



5º Congresso de Pós-Graduação

A QUALIDADE DO AMBIENTE E A SAÚDE DO TRABALHADOR EXPOSTO AO RUÍDO: ESTUDO DE CASO

Autor(es)

TATIANI DE MORAES BOLOGNESI

Co-Autor(es)

RODOLFO ANDRADE DE GOUVEIA VILELA

Orientador(es)

Rodolfo Andrade de Gouveia Vilela

1. Introdução

O ambiente industrial é foco de diversos problemas relacionados ao ambiente construído. Com relação aos aspectos referentes ao conforto, observa-se que os projetos arquitetônicos muitas vezes consideram os aspectos térmicos, ergonômicos e de iluminação, muito mais do que os aspectos voltados ao tratamento acústico. Isso pode ser atribuído ao fato de que a avaliação do nível de som, pelo ouvido humano, é diferente de como nossos olhos avalia uma distância ou de como o nosso braço avalia um peso. Dessa forma, as interferências acústicas negativas do ambiente, nem sempre são facilmente percebidas pelo usuário. Daí a necessidade de avaliações e acompanhamento por equipes de profissionais envolvidos, tanto na área da saúde como na área da construção civil e da engenharia de produção no sentido de alcançarem, juntos, soluções eficazes. Na legislação nacional, a Norma Regulamentadora N.º 09 denominada Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA, estabelece ao empregador obrigações de agir na fonte do ruído, de modo a prevenir e eliminar a existência de riscos à saúde do trabalhador. As condições determinadas por alguns processos de produção industrial aos quais trabalhadores estão submetidos, geram doenças relacionadas com o trabalho. A saúde dos trabalhadores é foco de preocupações em todo o mundo, mobilizando diversas entidades nacionais e internacionais, uma vez que ainda é grande o número de trabalhadores que adoecem ou morrem devido a suas atividades profissionais. Entre os diversos riscos que ameaçam a saúde dos trabalhadores, a exposição ao ruído, proveniente de via aérea ou sólida, vem sendo apontada como um dos mais comuns no ambiente de trabalho e que acarreta conseqüências drásticas. Além da audição, o ruído acarreta efeitos extra-auditivos, devido à interferência de diversos fatores ambientais ou patogênicos concomitantes. Pode-se citar alguns elementos de vedações impróprios, acabamento de piso inadequados, equipamentos de ventilação ruidosos, o tráfego de veículos e principalmente o ruído gerado pelo maquinário existente na linha de produção. Assim, efeitos de ressonância

e reverberação agravam o alto do nível de pressão sonora do ambiente usualmente identificado no ambiente industrial. Nesse trabalho, apresenta-se uma iniciativa das áreas de Fonoaudiologia, Engenharia de Produção e Arquitetura e Urbanismo, no sentido de promover uma melhor qualidade do ambiente industrial visando a saúde e o bem estar do trabalhador. Medidas foram abordadas, conforme as soluções propostas de intervenções sobre a fonte emissora de ruído, intervenção sobre a propagação do som e intervenção sobre o trabalhador. Dessa forma, o estudo de caso aqui apresentado utilizou-se do setor de produção de uma indústria metalúrgica na cidade de Piracicaba-SP, devido os altos índices de Perda Auditiva Irreversível por Ruído - PAIR identificados em projetos provenientes da área da saúde. Com parceira com uma indústria metalúrgica localizada na Zona Industrial (ZI1) de Piracicaba – SP, denominada UNILESTE, ligada a Rodovia Luiz de Queiroz, com proximidade às rodovias Bandeirantes e Anhanguera. A indústria possui área de terreno de 8500m², sendo que a área total construída é de 5500m² e o setor da linha de produção em uma área de 3000m², objeto desse estudo.

2. Objetivos

Geral É contribuir com a qualidade do ambiente industrial, usando os conhecimentos de três áreas distintas Engenharia de Produção, Fonoaudiologia e Arquitetura para alcançar o controle do ruído no ambiente de trabalho e principalmente na linha de produção. Específico Tendo como foco os aspectos relacionados à arquitetura, para intervir no ambiente destinado à linha de produção da empresa RKM pretende-se: - A partir do levantamento bibliográfico e dos materiais produzidos no 2º semestre de 2004, criar um diagnóstico do ambiente, de acordo com seu comportamento perante ao ruído, apontando as características positivas e negativas da composição física, analisando os materiais construtivos e a sua forma espacial. - Propor melhorias para o ambiente industrial, para controlar o ruído interno deste espaço. Neste sentido, é preciso fazer o estudo do som para se atingir soluções quanto à qualidade no ambiente de trabalho industrial visando a saúde do trabalhador.

3. Desenvolvimento

Os métodos adotados para o desenvolvimento deste trabalho basearam-se nas diretrizes apontadas pelas três áreas de conhecimento e nas recomendações propostas para a estrutura do Programa de Preservação da Audição, apresentados conforme o que segue: 2.1) Estudo do perfil auditivo dos trabalhadores: identificação dos trabalhadores com alterações auditivas através da audiometrias em clínica especializada e monitoramento auditivo para acompanhamento da evolução dos grupos de risco para a identificação de alterações auditivas, através da análise dos prontuários e audiogramas dos dois últimos anos; 2.2) Aplicação de questionário individual: sobre a utilização de protetores auriculares pelos trabalhadores (46 questionários nos trabalhadores), com a intenção de determinar um parâmetro de utilização correta dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI), a manutenção e o período de troca de um novo EPI; 2.3) Avaliação do protetor auricular em situação real: na orelha do trabalhador, por microfone sonda e por audiometria em campo livre em que compareceram 13 trabalhadores; 2.4) Análise de Normas: PPRA (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - Norma Regulamentadora n. 9), PCMSO (Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - NR n. 7) e Mapa de Risco (NR n. 5); 2.5) Dosimetria: análise do NPS do ruído gerado nos postos de trabalho para a avaliação da condição de exposição do trabalhador; 2.6) Levantamento dos Nível de Pressão Sonora – NPS: das máquinas existentes dentro da linha de produção, utilizando-se a metodologia de Gerges (2000), o decibelímetro LUTRON SL 4001, calibrado pelo aparelho LUTRON SC940, pôr leitura instantânea, tendo sido realizada a medição nos quatro lados de cada maquinário, formando uma malha regular de valores em dB na área total de 3.000m² da linha e produção. 2.7) Cálculo do Tempo de reverberação: Levantamento dos aspectos físicos da linha de produção, tais como projeto do prédio, características construtivas, registro fotográfico, representações gráficas da configuração do prédio, aplicação da fórmula de Sabine para as frequências de 125 Hz, 500 Hz e 2000 Hz; 2.8) Proposta de intervenção: para minimizar danos, garantir a proteção da saúde dos trabalhadores, e buscar as alternativas de mudanças nos processos de trabalho ou nas condições de trabalho que contribuam com a qualidade do ambiente industrial.

4. Resultados

Partindo dessa conceitualização avaliou-se os resultados e obteve-se um diagnóstico para propor o controle do ruído interno na linha de produção. O ambiente de trabalho que causa doença deve ser modificado, eliminando-se ou controlando-se os riscos presentes. Até que esse ambiente seja modificado, ou na total impossibilidade de eliminação dos riscos, deve-se neutralizá-lo através de medidas coletivas (ações sobre a fonte emissora do agente agressivo e sobre a sua propagação), e caso tais atitudes não sejam suficientes, medidas de controle individuais devem ser implementadas a fim de minimizar os danos. São estas, as medidas administrativas que visam diminuir o tempo de exposição ao agente de risco ou o uso de equipamentos de proteção individuais (EPI). Avaliação da qualidade do Equipamentos de Proteção Individual A maioria dos trabalhadores analisados expõe-se a mais de 84dBA de ruído, chegando a valores próximos de 90dBA. Os questionário apontaram que 93,6% usam o protetor auricular e 6,4% somente às vezes. Em relação ao tipo de protetor utilizado, 31,9% usam o plug de silicone (3 flanges). O tipo de protetor preferido pelos funcionários oferece atenuação média de 23 a 25dB. Quanto ao tempo de uso do protetor auricular, 37,8% usam de 5 a 10 anos. Constatando-se que a maioria dos funcionários da empresa faz uso do protetores a menos de 10 anos. Somente 6,3% acredita que o uso é indispensável e essencial, 2,1% alega irritação com o plug (EPI) e a sensação de aperto com o concha(EPI). Abaixo encontram-se os valores de atenuação média de cada protetor no teste realizado por microfone sonda como na Tabela 1: Tabela 1: Valores de atenuação média na medida com microfone sonda (REIL em dBNPS)

Analisando os dados acima, observa-se que os protetores do tipo concha e plug de espuma apresentaram melhor desempenho nos dois testes. Os valores de atenuações foram mais altos, compatíveis com os dados do fabricante, que prevê 29dB para os tipos concha e plug de espuma. O protetor plug de silicone 3 flanges obteve melhor desempenho na pesquisa do ganho funcional, em campo livre e o protetor plug tipo oliva apresentou maiores valores de atenuação nas medidas com o microfone sonda. Porém seus valores de atenuação, considerando a média entre a freqüências, ficaram abaixo dos estabelecidos pelo fabricante, que prevê 23dB. Dessa forma, torna-se fundamental a conscientização dos funcionários para com a necessidade de uso do EPI e a colocação adequada de cada tipo para que os resultados audiométricos possa ser positivos. Levantamento no NPS produzido pelo maquinário da linha de produção Com o objetivo de identificar dos pontos críticos, as condições de risco, conforme metodologia citada no item 2.3, levantou-se NPS de cada máquina existente e em funcionamento na linha de produção. As medições foram desenvolvidas no módulo SLOW, através da medição instantânea do ruído e com o parâmetro entre 50 e 100 dB do decibelímetro. A posição do equipamento foi a distancia de um metro da fonte ruidosa e o resultado foi a média aritmética dos quatro pontos lidos. O que permitiu identificar as máquinas e os setores de maior produção de ruído. Quanto à identificação dos pontos críticos de ruído, os resultados apontaram duas frentes de análises, uma voltada para a avaliação das condições do maquinário e outra voltada para as condições físicas do ambiente. Nível de Pressão Sonora dos postos de trabalho Observou-se de maneira geral que por se tratar de uma industria metalúrgica, a maioria dos materiais e equipamentos que compõe as atividades da linha de produção, por serem metálicos, são ruidosos, dessa forma, as atividades de trabalhos, bem como a manipulação de tais materiais por si geravam ruídos, além do ruído gerado pelas própria máquinas em funcionamentos. Portanto, a metodologia adotada de levantamento por medições instantâneas e a dosimetria, apresentaram-se eficientes, uma vez que foi possível identificar o NPS proveniente dos setores que compunham a totalidade da área estudada. Os resultados obtidos foram comparados com os parâmetros estabelecidos pela NHO1 (2001), sendo de 85dB para uma exposição de quatro horas, o que a análise e o mapeamento das condições de risco. Os valores obtidos das medições instantâneas apresentaram, em sua maioria, resultados do NPS de acordo com a norma. No entanto, avaliações feitas através da dosimetria, no entorno de algumas máquinas apresentaram o NPS muito acima do parâmetro. As máquinas mais ruidosas foram a Faceadora modelos Grob e FXLZDI60, com motor elétrico acoplado diretamente no painel da máquina, promovendo vibração e conseqüentemente emitindo ruído excessivo; as Brunidoras que apesar de não terem uso diário, quando ligadas geram alto NPS devido principalmente ao ruído de impacto; os carrinhos utilizados constantemente para o transporte de peças metálicas cuja a caçamba e rodas também são metálicas o que gera ainda mais ruído na sua utilização e movimentação; os Bicos de ar comprimido usados para a limpeza dos resquícios de cavacos metálicos tanto das peças, quanto dos próprios trabalhadores, nesse caso, com o maior NPS - 110dBA . Os resultados obtidos no

levantamento do NPS, conforme metodologia, foram sistematizados e transpostos graficamente na planta do projeto da linha de produção, criando-se um mapeamento acústico que permitiu uma visualização mais clara dos problemas acústicos e pontos críticos da linha de produção, conforme pode-se observar na Figura 1 a seguir. Figura 1 - Mapeamento do NPS da linha de produção Para complementar a leitura instantânea dos NPS e a identificação dos pontos críticos com o mapeamento, foi aplicada ainda a dosimetria em três postos de trabalho determinados como E1, E2 e E3, escolhidos a partir dos setores considerados críticos. A medição foi contínua e teve uma duração de três horas com monitorado constante, preso junto ao trabalhador operador de máquinas. Os resultados da medição foi sistematizado pelo programa computacional que acompanha o dosímetro utilizado e gerou o gráfico e tabelas com o resumo das informações. No posto avaliado, denominado E1, localiza-se a três metros do setor da brunidora, observa-se pico de aproximadamente 104,8dB, devido à influência do ruído provocado pela mesma. No posto E2, setor onde se localiza a brunidora, foi detectado como um dos mais ruidosos apresentando momentos picos de até 105dB. A dosimetria efetuada no terceiro posto denominado E3 apresentou, frente aos anteriores, menores valores de NPS. Com a finalização da etapa de medições, os resultados puderam ser transpostos para a o Calculo do Tempo de Reverberação e poder constatar o Tempo Real de Reverberação e o Tempo Ótimo de Reverberação que deveria ser encontrado a linha de produção industrial. Realizou-se o cálculo do tempo de reverberação existente na linha de produção da empresa nas frequências 125Hz, 500Hz e 2000Hz, utilizou-se os índices de absorção dos materiais a partir da NBR - 10152, produziu-se então a Tabela 2 - Cálculo do Tempo e Reverberação (Anexo 2). Para poder identificar o tempo ótimo de verberação foi preciso utilizar o Gráfico de Correção do levantamento bibliográfico (DE MARCO), na frequência de 125Hz, já que esta é a orientação obtida na norma NBR - 12179, que define o Tempo Ótimo de Reverberação. Utilizando o gráfico de correção da frequência e a Norma NBR -12179, chegou-se a Tabela 2, que além de indicar a necessidade de intervenção para reduzir o tempo de reverberação encontrado para a obtenção do tempo ótimo de reverberação. Tabela 2 - Tempo Ótimo de Reverberação

Numa análise mais abrangente de intuito a examinar as condições ambientais do interior do edifício questões voltadas às outras frentes do conforto ambiental que na associação com o estudo do ruído contribuí para melhora na qualidade do ambiente. Características com o pé-direito de 6,00m, aberturas de entrada e saída de ar, lateral e superior, um corredor de acesso e de ventilação direta, não eliminam a alta temperatura interna, contribuindo para a condição de exaustão do trabalhador no dia-a-dia. Assim como a falta de planejamento para instalação do sistema de iluminação natural e artificial, que não funcionam em parceria, não se completam, criando a necessidade de utilizar pontos de iluminação artificiais extras, para as atividades, que está em constante mudança, já que o arranjo físico sofre alteração rotineiramente na tentativa de melhorar a ergonomia do ambiente, e a cada mudança física há movimentação da iluminação. A utilização dos materiais construtivos não condiz com a realidade climática da região que apresenta de modo geral anualmente altos índices de temperatura, mais relevante ainda está relacionado à atividade exercida no interior desta edificação que apresenta níveis de pressão sonora (NPS) elevados e os materiais apresentam como característica baixa absorção sonora. Toda essa problemática da tipologia construtiva é fruto de uma tendência da realidade industrial que visa somente resolver de maneira prática a instalação do abrigo para a realização da atividade, sem levar em consideração a relação do trabalhador diante deste edifício, desconsiderando o conforto ambiental e apoiando-se apenas na necessidade de proteção contra as intempéries.

5. Considerações Finais

Para as melhorias do ambiente da linha da produção, do ponto de vista do conforto ambiental, estudado pela área de arquitetura, o processo de intervenção no ambiente de trabalho, deve abranger a necessidade de diminuição do ruído, fazendo uso de recursos, como o ressonador, o papel de identificação setorial da linha de produção, criando uma identidade para o lugar. A instalação de painéis ressonadores, é uma medida de controle do ruído para ambientes fechados. Visando o conforto ambiental, outras medidas devem ser executadas, como a reestruturação do edifício, introduzindo aberturas para a facilitação da troca de ar interno. Um melhor estudo da necessidade de utilização da energia artificial, associada com as medidas de controle de ruído, auxiliaram na aquisição de um ambiente interno agradável. É possível fazer algumas

modificações em relação a essas fontes com maiores níveis de pressão sonora (NPS): em relação os bicos de ar comprimido há alguns modelos de bocais menos ruidosos (por exemplo, o de múltiplos orifícios); nas faceadoras, retirar o motor da bomba hidráulica da mesa e instalá-lo no chão, isolando-o do painel de comando que vibra e ressoa o som para o ambiente e instalação de Vibra Stop; nos carrinhos de transporte, instalar mantas de borracha reforça para evitar grandes choques nas atividades de descarga e substituir as rodas metálicas por emborrachadas; na brunidora, segregar o piso metálico das brunidoras instalando também Vibra Stop e retirar o motor da posição atual e fixá-lo ao chão e enclausurar. Quanto aos protetores auriculares, observou-se que alguns trabalhadores ainda não os colocam adequadamente e, pela avaliação da atenuação real dos mesmos, pode-se observar que aqueles trabalhadores que colocam da maneira correta o protetor apresentaram os valores de atenuação de seus protetores maiores do que aqueles que colocam inadequadamente, evidenciando a necessidade de treinamentos constantes para a correta colocação dos EPI. O modelo de menor atenuação foi o tipo oliva. A formação da equipe deste projeto de extensão tem ainda o diferencial de articular os conhecimentos de três áreas distintas do saber para um objetivo em comum, visando essa associação para melhorar os resultados almejados, já que uma área pode ser complementada pela outra. A necessidade de aperfeiçoamento é constante, percebe-se por esse tema que sempre há mais a fazer e ainda a possibilidade de se visualizar novos não só no campo da arquitetura e urbanismo, mas no campo da interdisciplinaridade que alimenta esperanças e lança um futuro profissional mais centrado na realidade.

Referências Bibliográficas

- GERGER, Samir N.Y. Acústica e ambiente fechado. In: GERGER, Samir N.Y. **Ruído - Fundamentos e Controle**. Florianópolis - SC: LVA: 2000.
- NBR 10152 – **Níveis de ruído para conforto acústico**, 1987.
- NBR 12179 – **Tratamento acústico em recintos fechados**, 1992.
- NHO1 – Normas de Higiene Ocupacional. **Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído**. Procedimento Técnico. FUNDACENTRO, 2001.
- SANTOS, Ubiratan de Paula. **Ruído-risco e prevenção**. Editora Hucitel. São Paulo:1994.
- SELIGMAN, J. **Efeitos não-auditivos e aspectos psicossociais no indivíduo submetido a ruído intenso**. Revista Brasileira de ORL, vol.59, n.4, p.257-59, 1993

Anexos

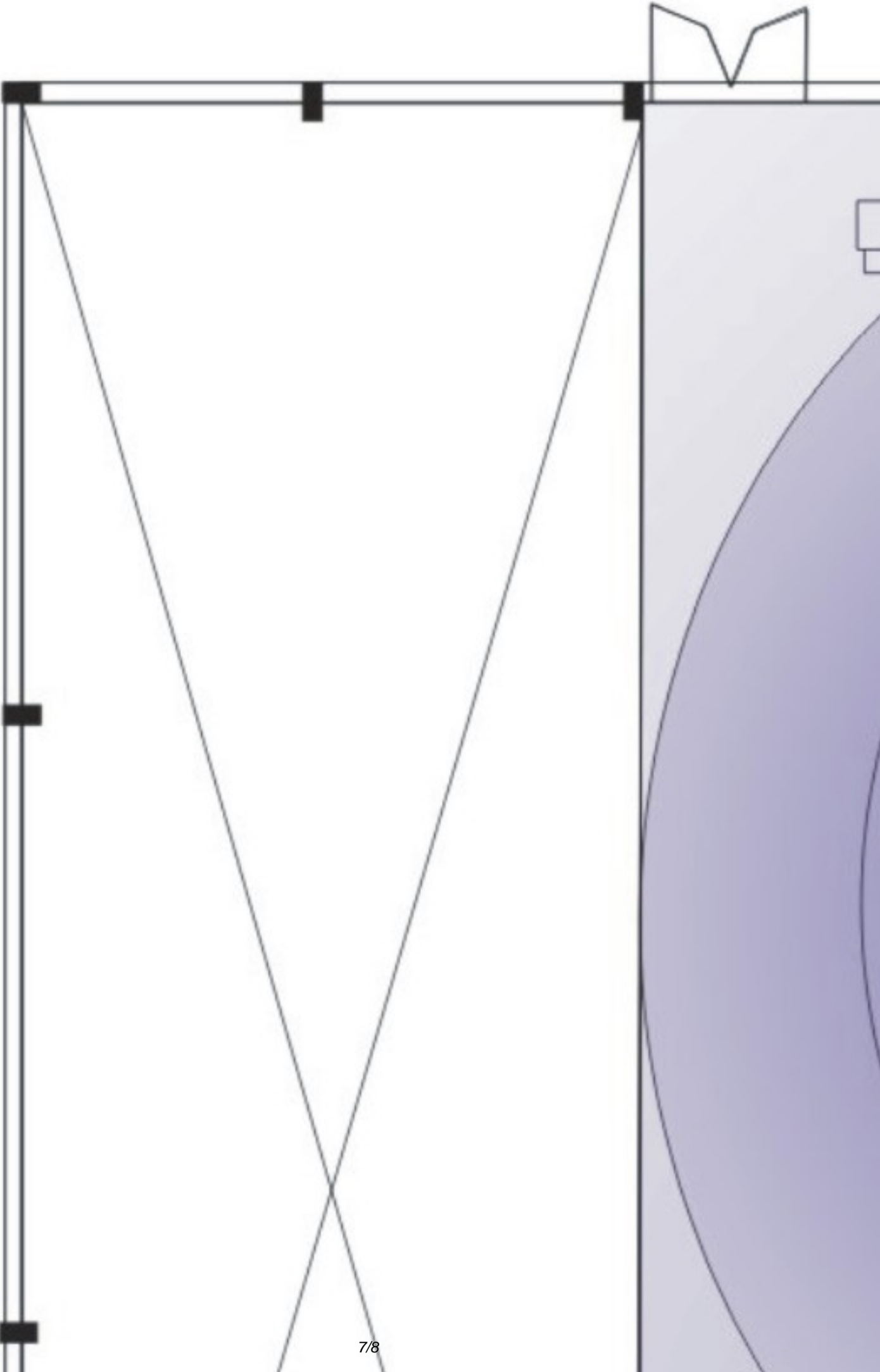
Frequência (Hz)	Tipo
-----------------	------

500	
-----	--

1000	
------	--

2000	
------	--

4000	
------	--



Fre

Tempo de

*Tempo óti
