



CONFORTO ACÚSTICO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS E DESAFIOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.

TRES, Magda Pereira.¹
SOUZA, Cássia Rafaela Brum.²
SOUZA, Daniele Brum.³

RESUMO

A questão acústica, seja ela no meio industrial ou não vem a ser um tema relevante uma vez que o registro de 20% da população mundial vem a estar expostas cotidianamente ao ruído. O presente estudo advém de uma análise bibliográfica de autores de relevância na área de Conforto Acústico no Ambiente Construído, Edificações Habitacionais, abordando as técnicas de caracterização acústica utilizadas em edifícios industrial e também habitacionais, capazes de gerarem diagnósticos, e a posterior montagem de propostas de intervenção para o maquinário se for uma indústria e para o ambiente se for uma construção civil. Com o objetivo de vir a gerar contribuições com a qualidade do ambiente por meio de soluções técnicas, que venham a favorecer o desenvolvimento do conforto acústico. A aplicação de novos métodos de investigação como a avaliação de pós ocupação e o gerenciamento do espaço físico, sendo baseada em dados.

PALAVRAS-CHAVE: Ruído. Habitação. Conforto

1. INTRODUÇÃO

A expansão do mercado imobiliário, observada nos tempos atuais, é o reflexo do momento de estabilidade de certa amplitude na economia do Brasil. Tal crescimento da construção civil brasileira, de acordo com Borges (2008, p. 18-19), norteou parte considerável de sua produção em unidades residenciais econômicas, principalmente, ao fato de haver um alto déficit habitacional das classes de baixa renda. Não obstante, os programas de crédito imobiliário, juntos com uma inflação controlada e quando há um baixo índice de desemprego, favorece em consequência o aumento da demanda da sociedade por novas moradias.

Observado a ideia deste cenário com uma alta produção, suscita-se um questionamento acerca da qualidade das habitações frente às diversas necessidades de uma razoabilidade mínima exigida para uma moradia. Para Borges (2008, p. 38-40) o conceito de desempenho, vem de tempos para cá vem sendo aprimorado, observada a década de 70, porém, ainda não há um cenário de variáveis favoráveis para a consolidação do tema. Naquela época, principalmente na década de 70, desfrutava-se de um período de aparente alto crescimento, análogo ao de anos atrás, quando variadas técnicas construtivas de inovação procuravam seu espaço na construção civil. Assim, o setor observava uma necessidade essencial de criação sistemas em vista de avaliar as novas técnicas que recorrentemente vinham a ser propostas. Devido à carência de referências, ocorreram problemas de aferição de desempenho dos tais sistemas inovadores, prejudicando a produção em larga escala desses sistemas.

A este respeito, Silva (2002) discorre que:

“Todo arquiteto que planeja convenientemente a sua obra, levando em conta o seu condicionamento sonoro, nunca terá surpresas desagradáveis quanto à sua acústica. Mesmo aqueles que porventura

¹ Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo. E-mail: magdaptres@gmail.com

² Professora Orientadora. E-mail: cassiarbrum@hotmail.com

³ Professora Avaliadora. E-mail: arqdanibrum@gmail.com



criem formas ou adotem soluções incompatíveis com os princípios da Acústica, adotando corretivos, chegam a resultados satisfatórios.” (SILVA, Péricles, 2002, p.2).

É necessário também vir a observar o que ocorre fora das áreas de especialidade uma situação que começa a se modificar atualmente, uma vez que, cada vez mais, o acesso à informação faz com que o consumidor seja capaz de ter acesso aos conhecimentos técnicos e aqueles obrigatórios, sendo capaz de exigir seus direitos e de avaliando as condições de um conforto acústico, térmico e lumínico no momento de adquirir um imóvel.

“Sob o pretexto de realizar os supostos desejos dos usuários, empresas construtoras, empreendedores e a indústria da urbanização estão sempre conspirando para que essas questões sejam ignoradas. Os resultados são evidentes em todos os lugares[...]” (PFEIFER; BRAUNECK, 2009a, p.11).

Outra questão importante ao tema do conforto acústico se da na indústria, onde o ambiente industrial propicia uma série de problemas com relação à acústica e à sua construção. Observando os aspectos de conforto, analisa-se que os projetos arquitetônicos atribuem uma maior relevância aos aspectos e variáveis térmicas, ergonômicas além da iluminação, em detrimento aos aspectos voltados às questões de tratamento acústico. Tal questão pode ser atribuída ao fato de que as avaliações do nível de som pelo ouvido humano é distinta a aquela feita pela avaliação da distância pelos olhos ou ainda por aquele feito através do peso pelo braço. Assim, as interferências acústicas negativas nos ambientes são de modo geral nem sempre são facilmente percebidas pelos usuários.

As questões de relevância e que tornam-se preocupantes e voltadas às soluções de problemas relacionados ao conforto de edifícios industriais é cada vez mais crescentes dentro dos desafios da construção civil brasileira. Por isso, a busca de um aperfeiçoamento além da adequação destas questões acústica surgem com força dentro do próprio setor industrial. Assim esse interesse vai de encontro ao presente trabalho onde a intensificação da realização de estudos em busca de garantir a melhoria da qualidade ambiental e da vida do trabalhador, favorecendo na medida em que há requalificação das ações coletivas orientadas para a prevenção.

Num estudo brasileiro por Fiorini (2001), tendo como base a utilização do registro de audiometrias, foi efetuada comparações entre dois grupos de indivíduos com limiares auditivos normalizados, onde havia um dos grupos sendo expostos e outro de não expostos ao ruído de caráter ocupacional. O primeiro grupo tinha em sua totalidade 80 pessoas não expostas e do segundo grupo havia 80 trabalhadores da indústria expostos a níveis de 85dB a 105dB. A conclusão suscitada no trabalho foi que, mesmo quando há os limiares audiométricos encontram-se dentro de certos padrões de normalidade, havendo alterações auditivas no grupo que não houve exposição ao ruído ocupacional, observando um percentual de maneira quantitativa neste primeiro grupo de 55,7%, e para o segundo grupo, exposto ao ruído ocupacional, tal alteração demonstrou-se com um percentual ligeiramente maior, de 68,7%, uma vez que as pessoas participantes, além da exposição ao ruído do seus respectivos dia-dia do cotidiano vivencial, tem certa associação à exposição laboral, que vem a agravar a fadiga do aparelho auditivo humano.

De acordo com Didoné (1999) afirma que, na realização de uma intervenção no espaço industrial, na busca de evitar ou diminuir os danos físicos sensoriais ou ainda mentais, sempre a observar as condições do



conforto ambiental, devendo-se dar uma maior observação à questão de ruídos, uma vez que este é citado como uma das principais questões condicionantes naquilo que afeta o rendimento no trabalho.

Como destaca Corbella (2009), é necessário observar que:

“A habitação é um espaço para morar e exercer uma série de atividades humanas, diferenciado do espaço externo. O arquiteto é o criador da modificação desse espaço, e o faz pensando na satisfação dos desejos do usuário, baseado nos conhecimentos oferecidos pela tecnologia da construção e na sua cultura sobre estética, a ética e a história.”



2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Quando analisada a acústica, existe a preocupação com o controle da questão do ruído, observasse o processo de estudo acerca do ruído industrial, dentro de uma acústica arquitetônica, tendo em vista um controle dos sons nem um pouco desejáveis, trabalhando dentro de um projeto que venha a praticar reduções dos níveis de ruído do ambiente por meio de certos preceitos descritos por Camarotto, 1998:

- Uso de materiais absorventes e isoladores de ruído na composição da estrutura da edificação;
- Separação de atividades ruidosas, visando a uniformizar os níveis de ruído no programa arquitetônico, e especificadas no projeto executivo da obra;
- Distanciamento entre as fontes ruidosas e áreas de trabalho, visando ao amortecimento do ruído pela distância, na fase de detalhamento do projeto executivo.

Segue o autor, demonstrando que na fase de operação de uma unidade industrial, as diferentes formas de controle do ruído, na perspectiva do ambiente, são dadas através de três pontos:

- Isolamento das fontes de ruído por enclausuramento dos componentes ruidosos;
- Tratamento acústico das paredes e divisórias para absorver e/ou refletir o ruído;
- Criação de locais com baixos níveis de ruído para descanso dos usuários destes ambientes (CAMAROTTO, 1998).

Gonçalves (2006) destaca que o Programa de Preservação da Audição – PPA tem como seus preceitos básicos a preservação e proteção da audição através da capacidade de identificação de riscos, monitoramento auditivo, além das medidas de proteção contra o ruído e sem negligenciar as medidas educativas na perspectiva de redução e o controle do mesmo. Onde as estratégias de ação dos programas de prevenção se colocam conforme a concepção teórico-metodológica que vem a ser adotada para a explicação do processo conhecido por saúde-doença no trabalho.

Oliveira (1995) demonstra, que para haver uma implantação de ações pela busca da prevenção da saúde do trabalhador, é necessário ressaltar e conhecer alguns aspectos, para a implantação de excelência destas ações:

- Condição de saúde do trabalhador;
- Política e objetivos da empresa em relação à saúde do trabalhador, pois definirão o ambiente e as relações de trabalho;
- Processo produtivo e sua influência sobre a saúde dos trabalhadores;
- Quanto ao ambiente, caracterizar o ruído em seu comportamento geral e nos pontos críticos no local de trabalho.

Didoné (1999) relata que majoritariamente qualquer espaço de trabalho que venha a ultrapassar 85dB tem de ser considerado uma ameaça ativa para a saúde do trabalhador, necessitando que haja algumas medidas



preventivas, independentemente e invariavelmente com o tempo de exposição do trabalhador, e assim conseqüentemente a implantação de um Programa de Conservação Auditiva – PCA.

De acordo com Santos et al (1994), o PCA vem a ser um conjunto de medidas coordenadas entre si que tem o objeto norteador a ideia de impedir que certas condições de trabalho provoquem qualquer ameaça à saúde auditiva do trabalhador. Para isso, é necessário contar com uma equipe multidisciplinar, uma vez que são necessárias medidas na área da saúde e na segurança do trabalho.

Stewart (1996) em seu trabalho sugeriu uma estruturação do PCA levando em conta os seguintes componentes:

- Medição do ruído na fábrica;
- Identificação dos trabalhadores expostos;
- Utilização dos EPIs;
- Medidas informativas sobre o programa;
- Avaliação de audiometrias admissionais e seqüenciais;
- Estruturação física do ambiente favorável para a absorção do ruído.

Em contrapartida Gerges (1992) considera procedimentos básicos para um PCA são:

- Avaliação do ruído;
- Medidas de redução dos níveis e do tempo de exposição a ele;
- Especificações do ruído para novas instalações, e educação, supervisão e monitoramento audiométrico;

Já Santos et al (1994) reforçam que tais medidas de controle de ruído, essenciais no PCA, devem vir a se basear em três grupos de conformidade que influenciam a higiene industrial na área acústica, ou simplesmente na área de interesse procurando sistematizar e normatizar um conjunto de medidas e intervenções de relevância para o controle do ruído.

Para Gerges (1992) há uma explicação para o entendimento físico das fontes que geram os ruído, além da dinâmica de cada máquina, junto com as principais técnicas de controle, onde as melhores ferramentas para tal especificação, se dão no projeto e na solução do problema de ruído das máquinas. Onde o autor faz referência ao motor elétrico como um complexo gerador de ruído, uma vez que essa máquina gera vibrações de seus componentes e também gera um fluxo turbulento do ar de refrigeração. O ruído em motores elétricos, muito comum em serem encontrados em construções civis, principalmente as de função industrial, podem vir a serem classificados em três categorias principais: magnético, mecânico e aerodinâmico, em detalhes para cada uma das variáveis o autor aponta:

- Magnético: originado principalmente pelas forças magnéticas que atuam no estator e no rotor, através do espaço de ar, dependendo do projeto do motor, sendo uma função da densidade do fluxo magnético, do número e forma dos pólos, do número e formas das ranhuras e da geometria do espaço de ar;
- Mecânico: voltado para a estrutura física do maquinário. Identifica como principais fontes de ruído o desbalanceamento do rotor, mancais e rolamento, fricção das escovas nos anéis de escorregamento, fricção accidental de componentes dos estatores e



rotores, ruído devido a componentes soltos, o que implica a necessidade de uma rigorosa e contínua manutenção;

- **Aerodinâmico:** criado por vórtices e fluxos turbulentos de ar de refrigeração que são produzidas pelas pás do rotor em movimento relativo aos elementos estacionários.

Deste modo, em meio a tantas variáveis supracitadas, há um caráter exploratório, na qual é realizada uma abordagem interdisciplinar, técnica e além de uma observação comportamental, com base na Avaliação Pós-Ocupação (APO) que, segundo Del Rio et al (1998), descreve-se o seguinte:

A Avaliação Pós-Ocupação (APO), também conhecida como avaliação de desempenho, é uma expressão derivada do inglês Post-Occupancy Evaluation (POE) e significa uma investigação multidisciplinar e sistematizada de edificações ou ambientes construídos após a sua ocupação e utilização, com o objetivo de fundamentar a programação de intervenções, reformas e, até mesmo, de novos projetos. (DEL RIO, RHEINGANTZ e ORNSTEIN, 1998, p. 05)

Numa análise de Conforto Acústico no Ambiente Construído, Edificações Habitacionais, objeto de estudo deste trabalho, pode ser posta a observação por intermédio de fundamentações da aplicação de uma APO com vistas à verificação do conforto acústico ao longo de seu uso, com o propósito de se realizar um diagnóstico que possibilite o aprimoramento de futuros projetos, em relação à qualidade da edificação em sua integralidade, ou seja, um ambiente adequado que contribua para a o bom desempenho das atividades a virem serem realizadas.

Nesse tema de ruídos temos Malchaire (2006) que propõe uma estratégia de diagnosticar a exposição do ruído por meio de um método que contempla três níveis:

- **Observação:** objetiva o reconhecimento dos problemas e a caracterização das situações de trabalho em todas as circunstâncias, podendo ser executada pelos próprios trabalhadores, a identificação de soluções imediatas e a soluções com ajuda de especialistas;
- **Análise:** executada por especialistas da área de segurança e saúde ocupacional, buscando a identificação de medidas técnicas e a organização, e em seguida a aplicação do PCA. Trata-se de situações de trabalho em circunstâncias particulares (uma operação ou uma máquina específica) que foram identificadas no primeiro nível;
- **Perícia:** executada por peritos em acústica, a fim de encontrar soluções e medidas de controle especiais, lidando com circunstâncias complexas, sendo assim limitada a situações absolutamente necessárias.

Esta estratégia tem como ideia norteadora uma aplicabilidade direta no espaço industrial, tendo o auxílio de profissionais na área quando necessário, gerando assim uma certa ‘autonomia’ relevante nas ações deliberativas acerca dos procedimentos para o controle do ruído. Criando-se assim um processo em busca de soluções juntamente, com aquilo que já possui as condições limítrofes fixas e regulamentadas pela legislação que normatiza as questões da emissão do ruído.



Gonçalves (2005) afirma que as medidas de prevenção são necessárias em vista de garantir a capacidade auditiva do trabalhador exposto a níveis elevados de ruído, evitando assim certos problemas relacionados às dificuldades de comunicação, além das questões de segurança, por exemplo de localizar a fonte sonora a uma distância razoável, ouvindo sinais sonoros de alerta, entre outros.

Podendo associar assim tais medidas, na área de segurança, como os protetores auriculares, ou ainda Equipamentos de Proteção Individual – EPI e, em na engenharia de processos, a manutenção, ou simplesmente substituição de máquinas e equipamentos ruidosos, como ações de prevenção, facilitando a relação do trabalhador com espaço de trabalho.

Uma questão relevante é aquela dos laboratórios, que vem a fazer tais análises sonoras, onde é necessário uma certa observação, principalmente, com relação à qualificação dos ensaios por intermédio dos órgãos acreditadores do Brasil. Segundo Cichinelli (2010) reforça essa ideia quando relata:

A escassez de laboratórios também esbarra na falta de confiabilidade dos serviços prestados, que preocupa os contratantes. A exigência do certificado de acreditação do Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) é vista como alternativa para aumentar a qualidade e o controle do setor. No entanto, alguns laboratórios se queixam da burocracia e dos altos custos envolvidos no processo, o que poderia complicar ainda mais as iniciativas para ampliar a rede de laboratórios qualificados no País.

Onde o aumento dos custos para uma qualificação, a princípio não vem a ser não é exclusivo aos laboratórios utilizados e ou contratados. As construtoras, por virem a desempenhar um papel de relevância no que tange a implementação da Norma, tem de criar investimentos em sistemas que possam atender, ao menos, os critérios mínimos estabelecidos pelas normas: NBR 10.151:2000 e NBR 10.152:1987.

Desempenho, 2013, aponte que esse investimento, é estimado por especialistas da engenharia civil e áreas correlatas, que pode vir a variar entre 5% a 7% do custo final da obra total, incluindo também o empreendimentos de alto padrão e excelência, pois, apesar de haver o cumprimento dos critérios mínimos, o consumidor vem a pressionar para que se haja certo nível de desempenho mais elevados.

Assim segue que segundo a variação de freqüências, existe a seguinte classificação (EGAN, 1988):

- Tons puros - compostos por uma única freqüência;
- Sons musicais - compostos por uma freqüência fundamental e várias freqüências de valor múltiplo inteiro da fundamental (sons harmônicos = sons limpos), dependendo do timbre;
- Ruído - composto por inúmeras freqüências sem que exista um padrão que as relacione diretamente. O resultado é um sinal complexo, sem uma freqüência fundamental fixa, portanto um sinal não periódico.

Onde o critério de distinção entre aquilo que é ruído e o som se dá por meio de um agente perturbador, além do conjunto de sons indesejáveis, e desagradáveis, que envolve fatores psicológicos de tolerância de cada indivíduo.

Entretanto o ruído tenha sua associação ao do som, não é possível afirmar que há termos que venham a ser sinônimos, uma vez que o ruído é apenas um tipo de som, com periodicidade sem definição, ou seja, o conceito de ruído é associado a som desagradável e indesejável.



Ainda existe também uma classificação de acordo com a variação de ruído como define a norma ISO2204/1979, também na norma NBR 10152.

- Contínuo - ruído com variações de níveis desprezíveis (até $\pm 3\text{dB}$) durante o período de observação;
- Intermitente - ruído cujo nível varia continuamente de um valor apreciável (superior $\pm 3\text{dB}$) durante o período de observação;
- Ruído de impacto ou impulso - aquele que se apresenta em picos de energia acústica de duração inferior a um segundo. A forma de onda deste tipo de ruído é freqüentemente descrita por amplitude e duração, sendo que a amplitude é medida no pico máximo e a duração é o tempo que a onda leva para cair 20dB do seu nível normal;
- Comprimento de Onda é o comprimento que as partículas do ar, num dado instante, ocupam no espaço no período de uma onda, e é medido em metros. Esta grandeza está diretamente relacionada à freqüência da onda e à velocidade de propagação do som no meio, sabendo-se que a velocidade é em média 343m/s (metros por segundo);
- Intensidade é a qualidade do som que permite ao ouvinte distinguir um som fraco de um som forte. Está relacionada diretamente à amplitude de onda, ou seja, quanto maior a amplitude, maior a intensidade do som.

Nesse sentido também é importante destacar alguns detalhes das técnicas a serem utilizadas para a medição técnica de ruídos, de acordo com a NHO-01, Série de Normas de Higiene Ocupacional, destacadas por Fundacentro, onde a dose a ser adotada no incremento de duplicação, levando em consideração também as normas internacionais como ANSI, incluindo fatores de correção ou ainda mudanças $q = 3$, estabelecendo os seguintes parâmetros:

- Situação do medidor – integridade eletromecânica, carga suficiente das baterias e calibração segundo o método estabelecido pelo fabricante;
- Ajustes para medição – o dosímetro deve ser ajustado para operar na curva de compensação “A” com resposta lenta, taxa de dobra do risco de 3dB e critério de 85dB para 8 horas.
- Posição do medidor – colocado na pessoa com função representativa do grupo de trabalhadores que será avaliado, com o microfone deste posicionado a $150\text{mm} \pm 50\text{mm}$ do ouvido. O direcionamento do microfone deve ser voltado para o principal campo acústico. Em geral ele é colocado na lapela voltado para cima e para frente, livre de obstáculos, como partes de roupas e/ou EPI;



- Período de amostragem – se a atividade apresenta diferentes ciclos que não se repetem ao longo da jornada, a dosimetria deve cobrir toda a jornada. Se os ciclos são bastante repetitivos, o tempo de dosimetria pode ser reduzido à metade da jornada de trabalho e a dose final pode ser calculada pela fórmula do Nível Equivalente (Neq), que representa o nível contínuo equivalente em dB, que tem o mesmo potencial de lesão auditiva que o nível variável considerado. (FUNDACENTRO, 2001)

Beranek (1969) demonstra uma explicação que se dá por meio da medida da energia vem a se desenvolver num procedimento de transformação de unidades para encontrar à medida de intensidade sonora denominada pelo nome: Nível de Intensidade Sonora – NIS, com unidade de medida em decibéis (dB), onde é possível mensurar as intensidades sonoras de 10-16 W/cm² (limiar de audibilidade) a 10-2 W/cm² (limiar da dor).

A Lei de Weber–Fechner demonstra uma relação entre a intensidade de caráter físico de uma excitação com a intensidade subjetiva da sensação de alguém. Sendo a medida que vem a aumentar a intensidade sonora, danificando-se progressivamente mais a capacidade auditiva, tornando assim o ouvido menos sensível, acarretando posteriormente a necessidade de um aumento de caráter exponencial da intensidade do som para que o ouvido seja capaz de ‘sentir’ de maneira linear.

Ao atingirem um obstáculo, as ondas esféricas que partiram da fonte pontual podem se comportar de maneiras diferentes, dependendo da característica do material onde a onda vai incidir.

Egan (1988) assevera que as principais reações e comportamento da onda são: a transmissão, a absorção, a reflexão e a difração. Estas reações dependem das características do material que compõem o obstáculo de incidência da onda esférica, onde:

- Reflexão - ao se propagar no ar, uma onda sonora encontra uma superfície sólida como obstáculo à sua propagação; esta é refletida e é diretamente proporcional à dureza do material. Paredes lisas e de materiais pouco porosos refletem quase 100% do som incidente;
- Absorção - é a propriedade de alguns materiais em não permitir que o som seja refletido por uma superfície; então uma quantidade de som é dissipada e a outra é transmitida. A absorção da energia sonora por materiais absorventes depende da frequência do som: normalmente é grande para altas frequências, reduzindo-se a valores muito pequenos no caso de baixas frequências;
- Transmissão - é a propriedade sonora que permite que o som passe de um lado para outro de uma superfície, continuando sua propagação através da vibração que provoca, transformando-a em uma fonte sonora em sua outra face. Portanto, quanto mais rígida e densa for a superfície, menor será a energia transmitida;
- Difração - é a propriedade do movimento ondulatório de contornar obstáculos, ou seja, o som é capaz de rodear obstáculos ou



propagar-se por todo um ambiente através de uma abertura. Os sons graves têm maior facilidade em propagar-se no ar assim como maior capacidade de contornar obstáculos.

Para o estudo em questão, há um segundo aspecto importante que acaba por enquadrar-se numa realidade de caráter industrial, juntando uma série de fatores que caracterizam uma condição acústica industrial. De acordo com De Marco (1982), o fato de existir alguns fechamentos num ambiente construído dá origem aos sons refletidos e implicando assim no surgimento da ‘intensidade reverberante’. Onde a reverberação depende de três aspectos na distribuição do som no recinto de acordo com o autor:

- O som reverberante que persiste certo tempo no ambiente, depois de a fonte deixar de emitir som (isso virá a perturbar a clara percepção do som e a inteligibilidade da fala);
- Absorção dos diferentes materiais, seletiva com relação à frequência e ao espectro do som direto;
- Distribuição dos materiais absorventes colocados de maneira heterogênea no recinto.

Já Segundo Paya (1994), o tratamento ou ainda alguma correção na acústica refere-se a certa melhoria na audição dos sons que vem a interessar aqueles que estudam. Além da capacidade de multiplicação dos ruídos devido à mecanização do ambiente, como a adoção generalista do concreto armado, os edifícios em certo sentido constituem verdadeiros conjuntos monolíticos, gerando assim uma maior facilidade de propagação de todos os tipos de vibrações.

Para Preiser, Rabinowitz & White (1988), a APO em si já é capaz de consolidar aquilo que realmente interessa para no que tange o ramo produtivo da construção civil levando em consideração o Conforto Acústico no Ambiente Construído, Edificações Habitacionais, tem em vista três aspectos gerais em vista de garantir o pleno funcionamento do edifício e manifestar uma da conquista da produtividade:

- Benefícios à organização do usuário através das decisões melhoradas do projeto e dos edifícios resultantes da qualidade melhor;
- Benefícios humanos em relação aos problemas que são obstáculos da eficácia e apreciação dos trabalhadores;
- Benefícios profissionais através do projeto mais bem informado sobre as características do edifício.

Já Segundo Ornstein & Romero (1992), deve-se observar as variáveis com relação às questões construtivas, funcionais, econômicas, estético-simbólicas, comportamentais-psicológicas e estruturais-organizacionais.



3. METODOLOGIA

Os parâmetros metodológicos tem como preceitos e objetivos no presente trabalho a busca em explorar o Conforto Acústico no Ambiente Construído, as Edificações Habitacionais, e os Desafios da Construção Civil, identificando assim as possíveis influências das tecnologias construtivas adotadas, além dos possíveis desempenhos ambientais, bem como avaliar o atendimento ou não ao que tange os requisitos normativos de conforto térmico e lumínico, principalmente.

Buscando também análises e complementações dos paradigmas de Avaliação de Pós-Ocupação aos aspectos construtivos do ambiente industrial de modo geral, e com certo detalhamento norteados pelas normas e leis brasileiras, em especial a NBR 10.151:2000, tais como:

- Estudo e análise de aprimoramento do coeficiente médio de absorção do ambiente industrial;
- Confrontação entre o mapeamento acústico, dosimetria e o mapa de comunicação;
- Avaliação da eficácia das propostas de intervenção, segundo os critérios de atenuação do ruído e a sua aplicabilidade a edifícios semelhantes.

Onde foi feita uma análise e revisão bibliográfica nos trabalhos dos seguintes autores, revista, conselhos e câmaras:

CAMAROTTO, J. A.; GONÇALVES, J.C. S.; OLIVEIRA, C.G.; DIDONÉ, J. A.; SANTOS, U. de P.; MATOS, M P.; MORATA, T C.; OKAMOTO, V A.; STEWART, A.P.; GERGES, S. N. Y.; MALCHAIRE, J.; GONÇALVES, C.G.O.; VILELA, R.A.G.; FACCIN, R.; NHO1 – Normas de Higiene Ocupacional.; BORGES, C. A. de M.; EGAN, M. D.; NBR 10152 – Níveis de ruído para conforto acústico; LEO L. BERANEK. Acústica; GERGES, S. N. Y.; FIORINI, A.C.; NASCIMENTO, P.E.S.; DEL RIO, Vicente, RHEINGANTZ, Paulo Afonso, ORNSTEIN, Sheila Walbe; NBR 10.152;NBR 10.151: acústica; CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE; CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO; DE MARCO, C. S.; PAYA, M.; CICHINELLI, G. C.; Revista Técnica; PREISER, W.F.E.; RABINOWITZ H.R.; WHITE E.T.; ORNSTEIN, S.; ROMERO, M.



4. ANÁLISES E DISCUSSÕES

O conforto acústico em ambientes brasileiros, tem certas especificações como metodologias de avaliações além de exigências de níveis de ruído determinadas pelas normas NBR 10.151:2000 – Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando certos níveis conforto da comunidade – Procedimento e NBR 10.152:1987 – Níveis de ruído para conforto acústico – Procedimento.

O Conama, (1990, p. [1]) utiliza tais normas como parâmetros metodológicos, conforme indicam os seguintes itens descritos abaixo:

I - A emissão de ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política, obedecerá, no interesse da saúde, do sossego público, aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidos nesta Resolução.

II - São prejudiciais à saúde e ao sossego público, para os fins do item anterior aos ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela norma NBR 10.151 – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

III - Na execução dos projetos de construção ou de reformas de edificações para atividades heterogêneas, o nível de som produzido por uma delas não poderá ultrapassar os níveis estabelecidos pela NBR 10.152 - níveis de Ruído para conforto acústico da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

A NBR 10.151:2000 e NBR 10.152:1987, estão referidas nos documentos do Conselho Nacional do Meio Ambiente e devem vir serem respeitadas em todo território brasileiro. Ou seja, as leis municipais que visam a regulação dos níveis máximos de ruído permitido, não devem ser em certo sentido mais brandas que as exigências determinadas por essas duas normas do âmbito nacional.

Segue a análise na discussão que de acordo com o guia da CBIC (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2013, p. 156), a Norma de Desempenho, tem caráter relativo a aquilo que vem a ser o desempenho acústico, não gerando certos valores de conforto acústico, como é feito em detalhes pela NBR 10.152, no qual vem a ser colocado, a título de exemplo, o nível máximo de intensidade sonora tomando como base o repouso. Contudo, os critérios definidos pela NBR 15.575 foram desenvolvidos de acordo com ruídos externos na faixa de 55 dB(A) até 60 dB(A), sendo que, caso houver a presença de fontes de ruídos que venham a superar esses valores, devem ser realizados estudos específicos para o local de interesse, sejam ele de caráter industrial ou não.

Ainda conforme o guia da CBIC (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2013, p. 20), a Norma de Desempenho foi criada por meio de modelos internacionais, organizando-se, através de pré-requisitos de desempenho, critérios de desempenho além de métodos de avaliação. Onde o desempenho dos sistemas é avaliado de acordo com certas exigências relacionadas à segurança, habitabilidade, levando em consideração o desempenho acústico e a sustentabilidade. Por se tratar de uma ampla gama de elementos e de



sistemas construtivos que constituem um desafio da Construção Civil, e edificações Habitacionais, o conjunto da Norma é dividido nas seguintes seis partes:

- Parte 1 – requisitos gerais;
- Parte 2 – requisitos para sistemas estruturais;
- Parte 3 – requisitos para os sistemas de piso;
- Parte 4 – requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas;
- Parte 5 – requisitos para os sistemas de cobertura;
- Parte 6 – requisitos para os sistemas hidrossanitários.

Nesse sentido, vem a ser imprescindível e crucial a busca de relacionar os principais fatores que possam modificar o sucesso da implementação das Normas: NBR 10.151:2000 e NBR 10.152:1987. Destacando-se, na visão de Borges (2008, p. 167-168), que a carência de fiscalização acerca do cumprimento das Normas, é um grande problema que permite assim a falta de atenção das empresas nesse quesito. Mesmo que o desconhecimento de algumas normas, além da falta de foco no incentivo do uso das normas dentro das Escolas de Engenharia, dificultam uma inserção da Norma de Desempenho. Acerca da opinião do autor Borges, a falta de laboratórios no Brasil que reproduzem tais métodos de avaliação são colocados pela Norma, também acabam por ser tornar um fator complicador.



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise de revisão bibliográfica, levando em conta o que há de mais novo no meio acadêmico no que tange o Conforto Acústico no Ambiente Construído, Edificações Habitacionais, Desafios da Construção Civil, conclui-se em certo sentido que, a APO é capaz de se efetivar como parte integrante no processo projetual, contribuindo para que todos os ambientes do edifício escolar tenham acessibilidade, localização e dimensionamento adequados conformes com sua função e uso, além de um tratamento acústico, térmico e lumínico, em conjunto e convergência com as normas vigentes, promovendo, assim, a qualidade de vida dos usuários dos ambientes construídos é em suma importante.

Além disso, outro fator observado, sendo de relevância para o sucesso da utilização das Normas de Desempenho, é o suporte que a Norma é capaz de gerar aos usuários das edificações. Pois os usuários passam a ter ciência da possibilidade de virem a exigir das empresas construtoras o desempenho acústico que a princípio lhes foi vendido. Assim, a fiscalização desses novos empreendimentos, podem vir a serem realizados à luz da Norma de Desempenho, por intermédio da realização pelos usuários das construções civis ou ainda as construções industriais.



REFERÊNCIAS

CAMAROTTO, J. A. Estudo das relações entre o projeto de edifícios industriais e a gestão da produção. Tese doutorado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – São Paulo, 1998.

DIDONÉ, J. A. Conforto oferecido por diferentes protetores auditivos. Dissertação – Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Florianópolis – UFS; Florianópolis – SC, 1999.

GERGES, S. N. Y. Ruído : fundamentos e controle. Florianópolis: UFSC, 1992.

GONÇALVES, J.C. S.; DUARTE, D. H. S. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. V. 6, N. 4, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Ambiente Construído, Porto Alegre, ISSN 1415-8876, p. 51-81 out./dez. 2006.

GONÇALVES, C.G.O.; VILELA, R.A.G.; FACCIN, R. A qualidade do ambiente e a saúde do trabalhador exposto ao ruído: uma proposta de controle de ruído. Relatório Final do Projeto de Fundo de Auxílio a Extensão – FAE; (Projeto Mãe). Santa Bárbara d'Oeste. São Paulo. 2005.

MALCHAIRE, J. Estratégia para a presença e o controle do risco devido ao ruído. Universidade Católica de Louvain – Unidade de Higiene e Filosofia do Trabalho. Clos Chapelle-aux-Champs – Bruxelles. 2006. p. 30-38.

NHO1 – Normas de Higiene Ocupacional. Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído. Procedimento Técnico. FUNDACENTRO, 2001.

OLIVEIRA, C.G. Fonoaudiólogo e a questão da saúde e do trabalhador. Revista Distúrbios da Comunicação, 7(2):135-146, 1995.

SANTOS, U. de P.; MATOS, M P.; MORATA, T C.; OKAMOTO, V A.; Ruído, Riscos e Prevenção. São Paulo: HUCITEC. 1994.

STEWART, A.P. Comprehensive hearing conservation program. In: LIPSCOMB, D. M. (org.) Hearing Conservation in Industry, School and the Military. San Diego. Singular Publish, 1996, p. 205-9.