



AVALIAÇÃO DE CONFORTO ACÚSTICO EM PRAÇAS DE ALIMENTAÇÃO DE SHOPPING CENTERS

Manuelina Porto Nunes Navarro (1); Roberto Leal Pimentel (2)

(1) Programa de Pós- Graduação em Engenharia Urbana, UFPB, Campus Universitário, sn 58059-900 João Pessoa/ PB, (83) 216 7393

e-mail: manuelinaporto@hotmail.com

(2) Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Eng. Civil, Campus Universitário, sn 58059-900 João Pessoa/ PB, (83) 216 7355

e-mail: r.pimentel@uol.com.br

RESUMO

Neste trabalho realizou-se um diagnóstico de condições acústicas em praças de alimentação de shopping centers, através da utilização de fórmulas analíticas e medições *in loco*, para a determinação do nível de pressão sonora. Foram adotados, como parâmetro de conforto acústico, os níveis de pressão sonora máximos de 67 dB (A), para voz normal e 72 dB (A), para voz elevada, baseados em estudos de comunicabilidade entre pessoas. Foi realizado um levantamento em doze shoppings da região e dois casos de estudo foram selecionados. Uma fórmula analítica para avaliar o nível de pressão sonora (N_p) foi adaptada para o caso em estudo, utilizando estimativas propostas de número máximo e mínimo de oradores. Houve boa correlação entre estes cálculos e as medições realizadas, podendo este procedimento ser utilizado em projetos de ambientes similares aos investigados. Em uma das praças de alimentação, o ruído de fundo afetou de forma significativa o N_p do ambiente. Quanto ao conforto para o usuário, as praças analisadas apresentaram dificuldades para comunicação. O N_p de uma das praças ultrapassou em, aproximadamente, 4,0 dB (A) o parâmetro de 72 dB (A), ao passo que na outra o N_p extrapolou em 8,0 dB (A) esse parâmetro.

ABSTRACT

In this work an investigation was carried out of acoustical conditions of food courts in shopping centers, through the use of analytical formulae and *in situ* measurements for the determination of the sound pressure level (SPL). The maximum sound pressure levels of 67 dB (A) for normal voice and 72 dB (A) for raised voice were adopted as parameters to evaluate the acoustic comfort, based on studies of communicability among people. A survey in twelve shoppings of the region was carried out and two case studies were selected. An analytical formula to evaluate the sound pressure level was adapted and employed, using proposed estimates of maximum and minimum number of talkers. A good correlation was obtained between these calculations and the measurements, and this procedure could be adopted in designing similar food courts. In one of the food courts, the background noise affected significantly the SPL of the place. With regard to comfort for the user, the investigated courts presented problems for communication. The SPL of a food court exceeded in, approximately, 4,0 dB (A) the limit of 72 dB (A), whereas in the other the SPL exceeded in 8,0 dB (A) this limit.

1. INTRODUÇÃO

Define-se como ruído ou poluição sonora qualquer som indesejável que atinja níveis não aceitáveis e possa afetar, de forma negativa, a saúde e o bem-estar de um indivíduo ou de uma população (SILVA, 1971). De acordo com o mesmo autor, o ruído urbano torna-se maior à proporção que surgem novos equipamentos e novas atividades tipicamente citadinas. Desse modo, vários equipamentos urbanos têm sido objeto de estudos relacionados à acústica, inclusive os shopping centers.

Entretanto, poucos trabalhos abordam especificamente o conforto acústico em praças de alimentação de shopping centers.

Kang (2002) estudou a inteligibilidade da fala em espaços destinados a refeições, ressaltando uma pesquisa desenvolvida por White (*apud* Kang, 2002) em ambientes de refeições de faculdades, a qual revelou que a comunicação entre os usuários nesses lugares é geralmente deficiente. Uma razão apontada para isto é a baixa relação sinal/ruído durante eventos com ambiente completamente ocupado e usuários mais comunicativos. Os resultados desta pesquisa têm relação com o chamado efeito “cocktail”, identificado na década de 1950, o qual se refere ao processo de uma pessoa tender a elevar sua voz, quando estiver em ambiente ruidoso, com o objetivo de ser melhor ouvida.

Kusakawa (2002) estudou o conforto acústico na área de lazer de um shopping center, particularmente, no *game station* e propôs soluções para a melhoria do conforto acústico nesse tipo de ambiente.

O presente trabalho tem como objeto de estudo as áreas de praças de alimentação dos shopping centers, onde têm sido observados problemas do ponto de vista do conforto acústico, devido à grande concentração de pessoas. O objetivo é avaliar as condições de conforto acústico destes ambientes, através da medição de níveis de pressão sonora e correlações com fórmulas analíticas.

Inicialmente parâmetros de conforto acústico mais relevantes para o problema estudado foram definidos, a partir de análises críticas da legislação vigente para o conforto acústico e de valores adotados por outros autores. Dois casos de estudo foram selecionados dentre doze shoppings visitados e os procedimentos adotados para a realização das medições *in loco*, bem como as características do equipamento utilizado para esta tarefa, estão apresentados a seguir. Os resultados experimentais obtidos são discutidos, assim como resultados analíticos decorrentes da utilização de expressões teóricas. Um estudo comparativo entre os resultados experimentais e analíticos foi realizado, do qual decorrem as análises e o diagnóstico do problema em questão.

2. PARÂMETROS DE CONFORTO ACÚSTICO PARA A ANÁLISE DO PROBLEMA

2.1 Inteligibilidade em Praças de Alimentação de Shopping Centers

A inteligibilidade nas praças de alimentação é afetada pelo nível de ruído que, nesse caso, é o ruído produzido pelos indivíduos em conversação paralela em relação a determinado grupo de pessoas comunicando-se, acrescido dos ruídos do ambiente, como música, movimentação de cadeiras, entre outros. Cabe observar que nestes ambientes as conversas tanto entre usuários quanto entre estes e os funcionários ocorrem a curtas distâncias.

Webster (*apud* KINSLER *et al.*, 1982) realizou testes com vozes de pessoas, através dos quais se identificou que uma voz normal corresponde a um nível de pressão sonora N_{v_A} de 57 dB (A), uma voz mais elevada é equivalente a 65 dB (A), uma voz muito alta corresponde a 74 dB (A), um grito a 82 dB (A) e o máximo esforço de voz corresponde a 88 dB (A). N_{v_A} é o nível de pressão sonora da voz medido a 1,0 m de distância orador-ouvinte, na curva de ponderação A. Condições de ruído de fundo e distância que exigem um nível de voz de até 57 dB (A) podem ser classificadas como excelentes para a boa comunicação. Similarmente, o autor considera: para $57 < N_{v_A} < 65$ dB (A) uma condição satisfatória à boa comunicação; para $65 < N_{v_A} < 74$ dB (A), uma condição razoável; para $74 < N_{v_A} < 82$ dB (A), difícil; para $82 < N_{v_A} < 88$ dB (A), impraticável, e, para $N_{v_A} > 88$ dB (A), impossível.

Kinsler et al. (1982) fazem referência a um procedimento para avaliar o nível de interferência na comunicação em ambientes ruidosos denominado PSIL (Preferred Speech Interference Level). Trata-se de uma média aritmética do nível de pressão sonora do ambiente nas três bandas de oitava centradas

nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz. Esse índice representa o efeito da interferência do ruído na comunicação oral entre as pessoas, ou seja, é um valor limite de ruído sob o qual pode-se manter uma conversação.

O PSIL pode ser obtido através de uma correlação com o nível de pressão sonora medido na curva de ponderação “A” (Np_A), dada por (BERANEK, 1971):

$$PSIL = Np_A - 7 \quad [Eq. 01]$$

Os estudos de Webster indicaram que, para uma distância orador – ouvinte de 1,0 m, os valores limites do PSIL para voz normal e voz elevada são, respectivamente, 60 e 65 dB (A).

2.2 Limites de Nível de Ruído Propostos para Praças de Alimentação

Na conjuntura atual das normas e das leis brasileiras, existem duas faixas limites para o nível de ruído de ambientes similares aos de praças de alimentação: uma, entre 50 e 65 dB, referente ao conforto, e outra, entre 85 e 115 dB, que se refere à salubridade dos mesmos (NAVARRO, 2004). Entretanto, no que diz respeito à boa comunicação entre as pessoas, a inteligibilidade pode ser alcançada com níveis de ruído um pouco mais elevados, sem causar esforço para as pessoas falarem ou se entenderem.

Neste trabalho, o PSIL, através da Eq. (01), foi adotado como parâmetro para avaliar os níveis de ruído máximo permissíveis. Esta escolha foi baseada na simplicidade de emprego e na adequação de uso, esta última em virtude do ruído ser contínuo e sem flutuações expressivas e em virtude do efeito das reflexões do ambiente na compreensão da fala ser minimizado devido à grande proximidade entre orador e ouvinte.

Nesse sentido, com base na inteligibilidade da comunicação face a face de duas pessoas conversando à distância de 1,0 metro, tem-se aplicando a Eq. (01), para a obtenção do conforto nas áreas estudadas, os níveis de ruído de fundo máximos de 67 dB (A), para comunicação em tom de voz normal (57 dBA), e de 72 dB (A) para comunicação em tom de voz elevada (65 dBA). Vale salientar que uma exigência de nível de voz elevado fornece uma condição satisfatória para assegurar o conforto na comunicação, conforme os critérios de Webster (*apud* KINSLER *et al.*, 1982), ao passo que essa condição seria excelente, caso o nível de voz fosse normal.

3. SELEÇÃO DE CASOS DE ESTUDO E MEDIÇÕES REALIZADAS

3.1 Casos de Estudo Selecionados

Foi realizado um levantamento em doze praças de alimentação de shoppings das cidades de João Pessoa, Campina Grande, Natal e Recife. Os shoppings visitados foram identificados de forma anônima. As características de interesse identificadas em cada praça visitada foram: área em planta, número de assentos, taxa de ocupação (número de assentos/m² em planta), área de aberturas para outros ambientes do shopping e/ ou para o exterior, características volumétricas e principais materiais de revestimento utilizados.

Esses dados foram dispostos em tabelas anexadas à planta baixa esquemática de cada praça visitada. Verificou-se, a partir da organização dos dados levantados (NAVARRO, 2004), que esses ambientes apresentaram taxas de ocupação de, aproximadamente, 0,50 assentos/ m², com pequena variação em torno desse valor. Além disso, também foi observado que os materiais de revestimento utilizados são praticamente os mesmos, tais como piso de granito ou porcelanato, teto de gesso e/ou estrutura metálica, mesas de granito ou de fórmica. As lanchonetes utilizam materiais, tais como: granito, vidro, espelho, inox, cerâmica, madeira e acrílico.

Dentre os shoppings visitados, foram selecionados como casos de estudo os shoppings aqui identificados como J e L, com base nos seguintes critérios: poucas áreas de abertura, área em planta regular, distribuição uniforme de mesas, volumes diferenciados, particularmente no que diz respeito ao pé - direito e forma do teto.

O shopping J apresenta pé-direito elevado na região central ($h = 11,00$ m, aproximadamente), cuja coberta é de estrutura metálica com vidro, e baixo na região periférica ($h = 4,15$ m), em gesso (Fig. 1),

(Tab.1), enquanto o shopping L apresenta teto baixo e uniforme em gesso ($h = 3,05$ m), com ligeiro desnível na região central ($h = 3,65$ m) (Fig. 2), (Tab.2).

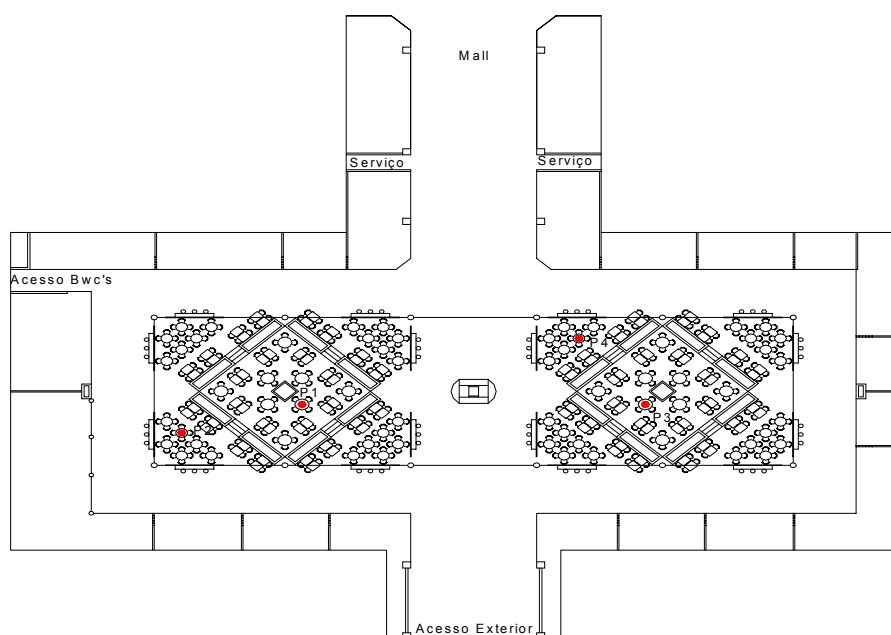


Figura 1: Planta esquemática e pontos de medição do nível de pressão sonora: Praça de alimentação do shopping J

Tabela 1: Características da praça de alimentação do shopping J

Praça de Alimentação do Shopping Center J	
Área em Planta (m^2)	873,66
Pé Direito (m)	4,15 (região periférica) e 11,00 m (região central)
Número de Assentos	496
Taxa de Ocupação (número de assentos/ m^2)	0,45
Área de Aberturas (m^2)	39,84

3.2 Equipamentos Utilizados nas Medições

O instrumento utilizado na medição dos níveis de pressão sonora das praças de alimentação investigadas foi um decibelímetro digital da marca Minipa, modelo MSL- 1352. Esse equipamento fornece medições com precisão de $\pm 1,5$ dB. O decibelímetro foi utilizado na curva de ponderação “A” e no modo de leitura rápido, conforme especifica a NBR 10151 (2000) para este tipo de medição. O decibelímetro foi calibrado antes e após as medições.

3.3 Aquisição e Processamento dos Dados

Para aquisição dos dados, foram escolhidos quatro pontos de medição em cada praça (Figs. 1 e 2). Verificou-se que a variação do nível de pressão sonora entre os pontos em cada praça foi pequena, em torno de 3,0 dB. Cada medição, em cada ponto, foi efetuada em um intervalo de cinco minutos, com registros a cada 2 segundos, em conformidade com a capacidade do decibelímetro.

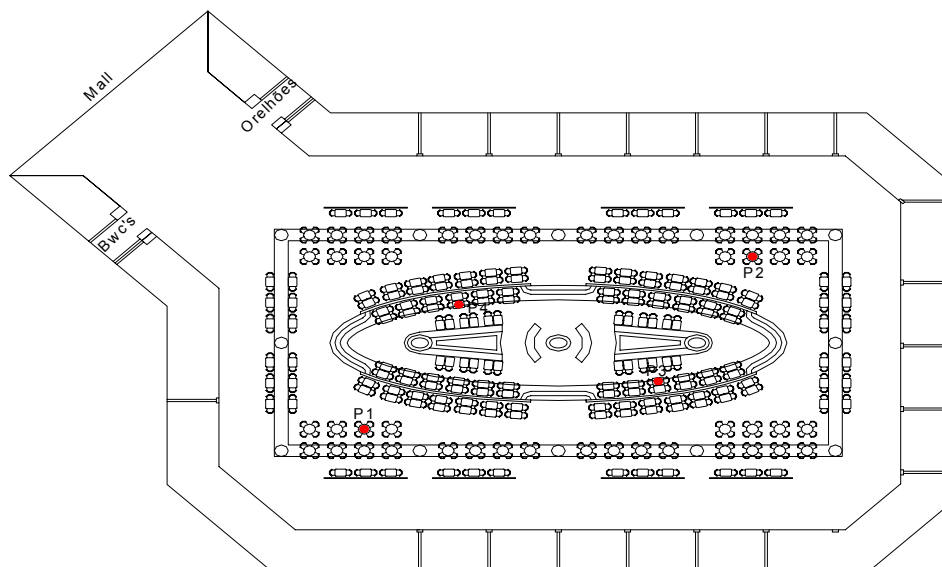


Figura 2: Planta esquemática e pontos de medição do nível de pressão sonora: Praça de alimentação do shopping L

Tabela 2: Características da praça de alimentação do shopping L

Praça de Alimentação do Shopping Center L	
Área em Planta (m ²)	1006,59
Pé Direito (m)	3,05
Número de Assentos	544
Taxa de Ocupação (número de assentos/ m ²)	0,50
Área de Aberturas (m ²)	31,72

Para a definição dos dias e dos horários de realização das medições, foram observadas as características de público ao longo dos dias da semana. Optou-se pelo público que frequenta as praças de alimentação em dias úteis e em horário de almoço. Em decorrência disso, as medições nos quatro pontos foram realizadas em intervalos de meia hora, nas quintas e sextas-feiras, no horário das 12:00 h às 14:00 h. Um total de oito medições foram realizadas em cada ponto, para números de pessoas distintos, durante as quatro horas de medição, nos dois dias escolhidos.

As quatro medições para um dado número de pessoas não foram efetuadas simultaneamente, pois havia apenas um único instrumento de medição. Desse modo, dentro de um intervalo de trinta minutos, foi considerado que o número de pessoas permaneceu razoavelmente constante. Vale salientar que flutuações de até 25% do número de pessoas produzem variações de pressão sonora inferiores a 1 dB, conforme verificou-se posteriormente ao aplicar a Eq. (5).

A obtenção de um valor único de nível de pressão sonora para cada medição foi realizada através do cálculo do nível de pressão sonora equivalente Leq. Este é calculado através de uma fórmula baseada no princípio da igualdade de energia (NBR 10151/ 2000):

$$Leq = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{N_{pi}}{10}} \quad [Eq. 02]$$

Na Eq. (2), n é o número total de leituras e N_{pi} é o nível sonoro lido em resposta rápida a cada 2 s.

De posse dos resultados do Leq em cada ponto, P1, P2, P3 e P4, foi calculado o Leq relativo a esses pontos, com o intuito de se obter apenas um valor representativo do N_p para cada número de pessoas investigado.

O nível de ruído de fundo foi obtido a partir da realização de medições imediatamente após a abertura dos shoppings, quando o número de pessoas era praticamente nulo, a fim de se detectar os sons que se

aproximassem daqueles peculiares do funcionamento, tais como música ambiente, ruídos provenientes das cozinhas etc. As medições de ruído de fundo foram realizadas de forma similar às efetuadas para a averiguação do N_p total nesses mesmos lugares. Valores em torno de 66 dB(A) foram obtidos para a praça J ao passo que para o shopping L, o Leq do ruído de fundo em cada ponto foi de cerca de 70 dB(A).

O Leq do ruído de fundo em cada ponto foi subtraído, através da aplicação de relações logarítmicas, do respectivo valor total do Leq encontrado para este ponto, obtendo-se o Leq correspondente apenas aos oradores.

4. RESULTADOS ANALÍTICOS PARA DETERMINAÇÃO DO NÍVEL DE PRESSÃO SONORA

4.1 Equações Básicas para a Análise do Problema

Quando uma fonte sonora contínua está presente em um ambiente, dois campos sonoros são produzidos: o campo sonoro direto, em que o som é proveniente diretamente da fonte, e o campo sonoro reverberante, em que o som provém das reflexões ocorridas nas diversas superfícies e objetos do ambiente (KINSLER *et al.*, 1982). O nível de pressão sonora total N_p em um ponto do ambiente é dado por (BERANEK, 1971):

$$N_p = N_w + 10 \log \left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{S\alpha_{sab}} \right) \text{ (dB)} \quad [\text{Eq. 03}]$$

Na Eq. 03, N_w é o nível de potência sonora em dB (referência 10^{-12} watts), r é a distância da fonte sonora em metros, S é a área total do ambiente em m^2 , α_{sab} é o coeficiente de absorção acústica médio do ambiente em sabines e Q é o fator de direcionalidade da fonte sonora. Este fator tem um valor médio igual a 2 considerando que o som irradia-se em um hemisfério delimitado pelo piso da praça. O valor $Q=2$ tem sido utilizado em aplicações envolvendo inteligibilidade da fala (BISTAFA e BRADLEY, 1999).

Segundo Kang (2002), se a distância entre orador e ouvinte for superior ao raio de reverberação RR , entendido como a distância, a partir da fonte, onde a contribuição dos campos sonoros direto e reverberante são iguais, a Eq. (03) pode ser simplificada para:

$$N_p = N_w + 10 \log \left(\frac{4}{S\alpha_{sab}} \right) \text{ (dB)} \quad [\text{Eq. 04}]$$

Se houver N oradores no ambiente, o nível de pressão sonora sofrerá um incremento de $10 \log N$ (Kinsler *et al.*, 1982), resultando na seguinte expressão:

$$N_p = N_w + 10 \log \left(\frac{4}{S\alpha_{sab}} \right) + 10 \log N \text{ (dB)} \quad [\text{Eq. 05}]$$

Por outro lado, n Eq. (06) é estabelecida uma relação entre o nível de pressão sonora N_p devido a uma fonte direcionada, seu nível de potência sonora N_w , o fator de direcionalidade Q e a sua distância r em relação ao ouvinte (onde o N_p é calculado) (BERANEK, 1971):

$$N_p = N_w + 10 \log Q - 20 \log r - 11 \text{ (dB)} \quad [\text{Eq. 06}]$$

Nas praças de alimentação de shoppings centers, as fontes sonoras são representadas pelas pessoas falando, ou seja, o nível de potência sonora N_w utilizado nas Eqs. (03 a 06) deve ser relacionado com a voz humana.

Como não se averiguou a quantidade exata de homens e mulheres nas praças de alimentação nos momentos das medições de nível de pressão sonora, considerou-se que cada 50% do público presente era constituído por sexos diferentes, o que razoavelmente condizia com a situação durante as medições. Desse modo, a fim de se determinar valores de nível de pressão sonora da voz condizente com o público misto desses ambientes, apresenta-se na Tab. (3) o cálculo do N_p relativo a homens e mulheres falando em altura normal e elevada, com base nos estudos Pearsons *et al.* (1977), para uma distância orador-ouvinte de 1,0 m. Na Tab. (3) também são apresentados os resultados dos cálculos do nível de potência sonora da voz em cada banda de oitava a partir da utilização da Eq. (06).

Tabela 3: Nível de pressão sonora e nível de potência sonora referentes à voz

Altura da voz	Np e Nw da Voz (dBA)	Frequência (Hz)					
		125	250	500	1000	2000	4000
Voz Normal	Np	46,5	53,8	56,2	49,9	45,7	43,2
	Nw	54,5	61,8	64,2	57,9	53,7	51,2
Voz Elevada	Np	50,2	57,7	62,1	58,2	53,7	48,9
	Nw	58,2	65,7	70,1	66,2	61,6	56,8

O nível de pressão sonora global foi encontrado mediante uma combinação logarítmica dos níveis individuais dispostos em cada faixa de frequência. A partir destes dados, verificou-se que o nível de pressão sonora da voz normal é aproximadamente de 59 dB, enquanto o da voz elevada é de 65 dB. Observa-se que os valores encontrados condizem com aqueles apresentados por Webster (*apud* KINSLER *et al.*, 1982) durante a realização de testes com vozes de pessoas, onde, para voz normal $N_{vA} = 57$ dB, e para voz elevada, $N_{vA} = 65$ dB.

Os resultados apresentados na Tab. (3) serão utilizados em conjunto com as Eqs. (03 a 05) para estimar o nível de pressão sonora devido aos oradores. Cabe observar que nestas equações, o N_p é determinado inicialmente por banda de oitava, devido à variação do coeficiente de absorção α_{sab} com a frequência.

Nos estudos realizados “*in loco*”, em cada ponto, foi realizada apenas uma medição para determinado número de pessoas, o que equivale a uma situação momentânea e passível de variação. Na prática existiram dificuldades para quantificar o número de oradores no momento das medições. Foram então simuladas situações representativas dos casos de maior nível de ruído, com um número de oradores superior, e de menor nível de ruído, que envolve menos oradores. Estas situações levam a uma faixa de valores de N_p , que deve conter a medição realizada, estando a seguir detalhadas:

SITUAÇÃO A - 4 pessoas / mesa com 1 orador – representa um cenário menos crítico do ponto de vista do nível de ruído, uma vez que considera a possibilidade de que em uma mesa com todos os assentos preenchidos apenas uma pessoa fala.

SITUAÇÃO B - 4 pessoas / mesa com 2 oradores - representa um cenário mais crítico do ponto de vista do nível de ruído, uma vez que considera a possibilidade de existir, em uma mesma mesa, conversas paralelas.

5. COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS EXPERIMENTAIS E ANALÍTICOS

Um estudo inicial realizado (NAVARRO, 2004) revelou que o uso da Eq. (05), sem a parcela de contribuição do campo sonoro direto, mostrou-se inadequado, quando foram comparados os resultados experimentais e analíticos de nível de pressão sonora, uma vez que estes ficaram aquém dos resultados reais medidos, mesmo considerando a situação B, mais crítica.

Desse modo, verificou-se que a simplificação introduzida na Eq. (04), com a retirada da contribuição do campo sonoro direto caso a distância orador-ouvinte fosse superior ao raio de reverberação RR , não gerou resultados condizentes com a realidade dos espaços estudados. Nas praças, há vários oradores

próximos ao ouvinte, com distâncias inferiores aos raios de reverberação desses ambientes. Assim, fez-se necessária a inclusão da parcela do campo sonoro direto, para uma avaliação mais precisa.

Uma avaliação da influência do campo sonoro direto foi realizada, considerando a sua contribuição até o ponto em que o mesmo predominasse sobre o campo reverberante, isto é, para distâncias inferiores ao raio de reverberação RR. Os valores calculados de RR foram de 5,10 m e 4,55 m para as praças dos shoppings J e L, respectivamente, considerando o fator de direcionalidade $Q = 2$ e $2/3$ de ocupação das praças.

Para a obtenção do nível de pressão sonora do campo sonoro direto, foram determinadas as distâncias de cada mesa atuante dentro dos raios de reverberação para os respectivos pontos de medição P1, P2, P3 e P4, sendo, em seguida, utilizada a Eq. (03) para encontrar o Np total devido a cada orador, em função de sua distância para o local da medição e da área de absorção total, para os diferentes números de pessoas na praça, em cada faixa de frequência. Em seguida, foi calculado o nível de pressão sonora do campo sonoro reverberante, devido aos demais oradores, através da utilização da Eq. (05), subtraindo-se o número de oradores dentro do raio de reverberação, já computados, da quantidade de oradores total da praça para cada ocupação. Por fim, foram combinados os valores de cada banda de oitava para obtenção de um resultado único de nível de pressão sonora para cada quantidade de pessoas nas praças estudadas.

Outras simulações foram realizadas, tomando mais mesas que as abrangidas pelo raio de reverberação do campo sonoro direto. Para tanto, considerou-se um novo raio de abrangência, equivalente à distância para a qual o campo direto apresentasse uma diferença de 10 dB em relação ao campo reverberante e, assim, tornaria-se desprezível. Esse raio correspondeu ao triplo daqueles anteriormente determinados. Entretanto, os resultados obtidos com essas simulações não apresentaram diferenças significativas em relação às anteriores, sendo estas de, aproximadamente, 0,05 dB nos valores do Np.

Nas Figs. (3 e 4) são apresentadas comparações entre os níveis de pressão sonora medidos com o uso do decibelímetro e o Np analítico, para voz normal e elevada, nas situações A e B, considerando a influência do campo sonoro direto.

Pela Fig. (3), observa-se que a curva dos níveis de pressão sonora medidos “*in loco*” encontra-se dentro da faixa de valores delimitada pelas curvas de Np para voz elevada nas situações A e B. Verifica-se, também, que a curva do Np experimental apresenta oscilações, devidas, provavelmente, a flutuações no número de oradores.

Na Fig. (4), observa-se que a curva dos níveis de pressão sonora medidos “*in loco*”, na praça de alimentação do shopping L foi marginalmente acompanhada, até determinado número de pessoas, pela curva representativa da situação B para voz elevada, passando em seguida a apresentar valores mais elevados do Np que os indicados por esta curva.

A razão para a não inclusão da curva do Np experimental da praça de alimentação do shopping L dentro das curvas das situações estudadas é atribuída ao elevado ruído de fundo observado nesse ambiente durante o período de funcionamento, o qual é constituído por constantes avisos da administração por microfone, por contínuo arrastado das cadeiras metálicas, em virtude do grande movimento de pessoas nessa praça, pela presença de uma ilha central destinada à limpeza da louça e do ruído proveniente de *game station*, presente nessa praça. Vale salientar que esses sons não foram detectados durante a medição do nível de ruído de fundo no início da abertura do shopping, pois ainda não havia o público. Entretanto, cabe observar que a medição realizada no momento de abertura do shopping é a avaliação possível do nível de ruído de fundo.

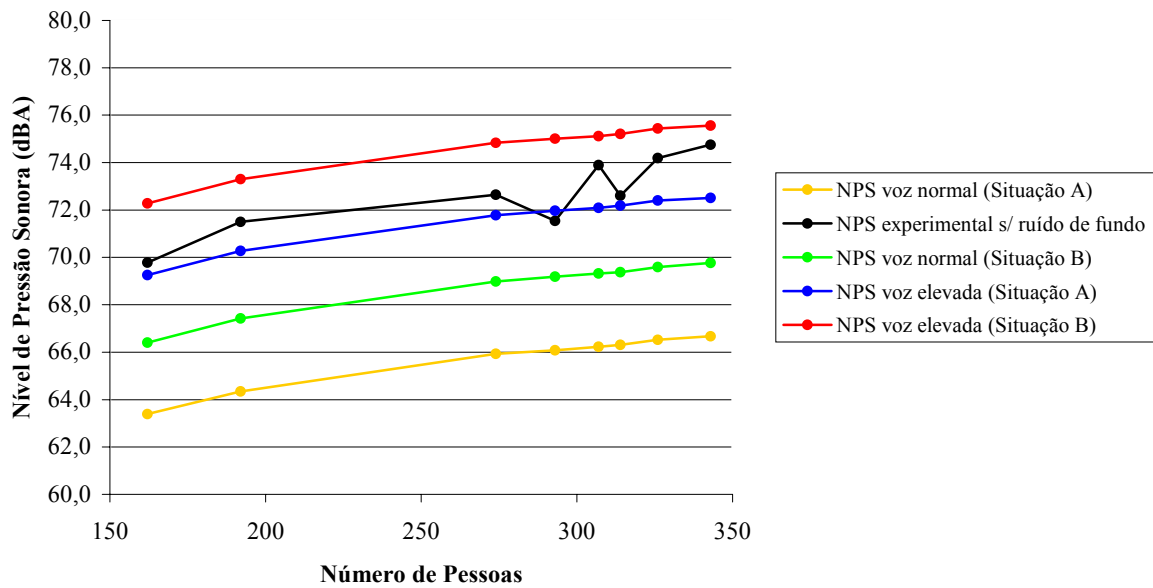


Figura 3: Comparação do Np experimental e analítico, incluindo o campo sonoro direto – Shopping J

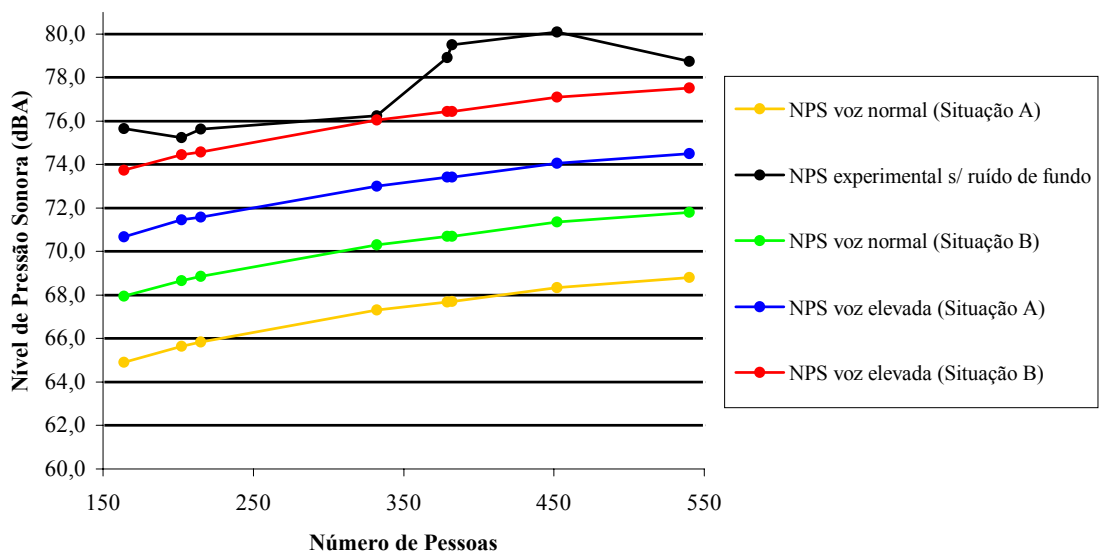


Figura 4: Comparação do Np experimental e analítico, incluindo o campo sonoro direto – Shopping L

Os níveis de pressão sonora medidos em ambas as praças de alimentação permitiram, também, avaliar a questão do conforto para a comunicação nesses ambientes. Os valores de nível de pressão sonora obtidos no shopping J, considerando o som produzido pelas pessoas e pelo ruído de fundo, ultrapassaram em, aproximadamente, 4,0 dB o valor máximo de 72 dB, recomendado para assegurar uma condição de comunicação adequada nesse tipo de ambiente, com as pessoas falando em voz elevada. O shopping L apresentou valores que extrapolaram em 8,0 dB o valor de 72 dB, demonstrando o grande desconforto na comunicação entre as pessoas nessa praça. Em trabalho anterior (NAVARRO *et al.*, 2004), simulações realizadas na praça J com inclusão de materiais absorventes acústicos, calculando o Np com nível de voz normal, resultaram em um indicativo de ambiente acusticamente adequado para conversas com este nível de voz. Entretanto, os resultados aqui obtidos confirmam que é mais apropriado utilizar, a nível de projeto, curvas produzidas com nível de voz elevado para avaliar o nível de pressão sonora nesses ambientes.

6. CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos, confirmou-se que, em ambientes de praças de alimentação, as pessoas não falam com voz normal (em torno de 59 dBA), mas tendem a elevar suas vozes para serem melhor ouvidas entre si (em torno de 65 dBA). Além disso, verificou-se ser de grande importância a inclusão da parcela de contribuição do campo sonoro direto na expressão analítica para cálculo do N_p . Desse modo, para a configuração das praças de alimentação estudadas, pode-se afirmar que a utilização conjunta das Eqs. (03 e 05), conforme empregadas, é compatível com os resultados das medições “*in loco*”, mostrando-se adequadas, a nível de projeto, na determinação do nível de pressão sonora de praças de alimentação, desde que seja considerado o nível de voz elevado, com 1 ou 2 oradores por mesa.

É preciso evitar, nesses lugares, a presença de ruídos de fundo elevados. Aconselha-se, pois, a colocação de assentos fixos às mesas, a limpeza dos pratos nas cozinhas internas de cada lanchonete, evitando-se o grande ruído causado por esse serviço no salão de refeições, e a localização de equipamentos como o *game station* fora da praça de alimentação.

O conforto acústico em praças de alimentação, do ponto de vista do usuário, não apresentou-se adequado nos shoppings estudados, pois o nível de pressão sonora total desses ambientes revelou-se superior aos parâmetros adotados neste trabalho, para assegurar o conforto na comunicação. Esse problema torna-se maior no caso do shopping L, devido ao elevado ruído de fundo da praça quando em funcionamento.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2000). “NBR 10151 – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento”. Rio de Janeiro.

BERANEK, L. L. (1971). *Noise and vibration control*. USA: McGraw- Hill Book Company.

BISTAFA, S. R.; BRADLEY, J. S. (1999). Reverberation time and maximum background- noise level for classrooms from a comparative study of speech intelligibility metrics. “Journal of the Acoustical Society of America”, V. 107, n. 2, p. 861-875.

KANG, J. (2002). Numerical modelling of the speech intelligibility in dining spaces. “Applied Acoustics”, V. 63, n. 12, p. 1315-1333.

KINSLER, L. E. *et al.* (1982). “Fundamentals of acoustics” 3rd edition. USA: Wiley, 480 p.

KUSAKAWA, M. S. (2002). “Arquitetura de shopping centers – análise do conforto acústico: estudo de caso – Shopping Avenida Center de Maringá – PR. 2002”. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 94 p.

NAVARRO, M. P. N. (2004). “Conforto acústico em ambientes de praças de alimentação em shopping centers”. Dissertação (Programa de Pós- Graduação em Engenharia Urbana) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 108 p.

NAVARRO, M. P. N.; PIMENTEL, R. L.; ARAÚJO, V. M. D.; DANA, S. S. (2004). “Estudo do conforto acústico em ambientes de praças de alimentação em shopping centers”. In: X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, ENTAC-2004, São Paulo, CD-ROM.

PEARSONS, K. S.; BENNETT, R. L.; FIDELL, S. (1977). “Speech levels in various noise environments”. Washington: U. S. Environmental Protection Agency. Disponível em <http://www.nonoise.org/epa/roll2>. Acesso em: 23 ago 2004.

SILVA, P. (1971). *Acústica arquitetônica*. Belo Horizonte: Edições Engenharia e Arquitetura.

8. AGRADECIMENTOS

A primeira autora agradece à CAPES pela concessão de bolsa de mestrado.