



MELHORIA DO CONFORTO AMBIENTAL EM EDIFICAÇÕES ESCOLARES NA REGIÃO DE CAMPINAS

Doris C. C. K. Kowaltowski, Francisco Borges Filho, Lucila C. Labaki

Regina Coeli Ruschel, Stelamaris Rolla Bertoli, Sílvia A. Mikami G. Pina

e Renata Faccin de Camargo e Núbia Bernardes (alunas colaboradoras)

UNICAMP - Fac. de Engenharia Civil, Caixa Postal 6021 – CEP 13083-970,
CAMPINAS, SP, Tel.: 019 788 2390, e-mail: Doris@fec.unicamp.br

RESUMO: *O conforto ambiental de edificações escolares afeta o ambiente escolar e a qualidade do ensino. Os prédios escolares no país apresentam falhas no aspecto de conforto, muitas vezes relacionadas às modificações de uso, problemas derivados do projeto e obra original, bem como o desgaste natural de uma construção. Existem problemas simples cujas soluções oferecem possibilidade de ganhos qualitativos com custo reduzido. Este trabalho descreve uma pesquisa junto às escolas estaduais da região de Campinas cujo objetivo é detectar problemas relacionados ao conforto e propor um acervo de soluções para que a própria escola tenha possibilidades de introduzir melhorias no ambiente construído. A pesquisa conta com o apoio da FAPESP, no programa "Ensino Público".*

ABSTRACT: *Environmental comfort conditions affect the school learning environment. School buildings in Brazil often have comfort problems due to modifications of the premises, changes in the use of buildings and the natural wear and tear of schools. Simple problems exist with low-cost solutions which can provide user comfort gains. This article describes a research project which investigated the environmental comfort problems of public state schools in the region of Campinas, SP, Brazil. The study proposes a solution data base so that schools themselves can introduce improvements to their built environment. The research has the support of FAPESP under its "Ensino Público" program.*

1 Introdução

Na literatura nacional os estudos demonstram que a maioria das edificações escolares apresentam condições ambientais aquém das desejadas. As principais falhas observadas dizem respeito às condições de conforto térmico e à funcionalidade. A lotação excessiva nas salas de aula é essencialmente apontada como a causa das precárias condições de funcionalidade. Faltam também na maioria das escolas,

ambientes específicos para atividades como laboratórios, bibliotecas e salas de vídeo. A manutenção precária ou inexistente das construções escolares é também freqüentemente citada na literatura. (Ornstein e Borelli, 1995)

Pesquisas que avaliam o conforto térmico de edificações escolares mostram em seus resultados um quadro muito parecido, independentemente da região e tipologia construtiva pesquisada (Araújo, 1995). A maioria das escolas é considerada quente no verão e com ventilação inadequada. Este resultado está intimamente relacionado com a orientação das aberturas em salas de aulas e a inadequação dos elementos de proteção solar, gerando assim insolação excessiva. Há várias pesquisas sobre avaliação acústica de salas de aulas no âmbito nacional (Paixão, 1997, Ura e Bertoli, 1998 e Santos et.al., 1993). Alguns distúrbios de aprendizagem podem ser associados à dificuldade do aluno ouvir e entender o que o professor fala. Existem estímulos sonoros inadequados que podem originar dificuldades no ensino/aprendizado, principalmente em relação à inteligibilidade do som ambiente. A dificuldade na criação de condições acústicas adequadas está principalmente ligada à localização das escolas, em geral próximas a vias movimentadas, à falta de recuo, à localização e tamanho de janelas das salas de aula e à localização das quadras de esporte. A lotação excessiva das salas e as mudanças sociais e de comportamento também podem criar condições acústicas negativas para um ambiente escolar

Os estudos nacionais sobre o conforto visual demonstram a necessidade de uma iluminação adequada para a orientação espacial, a manutenção da segurança física, a delimitação do território pessoal e o reconhecimento das atividades que dependem da percepção da ordem no campo visual (Alvarez, 1995). A iluminação natural é destacada como fator importante para propiciar contato com os elementos da natureza e orientação temporal, para o ajuste do relógio biológico. As condições de iluminação natural muitas vezes podem ser inadequadas em consequência de interferências nas aberturas para tratar de outros problemas, como a insolação direta, por exemplo. A funcionalidade dos ambientes escolares é pouco estudada no âmbito nacional, devido à predominância do arranjo tradicional de mobiliário e ao uso de equipamento pouco diversificado nas salas de aulas da rede pública de ensino. A disponibilidade de área por aluno, como índice de funcionalidade, é apresentada em alguns casos. Este índice, no entanto não é analisado em relação à satisfação do usuário ou a critérios como o desempenho escolar. (Ornstein e Borelli, 1995, Ornstein et al, 1995)

A adoção de projetos padrão para as edificações escolares tem sido causa de problemas de conforto ambiental. A padronização muitas vezes não leva em conta situações locais específicas, resultando em ambientes escolares desfavoráveis. O projeto padrão deveria ser mais complexo e flexível, de modo a permitir ajustes para condições peculiares de implantação (Camargo, 1991 e Sousa, 1991).

2 Objetivos

Através de uma avaliação pós-ocupação em 15 escolas estaduais de primeiro e segundo grau na região de Campinas foram levantados dados sobre os aspectos de conforto ambiental. Há três objetivos no projeto: avaliação do conforto ambiental (funcional, térmico, acústico e visual); difusão de conhecimento sobre conceitos de conforto ambiental através de um manual contendo informações sobre conforto ambiental em linguagem adequada ao aluno-usuário e o desenvolvimento de um banco

de dados de apoio técnico, acoplado a um sistema de CAD (*Computer Aided Design*), para as diretorias das escolas. O objetivo específico desta investigação é a geração de conhecimento dos elementos que interferem no conforto e a elaboração de intervenções simples que contribuirão para a melhoria do desempenho do ensino público e conseqüentemente o aproveitamento escolar.

3 Metodologia e Pesquisa de Campo

A metodologia de pesquisa utilizada compreendeu observações, medidas de parâmetros ambientais térmicos, acústicos, luminosos e funcionais e avaliação de satisfação por questionários. As variáveis ambientais de conforto medidas foram temperatura de bulbo seco e úmido, temperatura de globo, velocidade do ar, níveis de pressão sonora e iluminância. As diferentes características de uso e variáveis ambientais exigiram que os levantamentos fossem realizados em três horários distintos, manhã, meio dia e tarde com usuários em atividade nos ambientes e com salas vazias.

São efetuadas observações sobre: elementos de sombra: cortinas, persianas, *brises-soleil* ou outros objetos externos como a vegetação; condições de ventilação, ventilação cruzada; ventiladores móveis ou fixos, ligados ou desligados; janelas e portas abertas e elementos vazados com a proporção de área de ventilação, tipo e cor de teto e de parede, existência de mofo; reflexão de raios solares nas superfícies vizinhas: grama, piso de cimento, paredes, *breves* e edificações vizinhas. Há ainda observações de existência de ofuscamento: em que horário, local e origem do mesmo; condições de céu: para cada horário, se claro, parcialmente encoberto ou encoberto; características da janela: se há visão externa, tipo de vidro (liso, texturizado, pintado); tipo de iluminação natural: se lateral ou zenital, com os dados referentes a cada caso; tipo de iluminação artificial: se existe, se é lâmpada fluorescente ou incandescente, situação ligada ou desligada, posição do controle, se na sala ou fora dela.

É importante também nessa etapa observar o posicionamento da escola frente às fontes ruidosas, identificando os ambientes que recebem maior ou menor influência e os que apresentam maior problema referente ao ruído interno. Os aspectos abordados referentes à funcionalidade foram o comportamento dos usuários: em pé, sentado, em silêncio, conversando, caótico; número de pessoas na sala: alunos, professores, assistentes; tipo de mobiliário: materiais (madeira, metal, plástico, *fórmica*, etc.) estrutura e tampo de mesas e carteiras, estrutura e assento de cadeiras; adequação do mobiliário quanto à: visibilidade, altura e superfície da lousa, dimensão da carteira em relação à faixa etária, tipo de carteira, número de carteiras em relação ao número de usuários, espaçamento entre carteiras, organização geral da sala; localização da porta de acesso; equipamentos existentes: armários, estantes, bancadas, materiais didáticos, audiovisual, livros, vasos e plantas, lousa, lixeira; arquitetura do ambiente: comprimento, largura, pé direito, altura da lousa e desta em relação ao chão, altura e largura da janela, peitoril da janela, altura das carteiras.

A manutenção dos prédios é registrada em relação ao material de construção, cor e estado de conservação das paredes, telhado, piso do entorno e estrutura; limpeza da área externa: corredores, pátio, quadras, jardins, entrada; sanitários: material conservação e limpeza, de paredes, pisos, porta, janelas; funcionamento de trincos, maçanetas, lavatórios, bacias/tampas, descargas, mictórios, bebedouros; depósitos:

conservação, limpeza e local de armazenamento de alimentos, material de limpeza, material didático, materiais quebrados e fora de uso, entulho, lixo; equipamentos de segurança: extintores, mangueiras, sinalização de saída, sinalização de emergência, corrimão, desníveis inapropriados dos pisos, piso antiderrapante, escadas/rampas; obstáculos e protuberâncias serão observados segundo o tipo e local; segurança do armazenamento de gás; depósito e seleção de lixo.

Para avaliar a satisfação dos usuários foram desenvolvidos questionários específicos para cada tipo de usuário das escolas: alunos, professores, funcionários e a diretoria. Os questionários destinados aos alunos foram ainda divididos em duas tipologias de acordo com a faixa etária e o nível de leitura das crianças. Foi criado um instrumento especial para as crianças ainda em fase de alfabetização onde a avaliação ocorreu através de desenhos representativos de quatro níveis de satisfação relacionados aos aspectos de conforto encontrados nas salas de aula. Os questionários foram elaborados de acordo com pesquisas anteriores que demonstram a viabilidade e eficácia de cada tipo de instrumento (Faccin, 1996). Os critérios adotados para a formulação das questões foram: a representação fiel da população alvo, a minimização de ambigüidades e a objetividade dos aspectos abordados.

Para a elaboração dos instrumentos da pesquisa de campo e seu planejamento, foi pesquisada a literatura sobre metodologias de avaliação pós-ocupação (Bechtel, 1990). A escolha dos métodos de avaliação considerou as medições técnicas; a observação direta; observação participante; registros fotográficos; relatório técnico; mapa comportamental; questionário estruturado; questionário aberto; fotografia em intervalo de tempo; desenho por usuário e fita de vídeo. Tratando-se de uma pesquisa com objetivos voltados principalmente para as melhorias do ambiente físico, foram adotados medições e observações técnicas, registros fotográficos fig 1 e 2, dois tipos de questionários, desenhos por usuários bem como desenho em CAD das plantas baixas de cada escola estudada.

Como subsídio à elaboração dos instrumentos e dimensionamento da pesquisa de campo foi realizados levantamento das escolas da rede estadual em Campinas e respectivas tipologias. Posteriormente, as escolas foram agrupadas de acordo com o ciclo de ensino em que atuam. Uma vez identificadas às tipologias, as escolas da rede estadual foram classificadas em cinco tipos. O dimensionamento da pesquisa de campo baseou-se em cálculos de confiabilidade dos dados a partir de uma amostra piloto com aplicação do Teste *qui-quadrado* e do Teste *-t de Student* (Bruns, 1995). Destes testes resultou uma amostra de 15 escolas escolhidas aleatoriamente e proporcionalmente entre os cinco tipos acima.



Fig 1. Escola Maria Alice Covelati Rodrigues



Fig 2. Sala de Aula típica mostrando introdução de cortinas

4 Resultados e Monitoria do Conforto

Os resultados desta pesquisa de campo geraram um volume grande de dados sobre a satisfação com os aspectos de conforto nas escolas. Os funcionários, professores e as diretorias apontaram problemas relacionados ao ambiente físico. Na sua maioria estes problemas foram também detectados pelas observações e medições técnicas. De uma forma resumida são abordados os pontos comuns entre as escolas no que se refere a problemas funcionais, de manutenção e de conforto ambiental.

Começando pelos terrenos onde estão implantados os prédios escolares observa-se o não aproveitamento do espaço disponível e a falta de cuidados como um paisagismo adequado e uma manutenção periódica. A implantação das edificações na maioria dos casos não segue um planejamento adequado no aproveitamento do lote e na orientação dos ambientes funcionais e as suas aberturas. Estas condições levam á problemas principalmente referente à insolação direta sobre os alunos em sala de aula,

ofuscamento no quadro negro e em alguns casos a interferência de ruídos externos. Observou-se uma preferência de orientação das aberturas de salas de aula para o leste, sendo que o sol da manhã é considerado na literatura como saudável. No entanto, os horários das atividades escolares iniciam-se a partir das sete horas da manhã, criando assim condições de insolação direta nas salas por um longo período de tempo e conseqüentemente aquecimento excessivo. Para amenizar esta situação as escolas introduzem cortinas ou painéis de lona internamente que diminuem tanto a ventilação como a iluminação natural, prejudicando o conforto térmico e visual. Há também uma preferência pelo projeto de corredor central com distribuição de salas com orientação oposta criando termicamente duas situações que não são tratadas de forma adequada.

Embora a falta de conforto térmico no período de verão seja um dos problemas mais graves detectado há também uma constatação de inadequação acústica nas salas de aula. Observa-se pouca interferência de ruídos externos à escola, mas a superlotação e a falta de tratamento acústico adequado geram níveis sonoros desconfortáveis. O comportamento dos alunos nas atividades desenvolvidas nas salas e eventualmente ruído de equipamentos como ventiladores influenciam na inteligibilidade da fala nestes locais e contribuem para um cansaço físico e mental dos usuários. Construções adicionais foram observadas em todos os casos estudados. Estas ampliações na sua maioria não foram adequadamente planejadas e projetadas, apresentando soluções construtivas precárias e sem integração ao projeto original afetando negativamente em muitos casos o funcionamento ideal dos ambientes existentes. Esta situação demonstra claramente que não há um apoio técnico eficiente e que as diretorias tentam por si só resolver problemas principalmente de superlotação.

Em relação ao funcionamento das escolas podem ser apontados problemas como a falta de espaços específicos tais como bibliotecas, sala de recursos audiovisuais, sala de professores, pátios e refeitórios. As cozinhas e os depósitos de alimentos na sua maioria apresentam condições precárias de funcionamento e manutenção. Faltam também em todos os casos estudados depósitos para material didático e oficinas de manutenção para mobiliários. Os banheiros para alunos não existem em número suficiente o que acarreta a necessidade de uma manutenção especial que não existe. Praticamente em nenhuma das escolas foram observados banheiros específicos para professores e funcionários, recorrendo-se a um banheiro privativo das diretorias.

Foram relatados aspectos negativos em relação ao conforto e ao bom funcionamento das escolas. Por outro lado a pesquisa de campo detectou um interesse grande por parte da comunidade escolar na busca de melhorias. Este interesse, no entanto traduz-se por intervenções nem sempre bem sucedidas tais como pinturas de cores fortes para alegrar os ambientes, escolha de projeto com pé-direito baixo com intenção de criar uma sensação de aconchego. Na realidade os resultados destas intervenções podem criar ambientes escuros e psicologicamente apertados. A avaliação pós-ocupação com participação dos usuários pode despertar um interesse pelo ambiente construído. Este despertar foi um dos resultados esperados e concretizou-se já na primeira escola pesquisada onde foi constatado um problema de insolação direta no horário matinal, causada pela orientação no eixo norte-sul da edificação. Um projeto de *brise* externo foi elaborado e implantado Fig. 3.

5 Conclusão

Das observações e avaliações efetuadas é possível perceber que os problemas de conforto e funcionalidade são comuns e na sua maioria de solução simples e de baixo custo, como o caso da insolação e a introdução dos *brises*. A elaboração de um banco de dados que aponta os problemas e as soluções viáveis serão de grande valia já que o suporte técnico nem sempre está acessível. O encaminhamento de soluções adequadas também se reflete economicamente, evitando desperdício com intervenções pouco eficientes. Detectou-se não só interesse, mas também o desconhecimento de conceitos de conforto ambiental que despertou na equipe de pesquisa o desenvolvimento de um manual de conforto com linguagem acessível como material didático para ser aproveitado no ambiente escolar. Este manual está sendo elaborado.



Fig 3. Introdução de *brise-soleil* em escola participante do estudo

6 Bibliografia

Alvarez, A. C. A., "Procedimentos pra análise e avaliação de iluminação em ambientes escolares", anais de ENTAC 1995, Rio de Janeiro, pp. 587 a 592.

Araújo, E. H. S. e Araújo, V. M. D., "Definição dos parâmetros de conforto térmico para os usuários adolescentes de edificações escolares", anais do NUTAU/FAU-USP, 1995, São Paulo, pp. 89 – 100.

Bechtel, R. B. et al. (ed.), "Methods in Environmental and Behavioral Research", R. Krieger Publ. Comp. 1990.

Bruns, R. E. et all, *Planejamento e otimização de experimentos*, Editora da UNICAMP, Campinas, 1995.

Camargo, de P., "Escolas Estaduais terão Mudanças na Arquitetura em 92", em O Estado de São Paulo, Geral, 15 de Nov., 1991, pp. 12.

Faccin, R, "Melhorias de Conforto ao Ambiente educacional por Meio da Avaliação do Edifício Escolar: um Estudo de Caso em duas Escolas de Primeiro Grau em São Carlos -SP", dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 1996.

Ornstein, S. W. e Borelli, J. N. "O desempenho dos edifícios da rede estadual de ensino : O caso da Grande São Paulo", FAU/USP 1995.

Ornstein, S. W. et al., "Ambiente Construído e Comportamento", Studio Nobel, FUPAM, 1995.

Paixão, D. X., "Análise das Condições Acústicas em Sala de Aula", Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, 1997.

Santos, M.J. e Slama, J.G.O., "Ruído no ambiente escolar: Causa e consequência", Anais do II ENCAC , 1993, Florianópolis, pp. 301.

Sousa, de M., "Vale colar: Estado lança escolas-modelo com projetos diferenciados", em Construção, São Paulo Nº 2285, nov., 1991, pp 12-13.

Ura, A. M. e Bertoli, S. R. "A acústica das salas de aula das escolas da rede estadual de Campinas, SP", anais do VII ENTAC, 1998, Florianópolis, pp. 333 a 337.