

AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DE TÉCNICAS DE CONTROLE ATIVO DE RUÍDO EM VENEZIANAS ACÚSTICAS COM CONFIGURAÇÕES DISTINTAS VIA ELEMENTOS FINITOS

Geisa Arruda Zuffi, Universidade Federal de Uberlândia, geisazuffi.gz@gmail.com

Marcus Antonio Viana Duarte, Universidade Federal de Uberlândia, mvduarte@ufu.br

Resumo: A busca por alternativas que sejam capazes de compatibilizar sustentabilidade, eficiência energética e térmica, ventilação natural e conforto acústico é cada vez maior, fazendo com que a utilização de esquadrias acústicas ventiladas esteja em evidência por apresentar grande potencial. Entretanto, as existentes no mercado, não apresentam bom desempenho nas baixas frequências por utilizarem apenas técnicas passivas de controle de ruído. Dessa forma, este trabalho pretende avaliar a implementação de técnicas de controle ativo de ruído em venezianas acústicas com configurações distintas, com o objetivo de maximizar a perda por transmissão de ruído em baixas frequências. Os resultados indicam a possibilidade de se obter uma redução do ruído irradiado, superior a 35 dB.

Palavras-chave: Controle ativo, Venezianas acústicas.

1. INTRODUÇÃO

Com o surgimento da norma NBR 10152, que definiu os níveis de ruído coadunáveis com o conforto acústico de ambientes, e da norma NBR 15575 que estabeleceu níveis mínimos de desempenho acústico, térmico e lumínico a serem alcançados em edificações, além de exigir conformidade destes com a diminuição do impacto ambiental, fez-se necessário buscar alternativas capazes de compatibilizar todas essas exigências.

Sendo assim, a utilização de venezianas acústicas dotadas de estratégias passivas de controle de ruído, encontradas no mercado se mostraram como uma boa alternativa. Entretanto, Viveiros e Gibbs (2003), demonstraram que a atenuação alcançada por estas venezianas, se encontra entre 12 e 21 dB, e é limitada na baixa frequência, fazendo com que seja necessário buscar alternativas capazes de superar esta limitação e oferecer um melhor desempenho.

Dessa forma, Huang et al. (2011) propuseram a utilização de controle ativo de ruído a fim de promover a atenuação nas baixas frequências em um peitoril ventilado de acrílico. Isso foi feito a partir de uma análise analítica e validada através da aplicação da técnica de elementos finitos. Os resultados obtidos para frequências inferiores a 390 Hz indicaram atenuações em torno de 20 dB.

Por outro lado, Hu; Rajamani; Yu (2013) propuseram um sistema constituído de transdutores acústicos transparentes, um algoritmo e dois microfones para separar os sinais de referência dos sinais de erro tendo como base sua direção de propagação, que pudesse ser acoplado a qualquer janela. Os resultados experimentais mostraram que o novo sistema é capaz de preservar o ambiente interno enquanto cancela o ruído externo indesejado.

Já Maciel (2014) propôs a incorporação de materiais inteligentes nas lâminas da veneziana acústica, de tal maneira que fosse fácil aplicar a técnica às fachadas sem alterar sua estética, fazendo com que a sua utilização se torne mais atrativa. Além disso, os resultados teóricos obtidos sugerem um índice de redução sonora ponderado superior a 35 dB, indicando mais uma vantagem sobre as técnicas citadas anteriormente.

Posto isto, este trabalho pretende avaliar a implementação de técnicas de controle ativo de ruído em venezianas acústicas com configurações distintas, com o objetivo de determinar qual delas seria capaz de maximizar a perda por transmissão de ruído em baixas frequências, visando a utilização de materiais inteligentes em trabalhos futuros, através de simulações feitas a partir do método de elementos finitos no software Ansys® em conjunto com técnicas de otimização.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho utilizou-se de metodologia completamente numérica, abrindo mão de um procedimento de otimização feito a partir do algoritmo genético clássico do *software* MATLAB®, para se obter a amplitude e a fase da força que deveria ser aplicada em posição pré-determinada do modelo a fim de se minimizar o nível de ruído na saída da veneziana, com o objetivo de determinar a melhor combinação entre posição de atuação do controle e configuração das lâminas capaz de obter a maior redução sonora.

As configurações testadas com as respectivas posições para atuação do controle são mostradas na Fig. (1) e na Fig. (2).

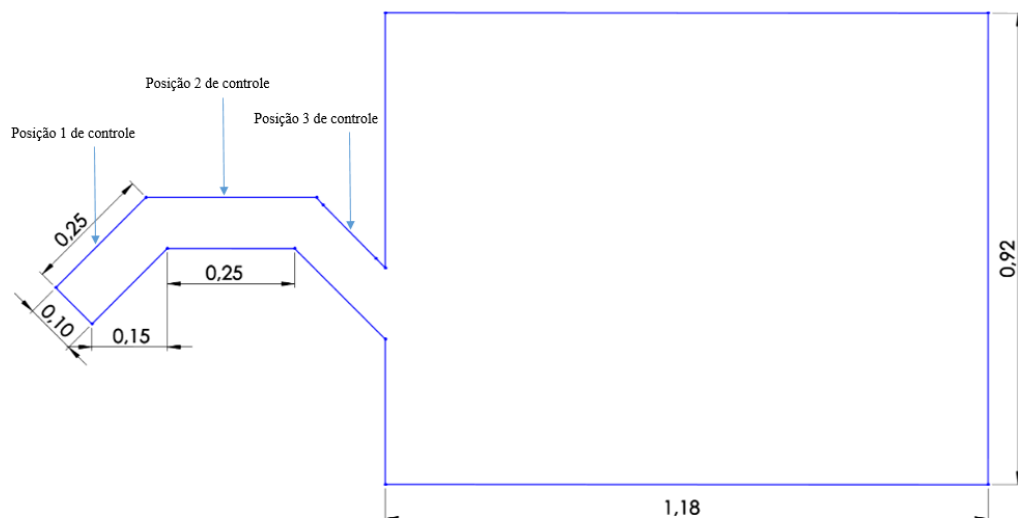


Figura 1: Configuração 1 com as respectivas posições testadas.

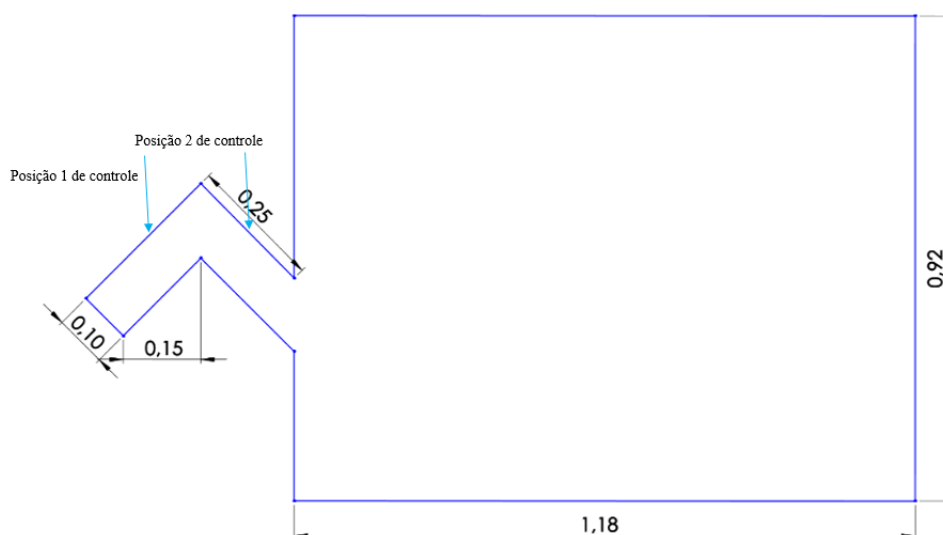


Figura 2: Configuração 2 com as respectivas posições testadas.

2.1. Modelagem Numérica

Para simular o comportamento acústico da veneziana, foi feita uma modelagem através do método dos elementos finitos por meio do software Ansys®, seguindo as etapas de pré-processamento, solução e pós-processamento.

Na primeira etapa são definidos os materiais, com seus respectivos módulos de elasticidade, constantes de Poisson e densidades, que podem ser vistos na Tab. (1). Acrescenta-se a isso ainda a definição dos elementos, assim como suas constantes reais e o tipo de malha que será utilizada. Neste caso o tamanho da malha foi escolhido de forma a estar em conformidade com as recomendações de Silva (1998), que sugere que o tamanho dos elementos deve estar entre 1/12 e 1/6 do comprimento de onda.

Tabela 1: Propriedades mecânicas dos materiais utilizados na modelagem via Ansys®.

Material	Propriedade	Valor
Nylon	Densidade [kg/m³]	1100
	Módulo de Elasticidade [N/m²]	3,00E+09
	Coefficiente de Poisson	0,41
Ar	Densidade [kg/m³]	1,21
	Velocidade do som no meio [m/s]	343
	Coefficiente de Absorção	0,01

Espuma	Densidade [kg/m ³]	1,21
	Velocidade do som no meio [m/s]	343
	Coefficiente de Absorção	1

O elemento beam 188 foi escolhido para simular a superfície onde o material inteligente, no caso o piezelétrico, será fixado. O material do qual essa superfície é constituída é o nylon. A envoltória da estrutura da veneziana foi modelada a partir do elemento fluid 29, considerando estrutura presente, enquanto o ar que se encontra preenchendo a estrutura foi representado a partir do elemento fluid 29, considerando estrutura ausente. Toda a cavidade, mostrada no modelo encontra-se preenchida com ar, sendo que as paredes da cavidade fixada na saída da veneziana possuem espuma acústica. O modo como os elementos foram distribuídos na estrutura pode ser visto nas Fig.(3) e Fig. (4).

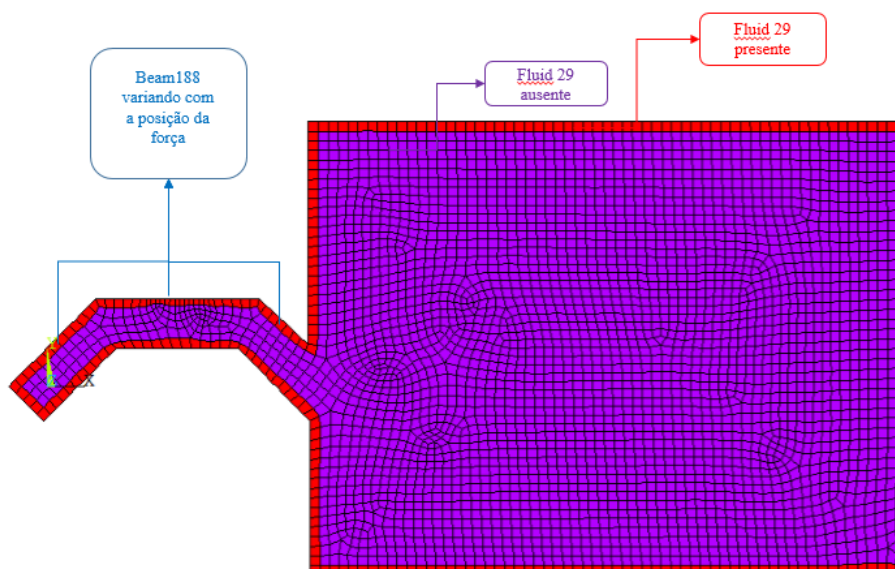


Figura 3: Distribuição de elementos da modelagem numérica da configuração 1.

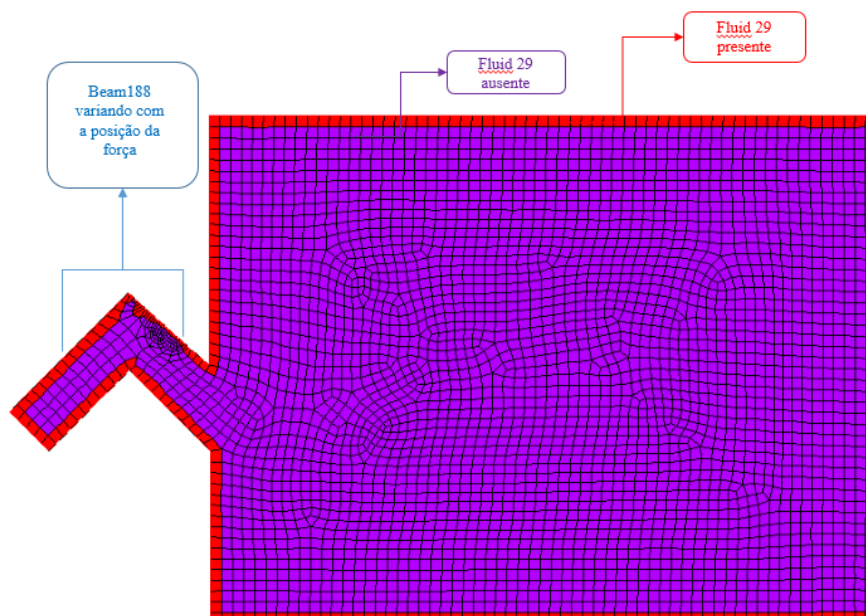


Figura 4: Distribuição de elementos da modelagem numérica da configuração 2.

Na etapa relativa a solução define-se o tipo de análise que será feita, bem como as condições de contorno a que o sistema será submetido. Neste caso foi realizada uma análise do tipo harmônica e aplicou-se uma pressão distribuída na entrada, simulando a fonte de ruído a ser controlada.

2.2. Otimização

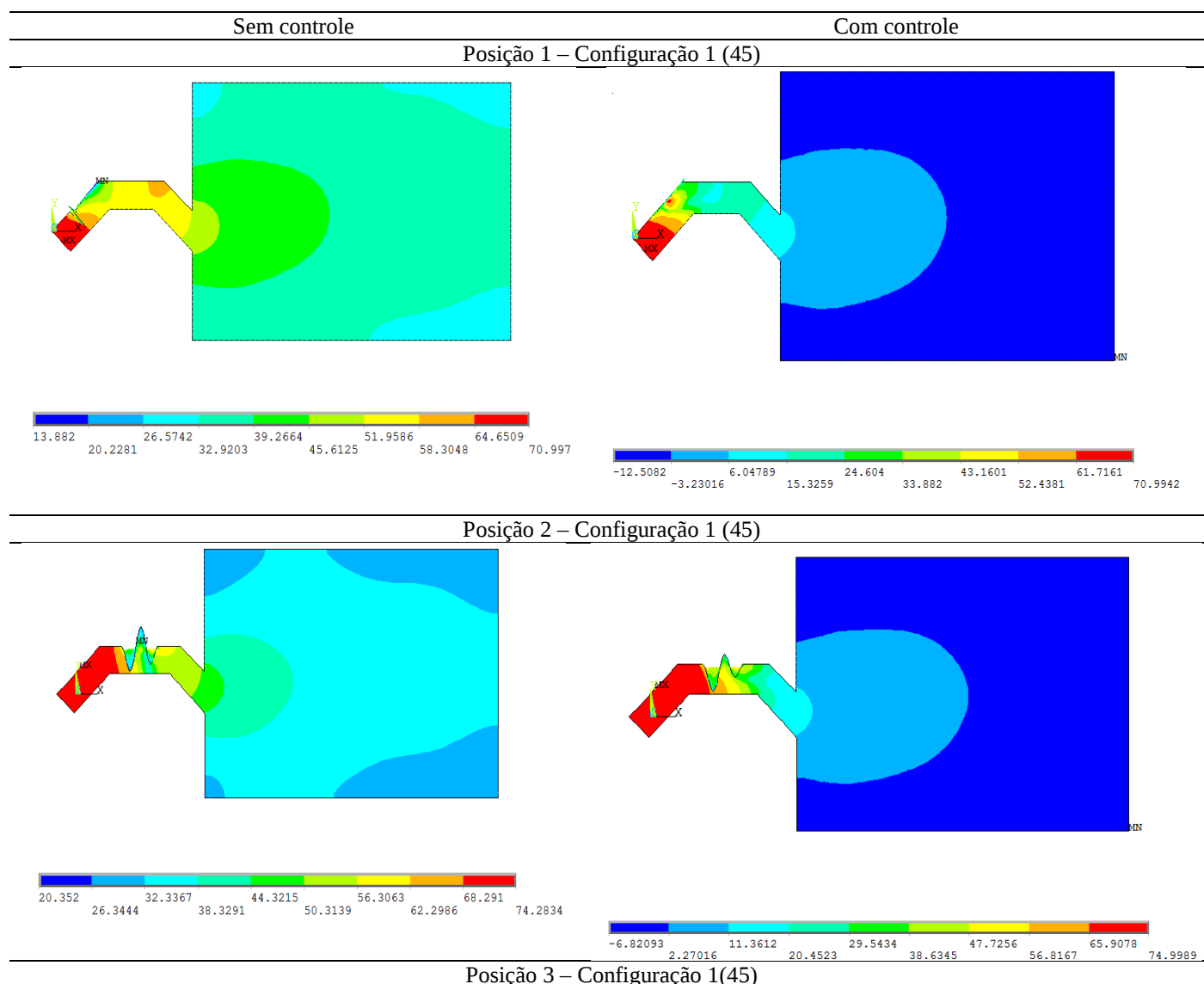
A técnica de otimização utilizada para determinar a amplitude e a fase da força necessária para controlar o ruído de entrada, foi o método pseudo-aleatório de algoritmos genéticos do MATLAB®. Nesse caso, a função objetivo consistia na minimização do ruído na saída da veneziana. A análise foi realizada para a frequência de 400 Hz, tendo como base a Função Resposta em Frequência obtida para o modelo feito no Ansys®.

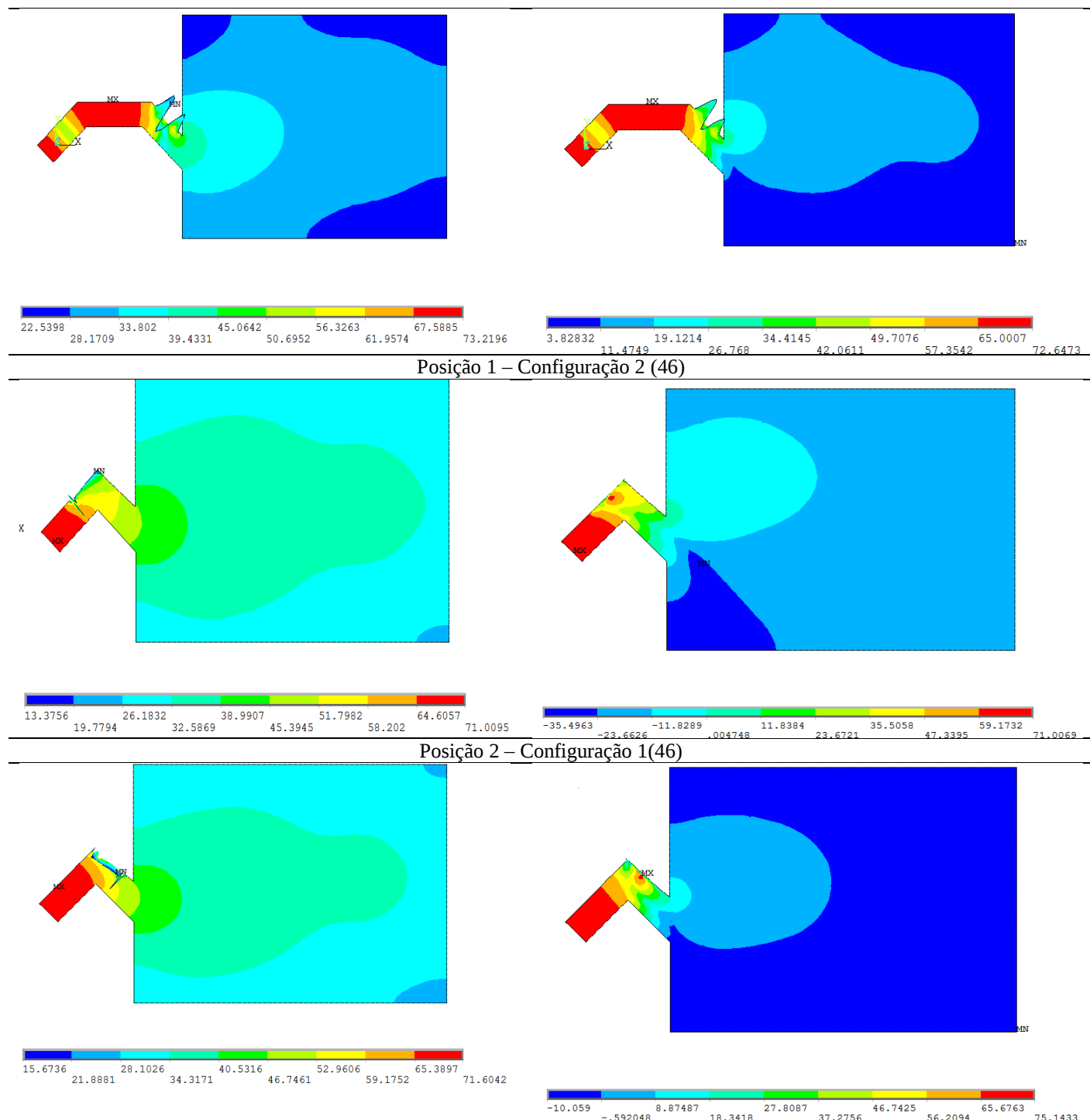
3. RESULTADOS

A atenuação acústica obtida a partir da aplicação de técnicas de controle ativo de ruído em venezianas acústicas se dá por meio da interferência destrutiva de onda, onde uma onda de mesma amplitude e fase contrária ao ruído externo que chega ao canal formada pelas lâminas, é gerada através da excitação de uma das lâminas por um atuador piezoelétrico, sendo que neste trabalho essa excitação é representada por uma força aplicada na lamina.

Dessa forma, as configurações e posições propostas, foram otimizadas, conforme descrito nas seções anteriores, apresentando os resultados exibidos na Tab.(2). Pode-se observar que a capacidade de redução que pode ser obtida para as duas configurações ficou em torno de 45 dB, sendo que os melhores resultados foram obtidos para a configuração 2 que apresentou capacidade de redução de até 47 dB e mostrou que a melhor posição para a força de controle seria na entrada da veneziana, visto que assim seria possível reduzir o ruído na saída de 46 dB para -12 dB.

Tabela 2: Simulações feitas para cada configuração de veneziana em cada posição de força de controle proposta.





4. CONCLUSÃO

Este trabalho propôs avaliar o desempenho de duas configurações distintas de Venezianas Acústicas em 2D dotadas de técnicas ativas de controle de ruído a partir da utilização do método dos elementos finitos em conjunto com técnicas de otimização numérica, com o objetivo de obter a melhor configuração e a melhor posição para atuação do controle. A excitação das lâminas provocada por atuadores piezelétricos, foi representada a partir da aplicação de uma força, cujas amplitudes e fases foram obtidas a partir de uma otimização buscando alcançar a maximização da atenuação de ruído do dispositivo proposto.

Diante disso foi possível obter uma redução em torno de 46 dB, sendo que a configuração 2 em combinação com a posição 1 se mostrou como a mais eficiente, uma vez que assim seria possível reduzir o ruído na saída de 46 dB para -12 dB, apresentando o melhor desempenho dentre os modelos avaliados.

Dessa forma, conclui-se que a aplicação de métodos de controle ativo de ruído em venezianas acústicas permite conciliar questões relativas a eficiência energética das edificações, tais como ventilação natural com o conforto acústico, atendendo assim as exigências previstas em normas técnicas e que a configuração 2, conjuntamente com o controle

aplicado na entrada da veneziana (posição 1), é a maneira mais assertiva de aplicar-se a técnica em um possível produto final.

5. REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 10152: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 15.575: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos- Desempenho - Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas. Rio de Janeiro, 2013.
- Huang, H.; Qiu, X.; Kang, J. 2011. Active noise attenuation in ventilation windows. *Journal of Acoustical Society of America*, v. 130, p. 176–88, 2011
- Hu; S. Rajamani; R. Yu, X. Directional cancellation of acoustic noise for home window applications. *Applied Acoustics*, v. 74, p. 467–477, 2013.
- Maciel, M. A. Controle ativo de ruído aplicado a venezianas acústicas. 2014 Dissertação de Doutorado - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.
- Silva, E. B. V. “Evaluation of the acoustical performance of louvre by impulse response analysis”. Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis, 1998.
- Viveiros, E. B. Gibbs, B. M. Na image model for predicting the field performance of acoustic louvres from impulse measurements. *Applied Acoustics*, v.64. p. 713-730, 2003.

6. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.