o número de óbitos, todavia houve mais um óbito confirmado posteriormente, totalizando 242 óbitos.

Principais fatores que levaram ao elevado número de óbitos, citados no relatório final da Polícia Civil do Estado do Rio Grande do Sul (2013):

- sistemas preventivos inoperantes (o extintor de incêndio não funcionou);
- e que barras de ferro internas e externas atrapalharam o deslocamento das pessoas;
- saídas com dimensões inferiores a necessário (portas estreitas);
- uso de artefato pirotécnico em ambiente fechado;
- superlotação;
- materiais de acabamento propagantes ao fogo;
- produção de fumaça tóxica no incêndio;
- presença de veículos estacionados em frente à boate dificultando a evacuação.⁷

2.1.3 O caso da Boate The Station – Rhode Island – EUA

O material tomado por base para o estudo dessa boate é o “Report of the Technical Investigation of The Station Nightclub Fire, escrito por National Institute of Standard and Technology (NIST 2005).

O incêndio da Boate The Station em Rhode Island- Flórida – EUA, ocorreu em junho de 2003 vitimando 96 pessoas. A área total da boate era de 412 m². Houve queima de pirotecnia atingindo o isolamento acústico da boate, verificável no vídeo analisado adiante neste artigo. O número de pessoas no momento do incêndio foi reportado pela mídia como sendo entre 440 e 458, sendo que o limite da edificação era de 420 pessoas. Havia três saídas de emergência⁸. Incluindo as pessoas que saíram pelas janelas, após a entrada principal ter ficado intransponível, cerca de 2/3 das pessoas buscaram, inicialmente sair pela entrada principal.⁹ (NATIONAL INSTITUTE OF STANDARD AND TECHNOLOGY, 2005. p. xxvi, tradução nossa).

Devido a velocidade com que as chamas queimaram o isolamento acústico houve produção de fumaça tóxica, pânico generalizado e vitimações. Os principais fatores que analisados por este autor que levaram a vitimações foram:

- superlotação;

⁷ Relatado por N.P.S. p.14 do relatório final da Polícia civil. Esta informação é importante pois há normas internacionais que proíbem este estacionamento de veículos como é o caso do National Construction Code – Austrália.

⁸ Tradução livre do autor “The number of building occupants at the time of the fire was reported by the news media to range from 440 to 458; the occupant limit for a building similar to The Station nightclub would be around 420 persons according to the 2003 model codes. Three emergency exits were available”

⁹ Tradução livre do autor “Including the people who chose the windows only after the main exit became impassable, one could argue that as many as 2/3 of the occupants attempted (at least initially) to leave through the main entrance in the front of the building”

- saídas em dimensões insuficientes, ocorrendo o trancamento das pessoas;
- utilização de artefato pirotécnico em ambientes fechados;
- material de acabamento com características propagantes as chamas;
- ambiente com pouca iluminação;
- ausência de chuveiros automáticos.

Uma das recomendações que vale ressaltar é a de National Institute of Standard and Technology (2005. p. xxii, tradução nossa), recomenda que a NFPA 13, e para boates existentes quando com lotação de mais de 100 pessoas.

2.1.4 Outros casos de incêndios em boates

Os demais casos citados neste artigo estão relacionados com informações não oficiais, noticiadas em sites de jornais e outras fontes não científicas, servindo apenas de exemplo para o assunto. Os principais casos relacionados a partir de 2003, que foram compilados no site Wikipédia (2015) são:

- 2008 Boate Factory – Equador. 15 mortos e 35 feridos. Uso de fogos de artifício em ambiente fechado;
- 2008 Boate Wawang – 43 mortos e 88 feridos. Uso de fogos de artifício em ambiente fechado;
- 2009 Santika Club – Tailândia, com 66 mortos e 222 feridos. Uso de fogo de artifício em ambiente fechado;
- 2009 Lame Horse – Rússia, com 150 mortos e 160 feridos. Uso de fogo de artifício em ambiente fechado;
- 2015 Tawian – Boate Formosa Fun Coast – 14 mortos e 498 feridos. Explosão de pó, em uma festa de “cores”, com pó colorido, onde em fonte de calor se incendiou;
- 2015 Boate Colectiv em Bucharest – Romênia. 400 pessoas, 140 feridos e 32 mortos. Uso de fogos de artifícios em ambiente fechado.

Pode -se verificar que há vários casos correlatos ocorridos nos últimos 13 anos, o que significa que pouco tem se aprendido com os acontecidos.

2.2 TEMPO DE ESCAPE

As classificações de tempo de escape são fundamentais para se realizar uma análise técnica acerca do ocorrido em incêndios com vítimas, tratando cada fase com a importância devida a fim de se verificar os itens a serem trabalhados e estudados para evitar a perda de vidas em incêndios.

Para Araújo¹⁰ (2008, p.98):

¹⁰ Membro do G.S.I.- Grupo de Segurança Contra Incêndios do Núcleo de Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo – FAU-USP.

O tempo para escape completo (Tesc) da população de uma edificação é composto pelo somatório dos tempos decorridos do início da ignição até a detecção e o alarme ao fogo (Talarm), acrescido do tempo de pré-movimento, os quais incluem os tempos de reconhecimentos da existência do evento e de reação ao alarme para o início do abandono (Tpre), e o tempo da efetiva movimentação até a evacuação completa (Tmov).

O tempo limite, em que as condições de calor, chama, fumaça e insuficiência de oxigênio tornem a manutenção da vida humana insustentável, é o período limite de sustentabilidade da vida (Tls).

Logo, o Tesc deve ser inferior ao Tls, ou seja:

$$Tesc < Tls$$

onde, $Tesc = Talarm + Tpre + Tmov$.

Caso $Tesc > Tls$, haverá fatalidades.

Salienta-se que a linha do Tls pode ser trabalhada através, principalmente, do controle de materiais de acabamento, controle de fumaça, compartimentação e sistemas ativos como chuveiros automáticos. Ainda assim, quando pensamos em concentração de público, deve-se levar em conta não somente incêndio, mas sim pânico, como já descrito em casos onde não houve fogo mas pisoteamento de pessoas.

O conceito de tempos de evacuação no entendimento de Valentim e Ono (2006, p.3) possui um caráter particulado, pois:

[...] é importante compreender que o tempo total de abandono é composto por várias parcelas de tempo e que o tempo de caminhamento é somente uma delas. Faz-se necessário entender cada uma destas parcelas de tempo, pois se a somatória de tempos que precedem o caminhamento for muito alta, quando o ocupante decidir efetivamente iniciar o movimento, o limite tolerável pode ser mínimo, ou seja, os gases quentes e tóxicos podem já ter invadido as rotas de fuga ou o incêndio pode já ter se alastrado.

O tempo de abandono inclui:

Tempo de detecção do incêndio – pode ser curto quando as pessoas estão despertas no recinto em que iniciou o incêndio, ou longo se o incêndio ocorrer em sala distante da presença de pessoas e não houver sistema de detecção automática de incêndio. Neste caso, ao ser descoberto, o incêndio já terá se desenvolvido, gerado uma grande quantidade de fumaça ou gases tóxicos;

Tempo de alarme – depende das ações realizadas pelas pessoas que tomam conhecimento do incêndio ou das características dos sistemas de detecção e alarme;

Tempo de reconhecimento – mesmo soado o alarme muitas pessoas querem se certificar do que está havendo antes de decidir abandonar o local;

Tempo de resposta – algumas pessoas ainda vão executar certas tarefas antes de iniciarem o abandono. Estas tarefas podem ser de caráter pessoal ou tarefas necessárias referentes a algum tipo de

processo produtivo. A soma do tempo de reconhecimento e de resposta é denominada de tempo de pré-movimento;
Tempo de caminhamento – é aquele efetivamente gasto no deslocamento da saída. Inúmeros fatores influem neste tempo como o estado físico e mental das pessoas e a idade, entre outros. Este é o tempo que está relacionado às distâncias de caminhamento citadas nas normas e regulamentações (VALENTIN; ONO, 2006, p.3).

Com base nessas descrições de tempo, é que será realizada a análise da boate “The Station” no item 2. 5.

2. 3 DIMENSIONAMENTO DAS SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

O comportamento humano em incêndios nos EUA tem sido negligenciado desde a metade dos anos 80. Os países que lideram este campo crítico de pesquisa atualmente são: Austrália, Canadá, Grã Bretanha, Japão, Nova Zelândia, Irlanda do Norte, Noruega e Suécia. (VALENTIN; ONO, p. 2, 2006). Disto demanda a necessidade por buscar fontes referenciais como as Normas Australianas, Código Europeu, Norma Inglesa, além da NFPA e compará-las como o que temos no Brasil e Santa Catarina. Para este artigo foram pesquisadas apenas o NCC da Austrália e NFPA 101 como fontes externas.

2.3.1 Unidades de Passagem

O conceito de unidade de passagem considera o fluxo linear de pessoas, como se elas estivessem formando uma fila com velocidade de deslocamento igual. A NBR 9077 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001) e Instrução Normativa 009 (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2013) traz como unidade de passagem a dimensão de 0,55m. Isso significa dizer que cada unidade de passagem seria suficiente para que uma pessoa passasse ou uma fila de pessoas através desta dimensão. Para dimensões intermediárias entre as unidades de passagem, seriam como lacunas não existentes, de modo que não existem unidades de passagens parciais entre as unidades inteiras. Desta forma as análises deste artigo serão realizadas em unidades de passagem, sendo cada uma delas equivalente a 0,55m.

Unidade de passagem é uma fila de pessoas conforme Faillace (1991), e em 1991, a utilização do conceito de unidades de passagem já era polêmico no Canadá e Estados Unidos.

Conforme Predtechenskii (1978 apud COELHO, 1997, p. 35) a largura média das pessoas no inverno é de 0,5m, possuindo como projeção horizontal 0,125m². Kendik (1985 apud COELHO, 1997, p. 35) apresenta um valor médio de 0,192m² para a projeção horizontal de uma pessoa. Conforme já mencionado, as unidades de passagem hoje consideradas no

Brasil são 0,55m. Assim sendo, tomando por base a espessura das pessoas segundo Predtechenskii (1978 apud COELHO, 1997), que é 0,32m, a superfície seria de 0,176m².

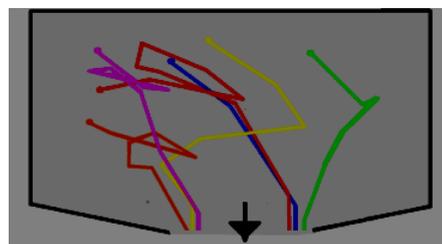
Moraes (2014), em experimento prático, constata que o fluxo nas saídas finais (portas) quando em vãos livres, não provenientes de corredores, se torna turbulento. Cada cor indicada na figura 1 abaixo demonstra um marcador indicado antes de uma saída de emergência. Já a figura 2 demonstra sua trajetória realizada devido ao movimento das massas antes de sair.

Figura 1 - Visualização ao do efeito de turbulência



Fonte: Moraes (2014, p.59)

Figura 2 - Análise das trajetórias individuais devido ao efeito de turbulência.



Fonte: Moraes (2014, p.60)

Estes testes foram realizados com densidades de até 4 pessoas por metro quadrado e com saídas com duas unidades de passagem.

2.3.2 Movimentos e Deslocamentos de Pessoas

Coelho (1997, p. 35) afirma que "a densidade de ocupação é um dos factores com maior influência no movimento de pessoas podendo considerar-se os seguintes tipos de movimento, em função desta densidade". Para tanto realiza observações que relacionam a densidade ao movimento das pessoas conforme a densidade ocorrida, classificando em 6 diferentes densidades (a-f).

- a) Movimento livres (densidade entre 0 e 0,05m²/m²). Nesta situação, em que se tem aproximadamente uma pessoa por 2m², verifica-se que há um movimento livre sem qualquer contato entre elas. Estamos na presença do que podemos chamar de movimento livre.
- b) Movimento confortável (densidade entre 0,05 e 0,15m²/m²). Nesta situação em que se tem entre 1 a 2 pessoas por m², verifica-se ainda que não existe contato entre as pessoas, podendo considerar-se um movimento confortável.
- c) Movimento sem contato (densidade entre 0,15 e 0,4m²/m²). Nesta situação que se tem entre 2 e 4 pessoas por m², ainda não se verifica o contato entre as pessoas e, teoricamente, o fluxo continua a aumentar. Podemos dizer que nestas condições o movimento é normal.

d) Movimento compacto (densidade entre 0,4 e 0,75m²/m²). Nesta situação, em que se tem entre 4 e 6 pessoas por m², verifica-se que o fluxo atinge, teoricamente, o valor máximo para D=0,75m²/m², verificando-se a partir deste valor o decréscimo do fluxo, devido a formação de um grupo compacto.

e) Movimento fortemente condicionado (densidade entre 0,75 e 0,92m²/m²). Nesta situação, em que se tem entre 6 e 8 pessoas por m², o fluxo passa a ter um menor valor, verificando-se fortes compressões entre as pessoas. Esta é uma situação que deve ser evitada pelo que os espaços devem se dimensionados por forma a evitar que ela seja atingida.

f) Movimento impossível (densidade maior do que 0,92m²/m²) Situação em que se tem mais de 8 pessoas por m², representando um elevado perigo, dado ser praticamente impossível o deslocamento dessas pessoas, existindo fortes possibilidades de conduzir ao pânico.

Essa informação é de suma importância pelo seguinte. Propõe-se que as pessoas não desejam frequentar casas noturnas com pouca densidade, no conceito de “este lugar é fraco, dá pouca gente”. Há ocasiões em que, dentro de uma casa noturna as pessoas não conseguem transitar facilmente, p.ex: atravessar a pista de dança para ir aos banheiros e/ou bares, devido a grande densidade de pessoas. Para isso, é certo que já há restrição de movimentos, estimando, este autor, que nessas situações a densidade já atingiu 4 ou mais pessoas por metro quadrado. Isso fica visível nos experimentos realizados por Moraes (2014), onde este autor trabalhou com densidades de 0,5 à 4 pessoas por metro quadrado.

2.3.3 O que dizem algumas das Principais Normas atuais

As principais normas analisadas são a NFPA 101, pois foi revisada após o incêndio na boate “The Station”, o National Construction Code da Austrália pois é originário de um país citado por Valentin e Ono (2006) como um dos líderes mundiais em estudo de comportamento humano em incêndios, a NBR 9077/01 pois é uma referência usada como base para as normatizações da maioria dos Estados do Brasil e a por último a IN 009 do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, por ter sido revisada em 2014, já incorporando alguns itens de normas internacionais mais atuais, assim com estudos científicos realizados recentemente.

2.3.3.1 NFPA 101. A National Fire Protection Association (2012) traz hoje o cálculo de dimensionamento para locais de reunião de público limitando, na pior condição (Uso com concentração de pessoas, sem assento fixo¹¹) 0,65m²/pessoa, ou seja, aproximadamente 1,5p/m².

¹¹ Tradução livre do autor, da tabela 7.3.1.2 da NFPA 101.

Tabela 1 - Fator de ocupação, limitando a 1,5p/m².

Table 7.3.1.2 Occupant Load Factor		
Use	(ft ² /person) ^a	(m ² /person) ^a
Assembly Use		
Concentrated use, without fixed seating	7 net	0.65 net
Less concentrated use, without fixed seating	15 net	1.4 net

Fonte: National Fire Protection Association (2012, p.74)

A National Fire Protection Association (2012, p.100, tradução nossa) traz em seu item 4.5.3.1 o número mínimo de saídas de emergência para edificações em geral, afirmando que “duas saídas de emergência é o mínimo que cada edificação, estrutura, entre outros, devem possuir” (...) “as duas saídas devem ser locadas para minimizar a possibilidade de que as duas estejam inacessíveis para a mesma emergência”.¹² Ainda nos itens subsequentes 4.5.3.2 e 4.5.3.3 exige que as saídas devem ser mantidas desobstruídas e que deverão ser claramente visíveis ou a rota de fuga para cada saída deve estar perceptivelmente indicada.¹³ Dado isso, confirma através da figura A.7.5.1.3.2 p. 101, que a distância mínima entre as duas saídas é igual a metade da diagonal da área considerada.

Para a quantidade de saídas de emergência a NFPA 101 complementa em seu item 7.4.1.2 que para edificações com populações entre 500 e 1000 pessoas no mínimo 3 saídas e, acima de 1000 pessoas, no mínimo 4.

2.3.3.2 NBR 9077/01. A NBR 9077 traz em seu item 4.4.1.1 que “a largura das saídas deve ser dimensionada em função do número de pessoas que por elas deva transitar” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993, p. 5). Além disso no item 4.4.2, afirma que as “larguras mínimas das saídas, em qualquer caso, devem ser as seguintes: a) 1,10m, correspondendo a duas unidades de passagem e 55cm, para as ocupações

¹² Tradução livre do autor. “Number of Means of Egress. Two means of egress, as a minimum, shall be provided in every building or structure, section, and area where size, occupancy, and arrangement em-danger occupants attempting to use a single means of egress that is blocked by fire or smoke. The two means of egress shall be arranged to minimize the possibility that both might be rendered impassable by the same emergency condition”.

¹³ Tradução livre do autor. “Unobstructed Egress. In every occupied building or structure, means of egress from all parts of the building shall be maintained free and unobstructed. Every exit shall be clearly visible, or the route to reach every exit shall be conspicuously indicated.

em geral [...]”. Trazendo ainda como cálculo de população previsto no item 4.4.1.2

A largura das saídas, isto é, dos acessos, escadas, descargas, e outros, é dada pela seguinte fórmula:

$$N = \frac{P}{CA}$$

Sendo N = número de unidades de passagem, arredondado para número inteiro, P = população, conforme coeficiente da Tabela 5 do Anexo e critérios das seções 4.3 e 4.4.1.1 e C = capacidade da unidade de passagem, conforme Tabela 5 do Anexo. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993, p. 5).

Desta forma, define na tabela 5 do anexo que: para ocupações do tipo F6 - Boates e clubes noturnos em geral, salões de baile, restaurantes dançantes, clubes sociais e assemelhados, a densidade permitida é de $2p/m^2$, fazendo ressalvas para as áreas de cozinhas e suas áreas de apoio, onde admite $7p/m^2$ de área. Por fim define que a capacidade de acesso para saídas do grupo F-6 é de 100 pessoas/ unidade de passagem.

Já para caminhamento a NBR 9077 define que o caminhamento é de 30m, para o grupo F-6, quando em saída única e com a presença de chuveiros automáticos.

2.3.3.3 Normas de Segurança Contra Incêndio de Santa Catarina. A Instrução Normativa número 009/DAT/CBMSC (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2014) define o cálculo similar ao da NBR 9077, (fórmula $N=P/Ca$), possuindo como diferenças:

I - considera a área total da edificação para fins de cálculo de população, incluindo áreas de apoio;

II - traz como caminhamento para locais de reunião de público 25m, considerado o ponto mais distante até a saída de emergência;

III - define ainda que na fachada da entrada principal deverá possuir de 50 a 70% da locação das saídas de emergência, além do distanciamento mínimo entre as portas de saída, que para estas ocupações serão de no mínimo duas conforme os critérios definidos pelo art. 63 inciso IV:

IV - para edificações de reunião de público com concentração de público:

a) com área total construída até $100m^2$, deverão possuir no mínimo, duas portas de saída, sendo que uma delas deverá ter a largura mínima de 1,2m;

b) com área total construída superior a $100m^2$ e até $400m^2$, deverão possuir no mínimo, duas portas de saída, sendo que uma delas deverá ter a largura mínima de 2m, e as demais portas complementares conforme a necessidade do dimensionamento;

c) com área total construída superior a $400m^2$, deverão possuir no mínimo, duas portas de saída, sendo que uma delas deverá ter a

largura mínima de 2m, e as demais portas complementares com largura mínima de 1,20m. (CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA, 2014).

2.3.3.4 Norma Australiana (National Code Construction – NCC – 2011). Em seu item D1.2 define que toda edificação com o cupação de reunião de público (incluídas as boates e clubes noturnos) deve possuir no mínimo duas saídas e pelo menos uma saída em cada pavimento¹⁴. Além disso define em seu item D1.4 que para saídas únicas, o caminhamento será de até 20m, já para quando há duas saídas o caminhamento será de até 40m.¹⁵ Além desses itens, em seu item D1.10 a) define que as saídas não devem possuir bloqueios em suas descargas, e caso necessário, devem ser previstas barreiras para bloquear o estacionamento de veículos. Já em seu item b) a largura mínima da saída final será igual a exigida conforme dimensionamento da população prevista, sendo nunca menor do que 1m. Em edificações de reunião de público com auditórios com mais de 500 pessoas não mais do que 2/3 da largura total das saídas deverá estar locada na entrada principal¹⁶.

A densidade permitida para bares e pistas de dança por essa norma é de 0,5m²/pessoa ou seja 2 pessoas/m², conforme a tabela D1.13. Coloca ainda como obrigatoriedade para Clubes noturnos controle de fumaça automático; chuveiros automáticos de resposta rápida; desligamento automático da ventilação não ligada a exaustão de fumaça, conforme o item EP2.2, além disso afirma que para a rota de fuga: a temperatura não poderá colocar a vida humana em risco, o nível de visibilidade deverá ser mantido e o nível de toxicidade da fumaça não pode causar riscos a vida humana. (NATIONAL CODE CONSTRUCTION – NCC – 2011, tradução nossa).

2. 4 VELOCIDADES DE DESLOCAMENTO E FLUXOS DE PESSOAS

Conforme Abolins, Nomellini e Bianchini (2008 p. 103), considerando que as dimensões médias de uma pessoa ela ocupa cerca de 0,95m lineares, propõe que a velocidade de deslocamento de pessoas é de 76m/min e situações normais e de 45m/min em situações com restrição de mobilidade. “Quando o movimento tem uma restrição aproximando-se dos 45metros por minuto, é quando se originam os contatos físicos, onde os espaços são disputados pela força física, causando lesões e dando origem

¹⁴ Tradução livre do autor “Every building must have at least one exit from each storey”

¹⁵ Tradução livre do autor “ no point on a floor must be more than 20 m from an exit, or a point from which travel in different directions to 2 exits is available, in which case the maximum distance to one of those exits must not exceed 40 m;

¹⁶ Tradução livre do autor “(a)An exit must not be blocked at the point of discharge and where necessary, suitable barriers must be provided to prevent vehicles from blocking the exit, or access to it. (b) If a required exit leads to an open space, the path of travel to the road must have an unobstructed width throughout of not less than— (i) the minimum width of the required exit; or (ii) 1 m. (f) n a Class 9b building containing an auditorium which accommodates more than 500 persons, not more than 2 / 3 of the required width of exits must be located in the main entrance foyer.

ao pânico”. Afirma ainda que na velocidade de 76 metros por minuto o fluxo na horizontal é de “88 pessoas por minuto por unidade de passagem”, resultando num fluxo de 1,466 pessoas/segundo x unidade de passagem. (ABOLINS; NOMELLINI; BIANCHINI, 2008, pg03). Para velocidades em restrições 45m/min este autor não descreve o fluxo.

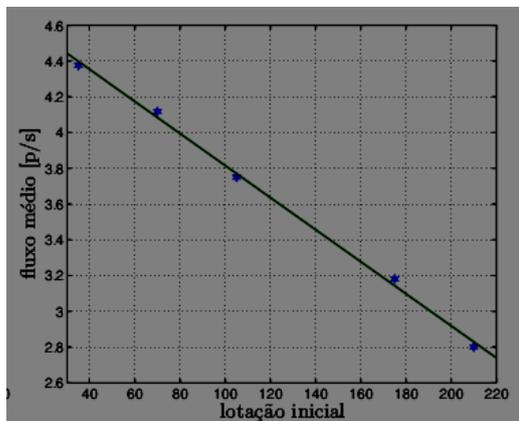
Para Coelho (1997) o Fluxo Total “representa o número de pessoas que passa numa determinada secção transversal do caminho de evacuação, por unidade de tempo” (COELHO, A. L. (1997) p. 42. Propõe, desta forma, a seguinte equação:

$$F = V \cdot D \cdot L$$

onde V equivale a velocidade do movimento (m/s), D equivale a densidade (pessoas/m²) e L equivale a Largura da seção em causa (m), resultando na unidade pessoas/segundo. Trazendo isso para o conceito de unidades de passagem com 0,55m, considerando a velocidade sem restrição que é de 76m/min¹⁷, temos um fluxo de 1,466 pessoas/segundo x unidade de passagem.

Para Moraes, (2013) o fluxo e pessoas, conforme experimento prático, relacionado a densidade, descreve-se conforme o gráfico e tabela a seguir:

Gráfico 1 – Fluxo médio conforme a lotação (70m² e saída com 2u.p) ¹⁸



Fonte: Moraes (2014 p.55)

Tabela 2 - Lotação, densidade populacional, tempo de evacuação e fluxo médio através da saída – 2up.¹⁹

Ensaio	P	D [p/m ²]	t _{evac} [s]	J _{evac} [P/s]
A	35	0,5	8	4,375
B	70	1,0	17	4,118
C	105	1,5	28	3,750
D	140	2,0	36	3,889
E	175	2,5	55	3,182
F	210	3,0	75	2,800
G	280	4,0	84	3,333

Fonte: Moraes (2014 p.53)

Moraes (2014), propõe que os dados contidos nas amostras D e G sejam pontos fora da curva, desta forma, o valor de fluxo definido neste artigo para este autor será a ponderação entre 3,750 e 3,182, resultando em 3,46 pessoas por segundo x 2u.p. ou 1,73 pessoas por segundo x unidade de passagem.

¹⁷ Velocidade proposta por ABOLINS 2008, aplicada a fórmula de COELHO 1997,

¹⁸MORAES W, considerou a área de 70m², em experimento real, com saídas de emergência com 1,12m (2 u.p.).

¹⁹MORAES W, considerou as amostras D e G, como pontos fora da curva.

Este autor ainda afirma como resultado de seu estudo “que densidades superiores a 2 p/m² já apresentam grande ocorrência dos fenômenos de multidão, que no mínimo, podem ser responsáveis por lesões nas pessoas durante evacuações desordenadas” (MORAES, 2014, p. 74).

2.5 ANÁLISE DA BOATE THE STATION

Um dos pontos mais importantes para esse exemplo ser a linha mestra que guia este artigo é o fato de o evento ter sido inteiramente filmado, TVL Broadcasting© (2012), sendo possível realizar uma análise técnica, realizando a divisão dos tempos conforme proposto por Araújo (2008). Não obstante a National Institute of Standard And Technology (2005), também analisa o evento, trazendo informações importante acerca dos tempos de evacuação.

De acordo com National Institute of Standard And Technology (2005 p. 19) em menos de 90 segundos após a ignição da espuma presente acima do palco, as condições a 5,5m de distância e a mais de 1,5m de altura eram letais¹. Além disso, “o número de ocupantes na hora do incêndio era de 440 à 458, sendo permitido pela legislação em 2003 o total de 420 pessoas”²⁰.

Os dados acima descritos podem ser confirmados pelos “frames”²¹ realizados no estudo do evento realizado por National Institute of Standard And Technology, (2005). Para este artigo, interessa apenas os “frames” dos momentos relacionados aos conceitos já tratados por Valentin e Ono (2006) e Araújo (2008) no item 2.1. Para tanto o vídeo analisado neste artigo é o de TVL Broadcasting© (2012), tendo sido a criação e análise dos “frames” realizadas por este autor. Desta forma temos:

Tabela 3 – Análise dos tempos do incêndio da Boate “The Station” conforme os tempos propostos por Valentin e Ono, 2006 e Araújo 2008				
Momento	Início da Ignição T zero	T alarm	T pre	Tmov
Tempo em segundos (“)	0”	5” 11” 14”	25”	1’06” 1’42”

*O tempo para escape completo (Tesc) da população de uma edificação é composto pelo somatório dos tempos decorridos do início da ignição até a detecção e o alarme ao fogo (Talarm), acrescido do tempo de pré-movimento, os quais incluem os tempos de reconhecimento da existência do evento e de reação ao alarme para o início do abandono (Tpre), e o tempo da efetiva movimentação até a evacuação completa (Tmov).
Fonte: Do autor

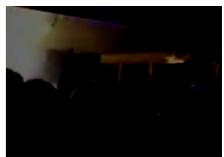
¹ Tradução livre do autor “In less than 90 seconds after ignition of foam at the corner of the reconstructed drummer's alcove, conditions in the middle of the room (5.5 m, or 18 ft, away) at head height (1.5 m, or 5 ft, above the floor) were found to be lethal”.

²⁰ Tradução livre do autor “The number of building occupants at the time of the fire was reported by the news media to range from 440 to 458; the occupant limit for a building similar to The Station nightclub would be around 420 persons according to the 2003 model codes”.

²¹ Congelamento da imagem de vídeo a qual é formada por quadros, o que aparece é o “frame”, similar a uma foto daquele momento instantâneo.

O tempo limite (TIs), onde as condições de calor, chama, fumaça e insuficiência de oxigênio tornaram a manutenção da vida humana insustentável dentro da boate foi (já relatado como sendo menos de 90", fica definido como 1'30", relacionado com o citado na investigação realizada por National Institute of Standard And Technology, (2005), corroborado pelas imagens de vídeo de TVL Broadcasting© (2012), onde no instante 1'30" a fumaça havia tomado todo o ambiente e esta saía por todas as janelas dos ambientes.

Quadro 1 – Congelamento dos "frames" do vídeo do incêndio da Boate "The Station" T0 - T14"

				
Início do show pirotécnico com fogos de artifício.	Início da ignição do incêndio T = 0"	T alarm 5" - algumas pessoas percebem o incêndio em sua fase inicial e tentam apontar para o vocalista da banda	T alarm 11" - o câmera começa a se deslocar em direção a saída	T alarm 14", um dos cidadãos começa a gritar e indicar para que os demais ocupantes deixem a edificação.
Fonte: do autor				

Quadro 2 - Congelamento dos "frames" do vídeo do incêndio da Boate "The Station" T25 - T1'42"

				
T = 25" Todas as pessoas começam a se deslocar para as saídas	T= 54" O câmera deixa a edificação	T = 1'06" a Fumaça atinge a porta de saída, tomando toda a edificação	T = 1'30" a Fumaça sai pelas janelas externas da edificação	T = 1'42" as pessoas ficam trancadas na saída principal.
Fonte: do autor				

Pela análise do caso real, conforme os tempos propostos, depende-se que $T_{alarm} + T_{pre} + T_{mov} < TIs$, havendo portanto óbitos.

2.4 ANÁLISE DA BOATE KISS CONFORME OS DADOS OBTIDOS NA ANÁLISE DA BOATE THE STATION

De acordo com essa análise, tem-se o tempo de 1'30", equivalente a 90" como limite máximo ao tempo em que todos os ocupantes deveriam ter deixado a edificação. Corroborado com esta informação há um vídeo da fase inicial do incêndio na boate Kiss, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Cn9VT830nGk>, não sendo colocado como foco neste trabalho pois possui apenas 60 segundos até que o ambiente fique escuro devido a fumaça, há perda do áudio e há incerteza sobre o momento exato do início do fogo e do TIs, não se podendo realizar uma análise do caso apenas através do mesmo.

O tempo limite para a análise do caso da boate Kiss, portanto será o mesmo de 90" ocorrido na Boate "The Station", em cruzamento com os fluxos propostos por Coelho (1997), Abolins, Nomellini e Biachini (2008) e Moraes (2014). Para tanto, foi criada a tabela 4, a qual cruza as informações de fluxo cruzadas com os dimensionamentos previstos na NBR 9077/01 e na IN 009/DAT/CBMSC. As densidades consideradas foram a de duas pessoas por metro quadrado, área física da boate Kiss de 691m², e população de 1200 pessoas (população estimada dentro da boate no momento do incêndio²²), e uma abertura de 5 unidades de passagem, descrita anteriormente por Beltrano e Estevam (2013)²³. A coluna da NBR 9077 considera 8 unidades de passagem²⁴ e a IN 009/DAT/CBMSC considera 13, por prever a área bruta total para fins de cálculo.

²² Esta informação é incerta. Conforme o relatório da polícia civil há relatos que variam entre 1000 e 1500 pessoas. O valor de 1200 foi o valor informado pelo relato da página 22, do relatório final da polícia civil por um ex-funcionário de nome I.H.F que afirmou ser comum essa lotação.

²³ O relatório da polícia civil que contém o laudo do IGP afirma que havia apenas 4 unidades de passagem, todavia a informação de ordem técnica repassada pela análise realizada pelo CREA/RS pelos Engenheiros BELTRANO E ESTEVAM afirmam que era 5 unidades de passagem. Tal valor é o utilizado para realizar o cálculo de fluxo na tabela 4.

²⁴ Essa informação é descrita na perícia de incêndio, contida no relatório final da polícia civil p. 141. Não tendo sido analisado por este autor o atendimento da boate kiss à NBR 9077, pois esta fala em "áreas de apoio" excluídas do compto para a população total, considerando 1p/7m² para essas áreas.

Tabela 4 – Tempos de evacuação em segundos (")				
Autores	Fluxo (pessoas/segundo x unidade de passagem)	BOATE KISS Tempo total de escape.	O que deveria ter pela NBR 9077 - 8 u.p.25	O que deveria ter pela IN009/CBMSC 13 u.p.
COELHO	1,46 *	164"	102"	63"
COELHO	0,86**	279"	174"	107"
ABOLINS	1,46 ***	164"	102"	63"
MORAES	1,73****	141"	87"	54"

* Fórmula de fluxo proposta por COELHO, aplicada a velocidade sem restrição (76m/min), densidade linear de 0,95m e densidade de 2p/m².

** Fórmula de fluxo proposta por COELHO, aplicada a velocidade com restrição (45m/min), densidade linear de 0,95m e densidade de 2p/m².

*** Fluxo proposto de 88 pessoas/min/unidade de passagem, que equivale a 1,46 pessoas/segundo/unidade de passagem.

**** Fluxo de experimento prático realizado, validado por software, vide MORAES, W. 2014.

Com base na tabela 4 pode-se depreender o seguinte:

a) Pelos fluxos considerados sem restrição, propostos por Abolins, Nomellini e Biachini (2008) e Coelho (1997), além dos testes práticos realizados por Moraes (2014), o dimensionamento previsto pela IN 009/DAT/CBMSC atenderia ao tempo limite (TIs) que é o período limite de sustentabilidade da vida. Já para a NBR 9077 apenas o fluxo proposto por MORAES atenderia ao tempo limite de 90".

b) A norma que garantiu o menor tempo de evacuação em todos os fluxos propostos foi a IN009/DAT/CBMSC, por possuir mais unidades de passagem nas saídas de emergência.

c) Para o fluxo com restrição de movimentos previsto por ABOLINS aplicada a fórmula de Coelho (1997)** , nenhuma das normas atenderia ao tempo limite de 90".

d) Para a boate Kiss, contendo 5 unidades de passagem, os tempos limites (TIs) foram excedidos em 50", 74" e 189" conforme os fluxos previstos, ocasionado o óbito de pessoas.

e) Para a aplicação com restrição de movimento (45m/min) proposta por Abolins, Nomellini e Biachini (2008), aplicada à fórmula de Coelho (1997), nem a NBR 9077, nem a IN009/DAT/CBMSC atenderiam ao tempo limite de 90". Há algumas considerações que podem ser feitas acerca disso, uma delas é que a velocidade com restrições de movimento não corresponde à realidade; este autor não ter encontrado a fonte primária

²⁵ Essa informação é descrita na perícia de incêndio, contida no relatório final da polícia civil p. 141. Não tendo sido analisado por este autor o atendimento da boate kiss à NBR 9077, pois esta fala em "áreas de apoio" excluídas do compto para a população total, considerando 1p/7m² para essas áreas.

desta velocidade, não podendo afirmar se se tratava de restrições em aberturas ou restrições devido ao aumento da densidade de pessoas, podendo se tratar de uma mera estimativa de valor.

A boate The Station teve um tempo limite de 90". A boate Kiss teríamos que ter dimensões de saídas maiores, o que não foi atendido no caso prático.

2.6 PRINCIPAIS FATORES QUE LEVARAM AS VITIMAÇÕES

Os fatores encontrados nos casos e bibliografias estudados são: superlotação; saídas em dimensões insuficientes e/ou com dimensões inferiores a necessário (portas estreitas) e/ou fechadas (trancadas ou barradas durante os eventos); utilização de artefato pirotécnico em ambientes fechados; material de acabamento com características propagantes as chamas; ambiente com pouca iluminação/ventilação; materiais de acabamento propagantes ao fogo; produção de fumaça tóxica no incêndio; obstrução das descargas com presença de veículos estacionados ou barras metálicas definidoras de fluxos; sistemas preventivos inoperantes; ausência de chuveiros automáticos e ausência de sistema de controle de fumaça.

2.7 PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS DA NORMA ATUAL E SUGESTÕES DE ALTERAÇÕES.

Para as normas pesquisadas tem-se como principais apontamentos positivos e negativos como se segue.

2.7.1 NFPA 101

Positivos: Define as duas saídas de emergência como o mínimo e define as distâncias mínimas entre as duas saídas como sendo igual a metade da diagonal da área considerada. Complementa que para populações entre 500 e 1000 pessoas no mínimo 3 saídas e, acima de 1000 pessoas, no mínimo 4.

Negativos: Usa $1,5p/m^2$ para o cálculo, podendo subestimar o público que o proprietário da edificação vai colocar no caso real.

2.7.2 NCC – Austrália

Positivos: mínimo de duas saídas e pelo menos uma saída em cada pavimento. As saídas não devem possuir bloqueios em suas descargas, e caso necessário, devem ser previstas barreiras para bloquear o estacionamento de veículos. Em edificações de reunião de público com auditórios com mais de 500 pessoas não mais do que 2/3 da largura total das saídas deverá estar locada na entrada principal. A densidade permitida

para bares e pistas de dança por essa norma é de $0,5\text{m}^2/\text{pessoa}$ ou seja $2\text{ pessoas}/\text{m}^2$, aumentando a largura total das saídas. Obrigatoriedade de controle de fumaça e chuveiros automáticos.

Negativos: não encontrados.

2.7.3 NBR 9077/01

Positivos: Exigência de no mínimo de duas saídas;

Negativos: Não fala no distanciamento mínimo entre as duas saídas apenas que devem ser o mais distante uma da outra; exclui as áreas de apoio no compto da área total para fins de cálculo de população e largura das saídas, ocasionando uma menor largura das saídas de emergência;

2.7.4 IN 009/DAT/CBMSC

Positivos: Define larguras mínimas para diferentes áreas. Define distanciamento mínimo entre as saídas conforme a NFPA 101. Define que entre 50 e 70% das saídas deverão estar na fachada principal da edificação. Considera a área bruta para fins de cálculo de população e largura das saídas, prevendo saídas mais largas.

Negativos: SC ainda não possui normas de Controle de fumaça, consideradas tão, se não mais importantes que as de chuveiros automáticos.

2.7.5 Outras Considerações com base nos estudos realizados

A National InstituteOfStandard And Technology afirma que cerca de 2/3 das pessoas buscaram, inicialmente sair pela entrada principal e recomendou a alteração no sentido da obrigatoriedade da instalação de Chuveiros automáticos para boates novas, independentes do tamanho, e para boates existentes quando com lotação de mais de 100 pessoas.²⁶

3 CONCLUSÃO

Verifica-se com este artigo que há problemas de ordem real com o dimensionamento atualmente proposto pela NBR 9077 (1993), por principalmente desconsiderar as áreas de apoio no dimensionamento da população e conseqüente largura das saídas de emergência. Logicamente que isso dependerá dessas áreas. Já para a IN 009 do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (2014), por considerar a área bruta possui uma largura maior exigida. O questionamento de que a população será maior não é verdadeiro, pois a quantidade de pessoas dentro de uma boate será, no caso real, sempre definida pelo proprietário do local que deixará entrar

²⁶Esta informação de já ou não alteração não foi confirmada por este autor.

tantas pessoas quanto ele quiser, não respeitando o dimensionamento previsto. Há ainda o que se revisar e alterar, principalmente em relação a quantidade de saídas de emergência conforme a lotação, obrigatoriedade de sistemas de controle de fumaças e chuveiros automáticos, dentro determinados parâmetros.

Ao analisar o tempo de evacuação da Boate "The Station" verificou-se que o TIs foi menor do que o Tevac, ocasionado óbitos. O TIs resultante na Boate "The Station" aplicado a boate Kiss resultou em uma avaliação similar dos dois casos, que aplicadas a fluxos de pessoas dos autores Coelho (1997), Abolins, Nomellini e Biachini (2008) e Moraes (2014) foi possível analisar o atendimento ou não das larguras pela NBR 9077 e IN 009/DAT/CBMSC.

Por fim os principais fatores que corroboraram para o pânico e vítimas foram extraídos e definidos, podendo citar como principais: superlotação, materiais propagantes as chamas e resultantes em fumaça tóxica, dimensões inferiores as necessárias, entre outros, assim como a verificação dos principais itens das normas mais atuais, identificando os pontos positivos e negativos para definir alterações normativas.

Há necessidade de revisão das normativas citadas para que haja uma conexão entre o que está exigido pelas normas e o que a realidade tem apresentado.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, E. D. Incendio en la Disco Cromañon. **NFPA Journal Latino Americano**. Lugares de Reunión Pública, Discotecas & Egreso, 2015. Disponível em : <<http://www.nfpajla.org/es/archivos/edicion-impresia/lugares-de-reuniones-publicas-discotecas/775-incendio-en-la-disco-cromanon>>. Acesso em: 15 nov. 2015.

ARAÚJO, J. M. F. Comportamento Humano em Incêndios. In: SEITO, A. I. et al (Orgs.). **A Segurança Contra Incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008. p. 93-100.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9077**: Saídas de Emergência em Edifícios: fixa as condições exigíveis que as edificações devem possuir. Rio de Janeiro, 2001.

AUSTRALIAN BUILDING CODES BOARD. **Building Code of Austrália 2011 class 2 to class 9**: fix the minimum necessary standards of relevant health, safety (including structural safety and safety from fire), amenity and sustainability objectives efficiently. Austrália, 2011).

BELTRANO, T.; ESTEVAM, E. **Relatório Técnico da Comissão Especial do CREA da análise do Sinistro na Boate Kiss**. Santa Maria, RS, 2013.

CERVO, L.; BERVIAN, P.; DA SILVA, R. **Metodologia Científica**. 6.ed. São Paulo: Pearson, 2007. 162 p.

COELHO, A. L. **Modelação Matemática da Evacuação de Edifícios Sujeitos à Acção de um Incêndio**. 1997, 404 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Lisboa, Portugal, 1997.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. Diretoria de Atividades Técnicas. **Instrução Normativa 009/DAT/CBMSC**. Estabelece e padroniza critérios de concepção e dimensionamento do Sistema de Saídas de Emergência. Florianópolis, 2014. Disponível em: <http://www.cbm.sc.gov.br/dat/images/arquivo_pdf/IN/IN_29_06_2014/IN_09.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2015.

FAILLACE, R. R. **Escadas e Saídas de Emergência**. Porto Alegre: Editora Sagra, 1991.

POLÍCIA CIVIL DO RIO GRANDE DO SUL. **Relatório final do Inquérito Policial N°94/2013/150501 da polícia civil da 1ª Delegacia de Santa Maria**, RS 2013.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARD AND TECHNOLOGY. **Report of the Technical Investigation of The Station Nightclub Fire** . U.S.: NIST, 2005.

MORAES, W. A. de. **Estudo da Obstrução das Saídas de Emergência Durante a Evacuação Urgente Sob Elevada Densidade Populacional**. 2014, 95 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina 2014.

WIKIPEDIA. **List of nightclub fires**. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_nightclub_fires>. Acesso em: 16 nov. 2015.

TVL Broadcasting©. **The Station nightclub fire**. 2012. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=OOzfq9Egxeo>>. Acesso em: 16 nov. 2015.

SAUNDERS, Mark; LEWIS, Philip; THORNHILL, Adrian. **Research Methods for Business Students**. Third edition. England: Prentice Hall, 2003.