



AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO EM AUDITÓRIOS UNIVERSITÁRIOS: O CONFORTO E A QUALIDADE DO PROJETO

**Soler, Carolina (1); Kowaltowski, Doris C. C. K.; Pina, Silvia A. Mikami G. e Bertoli,
Stelamaris R. (2)**

(1) Mestre, Fac. de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Unicamp – Brasil, Endereço: Rua Rio Purus, 321, Conj. Vialves, Bairro Nossa Senhora das Graças, CEP: 69053-050, Manaus-AM, Telefone: (92) 635-4340, csoler@terra.com.br

(2) Docentes, Fac. de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Unicamp - Brasil, doris@fec.unicamp.br

RESUMO

Este trabalho apresenta estudos sobre projetos de auditório de uso múltiplo em duas Universidades. Foram avaliadas duas salas, com capacidade de 300- 400, através de medições de conforto ambiental. Os resultados mostram que o processo é complexo e que há falhas no projeto dos espaços de circulação e a visibilidade do palco é prejudicada nas primeiras filas. A inteligibilidade e o conforto térmico e lumínico das duas salas é boa, mas os usuários reclamam de temperaturas muito baixas.

Palavras-chave: Auditório, Avaliação de projeto, Avaliação pós-ocupação, Conforto ambiental

ABSTRACT

This paper presents a study of auditorium spaces in Universities, with a seating capacity of 300 – 400. The study verified the design procedures adopted by architects and building performance were assessed through technical measurements and questionnaires. Results showed that the design process is complex and that circulation spaces and visibility are not ideal. The intelligibility of the rooms and thermal and lighting conditions were good. However, users complained about low temperatures.

Keywords: Auditorium, Building performance assessment, Environmental comfort

1. INTRODUÇÃO

Um estudo do processo de projeto de auditórios no Brasil mostrou que a fase inicial de contato com o cliente e definição de partido é predominantemente realizada pelo autor do projeto: o arquiteto. O consultor entra no processo para assistências específicas, principalmente em acústica. De maneira geral, a figura do consultor é vista como importante, mas não deverá interferir na fase da criação da forma. Além disso, a participação de consultores é quantificada em relação ao custo de projeto. Assim, a avaliação pós-ocupação de obras construídas deve ser considerada uma técnica fundamental para alimentar o processo de projeto e determinar o programa de necessidades para projetos novos.

Um programa arquitetônico de um auditório consiste em adequar o conjunto de atividades ao espaço disponível e ao orçamento. O programa também deve dar ênfase aos aspectos de conforto ambiental que influenciam o dimensionamento correto das áreas específicas de um auditório tais como a platéia, o palco, o hall de entrada, a mecânica cênica, cabines de projeção e passarelas técnicas, entre outros.

Os arquitetos buscam consultorias especializadas como as de acústica, mecânica-cênica, sistemas estruturais e luminotécnica devido à complexidade das instalações e uso. Também são freqüentes consultorias de conforto térmico (ar condicionado), sonorização, instalação hidráulica e elétrica, elevadores e esquadrias.

Para o conforto acústico as medições técnicas são de extrema importância. Níveis de ruído externo e acompanhamento em obra fazem parte desse contexto, assim como o controle entre projeto acústico e eletroacústica. Para conciliar a necessidade de elementos acústicos com a estética, quando se prioriza a

palavra falada, é necessário que a concepção arquitetônica explore a plasticidade dos componentes. A especificação dos revestimentos e acabamentos define a acústica e a estética do auditório. São importantes as escolhas das poltronas o seu tecido, forros de gesso, paredes de alvenaria com superfície interna coberta com gesso ou madeira, piso de carpete ou vinílico e piso do palco em madeira. Como o ruído externo deve ser reduzido em espaços de auditórios, a ventilação natural torna-se inviável, optando-se pelo uso do ar condicionado para o conforto térmico.

Através dos consultores de iluminação cênica e luminotécnica são definidos diferentes tipos de iluminação: do orador, platéia, tela de projeção, emergência e segurança. É importante que os comandos de controle estejam próximos de uma só pessoa e que exista um sistema de dimerização. O desenho do forro recebe interferência direta da iluminação e necessita de projeto integrado.

O sistema de comunicação que é utilizado, como *slides*, vídeo, DVD, *Data Show*, pode ter controle central ou individual. A questão da visibilidade da tela de projeção e suas dimensões estão ligadas ao tamanho da sala (largura e profundidade) e à declividade do piso do auditório, mas também depende da não estanqueidade da luz externa para projeções. Assim, a abertura das portas ou da cabine de projeção pode provocar ofuscamento e distração.

O projeto de disposição das poltronas está diretamente relacionado à diferença de níveis da sala, quantidade de cadeiras por filas e seu posicionamento. Dimensões de corredores e alinhamento dos mesmos favorecem a organização e definem a capacidade do auditório. Além disso, o posicionamento das poltronas define também as linhas de visibilidade e o desenho do palco. Se o palco tem a frente reta, as poltronas em linha se adaptam melhor, e analogicamente, se sua frente for curva, a disposição das linhas de poltronas podem acompanhar o desenho arredondado.

A avaliação da construção e do comportamento do público são fundamentais para o retorno do conceito projetual e da obra. Pesquisas de avaliação pós-ocupação geram prescrições para melhoria do ambiente construído, através da correção de falhas de projeto e execução. Podem ser feitas aferições técnicas, utilizando-se de instrumentos de medição, ensaios de componentes, protótipos em laboratórios e observações gerais e, ainda, podem ser feitos cálculos e simulações, como balanço térmico, aferição de consumo de energia elétrica, níveis de ruído, tempo de reverberação, dentre outros.

Neste trabalho são apresentadas duas avaliações pós-ocupação cujos resultados contribuem para melhorias dos próprios espaços e alimentam com dados específicos projetos novos. Foram avaliados dois auditórios universitários com capacidade de 300 a 400 pessoas.

2. AVALIAÇÃO DE OBRAS CONSTRUÍDAS

A avaliação técnica foi conduzida no auditório Dom Gilberto da Pontifícia Universidade Católica (PUCCAMP), e no auditório da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) ambos em Campinas, São Paulo, Brasil (Figura 2.1 e 2.2). Dados técnicos e funcionais foram levantados dos projetos executivos e nas salas em uso foram efetuadas medições técnicas e aplicados questionários aos usuários.



Fig. 2.1. Auditório Dom Gilberto (PUCCAMP)



Fig 2.2 Auditórios da Faculdade de Medicina (UNICAMP)

2.1. METODOLOGIA:

Nos dois auditórios universitários foram avaliados aspectos de conforto térmico, acústico e de iluminação através de medições técnicas. Os pontos de medições do conforto ambiental são indicados nas plantas da figura 2.3. Questões funcionais em relação á segurança e evacuação bem como da circulação de pessoas foram avaliadas em planta e através de observação e medições dimensionais. A acessibilidade para pessoas com necessidades especiais foi avaliada apenas em relação aos aspectos do acesso de cadeiras de roda por rampas à área de platéia e reserva de área para as cadeiras de roda na platéia. A visibilidade do palco foi analisada através de observações e análise de desenhos em corte. A satisfação dos usuários foi levantada através de questionários. O número de questionários aplicados corresponde a aproximadamente dez por cento do total de lugares de cada ambiente estudado. A avaliação da satisfação ocorreu em um dia em cada auditório durante a realização de palestra.

2.1.1 Avaliação térmica:

Considerando que os auditórios selecionados são espaços enclausurados com uso de sistema de ar condicionado, as medições foram efetuadas em uma única ocasião, sendo dia 29 de maio de 2004 as medições do Auditório da Faculdade de Ciências Médicas (UNICAMP) e dia 05 de junho de 2004 as avaliações do Auditório Dom Gilberto (PUCCAMP). Como método de avaliação de conforto térmico, foram utilizados dois tipos diferentes de equipamentos para obtenção dos dados. No auditório da Faculdade de Medicina na Unicamp utilizaram-se: 3 (três) registradores digitais de temperatura e umidade, modelo 175-2, marca Texto e 3 (três) conjuntos registradores digitais de temperatura com dois canais, modelo 175-1, marca Texto, composto por 1 (um) sensor de temperatura do ar, modelo 0613-1711, marca Texto, e 1 (uma) esfera de cobre para termômetro de globo digital, marca

Instrutherm, que formavam o termômetro de Globo. No auditório da PUCAMP utilizaram-se: 2 (dois) registradores digitais de temperatura e umidade, modelo SKL-200TH, marca SATO, e 1 (um) termômetro de globo digital, modelo TGD-100, marca Instrutherm. Na UNICAMP, foram distribuídos 2 (dois) equipamentos na platéia e 1 (um) equipamento no palco, para observar as possíveis alterações da distribuição do ar condicionado. Na PUCAMP todos os equipamentos foram distribuídos na platéia, sendo os registradores, em lugares opostos, e o termômetro de globo digital, no centro da platéia.

Na avaliação das propriedades térmicas foi considerado o conforto do usuário, observando a temperatura, umidade relativa e ventilação, sendo possível obter o Voto Médio Estimado para as sensações de conforto térmico das pessoas e o ambiente avaliado (RUAS, 1999). Para o cálculo da estimativa da satisfação dos usuários foi utilizado o programa Conforto 2.02 (RUAS, 2002) que indica a provável porcentagem dos usuários incomodados com a temperatura do ambiente. Foi considerado, apenas, um tipo de atividade para os usuários: sentado e sem esforço, cuja taxa de metabolismo é de 1 met. Para os cálculos, o isolamento térmico das vestimentas foi definido em 0,6 clo (*clothing*), o equivalente ao conjunto de roupas leves: íntima, camiseta, calça, meia esportiva e sapato (tênis), representado pela média das vestimentas dos usuários avaliados. A velocidade do vento foi definida em 0,1m/s, por se tratar de um ambiente enclausurado, apenas com fluxo de ar condicionado.

2.1.2 Avaliação acústica:

Para as medições acústicas foi utilizado um medidor-registrador de nível de pressão sonora com analisador de frequência, modelo Mediator 2238-D, marca Bruel & Kjaer, observando-se os seguintes parâmetros: circuito de ponderação "A"; circuito de resposta *fast*; com frequência de 63-8.000 Hertz, com 3 medições sistemáticas para verificar a média das variações. As medições, nos dois auditórios, foram realizadas em diversos pontos da platéia, a uma altura de 1.20m do piso, recebendo os raios sonoros diretos e refletidos, que compõem a qualidade acústica do ambiente. Foram definidas três situações distintas: a platéia vazia com o ar condicionado desligado, com ele ligado (para verificação do ruído de fundo) e com atividades no local e o ar condicionado ligado, utilizando-se dos recursos eletroacústicos.

Realizou-se, também, os testes de inteligibilidade da fala e de tempo de reverberação nos dois auditórios, segundo os métodos descritos por MEHTA, JOHNSON e ROCAFORT (1999). Para o teste utilizou-se um orador masculino de timbre médio com boa dicção e 10 pessoas na platéia, distribuídas de forma heterogênea. Foram selecionadas cem (100) palavras homófonas, que são palavras diferentes quanto ao sentido, mas muito parecidas na pronúncia (como "oi" e "boi"), divididas e ditadas de quatro maneiras distintas: com o ar condicionado ligado e desligado e com e sem o microfone, para verificar a interferência do ruído de fundo e do sistema de amplificação sonora na inteligibilidade.

Para a avaliação do tempo de reverberação foram utilizados dois aparelhos: *Building Acoustics* da Brüel & Kjaer (B&K), que é composto de Software BZ 7204 (interno ao analisador), amplificador de potência, modelo 2716 e fonte sonora omni-direcional, modelo 5296 e um analisador sonoro de precisão (tipo 1), modelo 2260 - Investigator, configurado para medição de Tempo de Reverberação. O teste foi realizado da seguinte forma: o sistema *Building Acoustics*, localizado no palco, a 1,5m da borda do proscênio, emite um sinal padrão que passa pelo amplificador e é emitido pela fonte sonora, preenchendo o ambiente. Após 20 segundos (que foram programados), esse sinal é cortado e mede-se o tempo de decaimento desse ruído no ambiente. O equipamento foi configurado para fazer isso três vezes seguidas, tirando a média das medidas e registrando o resultado, para cada frequência do ruído, ou seja, filtra e mede simultaneamente o decaimento para cada uma delas (nesse caso foi medido em oitavas de frequência, de 63 Hz até 8 kHz - 63, 125, 500, 1k, 2k, 4k e 8kHz). O Tempo de Reverberação é o T60, ou seja, o tempo que o ruído gerado leva para cair 60dB após ser "desligado". Foram selecionados cinco (05) pontos de medição na platéia, sendo quatro (04) nas extremidades da sala e um (01) na região central, e para cada ponto repetiu-se as operações descritas acima. O resultado final é a média dos 5 pontos.

2.1.3 Avaliação da iluminação:

As medições de conforto luminoso também foram realizadas em diversos pontos da platéia, a uma altura média de 0.60m do piso, sobre o plano das pranchetas das poltronas. Foram definidas duas situações distintas para medição: a platéia com iluminação para uma palestra e a platéia com iluminação reduzida, para projeção ou apresentação de vídeo, de modo que as pessoas possam fazer

algumas anotações se necessário. A interferência da iluminação natural não foi considerada. Foi utilizado um luxímetro digital, modelo LD-206, marca Instrutherm.

2.1.4 Avaliação funcional:

O conforto funcional está relacionado com a avaliação visual da sala e análise dos projetos (desenhos). Os acessos, as circulações internas, altura dos degraus e barras de segurança foram avaliados através das observações das intenções dos fluxos. Foram analisadas a separação dos fluxos e a visibilidade das entradas/saídas para orientação adequada dos fluxos. A acessibilidade ao local e lugares reservados para portadores de necessidades especiais, pranchetas para canhotos e poltronas para obesos foram analisados como parte da avaliação funcional.

2.1.5 Avaliação da satisfação do usuário:

Questionários foram aplicados de maneira heterogênea na área da platéia e de forma aleatória durante palestras proferidas nos auditórios. Utilizou-se o diferencial semântico baseado na ISO 10551 (Muito bom, bom, ligeiramente bom, neutro, ligeiramente ruim, ruim, muito ruim). No auditório DOM Gilberto (PUCCAMP), com 410 assentos, foram aplicados 40 questionários com 32 respostas válidas. No auditório da Faculdade de Medicina (UNICAMP), com 300 lugares foram aplicados 33 questionários válidos.

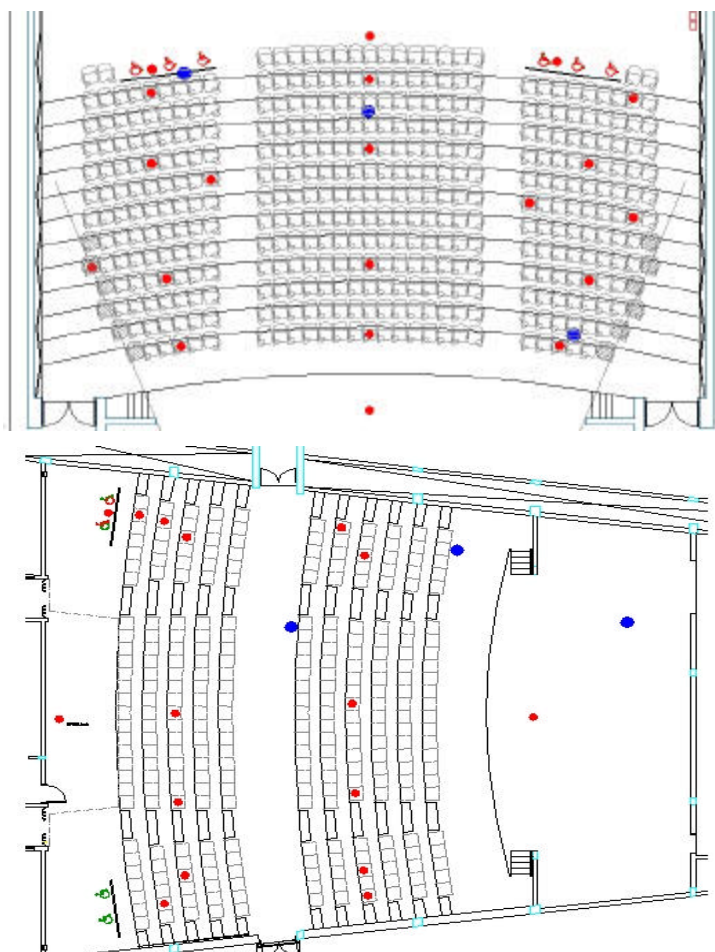


Fig. 2.3: Plantas dos Auditórios Dom Gilberto (PUC/CAMPINAS) e da Faculdade de Ciências Médicas (UNICAMP) com indicação de pontos de medições. Pontos vermelhos: medições acústicas. Pontos azuis: medições térmicas

3.1. Avaliação do Auditório Dom Gilberto Da Pontifícia Universidade Católica (PUCCAMP)

O auditório do Campus I, da Pontifícia Universidade Católica de Campinas - Dom Gilberto foi inaugurado em 2002. Com uma platéia de 410 lugares, este espaço tem como objetivo principal uso múltiplo, atendendo diferentes necessidades do campus universitário.

Segurança: Existe apenas uma porta principal de acesso para a platéia, pelo foyer que prejudica o fluxo das pessoas, gerando grande concentração nas entradas e saídas. Também não existe uma antecâmara do foyer para a sala, fazendo com que a entrada de luz natural e o barulho externo atrapalhem a concentração na platéia, toda a vez que alguém abre a porta. Os acessos secundários são da cabine de controle de luz e do fundo do palco, para serviços. Existem, na platéia, duas saídas de emergência (próximas ao palco), devidamente sinalizadas. As saídas possuem barra anti-pânico, porém a porta principal abre-se sobre a rampa, sem patamar de descanso e causa preocupação em situações emergenciais e de pânico. A disposição das poltronas no auditório, em fileiras curvas, é feita em três grandes grupos, com dois corredores centrais e dois laterais. Os corredores possuem dimensões (1.20m) acima do mínimo exigido pelo Corpo de Bombeiros. Os corredores laterais não possuem corrimão de apoio, mas que é recomendado, para o conforto das pessoas, principalmente idosos. As poltronas possuem assento rebatível proporcionando maior rapidez e segurança na evacuação do local, em caso de pane. A platéia está disposta sobre degraus, porém sua altura é irregular, acompanhando a linha de visibilidade, que aumenta conforme a distância das fileiras para o palco, começando com 10cm e terminando com 30cm, sem patamar de descanso; a profundidade das fileiras das poltronas é de 90cm. As cores do projeto confundem os degraus, uma vez que o piso, a estrutura das cadeiras, a cor do tapeado e as paredes, são cinza. A profundidade da platéia é pequena (a última fileira está a 13m do início do palco), o que facilita a aproximação entre o orador e o público, melhora a visibilidade e estabelece dinâmica à apresentação.

Acessibilidade: O projeto garante acesso ao edifício e ao auditório, conforme prevê o Código de Obras do Estado e as leis de acessibilidade universal -NBR 9050 (rampas com inclinação e largura mínima). O espaço conta com seis (6) lugares reservados para deficientes físicos (cadeiras de roda), devidamente identificados, ao fundo da platéia, com poltronas para acompanhantes ao lado. O local destes lugares prejudica a integração com a platéia.

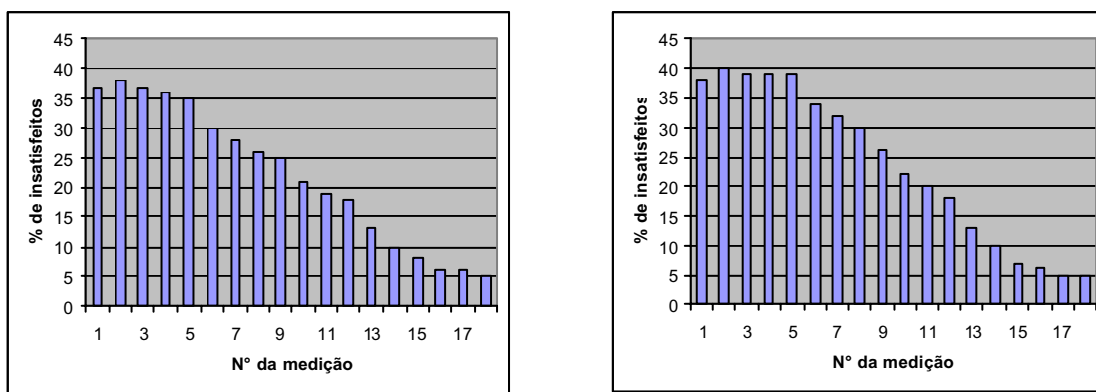
Conforto Acústico: Para avaliação do conforto acústico desse auditório, considerou-se a palavra falada, como atividade mais importante, na qual a inteligibilidade depende do ruído de fundo do ambiente, do tempo de reverberação e nível sonoro da fala. O volume do auditório é retangular, com paredes paralelas e teto plano, definido principalmente pela limitação do terreno, entre os edifícios existentes e os recuos obrigatórios. Para eliminar o paralelismo da sala, as paredes são revestidas com placas de gesso de 1,30m de comprimento, levemente inclinados (aproximadamente 7° de inclinação). No fundo do auditório, existe uma placa refletora plana, inclinada para aumentar a incidência de raios para as últimas fileiras.

O teste de inteligibilidade aplicado no auditório Dom Gilberto teve a participação de 10 pessoas na platéia, distribuídas de forma heterogênea. A análise dos resultados baseia-se em um referencial semântico, definido por MEHTA, JOHNSON e ROCAFORT (1999). Concluiu-se que a inteligibilidade da sala é muito boa, estando a médias de acertos, de todas as situações diferentemente testadas, bem acima do índice 0.7, definido como “muito bom”. Percebe-se que o reforço eletro-acústico é importante para a ótima compreensão das palavras, pois o teste com o microfone ligado obteve média de 95% de acerto e o teste com o microfone desligado teve média de 85% de acerto. A avaliação de critério de ruído foi baseada na Norma 10152 da ABNT (1987) que fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído ambiente num determinado recinto de uma edificação. Para “auditório para palestras” aplicam-se intervalos apropriados de nível de ruído ambiente entre 30 a 40 dB(A) e para “auditórios (outros)”, aplicam-se intervalos de 25 a 35 dB(A). Lembrando que o valor inferior representa o nível sonoro de conforto e o valor superior significa o nível sonoro máximo aceitável. Os resultados apresentados mostram que a sala está adequada aos níveis de ruído, quando o ar condicionado está desligado. Com o ar condicionado ligado tivemos dois resultados diferentes nas medições, a NC 35 é considerada aceitável, mas a NC 45 representa o valor máximo aceitável do nível sonoro de conforto. A não distribuição homogênea do ar pode ter apresentado a variação dos dados de ruído, pois os pontos que apresentaram índices mais altos localizam-se próximo aos dutos de saída de ar condicionado.

O tempo de reverberação medido no auditório apresenta variação média pequena, estando dentro do “tempo ótimo de reverberação” em 90% delas, segundo MEHTA, JOHNSON e ROCAFORT (1999), que considera, para as condições de palavra falada e o volume do auditório, uma medida ideal de 0.7 a 1.0 segundos. Apenas a frequência de 63 Hz está um pouco abaixo desses padrões.

Visibilidade: A curva de visibilidade atende à linha de visão de toda a platéia, se considerarmos um ponto a 40 cm de altura, distante 2m do início do palco. Quando o ponto de visão é abaixo de 40 cm, as primeiras fileiras têm dificuldade em enxergar o foco.

Conforto Térmico: A avaliação de conforto térmico teve a duração de, aproximadamente, 3 horas, período em que se apresentou uma mesa redonda composta por quatro pessoas. Na primeira medição, realizada às 09:00h, a temperatura registrada, nos dois pontos medidos, foi de 23,7°C. O ponto 01 apresentou variação de temperatura menor que o ponto 02, chegando ao mínimo de 22,1°C às 10:15h, tendo a última medição alcançado o valor de 23,9°C. O ponto 02 apresentou um mínimo de 21,4°C durante quase 30 minutos, com uma variação de apenas 1 grau, e terminou com o nível de 24,1°C. Isso demonstra que existe um problema com relação ao fluxo de ar dentro do ambiente, pois sua distribuição é heterogênea, sendo a temperatura variável. A umidade relativa também apresenta diferenças nos resultados. O ponto 01 teve variação de 4,5%, indo de 51,8% para 56,3%; e o ponto 02 teve variação de 10%, sendo 50,0% na primeira medição e 60,0% na última. Nesta avaliação foram feitas 16 verificações de temperatura. A maior porcentagem de insatisfeitos apresenta-se, nos dois pontos, nas primeiras medições, chegando ao ápice entre 9:30h e 10:00h, com índices acima de 35%. A figura 3.1 apresenta a porcentagem de insatisfeitos de acordo com o cálculo do VME de dois pontos.



A – Gráfico referente ao ponto 01

B – Gráfico referente ao ponto 02

Fig. 3.1. Porcentagem de insatisfeitos com as condições térmicas do Auditório Dom Gilberto (PUCCAMP).

Conforto Luminoso: A avaliação de conforto luminoso foi realizada com três objetivos principais: 1. atendimento às normas, considerando-se medições quantitativas nos planos da prancheta das poltronas; 2. verificar a qualidade da luz, considerando possíveis ofuscamentos e sombreamentos e 3. verificar a percepção do usuário, através das entrevistas direcionadas nos questionários. O auditório possui diferentes sistemas de iluminação: de segurança, emergência, platéia e palco. Dentre os tipos de lâmpadas que propiciam as cenas no ambiente, pode-se destacar: lâmpadas claras fluorescentes compactas fixadas no teto (para a iluminação da platéia), lâmpadas incandescentes, também fixadas no teto (para a iluminação dos corredores) e canhões com lâmpada halógena para iluminação cênica, fixados em duas varas metálicas no teto. Existe também uma pequena iluminação na base de algumas poltronas, que ficam acessas durante o espetáculo, como luz de vigia, para a iluminação dos degraus. Para a medição foram feitas duas simulações: a platéia com iluminação para uma palestra e com iluminação reduzida, para projeção ou apresentação de vídeo, de modo que as pessoas possam fazer anotações se necessário. Pode-se concluir, pelos resultados das medições, que os níveis de iluminação da platéia e do palco, variam de 110 a 207 lux, estando abaixo dos índices recomendados pela ABNT - Norma 5413, que estabelece 250 a 500 lux para a platéia, e 500 a 1000 lux para o palco. Para chegar aos índices recomendados pela Norma, sugere-se aumentar a potência das lâmpadas ou criar um maior número de pontos de iluminação, pois, com esses valores, o ambiente dificulta a leitura e a escrita. Deve-se verificar, também, o ruído dos reatores das lâmpadas fluorescentes, pois é incômodo.

Na avaliação qualitativa, observa-se que as luminárias da platéia são de foco direto e se verifica a presença de sombras, sobretudo nas pranchetas de apoio. Além disso, existe ofuscamento da iluminação, através da reflexão da luz pelo piso. Para esse caso, sugere-se melhorar a distribuição e o tipo das luminárias, pois quanto mais luminoso o teto (boa distribuição e difusão), menor o sombreamento e ofuscamento, observados nos ambientes avaliados neste trabalho.

3.2. Avaliação do Auditório da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP

O auditório da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp foi inaugurado em 2002, sendo utilizado para eventos gerais da faculdade e aberto a outras unidades da Universidade. É utilizado, principalmente, para palestras, tendo a palavra falada como prioridade. Possui capacidade para 300 pessoas e espaço para portadores de necessidades especiais ao fundo do auditório.

Segurança: O acesso à platéia é feito pelo foyer, através de duas portas de 1.70m de largura, protegidas por uma antecâmara, para estanqueidade da luz e do som de fora. Possui duas saídas de emergência e uma porta de acesso da platéia à cabine de projeções. As saídas não possuem barra antipânico, são fechaduras convencionais, não atendendo às normas de segurança exigidas pelo Corpo de Bombeiros. A disposição das poltronas no auditório é feita em seis grupos, com dois corredores centrais e dois corredores laterais. Os corredores são desalinhados e possuem dimensões muito variadas, sendo de 1.80m até 0.85m, pois as fileiras são dispostas em curva e as poltronas possuem apenas uma dimensão. As medidas maiores localizam-se nos corredores centrais, que são alinhados aos acessos do foyer, favorecendo os fluxos de entrada e saída. Os corredores mais estreitos ficam nas laterais, próximos à parede, onde o fluxo de circulação é menor, porém as medidas mais estreitas não atendem às exigências do Corpo de Bombeiros. Os degraus são irregulares e possuem medidas diferentes, prejudicando a segurança do usuário. Os equipamentos de segurança estão bem dimensionados, com extintores e luzes de emergência, acessos e avisos bem identificados. Além disso, as poltronas possuem assento rebatível, sendo consideradas antipânico, pois facilitam a evacuação do local em caso de pane.

Acessibilidade: O projeto garante acesso ao edifício e ao auditório, conforme prevê o Código de Obras do Estado e as leis de acessibilidade universal- NBR 9050 (rampas com inclinação e largura mínima). Existem quatro (4) lugares reservados para portadores de necessidades especiais (cadeiras de roda), ao fundo da platéia, prejudicando a integração.

Conforto Acústico: O volume do auditório é irregular, favorecendo a distribuição dos raios sonoros por todo o ambiente. Os espaços da platéia e do palco possuem placas refletoras planas e inclinadas, de gesso acartonado, com pequenas interrupções para a colocação de varas de iluminação e saídas dos dutos de ar condicionado, aumentando a incidência de raios indiretos para a platéia. A inteligibilidade (Fig. 3.2) da sala é muito boa, pois as médias de acertos de todas as situações diferentes testadas estão acima do índice 0.7. Cabe ressaltar que dentro das médias verificadas a situação 03 (sem microfone e com o ar condicionado ligado), com índice de 0.87, possui a média mais baixa de compreensão das palavras, pois o nível de ruído de fundo (com o ar condicionado ligado) atrapalha o nível da fala, sem reforço eletro-acústico.

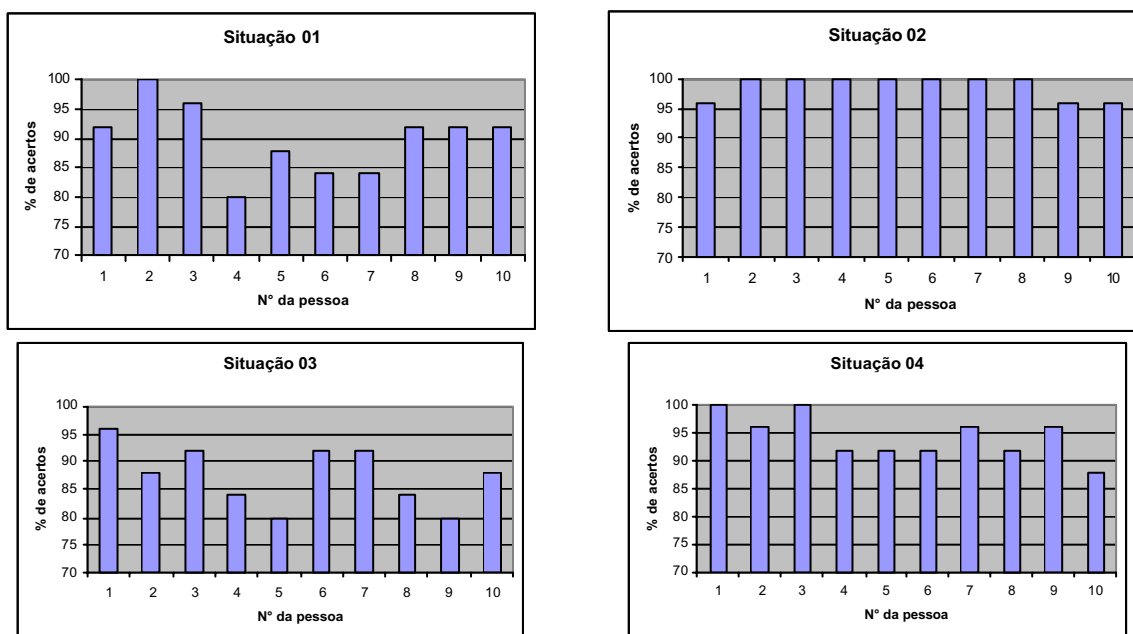


Fig. 3.2. Resultado da aplicação do teste de inteligibilidade, por pessoa, para as quatro situações distintas do ditado no auditório da UNICAMP.

A profundidade da platéia é de 18m, considerada ideal para percepções gestuais das pessoas no palco, melhorando a visibilidade e estabelecendo uma aproximação entre o orador e o público. A curva de visibilidade atende parcialmente a linha de visão de toda a platéia, sendo considerado um ponto distante 2m do início do palco. Uma atividade que se apresenta abaixo da altura de 1m não é perfeitamente visível pelas fileiras do fundo, cujas linhas de visão de sobrepõem. O acréscimo do corredor central, nesse sentido, prejudica a visibilidade total do palco, principalmente, para as primeiras fileiras dispostas depois dele. A sugestão é iniciar essas fileiras com um degrau mais alto, acentuando a inclinação dessa parte da platéia.

O tempo de reverberação, medido no auditório, está relativamente acima do tempo ótimo estabelecido por MEHTA, JOHNSON e ROCAFORT (1999). As frequências de 125, 150 e 500 Hz tiveram medidas mais altas que as frequências de 1, 2, 4 e 8K Hz, porém todas as médias estão acima de 1.0 segundo. Neste caso, para diminuir o tempo, sugere-se o fenômeno de reverberação bem programado, os tempos são programados separadamente para sons graves (abaixo de 200 hertz), médios (entre 200 Hz e 2.000 Hz) e agudos (acima de 2.000 Hz). Além disso, a aplicação de materiais porosos é eficiente para alta frequência, mas pode apresentar aumento de eficiência à baixa frequência, se a espessura e o espaço de ar, entre este material e a superfície, forem aumentados (exemplos: fibra de vidro, feltro e lã de rocha). Outra solução é a instalação de painéis ou membranas vibratórias. Os resultados da avaliação de critério de ruído mostram que a sala está adequada aos níveis quando o ar condicionado está desligado. Porém quando o ar condicionado está ligado, o ruído de fundo é alto, chegando a passar do critério NC 45 que é o limite aceitável, podendo incomodar os ouvintes.

Conforto Térmico: A avaliação de conforto térmico, realizada no dia 29 de abril de 2004, teve a duração de 3 horas, período em que se apresentou uma palestra com um orador. Na primeira medição, realizada às 9:41h, a temperatura registrada, nos três pontos medidos, foi de aproximadamente 23,10°C. A variação da temperatura ficou, em média, em 2,2°C. O ponto 01 apresentou uma temperatura mínima de 21,3°C às 10:10h e temperatura final de 23,20°C; o ponto 02 teve a mínima de 21,66°C e final de 23,53°C; e o ponto 03, mínima de 21,22°C e final de 23,1°C. A distribuição dos fluxos de ar no ambiente, tanto no palco como na platéia, são bem homogêneos, mantendo a variação de temperatura relativamente estável. A umidade relativa teve variação maior durante toda a medição, com uma média mínima de 55% e final de 52,5%, chegando a 60% por volta das 10:30h. Nesta avaliação foram feitas 18 verificações de temperatura. A maior porcentagem de insatisfeitos apresenta-se, em todos os pontos, nas primeiras medições, chegando ao ápice entre 10:00h e 10:30h, com índices acima de 40%. A figura 3.3 mostra resultados de insatisfeitos nos pontos 1 e dois do auditório de acordo com os cálculos do VME.

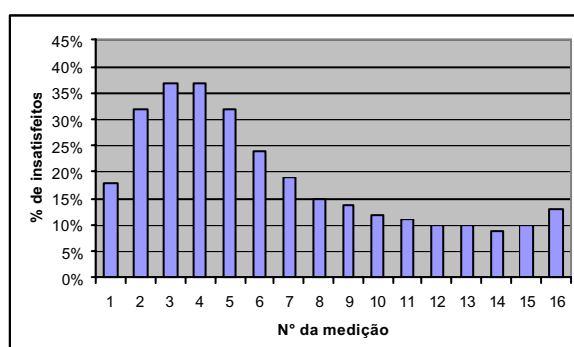
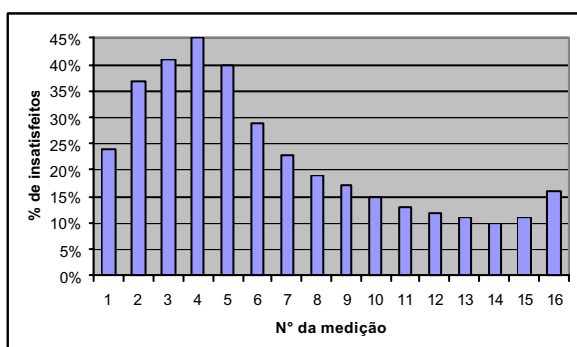


Gráfico referente ao ponto 01 da medição térmicas

Gráfico referente ao ponto 02 da medição térmicas

Fig. 3.3. Porcentagem de insatisfeitos com as condições térmicas na Faculdade de Ciências Médicas

Conforto Luminoso: O auditório possui diferentes sistemas de iluminação: de segurança, emergência, platéia, palco. As lâmpadas usadas foram: vapor de sódio na platéia (fixadas no forro, com foco direto), lâmpadas incandescentes de 60 e 100 W em toda a lateral da sala, e 8 canhões de iluminação cênica, com lâmpadas halógenas, fixados em duas varas metálicas no teto do palco. Foi prevista a iluminação dos corredores, embora hoje exista apenas a furação no espelho do degrau, sem nenhum tipo de acabamento. Observou-se que os níveis de iluminação da platéia e do palco variam (na situação 01) de 186 a 385 lux, estando, na maioria dos pontos, dentro dos índices recomendados pela ABNT (de 250 a 500 lux). Na avaliação qualitativa, observa-se que os pontos próximos às luminárias

apresentam índices de iluminação maiores, pois o foco da luminária, cuja lâmpada é vapor de sódio, descreve um fecho de luz muito direto, prejudicando a boa distribuição da luz. A substituição da luminária pode ser suficiente para melhorar a sua distribuição. As lâmpadas de vapor de sódio atrapalham a projeção, pois ofuscam a visão das pessoas na platéia e favorecem a presença de sombras nas pranchetas de apoio. Além disso, a projeção é prejudicada pelo fato de ser feita na parede do fundo do palco, que é pintada de bege.

3.3 Análise dos Questionários:

Da aplicação dos questionários foi possível extrair sugestões dos usuários que podem exemplificar a satisfação destes com o conforto dos espaços. Assim, no Auditório Dom Gilberto (PUCCAMP) solicita-se: cadeiras mais flexíveis para o encosto; diminuir a quantidade de luzes acessas na platéia; adequar a temperatura do ar condicionado (o espaço foi considerado frio); eliminar ruídos externos; aumentar a luz do palco; maior espaçamento entre as fileiras; projetar um hall de entrada mais silencioso e colocar ar condicionado no foyer.

No Auditório da Unicamp solicita-se: ajustar a temperatura do ar condicionado (espaço considerado frio); melhorar as condições sonoras; aumentar a área de projeção da tela no palco; colocar prancheta nos braços das poltronas; cadeiras mais confortáveis; aumentar a luz do palco e melhorar as condições de projeção.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Projetar um auditório é desenvolver uma atividade complexa que necessita de informações, análises e procedimentos de projeto, envolvendo um grande número de aspectos técnicos e arquitetônicos. As Avaliações Pós-Ocupação contribuem com dados de subsídio para correções em obras existentes bem como para novos projetos, evitando a repetição de erros. Recomendam-se avaliações de salas em uso para criar conhecimento novo e testar procedimentos de projeto que incluem aspectos de conforto ambiental, segurança, funcionalidade e estética. Recomenda-se no processo de projeto a atuação de equipe formada por projetistas e consultores de várias disciplinas (acústica, cenografia, iluminação estruturas, ar condicionamento, equipamentos e poltronas e móveis, entre outros).

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10152: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987. 7p.

_____. NBR 5413: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1969. 7p.

_____. NBR 6401: Instalações centrais de ar condicionado para conforto: parâmetros básicos de projeto. Rio de Janeiro, 1980. 21p.

_____. NBR 12179: Tratamento acústico em recintos fechados. Rio de Janeiro, 1992. 21p.

_____. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliários, espaços equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

MEHTA, M.; JOHNSON, J.; ROCAFORT, J. **Architectural Acoustics**: principles and design. New Jersey: Courier Kendallville Inc., 1999. 446p.

RUAS, A.C. **Conforto térmico nos ambientes de trabalho**. São Paulo: Fundacentro; Ministério do Trabalho e Emprego, 1999.

RUAS, A.C. **Software Conforto 2.02**. São Paulo: Fundacentro, 2002. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/CTN/Conforto202.zip>> Acessado em 06 nov. 2004.