SISPRED 2023
XV SIMPÓSIO NACIONAL DE SISTEMAS PREDIAIS
BOAS PRÁTICAS, INOVAÇÃO, DESEMPENHO E SUSTENTABILIDADE
19 E 20 DE OUTUBRO DE 2023 - JOINVILLE - SC

ANÁLISE DA OPERAÇÃO DO ALARME SONORO DE INCÊNDIO EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

A analysis of fire alarm operation in residential buildings

Dariane Gomes Rocha[1]; Gabriel Rodrigues de Oliveira Abreu [2]; Laura Fernanda Santos [3] ; Ricardo Prado Abreu Reis [4]

Recebido em 12 de abril de 2023, aprovado em 11 de julho de 2023, publicado em 19 de outubro de 2023

RESUMO: No Brasil, as normativas não possuem parâmetros técnicos ou critérios de desempenho que estabeleçam os níveis máximos e mínimos de pressão sonora para o alerta gerado por alarmes de incêndio para os ocupantes de uma edificação. Assim, o presente trabalho propõe, através de testes de medição de pressão sonora durante a operação do alarme sonoro em uma edificação-teste, avaliar a eficiência de percepção do sistema de alarme em diferentes pontos da edificação. A medição foi feita através de aplicativo de celular "Sound Meter" devidamente ajustado com um sonômetro aferido e calibrado. Foram obtidas sugestões de metodologia para ensaio em edificações em construção; também do uso de aplicativos. Por fim, concluiu-se que o ruído sofreu quedas significativas de pressão sonora nos ambientes mais distantes do local do alarme. Este cenário pode resultar em situações de riscos aos ocupantes da edificação pela dificuldade de audibilidade do alarme de incêndio com relação ao ruído de fundo em determinados pontos da edificação, podendo implicar em maior tempo de reação em uma situação de emergência.

Palavras-chave:

Pressão sonora;

Alarme de incêndio;

Aplicativo;

Keywords:

Sound pressure;

Fire alarm;

App;

ABSTRACT: Brazilian standards do not have sound pressure parameters or performance criteria that establish the maximum and minimum sound pressure levels for the sound of fire alarms to alert occupants of a building. Thus, this study proposes, through sound pressure measurement tests, during the operation of a fire alarm in a test building, to evaluate the perception efficiency of the alarm in different locations of the building. The measurement was performed through a mobile application, duly adjusted with a calibrated sound level meter. Suggestions for methodology for testing in buildings under construction were obtained; also from the use of applications. Finally, it was concluded that the noise suffered significant drops in sound pressure in environments farther from the alarm location. This scenario can result in risk situations to the occupants of the building due to the difficulty of hearing the fire alarm in relation to the background noise at certain points in the building, which may result in a longer reaction time in an emergency situation.

CONTATO DOS AUTORES:

[1] **ROCHA, Dariane Gomes**: Enga. Civil, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de Goiás (PPGECON-UFG), darianegomes@outlook.com

[2] **ABREU, Gabriel Rodrigues de Oliveira**: Eng. Civil, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de Goiás (PPGECON-UFG), gabriel.abreu.eng@gmail.com

[3] **SANTOS, Laura Fernanda**: Enga. Civil, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil da Universidade Federal de Goiás (PPGECON-UFG), laurasfernanda1607@gmail.com

[4] **REIS, Ricardo Prado Abreu**: Eng. Civil Dr. Docente da Universidade Federal de Goiás (UFG), ricardo_reis@ufg.br

1 INTRODUÇÃO

O Brasil passou de um país rural para uma sociedade urbana, industrial e de serviços em um curto espaço de tempo. Toda essa mudança ocasionou um aumento dos riscos de incêndio entre tantos outros já enfrentados (SEITO et al, 2008). O desequilíbrio entre o crescimento urbano e a organização espacial para o acolhimento seguro dessa população tornou o risco de incêndio cada vez mais proeminente nessas áreas recém urbanizadas.

A Segurança Contra Incêndio (SCI) ficou em segundo plano frente ao desenvolvimento desenfreado. Sendo ela uma área complexa do conhecimento humano que envolve desde as atividades básicas do homem à produção industrial e fenômenos naturais. Dentre as Medidas de Proteção Contra Incêndio (MPCI), os meios de escape se destacam por sua ação no trabalho de resposta à emergência e importância na conservação da vida humana.

A exemplo de MPCI que age no meio de escape de forma passiva destaca-se o alarme de incêndio. De acordo com Schifiliti (1988), o objetivo do sistema de alarme é alertar os ocupantes de um edifício para a existência de uma emergência e iniciar a evacuação, sendo esse objetivo anulado quando o sinal não é ouvido e compreendido pelos ocupantes.

Assim, parâmetros para locação do alarme sonoro, ou em alguns casos alarme audiovisual, são definidos por norma. A NBR 17.240 (ABNT, 2010), bem como a NT-19 (CBMGO, 2022) e a IT-19 (CBMSP, 2019) destacam que o dispositivo sonoro deve ser instalado em local de circulação de pessoas, no qual sua visão e audição não estejam bloqueadas e em condições normais de trabalho do ambiente, ou seja, sem impedir a comunicação verbal próximo do local de instalação.

É notória a importância de se considerar não apenas a locação do dispositivo de alarme, mas também a pressão sonora por ele gerada. Em ocupações residenciais, por exemplo, o sistema deve ser capaz de alertar os ocupantes que estão adormecidos, despertando-os para a emergência em questão. Porém, sabe-se que as normativas no geral exigem apenas que o sinal do alarme seja audível em todos os ambientes ocupáveis de uma edificação.

A literatura científica concernente ao alarme de incêndio e conforto acústico traz alguns parâmetros de pressão sonora que podem nortear a presente pesquisa em termos comparativos. Nober *et. al* (1980), estipula um nível de pressão sonora entre 55 e 70 dB para despertar um ocupante em idade universitária com audição normal. Eles também determinam o valor mínimo requerido de nível de pressão sonora como sendo uma função do ruído de fundo ou uma relação sinal/ruído.

O *British Standard Code of Practice* (BS CP) determina que o sinal do alarme produza um nível de pressão sonora mínimo de 65 dB ou 5bB acima do ruído do ambiente onde os ocupantes não estejam adormecidos. Além disso, o BS CP estabelece um nível de pressão sonora de 75 dB na cabeceira da cama de ambientes em que pessoas possam estar dormindo. A ISO 8201 (2017) segue o mesmo parâmetro, exigindo também que este valor seja empregado para aferição considerando todas as portas deste ambiente específico fechadas.

A NFPA 72 (*National Fire Protection Association,* 2022) aponta, para ocupações residenciais, a pressão sonora mínima do alarme de incêndio de 75 dB na cabeceira, nos ambientes de dormitório, e para os demais ambientes 15 dB acima do ruído ambiente ou 5 dB acima do ruído máximo do ambiente por pelo menos 60 segundos.

Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo estudar a operação do alarme sonoro de incêndio com foco em edificações residenciais, propondo parâmetros de pressão sonora que

embora despertem o ocupante em caso de uma situação de emergência de incêndio, estejam conforme os padrões de conforto acústico, com foco em uma tipologia construtiva, através de embasamento bibliográfico.

2 MÉTODO

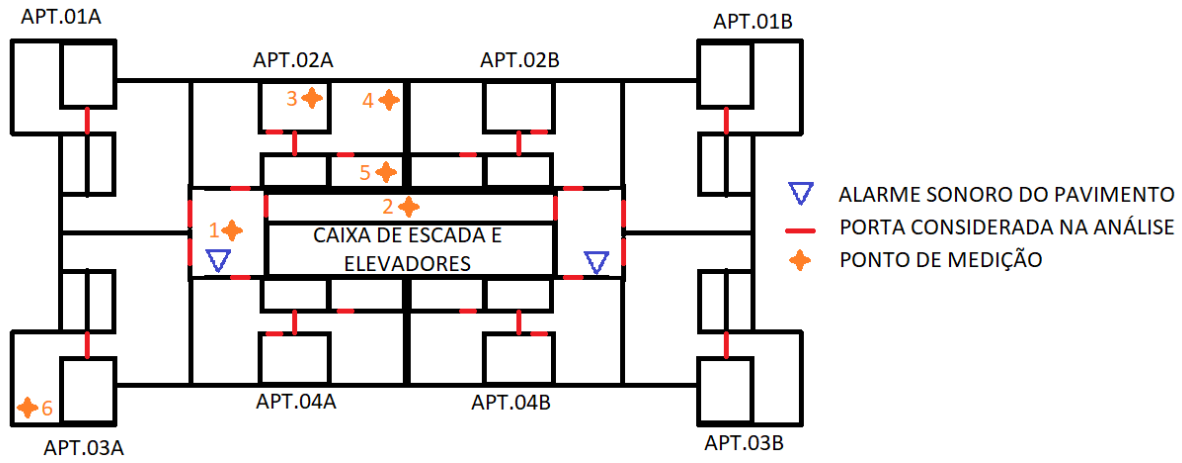
Os ensaios de pressão sonora foram feitos em uma obra residencial multipavimentos em fase final de execução. No pavimento ensaiado os apartamentos da ala A, onde foram feitos os testes, já estavam finalizados sem mobília, conforme representado na Figura 1. A obra se caracteriza por ter 16 lajes de pavimentos tipo, com 8 apartamentos por andar. Foi executada em alvenaria estrutural, onde não foram caracterizados no canteiro os tipos de revestimento utilizados ou a presença de paredes não-estruturais para análise.

Assim, foram definidos no local 6 pontos de medição de pressão sonora no último pavimento tipo da edificação, de modo a isolar a influência do pavimento superior, uma vez que a central de alarme de incêndio, localizada na guarita, não tinha acionamento endereçável dos alarmes. O alarme sonoro tinha potência sonora indicada em catálogo técnico de no mínimo 90 decibels. Os pontos de medição foram definidos de modo a se avaliar a perda de pressão sonora ao longo dos apartamentos daqueles que estavam disponíveis para ensaio.

Os apartamentos disponíveis para análise foram o 02A e o 03A, onde foram medidas as pressões sonoras de ruído de fundo e com alarme acionado, nos pontos destacados na Figura 1:

- Ponto 01 - Medição no Hall a 1 m do alarme sonoro;
- Ponto 02 - No centro do patamar central da escada, ponto médio entre os dois alarmes do pavimento;
- Ponto 03 - Ponto mais distante do quarto intermediário no apartamento 02A;
- Ponto 04 - Ponto mais distante da suíte no apartamento 02A;
- Ponto 05 - Ponto mais distante do banheiro da suíte do apartamento 02A;
- Ponto 06 - Ponto mais distante da suíte do apartamento 03A;

Figura 1 – Esquemático do pavimento tipo e pontos de ensaio



Fonte: Autoria própria.

Para a medição da pressão sonora, utilizou-se o aplicativo “Sound Meter” para dispositivos android após calibração com um sonômetro devidamente aferido e calibrado. A calibração foi feita pareando o aplicativo no celular com um sonômetro calibrado, conforme Figura 2, onde

foi utilizada fonte sonora próxima constante de ruído branco.

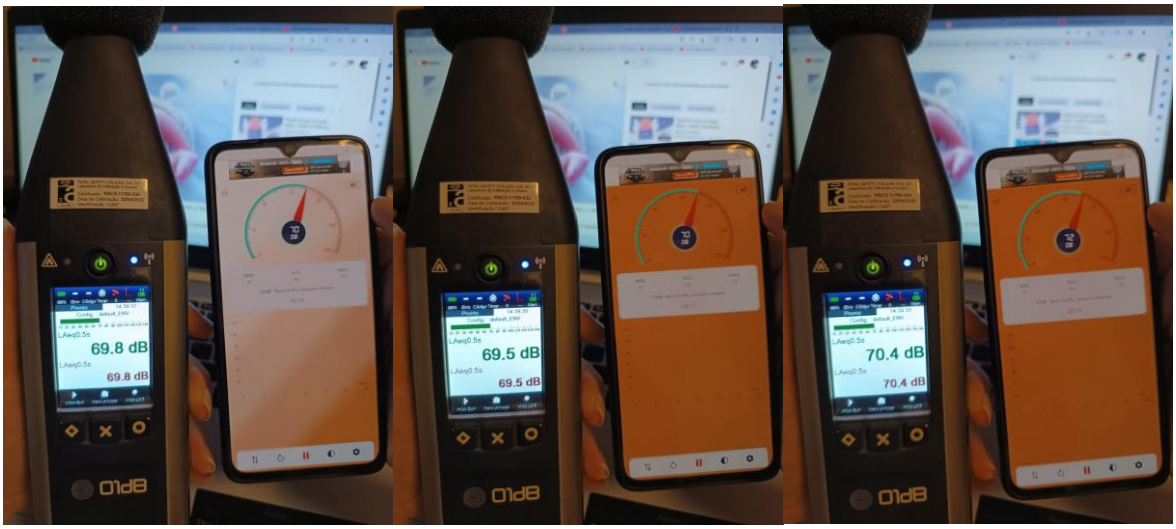
Na calibração do celular utilizado para a medição foi utilizado o aplicativo “Sound Meter” com ajuste conforme a Equação 1, onde este não permitia variar os períodos de medição:

$$dB = a.log10(x) + c \quad \text{(Eq. 1)}$$

Sendo:
dB, a potência sonora no ponto (dB);
a, o ajuste logarítmico da curva (unidade);
x, a pressão medida pelo aparelho (db);
c, o deslocamento da curva (db);

Os resultados da calibração do aplicativo foram: a = 18; c = 0, apresentando oscilação de aproximadamente 1 decibel para o sonômetro.

Figura 2 – Calibração do Aplicativo



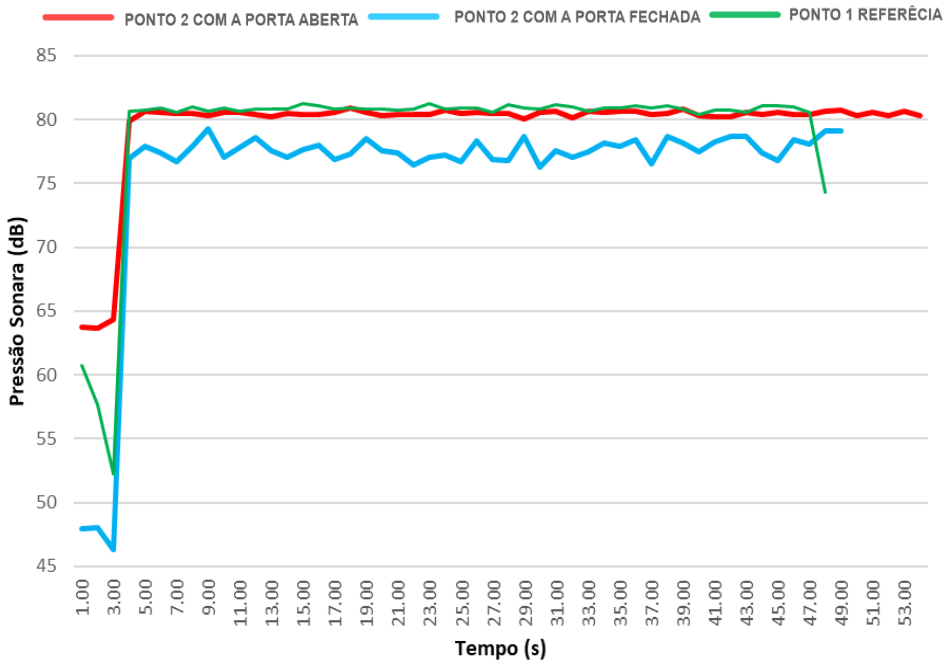
Fonte: Autoria própria.

Desta forma, foi medida a pressão sonora em cada ponto antes da atuação do alarme e durante seu acionamento. Além disso, para cada ponto de medição, exceto o primeiro, foram medidas as pressões sonoras com as portas, indicadas na Figura 1, abertas e, posteriormente, fechadas. Deste modo, o ensaio se dava inicialmente pelo acionamento do medidor sonoro, seguido da ativação do alarme na central.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A medição sonora dos pontos utilizados no estudo resultou em 12 curvas de pressão sonora ao longo do tempo representadas nas Figuras 3 a 7.

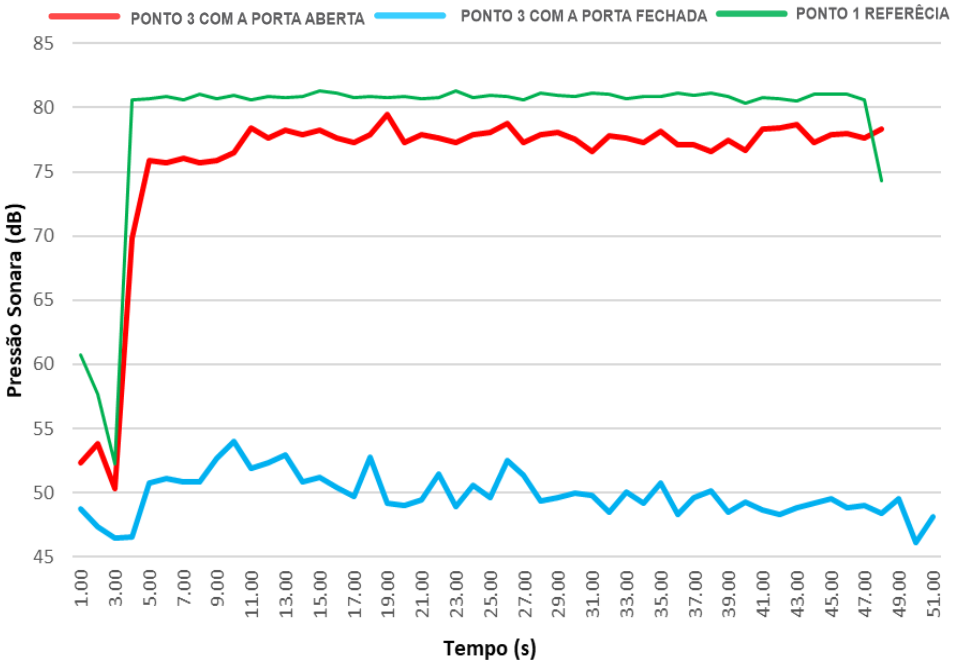
Figura 3 – Curvas de pressão sonora ao longo do tempo - Ponto 1 e Ponto 2



Fonte: Autoria própria.

Na Figura 3, a medição do Ponto 2 com a porta aberta apresentou uma pressão sonora muito próxima do registrado próximo ao alarme sonoro de incêndio, parte disso, vem deste ponto estar posicionado entre dois dos alarmes. Ainda no Ponto 2, mas com as portas fechadas, a queda de pressão não se mostrou significativa.

Figura 4 – Curvas de pressão sonora ao longo do tempo - Ponto 1 e Ponto 3

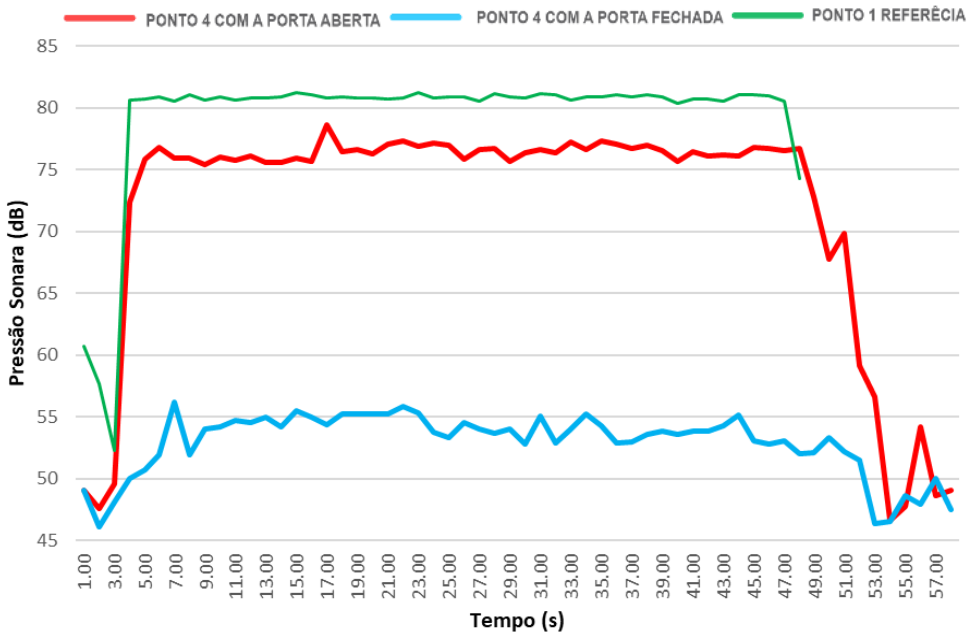


Fonte: Autoria própria.

Na Figura 4, a medição do Ponto 3 com as portas abertas percebeu-se uma queda média perceptível de 2,5 dB, que após fecharem-se as portas do apartamento e do quarto, a queda

foi significativa, a ponto de se mesclar ao ruído de fundo na medição, dificultando a percepção do som do alarme acionado.

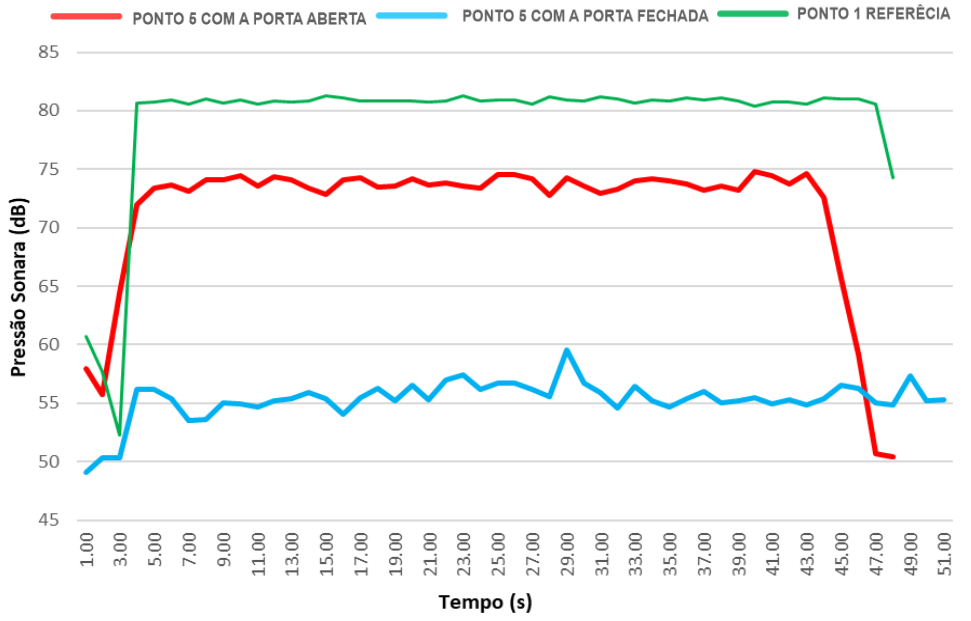
Figura 5 – Curvas de pressão sonora ao longo do tempo - Ponto 1 e Ponto 4



Fonte: Dos autores

Na Figura 5, a medição do Ponto 4 tem situação análoga ao Ponto 3, onde o alarme consegue superar uma diferença de aproximadamente 15dB com portas abertas, mas na medição realizada com as portas fechadas, o som do alarme não se destacou do ruído de fundo.

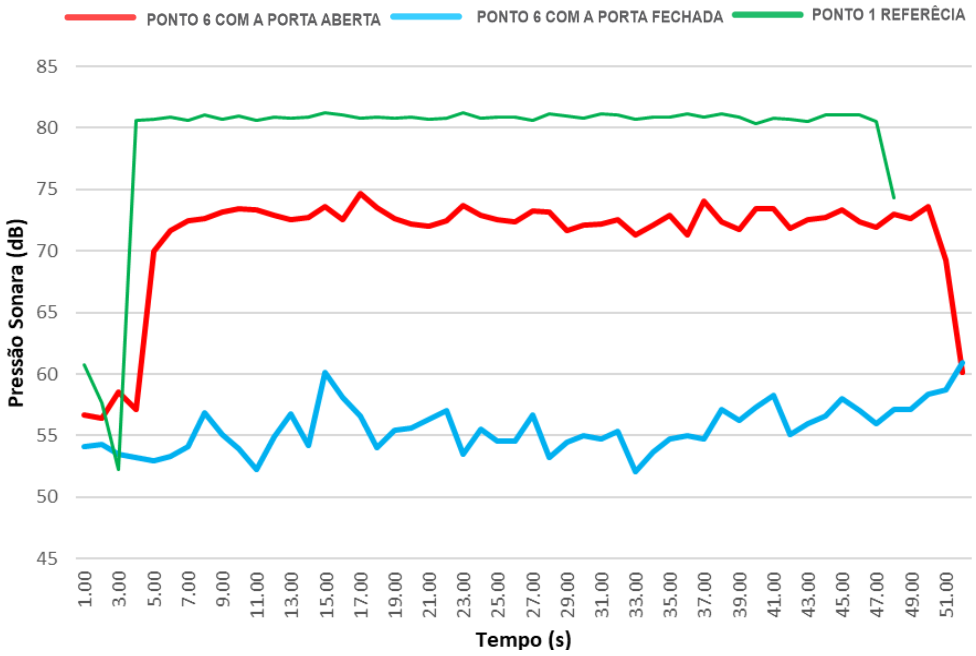
Figura 6 – Curvas de pressão sonora ao longo do tempo - Ponto 1 e Ponto 5



Fonte: Dos autores

Na Figura 6, a medição do Ponto 5, para portas fechadas a situação é equivalente ao Ponto 4, entretanto percebe-se uma redução maior de pressão sonora com as portas abertas de cerca de 6 dB.

Figura 7 – Curvas de pressão sonora ao longo do tempo - Ponto 1 e Ponto 6



Fonte: Dos autores

Na Figura 6, a medição do Ponto 6, assim como o anterior, apresentou uma queda maior com porta aberta e a pressão do alarme sonoro não se destacou do ruído de fundo com as portas do apartamento fechadas.

4 CONCLUSÕES

O estudo avaliou as diferentes pressões sonoras do alarme de incêndio em uma edificação residencial em diferentes pontos do último pavimento tipo. O ensaio em canteiro, na fase final de execução da obra, permite uma liberdade para execução dos ensaios e utilização do sistema de alarme de incêndio, entretanto os ruídos de obra representam um impacto na análise devido à alta variabilidade e dificuldade de controle. Complementar a isso, temos que por mais que a área onde os ensaios foram efetuados esteja pronta para entrega, ela não representará a realidade de uso, onde posteriormente serão colocadas mobílias e decorações no apartamento, contribuindo para o abafamento do som do alarme.

Além disso, a análise de pressão sonora por microfone de celular se mostra interessante na facilidade para obtenção dos dados, entretanto se complexifica na quantidade alta de aplicativos e dificuldade de calibração. Pôde-se observar que a pressão medida no ponto mais próximo ao alarme sonoro foi inferior ao que indicava o catálogo do fabricante, o que pode ser um indicativo de erro de medição. Conclui-se nesse aspecto que sejam utilizados pelo menos dois celulares na medição por ponto ou idealmente utilizar um sonômetro.

Portanto, como objetivo da análise, os resultados puderam mostrar que em um apartamento fechado e ruído ambiente médio de 55 dB o alarme no hall não pôde vencer o ruído de fundo no ambiente mais distante, o que traz como objetivo para trabalhos futuros a análise com ruídos mais baixos ou também com a influência de equipamentos como ar-condicionado no quarto; além de alarmes com diferentes pressões sonoras. Deste modo, conclui-se que é importante avaliar tecnicamente para cada edificação qual a pressão sonora do alarme para que seja possível alertar todos os ocupantes em diferentes estados de alerta para que ocorra

um escape efetivo durante o incêndio.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 17240 Sistemas de detecção e alarme de incêndio - Projeto, instalação, comissionamento e manutenção de sistemas de detecção e alarme de incêndio - Requisitos.** Rio de Janeiro, 2010.

BS CP. CP3: Chapter III: Part 2: BSI 1972.

BS EN 54. ***Fire detection and fire alarm systems – Part 3: Fire alarm devices – Sounders.*** Reino Unido, 2014.

CBMGO. **Norma Técnica-19/2022 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio.** Goiás, 2022.

CBMSP. **Instrução Técnica-19/2019 – Sistemas de detecção e alarme de incêndio.** São Paulo, 2019.

ISO 8201. ***Alarm systems – Audible emergency evacuation signal – Requirements***. Genebra, 2017.

NFPA. **NFPA 72: *National Fire Alarm and Signaling Code.*** USA, 2022.

NOBER, E. H.; PIERCE, H.; WELL, A.; JOHNSON, C. C. ***Waking Effectiveness of Household Smoke and Fire Detection Devices***, NBS-GCR-83-284, Washington, D.C., 20234, 1980.

SCHIFILITI, R. P. *Designing of fire alarm audiability.* ***Fire Technol 24***, 181-188 (1988).

SEITO, A. I. et al. **A segurança contra incêndio no Brasil.** São Paulo: Projeto Editora, 2008.

SOUND METER. 2.17. *Splend Apps*, 2014. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.splendapps.decibel&hl=en_US&pli=1>

STORESUND, K.; GLANSBERG, K.; SESSENG, C. ***Smoke alarm efficiency – Waking sleeping occupants. Swedish Civil Contingencies Agency.*** MSB1332. Trondheim, Noruega, 2018.