



## **INTERFERÊNCIA DO FECHAMENTO DAS ABERTURAS NA QUALIDADE ACÚSTICA DE UM RESTAURANTE *SELF-SERVICE* – ESTUDO DE CASO**

**Jordana Teixeira da Silva (1); Renata Camelo Lima (2); Maria Lúcia Gondim da Rosa Oiticica (3)**

(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Dinâmicas do Espaço Habitado – DEHA, jordana.teixeiraa@gmail.com

(2) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Dinâmicas do Espaço Habitado – DEHA, renatacamelo.arq@gmail.com

(3) Dra., Professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, mloiticica@hotmail.com.

Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Maceió-AL, CEP 57072-900, Tel.: (82) 3214 1309.

### **RESUMO**

O conforto acústico em ambientes de restaurantes e lanchonetes *fast foods* requer espaços com qualidade acústica, que por sua vez pode favorecer as condições de conforto e bem-estar dos usuários. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a interferência das aberturas na qualidade acústica de um restaurante *self-service*, localizado na cidade de Maceió-AL. A metodologia aplicada consistiu em investigar o espaço de refeição através dos seguintes parâmetros acústicos: Níveis de Pressão Sonora (LAeq), Tempo de Reverberação (TR), Nível de Interferência da Fala (SIL) e Curva de Avaliação do Ruído (NC), considerando a situação das esquadrias fechadas (climatização artificial) e esquadrias abertas (climatização natural), em situação de ocupação e desocupação. Para tanto, foram realizadas medições *in loco* e cálculos específicos. Através dos resultados alcançados foi possível concluir que tanto com o ambiente fechado quanto o aberto, os níveis de pressão sonora ultrapassam os valores recomendáveis pelas normas, mas no primeiro caso há uma maior diminuição da qualidade acústica do restaurante. O trabalho reforça a importância de alguns aspectos no contexto da acústica de restaurantes, tais como as aberturas e o zoneamento dos ambientes na edificação.

Palavras-chave: qualidade acústica, restaurante *self-services*, nível de ruído, aberturas.

### **ABSTRACT**

Acoustic comfort in environments of fast food restaurants and cafeterias require spaces with acoustic quality, which in turn can promote conditions of comfort and well-being of users. This study aims to evaluate the influence of openings in acoustic quality of a self-service restaurant, located in the city of Maceió-AL. The methodology consisted of investigating the space meal through the following acoustic parameters: Sound Pressure Levels (LAeq), Reverberation Time (RT), Speech Interference Level (SIL) Curve and Noise Assessment (NC), considering the situation of closed frames (artificial air conditioning) and open frames (natural cooling), in a situation of employment and unemployment. Therefore, measurements were made *in situ* and specific calculations. Through the results obtained it was concluded that both the closed and the open environment, the sound pressure levels exceed the values recommended by the rules, but in the first case there is a greater decrease in the acoustic quality of the restaurant. The study reinforces the importance of some aspects in the context of acoustic restaurants, such as zoning and openings in building environments.

Keywords: acoustic quality, self-service restaurant, noise level, openings.

## **1. INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos, a preocupação com o controle do ruído no ambiente construído tem ganhado importância, em função do aumento dos ruídos indesejáveis e da necessidade em promover a qualidade sonora dos recintos, a fim de favorecer o conforto acústico nas edificações.

No contexto urbano, o ruído gera uma série de problemas, que crescem na medida em que as cidades, a densidade da malha urbana e o volume de tráfego aumentam (NIEMEYER; SLAMA, 1998). Em virtude do aumento dos problemas provocados pelo ruído urbano, a poluição sonora tornou-se um dos principais agravantes para a saúde do homem, ocupando um dos primeiros lugares na lista dos maiores problemas ambientais, ao lado da poluição do ar e da água (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2003). Dessa forma, os edifícios sofrem sérias interferências externas provenientes das fontes de ruído urbano.

Além da influência do ruído urbano no ambiente construído, observa-se que em alguns tipos de edificações, a geração do ruído no interior dos recintos constitui-se como um aspecto preocupante. Nesse contexto, enquadram-se os restaurantes, que além de estarem susceptíveis à entrada do ruído advindo do exterior, em sua maioria, apresentam elevados níveis de pressão sonora em virtude principalmente da comunicação entre os usuários desses espaços. Em ambientes de restaurantes o excessivo ruído dificulta a inteligibilidade da fala, que por sua vez, compromete a comunicação entre os usuários, o que pode ocasionar excessivo esforço vocal.

No contexto da propagação do ruído interno e externo, bem como da qualidade acústica dos recintos, as aberturas desempenham papel de grande importância, pois são os principais elementos que interligam o interior ao exterior da edificação, além de se constituírem como componentes que influenciam o comportamento sonoro no interior das edificações. O estudo da interferência do fechamento das aberturas em um ambiente sujeito aos ruídos produzidos tanto no interior, quanto no exterior da edificação pode indicar se tais componentes construtivos são favoráveis ou não às condições acústicas.

Observa-se que os problemas existentes no contexto do conforto acústico justificam-se principalmente pelas tomadas de decisões inadequadas já nas fases iniciais da concepção projetual, como por exemplo, falhas de implantação e de projeto do edifício. Apesar da grande relevância no contexto do ambiente construído, os aspectos e princípios acústicos costumam não serem levados em consideração durante as fases iniciais de projeto, devido à ideia errônea de que tal aspecto é fruto apenas da definição dos materiais de acabamento. As condições acústicas apresentam expressiva complexidade, pois decisões de projeto tais como a forma espacial da edificação e sua implantação são determinantes, além disso, quando apresentam falhas relativas a esses aspectos, dificilmente costumam serem corrigidos, implicando em custos elevados.

## **2. OBJETIVO**

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a interferência das aberturas na qualidade acústica de um restaurante *self-service*, localizado na cidade de Maceió - AL.

## **3. MÉTODO**

O método aplicado para esse trabalho foi desenvolvida em cinco etapas, descritas a seguir:

- 3.1. Levantamento e caracterização da edificação avaliada;
- 3.2. Realização das medições dos níveis de pressão sonora;
- 3.3. Classificação da Curva de Avaliação de Ruído - NC;
- 3.4. Cálculo do Tempo de Reverberação do ambiente;
- 3.5. Cálculo do parâmetro SIL - Nível de Interferência da Fala.

### **3.1. Levantamento e caracterização da edificação avaliada**

O restaurante selecionado para o estudo se encontra numa via arterial próximo à praia, apresenta tráfego constante no período diurno e ponto de ônibus próximo (Figura 1). Assim, nota-se com frequência, elevados níveis de ruído ocasionados por engarrafamentos e passagem constante de ônibus, além do estacionamento, que localiza-se em frente ao restaurante.



Figura 1 – Localização do restaurante estudado. Fonte: Google Earth, 2013.

Os fechamentos da edificação são em grande parte compostos por vidro transparente e complementado por alvenaria. As áreas envidraçadas isolam o ambiente tanto para rua como para um pátio interno existente. No ambiente não há o uso da ventilação natural devido à utilização do condicionamento artificial do ar, solicitado pelos clientes, pois as queixas em relação ao conforto térmico eram frequentes. As modificações decorrentes do fechamento das aberturas ocasionaram um certo desconforto acústico do ambiente devido ao aumento do ruído interno uma vez que os clientes passaram a reclamar do barulho e falta de privacidade ao conversar com outras pessoas a mesa, além dos funcionários que ficam mais suscetíveis à irritação e mau humor, em função da exposição frequente ao ruído.

A porta de entrada do restaurante, que liga de maneira direta a edificação ao exterior, dá acesso ao ambiente destinado às refeições (salão), o que permite a entrada do ruído externo ao abrir a porta. Em relação à disposição dos ambientes, o salão encontra-se circundado pela área do *self-service*, pátio interno, escritório, produção e cozinha (Figura 3). O mobiliário compreende mesas de granito e madeira, além de cadeiras de aço e madeira. O piso apresenta revestimento cerâmico, enquanto o teto possui forro de gesso e a parede, revestida com textura (Figuras 4 e 5).



Figura 2 – Fachada principal do restaurante estudado.



Figura 3 – Planta-baixa do restaurante estudado, com destaque para o ambiente de permanência dos usuários (salão).



Figura 4 – Ambiente destinado às refeições no restaurante (salão).



Figura 5 – Ambiente destinado às refeições no restaurante (salão).

As principais fontes de ruído interno são as seguintes: arrastar de cadeiras; colisão entre talheres e pratos; conversa dos clientes e funcionários; a televisão; os aparelhos de climatização artificial do ar, as atividades desenvolvidas na cozinha, onde o ruído é intensificado pela falta de ante-salas no seu acesso.

### 3.2. Realização das medições dos níveis sonoros

Foram realizadas medições *in situ* de acordo com os procedimentos sugeridos pela NBR 10151 – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade (ABNT, 2000). As medições do nível de pressão sonora equivalente, LAeq, em dB(A), foram obtidas com o auxílio do medidor do nível de pressão sonora modelo 01dB-Metravib Solo, que fornece valores de LAeq em diversas bandas de frequência.

Com o intuito de verificar o impacto do fechamento das aberturas (janelas e portas) na determinação dos níveis de ruído no restaurante em estudo, inicialmente, foram realizadas medições com as esquadrias fechadas, e assim, com os aparelhos de climatização artificial ligados; e posteriormente, as medições foram feitas com as esquadrias abertas, e dessa forma, com a utilização da ventilação natural. Além da condição de fechamento das esquadrias (abertas e fechadas), as medições seguiram as seguintes situações:

- **Ambiente desocupado**, em um dia sem funcionamento do estabelecimento, durante o horário compreendido entre 12:00h e 13:00h;

- **Ambiente ocupado**, em um dia de funcionamento normal do estabelecimento, ou seja, com a presença do público, durante o horário compreendido entre 12:00h e 13:00h, por tratar-se do período de maior fluxo de pessoas, e conseqüentemente, de maior ruído provocado pelos usuários.

No total, as medições foram efetuadas em 8 (oito) pontos, sendo 5 (cinco) pontos no interior do recinto e 3 (três) pontos no exterior da edificação (Figura 6). Por tratar-se do ambiente de maior permanência dos usuários do restaurante, as medições dos pontos no interior do recinto subsidiaram a caracterização das condições de ruído para as diferentes situações. Já as medições externas foram importantes na caracterização do ruído externo à edificação, proveniente principalmente do tráfego de veículos, que por sua vez podem interferir na qualidade acústica dos ambientes das edificações. Em cada ponto foram realizadas três medições para cada uma das situações estudadas.

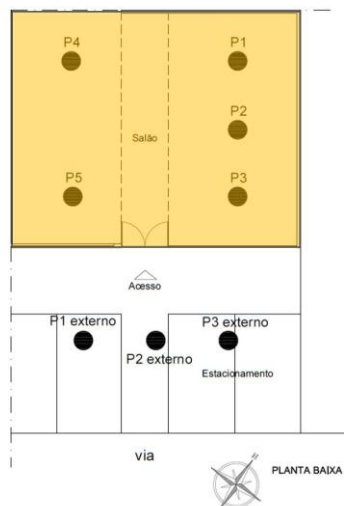


Figura 6 – Pontos de medição sonora no ambiente principal (salão) e no exterior do restaurante.

### 3.3. Classificação da Curva de Avaliação de Ruído - NC

As Curvas de Avaliação de Ruído, também chamadas de Curvas NC, são utilizadas com a finalidade de analisar as frequências que um determinado ruído apresenta. Por meio da comparação dos níveis de ruído de fundo presentes em determinado ambiente para cada banda de oitava, compreendida entre 63 Hz e 8KHz, é possível identificar as bandas de frequência que necessitam de correção ou redução do nível sonoro, ou seja, as frequências mais críticas, que podem interferir no desenvolvimento das atividades nos ambientes.

As curvas NC são designadas por um número, a exemplo de NC30, NC 35, entre outros. Cada curva refere-se a um determinado nível recomendado, de acordo com o ambiente e o seu respectivo uso. Em se tratando dos ambientes de restaurantes, a NBR 10152 (ABNT, 1987), recomenda que a curva NC esteja no intervalo entre as curvas NC 35 e NC 45.

Para avaliação do restaurante em estudo, foram identificadas as curvas NC para cada uma das seguintes situações abordadas, de acordo com a NBR 10152 (ABNT, 1987): a) ambiente desocupado, com as esquadrias fechadas; b) ambiente desocupado, com as esquadrias abertas; c) ambiente ocupado, com as esquadrias fechadas e d) ambiente ocupado, com as esquadrias abertas.

### 3.4. Cálculo do Tempo de Reverberação do ambiente

O Tempo de Reverberação, chamado de TR, constitui-se como um dos principais parâmetros de avaliação das condições acústicas dos ambientes e está relacionado com a inteligibilidade da fala. Trata-se do tempo necessário para que o nível de pressão sonora em um ambiente decaia em 60 dB após a interrupção do sinal sonoro. O TR pode ser obtido por meio de equações matemáticas, bem como medições com a utilização de equipamentos apropriados. No trabalho em questão, optou-se pela aplicação das equações matemáticas, com a utilização da Equação de Sabine:

$$TR = \frac{0,161 \cdot V}{\sum S\alpha} \text{ (s)} \quad [\text{Equação 01}]$$

Onde:

TR = Tempo de Reverberação do ambiente avaliado, em segundos;

V = Volume do ambiente, em m<sup>3</sup>;

S = Área das superfícies, em m<sup>2</sup>;

$\alpha$  = Coeficiente de absorção dos materiais.

O parâmetro TR depende do volume do ambiente, de sua ocupação (mobiliário, pessoas), área de absorção dos materiais componentes das superfícies internas do ambiente, além dos respectivos coeficientes de absorção para as faixas de frequências consideradas.

O tempo de reverberação do ambiente em questão foi calculado levando-se em consideração as diferentes situações estudadas no trabalho, ou seja, a ocupação do restaurante e as condições de fechamento das aberturas. Neste trabalho, os tempos de reverberação do restaurante foram calculados nas frequências de 125, 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz.

Em função da inexistência de valores de TR recomendáveis para restaurantes, nas referências normativas brasileiras, NBR 12179 (ABNT, 1992), optou-se em considerar o TR ótimo destes ambientes como as das salas de conferência, de acordo com o volume do ambiente, visto que tanto na sala de conferência, quanto no restaurante, é pertinente que exista uma boa inteligibilidade entre os usuários para obter um bom conforto acústico. De acordo com a referida norma, ambientes com volume em torno de 300m<sup>3</sup> devem apresentar o valor de TR ótimo de 0,6s, na frequência de 500Hz.

### 3.5. Cálculo do parâmetro SIL - Nível de Interferência da Fala

O parâmetro SIL, proveniente da abreviação de *Speech Interference Level*, é utilizado para avaliar o nível de interferência da fala, ou seja, como determinado nível de ruído pode interferir na comunicação através da voz. O valor do parâmetro SIL corresponde à média aritmética dos níveis de pressão sonora relativos às frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz:

$$SIL = \frac{NPS_{500} + NPS_{1000} + NPS_{2000} + NPS_{4000}}{4} \quad [\text{Equação 02}]$$

Onde: NPS corresponde ao nível de pressão sonora, em dB.



No presente trabalho, uma vez identificados os valores de SIL para as situações em que o ambiente encontrava-se ocupado, e a distância mais frequente entre dois usuários numa mesa, foi possível relacionar tais dados e verificar o grau de alteração da voz, ou seja, se haveria necessidade de gritar, falar alto, em voz levantada ou normal, de acordo com Mehta (1999) (Figura 7). Não houve a necessidade em avaliar tal parâmetro para o ambiente desocupado, uma vez que o público usuário do restaurante não estaria presente, e assim, não haveria diálogo entre os usuários.

Em relação aos valores recomendáveis do parâmetro SIL, que garantem a comunicação sem a alteração da voz (voz normal), o valor máximo de SIL deve ser em torno de 72 dB, desde que a distância entre ouvinte e receptor seja de no máximo 0,125m; enquanto o valor de SIL de 32 dB, a distância entre ouvinte e receptor pode ser de até 16m.

Em se tratando de um restaurante, numa mesa, a distância mais frequente entre usuários é entre 1m e 2m, portanto, para que a comunicação normal (voz normal) seja assegurada, os valores de SIL devem encontrar-se entre 55 dB e 49 dB.

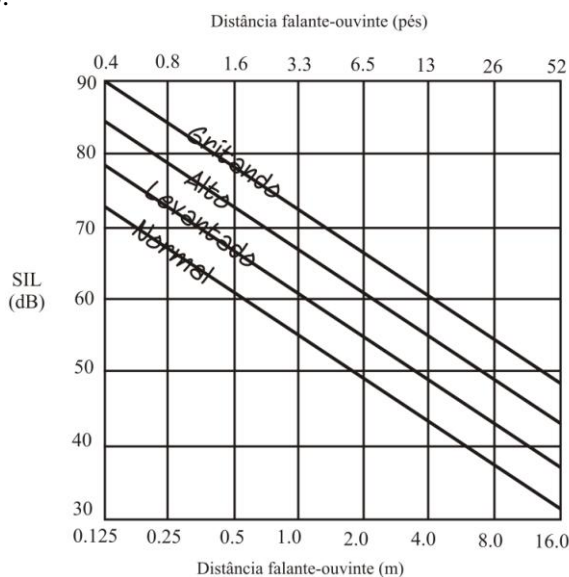


Figura 7 – Nível de Interferência da Fala. Adaptado de MEHTA, 1999.

## 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1. Níveis de ruído

Por meio das medições dos níveis de ruído externo à edificação foi identificado níveis LAeq de 63,3 dB(A) (Tabela 1). Tais valores apontam a necessidade de isolamento acústico que as edificações devem apresentar, tendo em vista que o nível de ruído interno do restaurante deve atender ao valor recomendado pela NBR 10152 (ABNT, 1987) para conforto acústico, compreendido entre 40 e 50 dB(A). Portanto, para que os ambientes do restaurante avaliado não sofram a interferência dos ruídos advindos do exterior, torna-se necessário que as vedações externas atenuem o ruído em torno de 13 dB(A), no mínimo.

Tabela 1 – Resultados das medições dos níveis de ruído no exterior à edificação.

| <i>EXTERIOR</i> | <i>Frequência (Hz)</i> |      |      |      |      |      |      |      | <i>LAeq (dB(A))</i> |
|-----------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------|
|                 | 63                     | 125  | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |                     |
|                 | 31,5                   | 46,9 | 53,2 | 55,2 | 57,2 | 56,0 | 54,2 | 50,2 | 63,3                |

Em se tratando dos níveis de ruído no interior do restaurante em estudo, os resultados obtidos com as medições sonoras foram agrupados de acordo com as condições de fechamento das esquadrias (aberturas), tanto para o ambiente ocupado, quanto desocupado, conforme pode ser observado na tabela 2.

Tabela 2 – Resultados das medições dos níveis de ruído no restaurante, nas situações avaliadas.

|                        |                        | <i>Frequência (Hz)</i> |      |      |      |      |      |      | <i>L<sub>Aeq</sub> (dB(A))</i> |
|------------------------|------------------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|--------------------------------|
|                        |                        | 125                    | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |                                |
| AMBIENTE<br>DESOCUPADO | ESQUADRIAS<br>FECHADAS | 21,9                   | 31,8 | 38,5 | 46,1 | 51,2 | 52,6 | 51,8 | 58,9                           |
|                        | ESQUADRIAS<br>ABERTAS  | 20,6                   | 30,9 | 39,4 | 49,0 | 54,5 | 54,0 | 52,0 | 60,1                           |
| AMBIENTE<br>OCUPADO    | ESQUADRIAS<br>FECHADAS | 46,1                   | 53,6 | 56,3 | 57,5 | 56,5 | 54,9 | 50,3 | 63,6                           |
|                        | ESQUADRIAS<br>ABERTAS  | 43,1                   | 51,1 | 54,0 | 56,5 | 55,8 | 54,9 | 50,4 | 62,5                           |

Com as esquadrias abertas, o nível de ruído não apresentou diferenças significativas entre o ambiente com esquadrias abertas e/ou fechadas, tanto para a situação do ambiente desocupado, quanto para a situação do ambiente ocupado. Através dos resultados em questão, pode-se presumir novamente a baixa qualidade quanto ao isolamento acústico da edificação estudada, uma vez que não houve diferença significativa entre os níveis de ruído relativos às duas situações de fechamento das aberturas. Em linhas gerais, quanto ao ambiente desocupado, os resultados reforçam a interferência do ruído de tráfego no ambiente em análise, que possivelmente penetra na edificação através dos elementos componentes da fachada.

No que diz respeito ao ambiente ocupado, as medições dos níveis de pressão sonora apresentaram valores superiores aos níveis de ruído para o ambiente desocupado, em função da principal fonte de ruído nesta situação: a voz humana.

Em relação à situação do ambiente ocupado com as esquadrias fechadas, verifica-se os valores mais elevados quanto aos níveis de pressão sonora em todas as situações avaliadas no presente trabalho. Ao comparar a situação do ambiente ocupado com as esquadrias fechadas e a situação do ambiente ocupado com as esquadrias abertas, é possível constatar que com as esquadrias abertas, o nível de ruído apresenta uma ligeira diminuição. Isso pode ser explicado pelo fato de som se propagar com maior facilidade para o exterior da edificação, o que favorece a queda do nível de ruído no interior do ambiente. Entretanto, vale frisar que mesmo com a diminuição do nível de ruído interno na situação em que as esquadrias encontram-se abertas, é importante apontar e reforçar a interferência do ruído externo proveniente do tráfego, visto que as aberturas contribuem para a penetração do ruído no interior dos recintos.

Diante dos resultados obtidos através das medições em relação às situações estudadas, comprovou-se que os níveis de ruído identificados no interior do restaurante em questão não atendem aos valores estabelecidos pela NBR 10152 (ABNT, 1987), ao assumir valores superiores a 50dB (A).

Na maioria das medições realizadas, os níveis de pressão sonora, *L<sub>Aeq</sub>*, ultrapassaram 60dB(A). De acordo com a Organização Mundial da Saúde, níveis de ruído entre 50 e 65 dB(A) enquadram-se na faixa considerada tolerável (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2003). No entanto, a exposição ao ruído dentro da referida faixa já representa alguns prejuízos de ordem psicofisiológicas, tais como perda de concentração, início de estresse leve e aumento da frequência cardíaca. Vale citar que a faixa considerada saudável encontra-se no nível de ruído entre 35 a 45 dB(A).

## 4.2. Curvas de Avaliação de Ruído - NC

Para classificação das curvas de Avaliação de Ruído, as Curvas NC, do restaurante em estudo, foi necessário inicialmente converter os valores médios dos níveis de pressão sonora, em dB (A), dos 5 (cinco) pontos medidos internamente à edificação para dB, referentes às frequências entre 125Hz e 8KHz) (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios dos níveis de pressão sonora, em dB, referentes às situações em estudo.

| Situações              |                     | <i>Frequência (Hz)</i> |      |      |      |      |      |      |
|------------------------|---------------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                        |                     | 125                    | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| AMBIENTE<br>DESOCUPADO | Esquadrias fechadas | 38,0                   | 40,4 | 41,7 | 46,1 | 50,0 | 51,6 | 52,9 |
|                        | Esquadrias abertas  | 36,7                   | 39,5 | 42,6 | 49,0 | 53,3 | 53,0 | 53,1 |
| AMBIENTE<br>OCUPADO    | Esquadrias fechadas | 62,2                   | 62,2 | 59,5 | 57,5 | 55,3 | 53,9 | 51,4 |
|                        | Esquadrias abertas  | 59,2                   | 59,7 | 57,2 | 56,5 | 54,6 | 53,9 | 51,5 |

Como pode-se observar nas curvas NC, apresentadas a seguir (Figura 8), referentes a cada situação em estudo, as curvas de critério enquadram-se na curva NC 55. Portanto, o restaurante em questão não atende à

recomendação da NBR 10152 (ABNT, 1987), pois apresenta curva NC que excede ao intervalo entre NC 35 e NC 45.

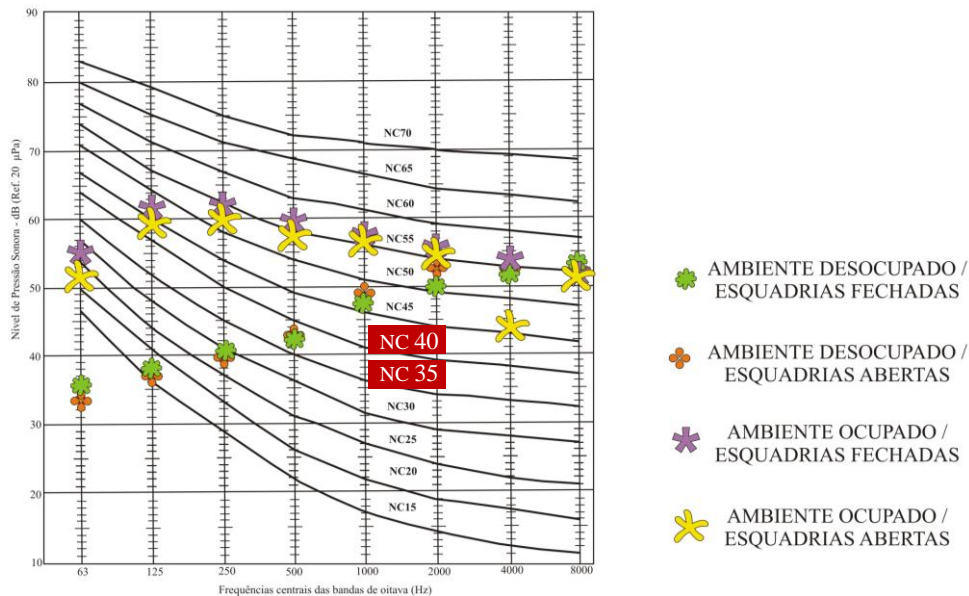


Figura 8 – Curva de Critério - NC referente às situações avaliadas. Fonte: Adaptado de Mehta, 1999.

Em se tratando das situações do ambiente ocupado, nota-se a maior quantidade de pontos plotados na curva NC 55, comparando-se às situações do ambiente desocupado, que por sua vez, possui uma menor quantidade de pontos na curva NC 55. Assim, pode-se afirmar que a presença dos usuários, por serem a principal fonte de ruído na edificação, contribui para o aumento do ruído interno, e conseqüentemente, para o alcance de curvas de critério mais elevadas. Nesse contexto, vale destacar a curva NC referente ao ambiente ocupado, com as esquadrias fechadas, pois trata-se da curva NC mais crítica, com a predominância dos valores médios mais elevados para cada frequência.

### 4.3. Tempo de Reverberação

A partir dos cálculos dos tempos de reverberação, o restaurante avaliado, que por sua vez possui 315,47 m<sup>3</sup>, apresentou em todas as situações em estudo valores de TR acima do valor recomendado para salas de conferência, sugerido pela NBR 12179 (ABNT, 1992), que por sua vez estabelece tempo de reverberação ótimo de 0,6 segundos, considerando a frequência de 500 Hz (Figura 9).

Entre as situações avaliadas, a situação de ambiente ocupado, com as esquadrias abertas apresentou os melhores valores de tempo de reverberação, com TR de 1,08 segundos, na frequência de 500 Hz. Já os valores mais críticos do tempo de reverberação estão relacionados com a situação de desocupação do ambiente, de modo que a situação de ambiente desocupado, com as esquadrias fechadas apresenta o pior TR identificado, que corresponde a 1,83 segundos (na frequência de 500 Hz).

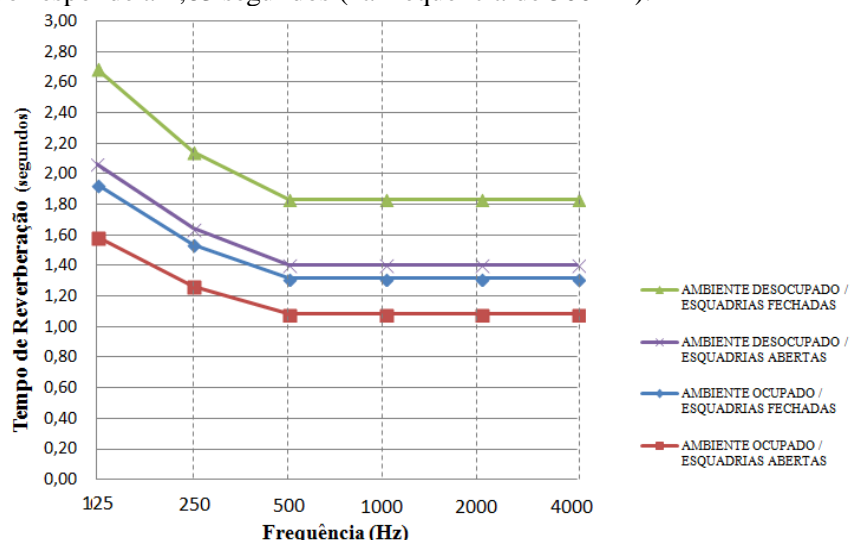


Figura 9 – Tempo de reverberação do restaurante para cada situação estudada.



#### 4.4. Nível de Interferência da Fala - SIL

De acordo com os cálculos do parâmetro do Nível de Interferência da Fala – SIL, relativos ao ambiente em ocupação, foi identificado que o ambiente com as esquadrias fechadas apresenta o valor de SIL mais elevado, conforme pode ser observado na tabela a seguir:

Tabela 6 – Valores referentes ao Nível de Interferência da Fala - SIL do restaurante em estudo.

|                  |                     | Frequência (Hz) |      |      |      | SIL (dB) |
|------------------|---------------------|-----------------|------|------|------|----------|
|                  |                     | 500             | 1000 | 2000 | 4000 |          |
| AMBIENTE OCUPADO | ESQUADRIAS FECHADAS | 59,5            | 57,5 | 55,3 | 53,9 | 56,5     |
|                  | ESQUADRIAS ABERTAS  | 57,2            | 56,5 | 54,6 | 53,9 | 55,5     |

Diante dos resultados, observa-se que a situação de ambiente ocupado, com as esquadrias fechadas apresentou o maior valor de SIL em virtude da referida situação em estudo ter apresentado os maiores níveis de pressão sonora, conforme apontado no item 4.1 do presente trabalho.

Em relação à comunicação por meio da voz entre os usuários do restaurante avaliado, em se tratando do ambiente ocupado, com as esquadrias fechadas, para que o nível da voz permaneça dentro da normal, a distância entre as pessoas deve ser de até 1m. Já entre 1m e 2m de distância entre os usuários, haveria a necessidade em levantar a voz para a perfeita compreensão. Entre 2m e 4m, seria necessária a elevação da voz. Acima de 4m de distância entre os usuários haveria a necessidade em gritar para a compreensão da voz (Figura 10).

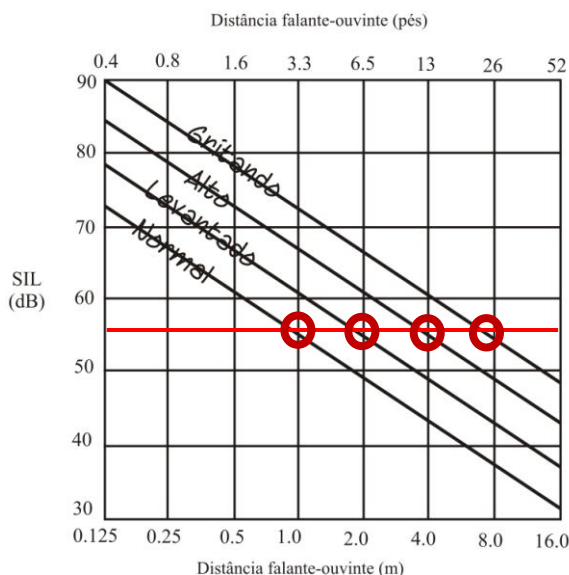


Figura 10 – Nível de interferência da fala no ambiente em estudo - ambiente ocupado, com esquadrias fechadas. Fonte: Adaptado de Mehta, 1999.

#### 5. CONCLUSÕES

Por meio das medições internas para o ambiente desocupado, verificou-se elevados níveis de pressão sonora, o que reforça a necessidade em atentar para as condições de exposição ao ruído, as quais os clientes e funcionários do restaurante estão sujeitos. Tais aspectos podem interferir no conforto dos usuários ao conversarem nas mesas ou com os funcionários, causando incômodo por elevar a voz para ser compreendido. Como comprovam também os resultados do Nível de Interferência da Fala - SIL, no qual a partir de 1m de distância verifica-se a necessidade de se elevar a voz.

Os elevados valores dos tempos de reverberação (TR) indicam a inadequação acústica do restaurante avaliado, em virtude da utilização de materiais reflexivos e portanto, de baixa absorção acústica, como o vidro, o granito e o piso cerâmico. É possível apontar que o uso das janelas e portas abertas para o exterior da edificação, com a ocupação do restaurante por parte de seus usuários favorece a obtenção de melhores valores de tempo de reverberação, ao comparar com a situação de esquadrias fechadas.

Observa-se que a utilização de vidro na composição de fachadas, pode ser justificada, muitas vezes, pelo caráter estético, pela rapidez na execução da obra, ou por permitir a visibilidade do meio exterior a partir da edificação. No entanto, a utilização inadequada de esquadrias simples em vidro com espessuras finas, sem maiores preocupações de vedações para o isolamento, quando implantadas em restaurantes

situados em áreas ruidosas podem proporcionar a passagem de ruídos indesejáveis externos, como também podem contribuir para o aumento da carga térmica. Embora o ambiente analisado fosse condicionado artificialmente, vale ressaltar que foi observada a presença de fendas e frestas nas esquadrias de vidro do ambiente em estudo, aspecto que favorece a entrada de ruídos provenientes do exterior do edifício.

De um modo geral, observa-se que a solução de fechamento das edificações para a utilização da climatização artificial pode favorecer o isolamento acústico contra os ruídos externos. No entanto, em se tratando de restaurantes, o fechamento dos ambientes, com o conseqüente fechamento das aberturas pode implicar no aumento dos níveis sonoros internos, visto que a principal fonte de ruído encontra-se no interior do recinto.

As falhas decorrentes dos problemas acústicos em restaurantes estão relacionadas com a ausência de tratamento acústico desses recintos, a exemplo da escolha de materiais com desfavorável desempenho acústico, bem como falta de preocupação em promover o isolamento acústico da edificação.

A disposição dos ambientes geradores de ruídos nos restaurantes pode apresentar grande relevância na qualidade acústica, uma vez que podem ser criadas barreiras para a propagação do som de um ambiente a outro. Um exemplo disso pode-se citar a interferência do ruído gerado na cozinha, em função das atividades dos funcionários, no ambiente de permanência do público (salão). Para tanto, podem ser criadas ante-salas entre a cozinha e o salão, que possam desempenhar o papel de ambiente atenuador do ruído.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151** – Avaliação de ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152** – Níveis de Ruído para Conforto Acústico. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12179** – Tratamento acústico em recintos fechados. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.
- MEHTA, M.; JOHNSON, J.; ROCAFORT, J.. **Architectural acoustics: principles and design**. Prentice-Hall, Inc, 1999.
- NIEMEYER, Maria Lygia; SLAMA, Jules Ghislaim. O ruído e a cidade: elementos do ruído urbano. **Arquitetura Pesquisa & Projeto / Vicente del Rio**, organizador: prefácio: Liana de Ranieri da Silva Pereira – São Paulo: ProEditores; Rio de Janeiro: FAU UFRJ, 1998.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Résumé D'orientation Des Directives De L'oms Relatives Au Bruit Dans L'environnement** [documentos on line] 2003. Disponível em <[http://www.collectif124.be/.../directives\\_OMS\\_sur\\_le\\_bruit\\_dans\\_l\\_environnement.pdf](http://www.collectif124.be/.../directives_OMS_sur_le_bruit_dans_l_environnement.pdf)>. Acesso em: 4 Abril2013.