ANA JUDITE GALBIATTI LIMONGI FRANÇA

**AMBIENTES CONTEMPORÂNEOS PARA O ENSINO-
APRENDIZAGEM: AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO APLICADA A
TRÊS EDIFÍCIOS ESCOLARES PÚBLICOS, SITUADOS NA
REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO.**

EXEMPLAR REVISADO E ALTERADO EM RELAÇÃO À VERSÃO ORIGINAL,
SOB RESPONSABILIDADE DO AUTOR E ANUÊNCIA DO ORIENTADOR.

O original se encontra disponível na sede do programa.

São Paulo, 12 de julho de 2011.

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura
e Urbanismo da Universidade de São Paulo para a
obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração: Tecnologia da Arquitetura.

Orientadora: **Prof^a. Dr^a. Sheila Walbe Ornstein**

SÃO PAULO

2011

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

e-mail: alimongi@usp.br

Fonte das fotos utilizadas na capa: acervo da pesquisadora.

França, Ana Judite Galbiatti Limongi

814a Ambientes contemporâneos para o ensino-aprendizagem: Avaliação Pós-Ocupação aplicada a três edifícios escolares públicos, situados na Região Metropolitana de São Paulo / Ana Judite Galbiatti Limongi França, --São Paulo, 2011.

314p.: il. + 1 CD-ROM

Dissertação (Mestrado – Área de concentração: Tecnologia da Arquitetura) – FAUUSP.

Orientadora: Sheila Walbe Ornstein

1. Edifícios Escolares, 2. Avaliação Pós-Ocupação, 3. Edificações (Desempenho) I. Título

CDU 727.1.004.14

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, Prof. Dr. Rubens Limongi França (*in memoriam*), que incentivou, desde meus primeiros anos de vida, o interesse pela pesquisa acadêmica.

Ao meu marido Sergio, pelo companheirismo.

À minha mãe Eliná, à minha tia e madrinha Elza e ao meu irmão Carlos Otávio, pelo incentivo e pelo apoio a este projeto.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Sheila Walbe Ornstein, pela dedicação, pelo atento acompanhamento de minha pesquisa e pela contribuição à minha formação intelectual e acadêmica.

À Prof^a. Dr^a. Rosária Ono e à Prof^a. Dr^a. Cibele Haddad Taralli, pelas valiosas contribuições.

À Dr^a. Arquiteta Nanci Saraiva Moreira, da Fundação para o Desenvolvimento da Educação, pelo fundamental apoio durante todas as etapas da pesquisa.

À Fundação para o Desenvolvimento da Educação, e às respectivas Diretorias de Ensino, por possibilitarem acesso aos estudos de caso.

Ao Prof. Dr. João Gualberto Baring, pelas colaborações quanto à metodologia, participação nos levantamentos de campo e análise dos resultados em relação ao conforto acústico.

Ao Prof. Dr. Paulo Sergio Scarazzato, pela importante supervisão dada aos levantamentos, ao diagnóstico das condições de conforto visual e à elaboração das imagens em *High Dynamic Range*.

À Prof^a. Dr^a. Anésia de Barros Frota, pelo suporte dado às avaliações das condições de conforto térmico e ventilação.

À Prof^a. Dr^a. Márcia Peinado Alucci e ao Prof. Luiz Carlos Chiquierchio, por terem compartilhado sua experiência como consultores em conforto ambiental das escolas estaduais paulistas.

À Prof^a. Dr^a. Tizuko Morchida Kishimoto, da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, por compartilhar sua *expertise* no tocante às interferências de condições de conforto ambiental no aprendizado de crianças.

À Sra. Maria Conceição Conholato, Gerente de Avaliação e Indicadores de Rendimento Escolar da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, e à Sra. Maria Isabel Pompei Tafner, Chefe de Departamento de Gestão e Tratamento de Dados da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, por terem disponibilizado informações acerca do Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar do Estado de São Paulo – SARESP.

Aos diretores, funcionários, alunos, professores e arquitetos das escolas avaliadas, pela participação nas atividades, fundamentais à elaboração desta pesquisa.

RESUMO

É esperado que edifícios escolares públicos ofereçam ambientes destinados ao ensino-aprendizagem de qualidade. Entretanto, seu adequado desempenho ambiental depende tanto do planejamento, do projeto e da execução, quanto dos padrões de uso e dos procedimentos de operação e manutenção. As escolas públicas paulistas de ensino fundamental e médio foram alvo de um processo de padronização que envolveu os programas de necessidade, componentes e sistemas construtivos de seus edifícios. No entanto, para a elaboração dessas diretrizes, não foi considerado um processo sistemático de melhoria contínua que levasse em conta os resultados pregressos, obtidos por meio das avaliações das condições de uso das edificações existentes. Esta pesquisa avalia o desempenho de três escolas ocupadas há mais de um ano, as quais foram projetadas e construídas segundo as diretrizes para o projeto e a execução de escolas vigente, a partir de 2003, na rede pública estadual paulista. Para tal, foram aplicados múltiplos métodos de Avaliação Pós-Ocupação [APO], a fim de obter, de modo sistemático, informações dos ambientes construídos durante seu uso, bem como aferir a opinião dos usuários. Dentre os métodos e técnicas adotados, foram considerados: *walkthroughs*, *checklists*, medições de conforto ambiental, entrevistas com pessoas-chave, grupos focais e questionários aplicados a usuários. Os resultados subsidiam a discussão referente ao impacto das decisões tomadas em projeto e ao longo do uso nos edifícios escolares estaduais paulistas, destacando eventuais aspectos críticos e oportunidades para a revisão das diretrizes de projeto destas edificações, de modo a aprimorar a qualidade dos ambientes de ensino-aprendizagem e a preservar o período de vida útil previsto em projeto.

Palavras-chave: Edifícios Escolares, Avaliação Pós-Ocupação, Desempenho de Edificações.

ABSTRACT

Public school buildings are expected to provide quality spaces for learning. However, their environmental quality depends on the design, use patterns and regular operation procedures. The São Paulo public elementary and high schools were the subject of a standardization process, which involved: the architectural programming, the components and the construction systems. Notwithstanding, the guidelines presented were limited to the design and construction phases and do not address issues regarding the delivery, the operation and the maintenance of the building. This research discusses the impacts of the design issues for three learning facilities in use and its consequences. The methods adopted involved the implementation of Post-Occupancy Evaluations (POEs) which included: walkthroughs, environmental comfort measurements, interviews with key people, focus group, surveys and questionnaires applied to users. A qualitative and quantitative analysis was conducted from the results obtained, regarding the functional impacts caused by the use conditions in these built environments. The findings aims to present information on understanding of the effects of the impact of the design and use decisions to applied to the public school system of São Paulo State, highlighting the critical issues and opportunities for review the design guidelines in planning future similar educational facilities, in order to improve the learning built environments quality, the operating and maintenance procedures and the preservation of the building project life cycle.

Key Words: Educational Facilities, Post-Occupancy Evaluation, Built Environment Performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Incorporação dos recursos tecnológicos no ensino e as novas relações entre alunos e docentes	5
Figura 2. Diagrama esquemático: TI e realimentação de projeto	6
Figura 3. Diagrama esquemático: procedimentos para a avaliação do desempenho dos edifícios	11
Figura 4. Diagrama esquemático: aplicação da APO.....	17
Figura 5. Metodologia para a avaliação da vida útil de componentes da construção civil	20
Figura 6. Contribuição da avaliação de riscos para o processo de gestão	27
Figura 7. Adaptação do modelo adotado por Cash.....	33
Figura 8. Caráter multidisciplinar da APO.....	34
Figura 9. Modelo conceitual: relações entre conforto visual e desempenho acadêmico	39
Figura 10. Recomendações para a especificação de materiais: refletâncias	40
Figura 11. Recomendações envolvendo níveis de contraste em sala de aula	42
Figura 12. Índices de articulação da palavra falada, em função do nível de ruído, considerando a comunicação em sala de aula	44
Figura 13. Avaliação do potencial de adoção de um sistema de ventilação natural de um ambiente.....	55
Figura 14. Localização geográfica dos estudos de caso (Escolas A, B e C)	57
Figura 15. Exemplo de projeto de padronização para pré-escolas elaborado pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte.....	69
Figura 16. Escola A – projeto executivo	72
Figura 17. Escola A – projeto executivo	73
Figura 18. Escola B – projeto executivo	76
Figura 19. Escola B – cortes	77
Figura 20. Escola C – plantas (Projeto Executivo)	80
Figura 21. Escola C – cortes (Projeto Executivo)	81
Figura 22. Utilização de múltiplos métodos para a elaboração do diagnóstico	83
Figura 23. Escalas adotadas durante a aplicação do pré-teste.....	92
Figura 24. Exemplo de <i>checklist</i> aplicado às Escolas A, B e C	97
Figura 25. Escola A - localização da sala de aula utilizada para as medições de conforto ambiental.....	100
Figura 26. Escola B – localização da sala de aula utilizada para as medições de conforto ambiental	101
Figura 27. Escola C - localização da sala de aula utilizada para as medições de conforto ambiental.....	101
Figura 28. Exemplo de análise da incidência de ventos predominantes	104
Figura 29. Exemplo de mapa de fluxos	108
Figura 30. Esquema para a apresentação de quadro de diagnósticos.....	110
Figura 31. Esquema para a apresentação dos mapas de descobertas.....	112
Figura 32. Exemplo de mapa de descobertas	113
Figura 33. Componentes construtivos danificados - Escola B	125

Figura 34. Situações irregulares envolvendo os muros de divisa - Escola B	126
Figura 35. Escola A – entorno.....	129
Figura 36. Distribuição dos usos – setorização por blocos.....	131
Figura 37. Foto aérea: situação geográfica da Escola B, considerando equipamentos urbanos situados no entorno	135
Figura 38. Vista aérea da Escola B	137
Figura 39. Foto aérea: situação geográfica da Escola C. Como referência, são indicados os principais equipamentos urbanos em um raio assinalado de 4 Km.....	139
Figura 40. Implantação da Escola C	141
Figura 41. Alterações de uso na Escola A.....	143
Figura 42. Sobreposição de usos na sala dos professores - Escola A.....	147
Figura 43. Planta de usos - Escola A	148
Figura 44. Planta de usos - Escola B.....	149
Figura 45. Planta de usos - Escola C.....	150
Figura 46. Exemplo de sala de informática prevista em projeto (Escola C)	152
Figura 47. Comparação entre a carteira escolar utilizada e as dimensões necessárias para a utilização de um computador em sala de aula.....	156
Figura 48. Distribuição das carteiras em sala de aula - Escola C.....	156
Figura 49. Leiaute sugerido pela FDE para salas de aula.....	157
Figura 50. Descaracterização do detalhamento de projeto que visa a prover acessibilidade à Escola A	158
Figura 51. Casa de máquinas do elevador - Escola A	160
Figura 52. Sanitários para pessoas com deficiência nas escolas A e B	161
Figura 53. Sinalização tátil - Escola A.....	162
Figura 54. Sinalização tátil - Escola B.....	162
Figura 55. Elementos de comunicação visual nas escolas A, B e C.....	163
Figura 56. Especificações técnicas de componentes constantes da ficha técnica de diretrizes para o projeto de salas de aula	167
Figura 57. Situação das áreas gramadas na Escola B	173
Figura 58. Trajetória solar anual nas escolas A, B e C	178
Figura 59. Simulação em 3D para a avaliação das condições da sala de aula fotografada, para setembro, às 8h00min, com céu claro.....	178
Figura 60. Exemplo de simulação para a verificação de incidência solar direta nas salas de aula voltadas para sudeste	179
Figura 61. Incidência direta de raios solares em sala de aula que dispõe de proteção solar - Escola B	180
Figura 62. Baixa eficiência da proteção solar nos horários de maiores ângulos solares- Escola B.....	180
Figura 63. Vistas externas e distribuição das luminâncias internas nas salas de aulas avaliadas nas escolas A, B e C	183
Figura 64. Representação gráfica das principais fontes de ruído que causam interferência em sala de aula– Escola A	187

Figura 65. Representação gráfica das principais fontes de ruído que causam interferência em sala de aula– Escola B	188
Figura 66. Representação gráfica das principais fontes de ruído que causam interferência em sala de aula – Escola C.....	188
Figura 67. Diagnóstico climático para São Paulo	192
Figura 68. Sistema construtivo adotado na Escola A	197
Figura 69. Trincas relacionadas à falta de juntas de dilatação, nas escolas C e A.....	199
Figura 70. Detalhe do projeto das esquadrias padronizadas pela FDE.....	201
Figura 71. Danos relacionados a fechaduras, folhas de porta e dobradiças, nas escolas A, B e C.....	203
Figura 72. Alterações de projeto envolvendo portas e fechaduras na Escola A	204
Figura 73. Exemplo de fechadura de acordo com a especificação ANSI F88, recomendada para o fechamento das salas de aula	207
Figura 74. Patologias do sistema de pintura imobiliária na Escola C.....	207
Figura 75. Falta de manutenção e utilização desnecessária do sistema de iluminação artificial	211
Figura 76. Potencial anual de autonomia de iluminação natural para as escolas A, B e C.....	212
Figura 77. Danos a corrimãos na Escola A	216
Figura 78. Pisos sujeitos à incidência de chuvas sem tratamento anti-derrapante, nas escolas A e B.....	218
Figura 79. Patologias relacionadas aos revestimentos de pisos, nas escolas A, B e C	219
Figura 80. Simulação do comportamento dos usuários em situação de incêndio na Escola A	221
Figura 81. Obstrução de saídas de emergência na Escola A.....	221
Figura 82. Escola A – Obstrução das circulações verticais por meio da instalação de gradis	222
Figura 83. Sinalização para os equipamentos de combate a incêndio que foram identificados nas vistorias técnicas, conforme instruções técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo	226
Figura 84. Exemplo de sistema de iluminação zenital adequado para salas de aula situadas em São Paulo..	229
Figura 85. Corte esquemático de uma sala de aula padrão da FDE, com a incorporação de estratégias integradas para controle solar	229
Figura 86. Exemplo de sistema de iluminação para lousa, visando a estimular a atenção e melhor distribuição da luz na superfície vertical	230
Figura 87. Modelo de planejamento de implantação escolar em função de fontes de ruído pré-existentes .	230
Figura 88. Distribuição de portas de salas de aula em um corredor	232
Figura 89. Adequação de leiautes de salas de aula, considerando o conforto acústico	232
Figura 90. Tajimi Junior High School: as instalações esportivas e de lazer são abertas, permitindo o acesso da comunidade.....	240
Figura 91. Tajimi Junior High School: leiaute flexível integrando duas salas de aula, por meio de uma área comum de uso múltiplo	240
Figura 92. Mossbourne Community Academy –Implantação	242
Figura 93. Roy Lee Walker Elementary School – Estudos de insolação.....	245
Figura 94. Roy Lee Walker Elementary School – Setorização dos usos	246

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Contraste entre o partido arquitetônico do edifício escolar público e o entorno	63
Foto 2. CEU Rosas da China. Sapopemba, São Paulo	67
Foto 3. Escolas padronizadas projetadas pela RIOURBE na cidade do Rio de Janeiro	68
Foto 4. Escola A.....	70
Foto 5. Tratamento dado às lajes (pintura na cor branca), pisos (revestimento cerâmico) e paredes das áreas molhadas (revestimento cerâmico), na Escola A.....	71
Foto 6. Escola B.....	74
Foto 7. Tratamento dado às lajes (pintura na cor branca), pisos (revestimento cerâmico) e paredes das áreas molhadas (revestimento cerâmico), na Escola B	75
Foto 8. Escola C.....	78
Foto 9. Escola C – revestimento cerâmico nos pisos e nas paredes das áreas molhadas	79
Foto 10. Escola C – pintura das lajes na cor branca	79
Foto 11. Equipamentos utilizados para as medições	99
Foto 12. Equipamento fotográfico utilizado para a elaboração das imagens HDR.....	103
Foto 13. Luminômetro utilizado para a calibragem do equipamento fotográfico	103
Foto 14. Marcas de vandalismo – Escola A.....	125
Foto 15. Vias não pavimentadas, vista da escola	130
Foto 16. Volumetria dos edifícios da Escola A. À esquerda, bloco das salas de aula.....	131
Foto 17. Construções informais no canteiro central do acesso à Escola A	132
Foto 18. Vista externa da Escola B. À direita, Metrô de superfície	133
Foto 19. Escola B – Proximidade entre a linha do Metrô e a Escola B.....	134
Foto 20. Construções no entorno da Escola B	135
Foto 21. Sistema construtivo adotado na Escola B: vigas e pilares em aço estrutural	136
Foto 22. Proteção solar elaborada em chapa perfurada, aplicada à face oeste	136
Foto 23. Elementos vazados cerâmicos em área de circulação.....	136
Foto 24. Volumetria dos edifícios da Escola C. À esquerda, bloco das salas de aula	138
Foto 25. Terreno baldio e construções informais vizinhos à Escola B	139
Foto 26. Sistema construtivo adotado na Escola B: vigas e pilares pré-fabricados e alvenaria convencional.....	140
Foto 27. Proteção solar – elementos vazados cerâmicos.....	140
Foto 28. Adaptação: ambiente originalmente destinado à sala de informática.....	143
Foto 29. Controle solar improvisado em ambiente que sofreu alteração de uso (projetado como centro de leitura, efetivamente acumula os usos: sala de vídeo, sala de múltiplo uso, biblioteca).....	144
Foto 30. Supressão do canteiro previsto em projeto – Escola A	146
Foto 31. Sala de informática desativada - Escola A	153
Foto 32. Equipamentos instalados de forma improvisada, na sala dos professores na Escola A à época do levantamento.	155

Foto 33. Sala de aula, Escola C	156
Foto 34. Calçada em frente à Escola C.....	158
Foto 35. Elevador em funcionamento na Escola C.....	160
Foto 36. Adaptação de sala de aula acessível em ambiente projetado para atividades de uso múltiplo	161
Foto 37. Fachada principal pichada - Escola A	165
Foto 38. Quadro geral de energia com abertura obstruída por meio de travas soldadas na Escola A.....	166
Foto 39. Duto de drenagem de piso com vazamento e reparo improvisado com fita adesiva, na Escola A....	169
Foto 40. Elemento estrutural aparente utilizado por pombas - Escola A	172
Foto 41. Elemento estrutural da linha de Metrô situada acima da quadra, utilizado por pombas - Escola B..	172
Foto 42. Escola B: Falta de dispositivos para a proteção solar na fachada leste	181
Foto 43. Improvisação de dispositivo interno para o controle solar em sala de aula.....	181
Foto 44. Vista Fachada- Escola C	182
Foto 45. Inutilização parcial da lousa devido ao ofuscamento da área próxima à janela - Escola B	184
Foto 46. Vista externa da Escola A	185
Foto 47. EMEI vizinha à Escola A	185
Foto 48. Pilar metálico sujeito à corrosão na Escola B.....	198
Foto 49. Vazamento em calha da cobertura na Escola B	198
Foto 50. Infiltração na junção entre a viga e a parede – Escola A	200
Foto 51. Umidade em parede de alvenaria que faz contato com o solo na Escola A.....	200
Foto 52. Janela do terceiro andar com dificuldade de acesso na Escola A	202
Foto 53. Pintura fosca, sala de aula da Escola A	208
Foto 54. Barra com pintura esmalte no corredor na Escola B	208
Foto 55. Parte de corrimão suprimido – Escola B	216
Foto 56. Vidro quebrado com permanência de superfícies cortantes na Escola A	217
Foto 57. Falta de espelho em tomada na Escola A	217
Foto 58. Guarda-corpo da Escola A	219
Foto 59. Desnível em piso na Escola B.....	220
Foto 60. Solução envolvendo a instalação de gradis para evitar invasões – Escola C.....	223
Foto 61. Falta de mangueira de hidrante – Escola C.....	223
Foto 62. Abrigo de hidrante (1) e alarme de incêndio (2) danificados. Falta da mangueira do hidrante e do extintor (3) e de sinalização de parede, na Escola C.....	225
Foto 63. Acúmulo de material combustível sob escada em estrutura metálica na Escola B.....	227
Foto 64. Tajimi Junior High School: área de socialização	240
Foto 65. Mossbourne Community Academy – Vista do exterior do edifício	242
Foto 66. Mossbourne Community Academy – Sala de informática	243
Foto 67. Mossbourne Community Academy – Vista externa	243
Foto 68. Roy Lee Walker Elementary School – Iluminação natural.....	245
Foto 69. Roy Lee Walker Elementary School – Habitat para fins educativos	245
Foto 70. Roy Lee Walker Elementary School – Salas de aula com layout flexível.....	245

Foto 71. Kingsdale Foundation School – Projeto original	247
Foto 72. Kingsdale Foundation School – Edifício após o <i>retrofit</i> , com pátio coberto e a instalação de um auditório geodésico em madeira	247

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Linha do tempo: oportunidades para a obtenção de um edifício escolar de alto desempenho	18
Gráfico 2.	Tempos de reverberação adequados (em segundos) para várias salas tipicamente encontradas em instalações escolares.	49
Gráfico 3.	Crítérios para a avaliação de ambientes com condicionamento passivo	56
Gráfico 4.	Cronologia – Departamentos públicos responsáveis pelas construções de interesse social.....	60
Gráfico 5.	Escola A – Total de ocorrências identificadas, por critério de desempenho.....	120
Gráfico 6.	Escola B – Total de ocorrências identificadas, por critério de desempenho.....	120
Gráfico 7.	Escola C – Total de ocorrências identificadas, por critério de desempenho.....	121
Gráfico 8.	Resultados tabulados para a pergunta: “Você considera sua escola atual melhor ou pior que a anterior?”	122
Gráfico 9.	Resultados tabulados para a questão: “Eu percebo que esta escola foi construída para a comunidade”.	124
Gráfico 10.	Resultados tabulados para a questão: “Com que frequência ocorrem atos de vandalismo em sua escola”.	127
Gráfico 11.	Resultados tabulados para a questão: “Dê sua opinião sobre a segurança na sua escola.”	128
Gráfico 12.	Resultados tabulados para a questão: “Dê sua opinião sobre a limpeza e a conservação das salas, banheiros e refeitório.”	171
Gráfico 13.	Resultados tabulados para a questão: “Dê a sua opinião sobre a luz do sol em sua sala de aula – considere sua carteira escolar e a lousa”.	177
Gráfico 14.	Resultados tabulados para a questão: “De que maneira você ouve o que a sua professora fala?”	190
Gráfico 15.	Resultados tabulados para a questão: “Dê a sua opinião sobre a temperatura de sua sala de aula nos dias frios”.	193
Gráfico 16.	Resultados tabulados para a questão: “Dê a sua opinião sobre a temperatura de sua sala de aula nos dias quentes”.....	194
Gráfico 17.	Resultados tabulados para a questão: “Dê sua opinião sobre a ventilação em sua sala de aula”.....	195
Gráfico 18.	Resultados do SARESP (2008) – Escolas A, B e C	252
Gráfico 19.	Resultados do IDESP 2008 - Escolas A, B e C	253

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Níveis de isolamento mínimo entre salas de aulas e ambientes adjacentes	48
Quadro 2. Intervalos apropriados para o nível sonoro do ambiente, em dB(A), num recinto de edificação, conforme o uso.....	48
Quadro 3. Valores máximos de ruído de fundo e tempo de reverberação para ambientes de aprendizado mobiliados e desocupados.....	48
Quadro 4. Índices mínimos para a ventilação em salas de aula e escolas.....	52
Quadro 5. Indicadores quantitativos referentes à rede de escolas estaduais paulistas	60
Quadro 6. Ficha técnica da Escola A	70
Quadro 7. Dados de ocupação para a Escola A.....	71
Quadro 8. Ficha técnica da Escola B	74
Quadro 9. Dados de ocupação para a Escola B	75
Quadro 10. Ficha técnica da Escola C	78
Quadro 11. Dados de ocupação para a Escola C	79
Quadro 12. Lista de instrumentos e de participantes.....	105
Quadro 13. Atividades de campo e instrumentos aplicados.....	106
Quadro 14. Métodos e técnicas aplicados e respectivos aspectos aferidos.....	109
Quadro 15. Quadro-síntese de diagnóstico para a Escola A	117
Quadro 16. Quadro-síntese de diagnóstico para a Escola B.....	118
Quadro 17. Quadro-síntese de diagnóstico para a Escola C.....	119
Quadro 18. Alterações relevantes nos edifícios escolares avaliados.	144
Quadro 19. Solicitações de ambientes identificadas nas escolas A, B e C.	145
Quadro 20. Área útil da sala dos professores.....	147
Quadro 21. Infraestrutura prevista e constatada, à época dos levantamentos, para os casos A, B e C.....	153
Quadro 22. Instalações elétricas – Aspectos críticos	166
Quadro 23. Instalações hidrossanitárias – Aspectos críticos	168
Quadro 24. Elementos construtivos e acabamentos identificados para as salas de aula das escolas A, B e C.	175
Quadro 25. Resultados das medições e levantamentos realizados nas salas de aula das escolas A, B e C.	176
Quadro 26. Descrição das propriedades acústicas dos acabamentos da sala de aula típica avaliada nas escolas A, B e C.	186
Quadro 27. Análise dos resultados obtidos por meio das medições nas escolas A, B e C	189
Quadro 28. Esquadrias – Aspectos críticos	203
Quadro 29. Especificações de fechaduras indicados para salas de aula.....	206
Quadro 30. Principais aspectos a serem revisados na especificação de elementos construtivos e componentes.....	208
Quadro 31. Sistema de segurança contra incêndio – Aspectos críticos.....	224

Quadro 32. Inter-relação dos aspectos de qualidade ambiental e o projeto do edifício	228
Quadro 33. Ficha técnica: Tajimi Junior High School	239
Quadro 34. Ficha técnica: Mossbourne Community Academy	241
Quadro 35. Ficha técnica: Roy Lee Walker Elementary School	244
Quadro 36. Ficha técnica: Kingsdale Foundation School	247

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Áreas úteis recomendadas pela FDE para o programa de necessidades.....	66
Tabela 2. Dimensões internas (úteis) da sala de aula típica avaliada nas escolas A, B e C.	102
Tabela 3. Resultados para a questão aberta: Que ambiente faz falta em sua escola?	154

LISTA DE ABREVIATURAS

ADI – Avaliação de Desempenho de Instalações (em inglês, *FPE – Facility Performance Evaluation/ BPE – Building Performance Evaluation*)

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

AI – *Articulation Index*.

AIA – American Institute of Architects.

ANSI – American National Standards Institute.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

APO – Avaliação Pós-Ocupação (em inglês, *POE – Post-Occupancy Evaluation*).

AQUA – Alta Qualidade Ambiental.

ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

AVAC – Sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar-condicionado (em inglês, *HVAC – Heating, Ventilation and Air Conditioning*).

BPE – *Building Performance Evaluation*.

BRI – *Building-related illnesses*.

BTC – Banco de Tecnologias Construtivas.

CDHU – Companhia para o Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo.

CELE – Centre for Effective Learning Environments – unidade integrada na Diretoria da Educação do Conselho da Educação da OCDE que sucedeu ao PEB (Programme on Educational Buildings).

CEU – Centro Educacional Unificado.

CHPS – The Collaborative for High Performance Schools.

CIBSE – The Chartered Institution of Building Services Engineers.

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

CONESP – Companhia de Construções Escolares do Estado de São Paulo.

CONMETRO – Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

CPOS – Companhia Paulista de Obras e Serviços.

CPTED – *Crime Prevention through Environmental Design*.

DLN – Disponibilidade de Luz Natural.

DOP – Departamento de Obras Públicas.

EDIF – Divisão de Projetos do Departamento de Edificações da Prefeitura Municipal de São Paulo.

EDRA – Environmental Design Research Association.

EJA – Ensino de Jovens e Adultos.

EMEI – Escola Municipal de Ensino Infantil.

EPA – United States Environmental Protection Agency.

ERIC – Education Resources Information Center.

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

FAUUSP – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

FEUSP – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

FDE – Fundação para o Desenvolvimento da Educação.

FECE – Fundo Estadual de Construções Escolares.

FPE – *Facility Performance Evaluation*.

GAE – Grupo Ambiente - Educação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

GEPA – Grupo de Estudos e Inter-ações Pessoa Ambiente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

HDR – *High Dynamic Range*.

IAPS – International Association People-Environment Studies.

IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica.

IDESP – Índice de Desenvolvimento da Educação do Estado de São Paulo

IPESP – Instituto de Previdência do Estado de São Paulo.

IEA – International Energy Agency.

IEC – International Electrotechnical Commission.

IESNA – Illuminating Engineering Society of North America.

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.

ISO – International Organization for Standardization.

LABAUT – Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

LABEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Escola de

Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

LBNL – Lawrence Berkeley National Laboratory.

LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*.

MEC – Ministério da Educação e Cultura.

NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health.

OECD – Organisation for Economic Co-Operation and Development.

PISA – Programme for International Student Assessment, promovido pela OECD.

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica.

PROLUGAR – Grupo Qualidade do Lugar e Paisagem, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

PSIU – Programa de Silêncio Urbano da Prefeitura Municipal de São Paulo.

RIOURBE – Empresa de Urbanização Municipal da Cidade do Rio de Janeiro.

SAD – *Seasonal Affective Disorder*.

SARESP – Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo.

SBS – *Sick Building Syndrome*.

SS – Secretaria Estadual da Saúde de São Paulo.

SEE – Secretaria da Educação do Estado de São Paulo.

TI – Tecnologia da Informação.

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas.

USDOE – United States Department of Energy.

USGBC – United States Green Building Council.

VIDEOFAU – Laboratório de Vídeo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

SUMÁRIO

RESUMO.....	III
ABSTRACT.....	IV
LISTA DE FIGURAS	V
LISTA DE FOTOS	VIII
LISTA DE GRÁFICOS.....	XI
LISTA DE QUADROS	XII
LISTA DE TABELAS.....	XIV
LISTA DE ABREVIATURAS	XV
1. OBJETIVOS DA PESQUISA.....	1
2. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.....	2
2.1 EVOLUÇÃO DOS EDIFÍCIOS ESCOLARES AO LONGO DO SÉCULO XX	3
3. EMBASAMENTO TEÓRICO PARA A AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO CONSTRUTIVO E AMBIENTAL EM EDIFÍCIOS ESCOLARES	8
3.1 A APO E A QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	16
3.2 CRITÉRIOS DE DESEMPENHO ADOTADOS PARA A AVALIAÇÃO....	19
3.3 DEFINIÇÃO DOS NÍVEIS DE RISCO	25
4. A QUALIDADE AMBIENTAL E O DESEMPENHO ACADÊMICO	29
4.1 AMBIENTES PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM: UMA QUESTÃO DE CONFORTO?.....	32
4.2 CONFORTO VISUAL	36

4.3 CONFORTO ACÚSTICO.....	43
4.4 CONFORTO TÉRMICO, VENTILAÇÃO E QUALIDADE DO AR	50
5. APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO	57
5.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO	59
5.2 A TIPOLOGIA CONSTRUTIVA DAS ESCOLAS ESTADUAIS PAULISTAS CONSTRUÍDAS A PARTIR DE 2003	62
5.3 O PROGRAMA DE NECESSIDADES VIGENTE	65
5.4 OUTROS EXEMPLOS DE EDIFÍCIOS ESCOLARES PADRONIZADOS	67
5.5 ESCOLA A	69
5.6 ESCOLA B	74
5.7 ESCOLA C	77
6. MÉTODOS E TÉCNICAS	82
6.1 DEFINIÇÃO E ELABORAÇÃO DOS MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	83
6.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA A AFERIÇÃO DOS NÍVEIS DE SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS.....	88
6.2.1 ENTREVISTAS	89
6.2.2 GRUPOS FOCAIS	89
6.2.3 QUESTIONÁRIOS	90
6.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA LEVANTAMENTOS E MEDIÇÕES	94
6.3.1 <i>WALKTHROUGHS</i>	94
6.3.2 FICHAS e <i>CHECKLISTS</i> PARA A AVALIAÇÃO DE AMBIENTES.....	95
6.4 PROCEDIMENTOS E REFERÊNCIAS NORMATIVAS PARA AS MEDIÇÕES DE CONFORTO AMBIENTAL.....	98

6.5 APLICAÇÃO DOS MÉTODOS E TÉCNICAS	104
6.6 ELABORAÇÃO DO MAPA DE FLUXOS.....	107
6.7 ELABORAÇÃO DO QUADRO-SÍNTESE DE DIAGNÓSTICO E DOS MAPAS DE DESCOBERTAS	109
6.8 CONSIDERAÇÕES QUANTO À APLICAÇÃO DOS MÉTODOS E TÉCNICAS E A ANÁLISE DOS RESULTADOS	114
7. DIAGNÓSTICO	116
7.1 PERCEPÇÕES DOS USUÁRIOS EM RELAÇÃO AO EQUIPAMENTO PÚBLICO	121
7.2 RELACIONAMENTO COM A COMUNIDADE	123
7.3 CARACTERÍSTICAS DO ENTORNO E PARTIDO ARQUITETÔNICO	129
7.3.1 ESCOLA A	129
7.3.2 ESCOLA B	132
7.3.3 ESCOLA C	137
7.4 AVALIAÇÃO DO PROGRAMA DE NECESSIDADES E DAS ALTERAÇÕES DE USO	141
7.5 FUNCIONALIDADE E FLEXIBILIDADE	151
7.6 ACESSIBILIDADE ÀS PESSOAS COM DEFICIÊNCIA	157
7.7 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO EDIFÍCIO	163
7.8 SALUBRIDADE.....	170
7.9 CONFORTO AMBIENTAL	173
7.9.1 CONFORTO VISUAL E DE ILUMINAÇÃO.....	173
7.9.2 CONFORTO ACÚSTICO.....	184
7.9.3 CONFORTO TÉRMICO E VENTILAÇÃO.....	191
7.9.4 CONSIDERAÇÕES QUANTO ÀS CONDIÇÕES DE CONFORTO AMBIENTAL AFERIDAS	196

7.10 ADEQUAÇÃO AO USO E À DURABILIDADE DE SISTEMAS E DE COMPONENTES CONSTRUTIVOS	197
7.11 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO E DO USO DA EDIFICAÇÃO NO MEIO AMBIENTE.....	209
7.12 SEGURANÇA NO USO.....	216
7.13 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	220
7.14 POSSÍVEIS ESTRATÉGIAS A SEREM INCORPORADAS EM FUTUROS PROJETOS	227
7.14.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A QUESTÃO DO CONFORTO AMBIENTAL NO PROJETO DE EDIFÍCIOS ESCOLARES	227
7.14.2 FLEXIBILIDADE DOS AMBIENTES	234
7.14.3 RECOMENDAÇÕES QUANTO AOS PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO E DE MANUTENÇÃO	235
7.15 REFERÊNCIAS DE ABORDAGENS BEM-SUCEDIDAS EM EDIFÍCIOS EXISTENTES ENVOLVENDO OS ASPECTOS CRÍTICOS IDENTIFICADOS – BENCHMARKS	238
7.15.1 TAJIMI JUNIOR HIGH SCHOOL (TAJIMI, JAPÃO).....	239
7.15.2 MOSSBOURNE COMMUNITY ACADEMY (LONDRES, INGLATERRA)	241
7.15.3 ROY LEE WALKER ELEMENTARY SCHOOL (TEXAS, ESTADOS UNIDOS).....	243
7.15.4 KINGSDALE FOUNDATION SCHOOL (LONDRES, INGLATERRA)	246
7.16 REPERTÓRIO DE REFERÊNCIA PARA FUTUROS PROJETOS DE EDIFÍCIOS ESCOLARES	248
7.17. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O DESEMPENHO ACADÊMICO E O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA REDE.....	251
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	254

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	258
ANEXOS.....	281
ANEXO 1 – CARTA DE APRESENTAÇÃO E SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA O ACESSO AOS ESTUDOS DE CASO.....	282
ANEXO 2 – FICHA PARA A AVALIAÇÃO DE AMBIENTES	283
ANEXO 3 – ROTEIROS PARA ENTREVISTAS	284
ANEXO 4 – ROTEIROS PARA ATIVIDADES DE GRUPO FOCAL	289
ANEXO 5 – FORMULÁRIO PARA QUESTIONÁRIOS.....	292
ANEXO 6 – FORMULÁRIOS PARA CHECKLISTS.....	296
ANEXO 7 – CD-ROM ENCARTADO – MAPAS DE DESCOBERTAS	314

1. OBJETIVOS DA PESQUISA

Esta pesquisa tem por objetivo avaliar o desempenho de edifícios escolares públicos paulistas, construídos recentemente, segundo diretrizes de projeto e programa de necessidades comuns, projetados utilizando o sistema construtivo pré-fabricado (adotado pela Fundação para o Desenvolvimento da Educação a partir de 2003), com o intuito de verificar os níveis de adequação destes ao uso proposto em projeto, apontar os aspectos cuja revisão é pertinente e elencar prioridades para a tomada de ações.

Dentre os resultados buscados, pretende-se: verificar o desempenho destas edificações, frente as necessidades de seus usuários; aferir os níveis de satisfação destes e avaliar seu relacionamento com o ambiente construído destinado ao aprendizado.

Os resultados apresentados almejam analisar as condições do edifício e de seus sistemas construtivos, considerando o uso pretendido em projeto. Para a avaliação dos edifícios escolares adotados como estudos de caso, foram considerados como critérios de desempenho os aspectos elencados pela normalização pertinente, a saber: NBR 15575-1:2008 (ABNT, 2008); ISO 6241:1984 (ISO, 1984) e ISO 15686-1: 2000 (ISO, 2000). Assim, a análise apresentada aborda a problemática relacionada às condições de habitabilidade, de segurança e de sustentabilidade ao longo da vida útil da edificação, aspectos que apresentam relação direta com a qualidade do ambiente construído e o bem-estar do usuário.

Finalmente, pretende-se destacar eventuais aspectos que mereçam revisão nos edifícios estudados ou em futuros projetos semelhantes, de modo a fornecer subsídios para a tomada de decisões para o planejamento de escolas de tipologia construtiva semelhante, para eventuais *retrofits* e determinação de procedimentos de operação e de manutenção adequados.

2. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

É nas escolas que crianças em fase de formação física, intelectual e social passam grande parte de seu tempo. Os edifícios escolares caracterizam-se por ambientes destinados a usos de diversas naturezas, dentre os quais: salas de aula, ambientes para atividades específicas, como aulas de informática e atividades lúdicas, refeitório, pátios e áreas de lazer, quadras para a prática esportiva, além das áreas destinadas à administração.

As decisões de projeto de uma escola irão interferir (de maneira positiva ou negativa) nas condições de saúde e de conforto dos alunos – e, conseqüentemente, em seu desempenho acadêmico.

O pesquisador Henry Sanoff avalia, acerca da importância dos edifícios escolares:

O ambiente físico pode ser considerado como um segundo professor, uma vez que o ambiente construído tem o poder de organizar e de promover relacionamentos agradáveis entre pessoas de diferentes idades, de possibilitar mudanças, de promover escolhas e atividades, e, potencialmente, de incentivar os diferentes tipos de aprendizagem social, cognitiva e afetiva. A distribuição espacial dentro da escola reflete as ideias, valores, atitudes e culturas das pessoas que a utilizam. (SANOFF, 2003, p. 2, tradução nossa)

Assim, a concepção de uma edificação escolar demanda planejamento, no sentido de absorver e de integrar as relações entre ambientes pedagógicos, dimensionamento espacial, fluxos, acessibilidade, ergonomia, instalações e equipamentos básicos (AZEVEDO et al., 2004). Dessa forma, é importante que os edifícios concebidos para abrigar escolas apresentem soluções eficientes, de modo a prover condições adequadas para o uso previsto em projeto, facilitar os procedimentos de operação e de manutenção e reduzir custos futuros com a readequação de ambientes e instalações.

2.1 EVOLUÇÃO DOS EDIFÍCIOS ESCOLARES AO LONGO DO SÉCULO XX

Ao avaliarmos o ambiente construído destinado ao ensino, deparamo-nos com um complexo e delicado conjunto de variáveis, envolvendo os campos concreto (planejamento, projeto arquitetônico, administração de recursos, programa de manutenção) e ideológico, uma vez que a edificação escolar se estabelece como elemento de diálogo entre a instituição e os alunos, enquanto membros da sociedade em formação intelectual.

Na medida em que o edifício escolar se apresenta como um elemento propagador do posicionamento político-pedagógico, a importância deste aspecto se torna mais forte, uma vez que o objeto da pesquisa é a avaliação de edifícios destinados ao ensino público. Dessa forma, a avaliação das iniciativas e dos resultados, no caso desta pesquisa, deve, necessariamente, ser analisada considerando os contextos políticos e sociais que os envolvem.

Mayumi de Souza Lima, em seu trabalho *Arquitetura e educação*, afirma:

O prédio escolar se confunde com o próprio serviço escolar e com o direito à educação. Embora colocado no rol dos itens secundários dos programas educativos, é o prédio da escola que estabelece concretamente os limites e as características do atendimento. E é ainda esse objeto concreto que a população identifica e dá significado. (LIMA, 1995, p. 75)

Alegre (2009) destaca que, no período que sucede à Primeira Guerra Mundial, se consolida a concepção moderna da pedagogia, a qual recebe contribuições de Montessori (1870-1952), Claparède (1873-1940), Ferrière (1879-1960), Dewey (1859-1952), Decroly (1871-1932) e Freinet (1897-1966), além de experiências pedagógicas como as Comunidades Escolares de Hamburgo (Alemanha, 1919). Estas contribuições irão influenciar a educação ao longo de todo o século XX, bem como a concepção dos edifícios escolares. É a partir dos conceitos pedagógicos que envolvem o sistema de ensino que são elaborados os programas de necessidades para os edifícios escolares e os critérios para a tomada de decisões construtivas.

De maneira contraditória, os edifícios escolares brasileiros não

acompanharam as grandes mudanças culturais, sociais, econômicas e tecnológicas que ocorreram a partir da metade do século XX. A concepção dos ambientes destinados ao ensino-aprendizagem pouco evoluiu, permanecendo baseada na aula expositiva convencional (LIMA, 1995).

No sentido contrário destas conclusões acadêmicas, está a tipologia de sala de aula vigente ao longo do século XX, e ainda adotada no século XXI, baseada em um modelo de salas para aula expositiva que teve início no século XIX e é encontrado nas escolas públicas brasileiras.

Sanoff (2007) observa que, no início do século XX, as escolas cresceram em tamanho e em número de alunos atendidos, devido à intensificação da migração das populações, consequência do crescimento industrial. Nesse contexto, verifica-se a consolidação da configuração da sala de aula, com distribuição de leiaute em fileiras de carteiras, de uma forma tão acentuada que se formou à sua volta toda uma indústria de mobiliário escolar.

Também o ambiente escolar sofreu mudanças, acompanhando as alterações na linguagem da sociedade e no modo de interação entre professor e aluno em sala de aula. Esta demanda ocasionou a revisão do programa de necessidades, o qual passou a incorporar salas de uso múltiplo e salas de informática. A incorporação desses novos conceitos ao programa de necessidades trouxe consigo a necessidade de adequação das instalações (MOREIRA, 2006). Entretanto, apesar de algumas intervenções pontuais no programa de necessidades, não se observa uma mudança substancial na abordagem desses edifícios (FRANÇA, ORNSTEIN, 2009).

Freiberger (2005) lembra que a falta de investimentos em infraestrutura, móveis, equipamentos, materiais e brinquedos dificulta a execução de propostas do grupo e interfere na motivação dos educadores. Também aponta para a importância de se abrir a escola, alterando suas relações com a comunidade.

O ambiente destinado ao aprendizado deve permitir a concentração no momento adequado, bem como instigar o aluno ao conhecimento e promover sua integração social. Dessa forma, os níveis de conforto devem atender adequadamente às características peculiares dos diferentes usos propostos para cada ambiente, sob pena de prejudicar o aprendizado e o convívio social dos usuários em uma fase especialmente importante de sua formação pessoal. Os

requisitos para um projeto adequado vêm sendo discutidos há décadas. Destes estudos, estabeleceu-se a compreensão quanto a uma correlação direta entre o ambiente construído e a dinâmica entre professores e alunos (LIMA, 1995).

Quando somamos a estes aspectos os recentes desenvolvimentos tecnológicos, é possível vislumbrar seu impacto nos ambientes destinados ao ensino (Figura 1). Um programa compatível e instalações dimensionadas para atender a esta demanda podem ser determinantes para a continuidade de uso ou para a obsolescência precoce do ambiente construído escolar.

Figura 1. Incorporação dos recursos tecnológicos no ensino e as novas relações entre alunos e docentes
Adaptado de: Meeks Technology Group *apud* Council of Educational Facility Planners, 1998, p.21.

Na medida em que a sociedade se transforma, respondendo ao acelerado ritmo dos avanços tecnológicos e das mudanças econômicas, a arquitetura concebida para a repetição em série vê-se diante do impasse proposto pela necessidade de absorção dessas rápidas mudanças (FRANÇA, ORNSTEIN, 2009).

Assim, a APO surge como uma opção efetiva para a realimentação de projetos com conceitos padronizados. Ornstein (2005) avalia que as pesquisas envolvendo avaliações de desempenho realizadas em edificações destinadas ao ensino concluem pela necessidade da realimentação de projeto, principalmente no que diz respeito a escolas para o ensino fundamental e o ensino médio.

A Figura 2 apresenta as relações entre o programa institucional e o edifício escolar, sugerindo a necessidade de atualização e manutenção das tecnologias incorporadas. Um sistema nesse modelo deve prever instalações e infraestrutura flexíveis, que possibilitem atualização e manutenção constantes. Ao avaliar esse ciclo de relações, é possível identificar a necessidade de previsão de áreas destinadas ao uso dos computadores ou demais equipamentos tecnológicos, considerando ambientes para o aprendizado, tecnologia disponível, infraestrutura e demanda, no sentido de permitir uma utilização mais plena dos recursos disponíveis.

Figura 2. Diagrama esquemático: TI e realimentação de projeto
Fonte: Acervo da pesquisadora.

No início do século XXI, várias soluções vêm sendo experimentadas para responder à demanda por flexibilidade (EHRENKRANTZ, 1999; NORTH CAROLINA DEPARTMENT OF PUBLIC INSTRUCTION, 2002; NAIR, 2002), consistindo nesse, provavelmente, o maior desafio dos edifícios escolares futuros.

Além dos aspectos tecnológicos que envolvem o edifício escolar, os valores culturais vigentes são determinantes para a elaboração do programa de necessidades, o qual, portanto, deve ser dinâmico, absorvendo as demandas de cada período. Da mesma forma, os edifícios precisam ser concebidos de modo a

permitir a modernização constante, suportando um uso mais pleno das instalações escolares. O projeto e o uso do ambiente modificam-se de forma contínua, acompanhando as transformações tecnológicas, sociais e culturais. Assim, o bom projeto para o edifício escolar deve pressupor eficiência e flexibilidade, frente a mudanças de circunstâncias ou a diferentes atividades pedagógicas (FRANÇA, ORNSTEIN, 2009).

3. EMBASAMENTO TEÓRICO PARA A AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO CONSTRUTIVO E AMBIENTAL EM EDIFÍCIOS ESCOLARES

No Brasil, os projetistas (arquitetos e engenheiros) raramente mantêm uma relação com o edifício projetado após a conclusão da obra, ficando alheios aos aspectos que envolvem sua manutenção e operação, inclusive no que diz respeito às especificações de projeto (MELHADO, MESQUITA, 2006). Por isso, a adoção de uma metodologia sistemática para a verificação do desempenho do edifício em uso pode auxiliar na melhoria da qualidade de projetos futuros.

A elaboração de um projeto de arquitetura envolve escolhas durante as fases de planejamento e de projeto cujos critérios, muitas vezes, não são expostos de maneira clara, transformando o processo decisório em uma “caixa-preta”. Entretanto, um edifício de qualidade depende de decisões tomadas de forma clara e racional, com base em avaliações técnicas e diretrizes de boas práticas que permitam a sua compreensão desde as etapas preliminares de projeto. Uma das fontes de informação para esse processo é o banco de dados, fruto da avaliação de edifícios de tipologias similares, ao longo de seu uso.

O termo “qualidade” é conceituado como os aspectos do produto ou serviço que satisfazem as necessidades do usuário, ou seja, está associado claramente (inclusive no caso dos produtos da construção civil) ao desempenho satisfatório dos ambientes e das relações ambiente & comportamento (RACs). (ROMÉRO, ORNSTEIN, 2003, p. 26)

Segundo Worthen et al. (2004), embora a definição do termo *avaliação* seja intuitivo, não há um consenso entre avaliadores quanto ao seu exato significado. Considerando avaliação como pesquisa ou mensuração de determinado aspecto, subentende-se a atribuição de juízo ou mérito para sua realização. Nesse caso, é fundamental a adoção de métodos claros de pesquisa e julgamento, de modo a identificar: os padrões, relativos ou absolutos, que permitam julgar a qualidade; a coleta de informações, observando sua relevância para a questão estudada; e a aplicação de padrões que possibilitem validar essas informações de modo a julgar

seu valor, qualidade ou importância.

Nesse contexto, a APO tem sido utilizada em várias pesquisas brasileiras desde a década de 1980 (ORNSTEIN, 2006), com o objetivo de aferir o desempenho de edificações de diversas tipologias. Desde então, são feitos grandes esforços no sentido de desenvolver a metodologia para sua aplicação, de modo a avaliar o desempenho dos edifícios em uso, inclusive considerando a análise dos níveis de satisfação e das necessidades dos usuários.

Para a avaliação dos edifícios escolares estaduais objetos de estudo desta dissertação de mestrado, foi realizada a aplicação de um conjunto de métodos e técnicas visando aferir seu desempenho ao longo de sua utilização (ORNSTEIN, MOREIRA, 2008; ORNSTEIN et al., 2009), a fim de obter diagnósticos que levem em consideração: suas características físicas, a opinião e os níveis de satisfação dos usuários e o parecer dos especialistas, o que caracteriza uma APO.

Sommer comenta, em relação à importância da aplicação de APOs visando a melhoria das condições de ambiência em edifícios padronizados:

Que sejam realizadas pesquisas para demonstrar que determinados ambientes são prejudiciais para seus usuários, possibilitando identificar programas e novas alternativas, convidando seus projetistas para o desenvolvimento de opções criativas melhores que as existentes. Depois, por sua vez, essas novas soluções deverão ser avaliadas e aperfeiçoadas, de modo a eliminar seus defeitos. Como nunca se acerta na primeira vez, o próximo projeto sempre será melhor que o anterior; o que, gradualmente, levará a um excelente projeto. (SOMMER, 2002, p.29)

Além disso, edifícios existentes também podem se beneficiar da avaliação de desempenho, como multimétodos para a tomada de decisões, na medida em que podem ser estabelecidas prioridades para manutenção preventiva, manutenção corretiva, reforma ou ampliação (VOORDT, MAARLEVELD, 2006; VISCHER, 2007; RUYSSSEVELT, BUNN, 1995).

A metodologia que envolve a aplicação de avaliações de desempenho a edifícios sofreu evoluções nas últimas três décadas. Bechtel (1997) destaca como aspectos que foram incorporados ao longo deste processo evolutivo: a pesquisa pré-

projeto¹ (incorporada ao processo em meados dos anos 1980), que visa prover subsídios para a elaboração do programa de necessidades,² e a APO. O pesquisador explica as diferentes abordagens que podem ser dadas às avaliações de ambientes construídos:

Na Avaliação Pós-Ocupação, as decisões de projeto já foram tomadas. Na Pesquisa Pré-Projeto, a informação é necessária para a tomada de decisões. A APO é retrospectiva, a PPP é prospectiva. (BECHTEL, 2005, p. 199)

No caso da PPP, os procedimentos para a elaboração do programa de necessidades envolvem a coleta de informações necessárias para a elaboração do projeto de um determinado edifício. A avaliação dos resultados obtidos em edifícios de tipologias semelhantes já em uso proporciona uma oportunidade para assimilar as boas soluções pertinentes, bem como solucionar os aspectos negativos.

Assim, o processo de projeto que se utiliza do resultado de APOs e PPPs incorpora um mecanismo de controle de qualidade que pretende apontar quais elementos de um edifício devem ser objeto de revisão e quais precisam ser eliminados.

Bechtel (1997) entende ainda que, apesar de não ser incorporada na prática, a APO deveria tornar-se parte do processo de projeto de um edifício desde as suas etapas preliminares.

Na linha de pesquisa que se propõe a desenvolver as técnicas de avaliação de desempenho do edifício, Preiser e Schramm (2005) incorporam à sua metodologia aspectos como a verificação do desempenho dos sistemas de uma edificação (tais como: ar condicionado, ventilação mecânica, aquecimento e iluminação, por meio da implantação de um plano de comissionamento³), e a realimentação do projeto a partir do diagnóstico elaborado.

Melhado (2005) destaca a importância da retroalimentação de projetos:

¹ *Predesign Research (PDR)*.

² *Programming*.

³ A elaboração de um plano de comissionamento dos sistemas pressupõe a sua verificação, a fim de assegurar que foram instalados, testados e mantidos de acordo com as necessidades operacionais do proprietário e as especificações previstas em projeto (ASHRAE, 2005). Desta forma, constitui um importante recurso, a fim de assegurar o uso pleno do edifício em questão.

A retroalimentação constitui um mecanismo de aprendizagem organizacional, cujo objetivo consiste em identificar, documentar e comunicar os erros cometidos, proporcionando oportunidades de melhoria contínua dos produtos e serviços. (MELHADO, 2005, p. 45)

Na Figura 3 (FRANÇA, ORNSTEIN, 2010) é apresentado o nosso entendimento quanto à abordagem adequada a ser adotada na APO com o intuito de diagnosticar o edifício quanto a seus aspectos positivos e negativos, bem como orientar a elaboração de um plano visando sua requalificação, considerando, inclusive, estratégias para a manutenção, a operação e o comissionamento dos sistemas do edifício.

Figura 3. Diagrama esquemático: procedimentos para a avaliação do desempenho dos edifícios
Baseado em PREISER, SCHRAMM, 2005, p. 17, e ORNSTEIN et al., 2009, p.3. Adaptado pela pesquisadora.

Dentre os estudos que discutem a influência do ambiente construído e das questões relacionadas ao conforto ambiental no comportamento do usuário visando ao embasamento teórico da questão, foram identificados os seguintes trabalhos: Bechtel (1997), Fisher (2001), Funari e Kowaltowski (2005), Ornstein, Bruna e Romero (1995), Romero e Ornstein (2003), Müller (2007), Sommer (1974), Vischer

(2005) e Zeisel (2006).

No Brasil, as premissas, métodos, técnicas e resultados de APOs aplicadas a edifícios escolares são o objeto de discussão de fóruns de abrangência nacional e internacional, como os promovidos pelo NUTAU (Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo), pela ANTAC (Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído), destacando-se neste cenário, os trabalhos acadêmicos produzidos pelos grupos de pesquisa: Qualidade e Desempenho no Ambiente Construído (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo), Processo de Projeto em Arquitetura: da teoria à tecnologia (Departamento de Arquitetura e Construção da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, GEPA, (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo do Rio Grande do Norte); GAE e ProLUGAR (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro).

A aplicação de APOs para a avaliação do desempenho de edificações brasileiras, ao longo dos últimos vinte anos, possibilitou a incorporação de diversas evoluções nos procedimentos metodológicos (ORNSTEIN, BRUNA e ROMÉRO, 1995; ORNSTEIN, 1996; ROMÉRO, ORNSTEIN, 2003; KOWALTOWSKI, PIÑA, 2001; ELALI, 2010; RHEINGANTZ et al., 2008).

Elali (2010) comenta, acerca de pesquisas envolvendo a aplicação de APOs:

Nos anos 1990 aumentou o interesse pelos enfoques funcional e comportamental, e os estudos passaram a abranger aspectos sociais e político-culturais das intervenções e a re-alimentação do projeto arquitetônico. No momento também ocorreu a ampliação dos temas, que passaram a envolver edifícios de escritórios, setores administrativos de grandes empresas e áreas intersticiais (livres) de conjuntos edificados. Mais recentemente, a partir dos anos 2000, têm surgido propostas que articulam os resultados de avaliações realizadas em várias edificações a fim de fomentar a normatização de um setor de atividade, além de buscar indicativos para programas governamentais. (ELALI, 2010, p. 10)

Podemos citar como referências recentes de avaliações de desempenho aplicadas a edificações escolares: Elali (2002, 2002b), Kowaltowski, Prata, Piña e Camargo (2000), Kowaltowski et al. (1999), Kowaltowski (1980), Kowaltowski e Piña

(2001), França e Ornstein (2009), Graça (2008), Moreira (2006), Ornstein (1995, 1996, 2006), Ornstein, Bruna e Roméro (1995), Ornstein e Borelli (1993), Ornstein e Martins (1997), Ornstein e Ono (2010), Rheingantz (2010), Rheingantz et al. (2010), Roméro e Vianna (2002), Thomazoni et al. (2007), Resende et al. (2007), Issa (2008), Poltrionieri (2008), Barbosa et al. (2008), Grotti (2009), Novaski (2009) e Nambu (2010).

Entre estas, destacam-se como pesquisas que se propõem a verificar as condições de conforto ambiental em escolas públicas paulistas: a avaliação de edifícios escolares da rede estadual de ensino localizados na Região Metropolitana de São Paulo, construídos e ocupados predominantemente nas décadas de 60 e 70 (ORNSTEIN, 1996), e a pesquisa envolvendo a avaliação pós-ocupação das escolas de Campinas (KOWALTOWSKI, PIÑA, 2001; GRAÇA, 2008). Nesses estudos, foram constados inúmeros casos de problemas relacionados ao projeto e à execução, principalmente no que diz respeito às condições de conforto térmico em ambientes internos e à funcionalidade. A partir das avaliações das condições de conforto ambiental nas escolas estaduais objeto destas avaliações, conclui-se pela necessidade de atenção aos aspectos envolvendo conforto térmico, visual e acústico desde as etapas preliminares de concepção de projeto.

Elali (2010) destaca a importância da aplicação de APOs sistemáticas no Brasil, visando à elaboração de programas de manutenção e à adequação das necessidades dos usuários, uma vez que não há uma tradição de excelência na construção civil brasileira. A pesquisadora destaca a importância das pesquisas que incorporam métodos e técnicas de APO que busquem resultados práticos e permitam a identificação de alterações que possam ser implantadas ao edifício objeto de estudo de modo a incrementar sua adequação aos respectivos usuários.

Internacionalmente, o fortalecimento da percepção, a partir de 1990, de que a qualidade ambiental é necessária ao edifício escolar, de modo a prover ensino de qualidade, coincidiu com a intensificação das iniciativas envolvendo avaliações de edifícios escolares. Nesse período, consolidaram-se diversos sistemas de avaliação de desempenho de edifícios nos Estados Unidos, Canadá e Europa, adequados às respectivas localidades, possibilitando a padronização dos parâmetros de conforto ambiental. Este processo gerou diferentes metodologias de aplicação e uma grande quantidade de dados disponíveis referentes à eficiência dos edifícios estudados

(ORNSTEIN et al., 2009).

Devido a estas relevantes iniciativas, tanto brasileiras quanto internacionais, é fundamental que se estabeleça um sistema de coleta e intercâmbio de informações eficiente, que possibilite a troca de experiências e a divulgação dos resultados obtidos. Neste contexto, cabe destacar que, desde 2007, está em curso um programa internacional para a avaliação de edifícios escolares no qual o Brasil está representado por meio de uma escola estadual paulista. Esta iniciativa, promovida pela OECD, se propõe a elaborar uma metodologia comum para a avaliação do desempenho dos edifícios para o aprendizado em nível mundial e está vinculada ao Centre for Effective Learning Environments (CELE) (disponível em: <<http://www.oecd.org>>, acesso em 10 ago. 2009).

As atividades do CELE (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, 2009) ressaltam a percepção quanto à necessidade de que sejam desenvolvidas, a partir de consistente embasamento teórico, diretrizes para a gestão e a utilização adequada de ambientes educativos, bem como para implantar iniciativas visando à melhoria da qualidade dos mesmos.

Dentre os objetivos contemplados por essa iniciativa, estão: o desenvolvimento e a validação de metodologias de coleta de dados e avaliação; a identificação e divulgação de boas práticas e lições aprendidas e a compreensão dos aspectos contextuais envolvidos (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, 2009).

A metodologia adotada pelo CELE considera métodos e técnicas de APO, como grupos focais, questionários e *walkthroughs*, e se propõe a elaborar diretrizes e recomendações para a realimentação de projetos de edifícios escolares com base nas informações aferidas (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, 2007, 2006, 2000). Estão entre os países que fazem parte desse projeto-piloto: Austrália, Brasil, Reino Unido, Nova Zelândia e Portugal (disponível em <<http://www.oecd.org>>, acesso em 23 ago. 2009).

Outro indicador de desempenho do sistema escolar elaborado pela OECD é o Programme for International Student Assessment (PISA) (disponível em <<http://www.pisa.oecd.org>>, acesso em 24 ago. 2008), fruto do esforço colaborativo dos países-membros da OECD, que relaciona o desempenho escolar de estudantes com fatores contextuais, embora não aborde diretamente aspectos do ambiente

construído. Seu objetivo é avaliar e comparar internacionalmente as condições de alunos que estão se aproximando do fim do período de estudo obrigatório e que estão prestes a enfrentar os desafios da sociedade e do mercado de trabalho (AHLEFELD, 2007).

No PISA, alunos com idade de 15 anos são submetidos a avaliações de proficiência para posterior cruzamento de informações entre seu desempenho, características socioeconômicas e a infraestrutura física dos respectivos edifícios escolares. O programa avalia, por meio de questionários, os conhecimentos de crianças de 15 anos nos países participantes – como membros ou convidados – da OECD e resume os resultados, criando um panorama dos níveis de proficiência entre eles. São avaliados mais de 400 000 estudantes, distribuídos entre 57 países (ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, 2005). O Brasil, embora não seja membro associado desse programa, participa da aplicação de alguns de seus instrumentos de avaliação.

3.1 A APO E A QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O aumento da atenção dedicada às pesquisas envolvendo a avaliação de desempenho de edifícios escolares brasileiros coincide com o processo de formalização das relações envolvendo o planejamento, o projeto e a construção dos edifícios, por meio da elaboração de uma norma brasileira de desempenho para a construção civil, a NBR 15575-1:2008 (ABNT, 2008). Este processo é fruto de esforços no sentido de proporcionar melhorias na cadeia produtiva das edificações, inclusive envolvendo a revisão e a produção de normas técnicas, com a incorporação de inovações tecnológicas e de dispositivos para o controle de qualidade (ABIKO, ORNSTEIN, 2002). Apesar disso, o volume de normas técnicas para a regulação da construção civil ainda é insuficiente para garantir o bom desempenho das edificações.

A ABNT (1998, *apud* ROMAN, BONIN, 2003) estabelece como aspectos pertinentes à melhoria da qualidade construtiva no país: a redução da variedade de procedimentos e tipologias de produtos; maior eficiência na troca de informações e a consequente melhora da confiabilidade no relacionamento entre fornecedor e consumidor; redução de custos de produção e de consumo; melhoria das condições de segurança na construção e utilização e melhor controle de qualidade, além da eliminação de barreiras comerciais para mercados externos. Entretanto, Dias (1998, *apud* ROMAN, BONIN, 2003) observa que, no país, não existe a consolidação de uma cultura de cumprimento da normalização existente, além de ser ainda pequena a quantidade de normas técnicas desenvolvidas para a construção civil.

A durabilidade de um edifício, frente aos desgastes de seus equipamentos, instalações e necessidades de manutenção, é de grande importância, especialmente em se tratando de um edifício público. Nesse contexto, os estudos que envolvem a aplicação de APOs têm grande importância para o diagnóstico de diversos aspectos de funcionalidade de edifícios, e para a realimentação dos processos criativos de projeto, contribuindo, inclusive, para a revisão das normas técnicas.

Assim, a APO não só se apresenta como um conjunto de métodos e técnicas fundamentais para a requalificação de ambientes construídos e de seus sistemas, como também provém subsídios para a análise da eficiência dos parâmetros estipulados pela normalização vigente, na medida em que objetiva garantir eficiência

adequada do ambiente físico e de suas instalações (Figura 4).

Figura 4. Diagrama esquemático: aplicação da APO
Adaptado de: ORNSTEIN et al., 2009, p. 3.

A incorporação dos resultados de APOs anteriores ao projeto de novos edifícios, ou seja, nas etapas pré-projeto, também constitui um ganho importante financeiro e ambiental, na medida que as etapas iniciais do desenvolvimento de um projeto proporcionam as melhores oportunidades para a otimização do desempenho do edifício concebido. Conforme o projeto avança e iniciam-se as etapas de execução e ocupação, as possibilidades decrescem, em função dos custos de implantação da solução e de seus efeitos em outros aspectos já implantados do projeto (Gráfico 1).

Gráfico 1. Linha do tempo: oportunidades para a obtenção de um edifício escolar de alto desempenho
 Fonte: THE COLLABORATIVE FOR HIGH PERFORMANCE SCHOOLS, 2006 Edition. BPM, Volume I – Planning, p. 41 (Tradução nossa).

Cabe ainda destacar que a qualidade e a durabilidade de sistemas construtivos apresentam uma relação direta com os procedimentos adotados para a manutenção e a operação do edifício. Por esse motivo, os aspectos correlatos à durabilidade de sistemas construtivos devem ser avaliados à luz da compreensão do edifício como um sistema complexo.

Para tal, os resultados obtidos por meio da aplicação de APOs também podem prover subsídios para a compreensão dos padrões de operação da edificação e para a identificação de aspectos críticos, fundamentais ao Gerenciamento de Facilidades, conforme nos apresentam Antonioli e Graça:

O ponto de partida para o Gerenciamento de Facilidades é o entendimento holístico do sistema do edifício, cujas fronteiras são dadas por sua envoltória externa (envelope), com o qual se objetiva identificar a estrutura dos vários elementos componentes dos diversos subsistemas prediais e, principalmente, as interações (processos) que se estabelecem entre eles para a satisfação das funções que desempenham no conjunto, como, por exemplo, a produção de bens e serviços de suporte. O correto entendimento sistêmico do edifício passa pela percepção das variáveis que influenciam sua estabilidade e funcionamento, frutos de diversas interações com outros sistemas, principalmente com aqueles compostos por usuários do edifício, sejam eles ocupantes, não ocupantes, não humanos, diretos ou indiretos. (ANTONIOLI, GRAÇA, 2004 p.2)

Desse modo, a incorporação de uma sistemática de informações obtidas por meio de experiências pregressas, desde as etapas de concepção de projeto, podem

contribuir para a edificação de ambientes com melhor qualidade construtiva, além de possibilitar a redução dos custos relacionados à sua manutenção e operação ao longo de sua vida útil.

3.2 CRITÉRIOS DE DESEMPENHO ADOTADOS PARA A AVALIAÇÃO

Conforme o apresentado nas normas ISO 6241:1984 (ISO, 1984), ISO 15686-1:2000 (ISO, 2000) e NBR 15575-1:2008 (ABNT, 1998), é esperado que um edifício seja concebido de modo a atender às necessidades conscientes e inconscientes de seus usuários, ou seja, de modo a permitir seu pleno uso.

Borges e Sabattini (2008) definem desempenho como um conjunto de requisitos que devem ser atingidos, considerando o edifício pronto e os usos para o qual se destina, embora se observe que, muitas vezes, no Brasil, este conceito é equivocadamente limitado à avaliação da qualidade dos sistemas e dos processos construtivos, em detrimento do resultado final. Para Gonçalves et al. (2003), desempenho é um aspecto indicador de qualidade que se refere ao comportamento em uso de um produto ou componente, com o intuito de cumprir a função proposta, ao longo de sua vida útil.

Segundo Talon, Boissier e Hans (2007), a construção deve manter seu desempenho durante um período definido durante o projeto, sendo integrados a este ou não os procedimentos de manutenção. Para tal, é necessário defini-lo, utilizando a ISO 15686 (ISO, 2000). Para se determinar a durabilidade de componentes na construção civil, podem ser considerados: aplicação de testes, estatísticas, bases de dados, laudos de perícia, entre outros aspectos. Como metodologia para a especificação de componentes e de sistemas da construção civil, estes pesquisadores propõem que a estimativa da vida útil destes seja feita considerando cinco fases de avaliação, conforme o apresentado na Figura 5.

Figura 5. Metodologia para a avaliação da vida útil de componentes da construção civil
 Fonte: TALON, BOISSIER E HANS (2007), p. 3. Tradução nossa.

Fabício, Ornstein e Melhado (2010) comentam, acerca da vida útil de uma edificação:

Ao longo da produção e do uso do ambiente construído, diferentes funções e características são consideradas conforme a percepção do agente envolvido. Verifica-se que o conceito de qualidade agrega diversas interpretações ao longo do ciclo de vida do produto, conforme as expectativas e interesses dos diversos agentes envolvidos no processo de projeto, produção, comercialização e uso de um produto. (...)

Durante o uso, a qualidade está associada ao desempenho da edificação, aos custos e à facilidade de manutenção, e, ainda, à valorização econômica do imóvel, entre outros aspectos. (FABRÍCIO, ORNSTEIN, MELHADO, 2010, p. 6)

Os critérios de desempenho e as definições de vida útil do edifício apresentados na norma brasileira NBR 15575-1:2008 (ABNT, 2008) foram adaptados das normas ISO 6241:1984 (ISO, 1984) e ISO 15686-1:2000 (ISO, 2000), a partir das quais foram feitas atualizações e complementações.

Para a realização das análises e do diagnóstico desta pesquisa, foram adotados os critérios de desempenho sugeridos pela NBR 15575-1:2008 (ABNT, 2008), de modo a balizar a aplicação das técnicas e a elaboração dos instrumentos para a avaliação e a apresentação dos resultados, tais como: roteiros para entrevistas, formulários para *checklists*, fichas ambientais, roteiros de grupos focais,

formulários para questionários e mapas de descobertas.

Com base nessas definições normativas, considera-se que, para a verificação do desempenho do edifício e de seus sistemas, devem ser avaliadas as necessidades dos usuários com relação a:

- i. habitabilidade (conforto visual, conforto acústico, conforto higrotérmico, acessibilidade, funcionalidade, salubridade, estanqueidade, conforto tátil e ergonomia);
- ii. sustentabilidade (durabilidade, manutenibilidade e desempenho ambiental);
- iii. segurança (estrutural, ao fogo e no uso).

Nota-se que as referências normativas adotadas não abordam a questão da segurança patrimonial como um dos critérios de desempenho. Por esse motivo, as questões correlatas à segurança patrimonial não serão abordadas em um item específico para efeitos da elaboração do diagnóstico desta pesquisa.

Além dos aspectos acima relacionados, o desempenho do edifício depende da interação adequada dos seguintes intervenientes: projetista, contratante, construtor e usuário. Deste modo, é possível que aspectos contemplados em projeto não apresentem desempenho efetivo adequado por inconformidades no atendimento às especificações de projeto durante a execução, manutenção ou operação.

Portanto, a fim de permitir o uso pleno de uma edificação tal como foi projetada, é necessário que os procedimentos de operação e manutenção adotados sejam compatíveis com o projetado e com as normas técnicas e as boas práticas visando à preservação de sua vida útil de projeto (ISO, 2000; ABNT, 2008).

O conceito de habitabilidade é bastante amplo e envolve não apenas o desempenho físico do ambiente construído, como seus efeitos psicológicos, sociais e culturais nos usuários. Assim, para a avaliação dos aspectos correlatos à habitabilidade dos estudos de caso são considerados os seguintes critérios e as respectivas definições:

1. conforto visual – iluminação natural em níveis e distribuição satisfatórios durante o dia, e níveis de iluminância em conformidade

com os previstos em norma em função do uso de cada ambiente, conforme as normas NBR 5413:1992 (ABNT, 1992) e NBR 15215-4:2004 (ABNT, 2004);

2. conforto acústico – manutenção de níveis sonoros, inteligibilidade e privacidade compatíveis com os determinados pelas normas NBR 10152:1987 (ABNT, 1987) e ANSI/ASA S12.60:2010 (ANSI/ASA, 2010), considerando o uso previsto para cada ambiente;
3. conforto higrotérmico – sensação térmica no interior do edifício em conformidade com a zona de conforto, considerando a ocupação humana, conforme definição da norma ASHRAE 55:2004 (ASHRAE, 2004);
4. acessibilidade – dimensionamento de ambientes, componentes e equipamentos de modo que possam ser utilizados com segurança e autonomia por qualquer pessoa, mesmo que esta apresente mobilidade reduzida, conforme a norma NBR 9050:2004 (ABNT, 2004);
5. funcionalidade – organização dos ambientes, sistemas construtivos e instalações compatíveis com o uso previsto em projeto. Possibilidade de adequação de uso em função de necessidades futuras, de modo a permitir sua modernização e assim postergar sua obsolescência funcional (a função prevista em projeto não é mais pertinente), tecnológica (novas opções de sistemas ou componentes disponíveis no mercado permitem o uso de forma mais vantajosa) ou econômica, quando o uso previsto em projeto deixa de ser financeiramente viável, de acordo com o apresentado na norma ISO 15686-1:2000 (ISO, 2000);
6. salubridade – ambientes cuja concepção, acabamentos e condições de ventilação evitem a proliferação de mofo, fungos e bactérias, além de níveis de higiene e de qualidade do ar em conformidade com os critérios determinados pela norma regulamentadora RE 176:2000 (ANVISA, 2000);
7. estanqueidade – vedação suficiente, considerando os seguintes agentes: água da chuva, ventos, condensação, umidade proveniente do solo, água proveniente de atividades relacionadas à manutenção e

à operação do edifício, de acordo com a norma NBR 15575-1:2008 (ABNT, 2008);

8. Outros:

- a. conforto tátil – elementos construtivos não devem apresentar rugosidades, depressões ou outras irregularidades que prejudiquem as atividades previstas para os ambientes, tais como: limpeza e deslocamentos;
- b. ergonomia – elementos construtivos cujas dimensões sejam compatíveis às necessidades do usuário.

Os critérios relacionados à sustentabilidade de um ambiente construído, embora não façam parte da ISO 6241:1984 (ISO, 1984) foram incorporados à NBR 15575-1:2008 (ABNT, 2008) e estão organizados considerando os seguintes critérios:

1. durabilidade – os ambientes e respectivos sistemas construtivos devem apresentar desempenho efetivo das funções atribuídas em projeto, em conformidade com a medida temporal para o edifício, seus sistemas e componentes. Para edifícios escolares, a vida útil considerada como “normal” é de 60 anos, segundo as diretrizes apresentadas na NBR 15575-1:2008 (ABNT, 2008). A durabilidade mínima prevista, para componentes de fácil reposição, corresponde, segundo a ISO 15686-1:2000, ao período de 3 a 6 anos (ISO, 2000).
2. manutenibilidade – manter a capacidade do edifício e seus sistemas de modo a permitir a realização de manutenção preventiva e corretiva necessária para a manutenção de sua vida útil.
3. desempenho ambiental – apresentar modificação reduzida do meio ambiente, resultante das ações relacionadas à construção, à operação e à manutenção do edifício. Para tal, de acordo com a ABNT/ISO 14001:2004 (ABNT/ISO, 2004) são considerados os recursos naturais (água, solo, energia, flora e fauna), os seres humanos e suas inter-relações.

A avaliação das condições de segurança do ambiente construído, com base

nas mesmas referências normativas, está classificada da seguinte forma:

1. segurança estrutural – a norma técnica NBR 15578:2008 (ABNT, 2008) define segurança estrutural como a resistência adequada de um material presente em um sistema construtivo, que permita evitar: ruptura total, ruptura parcial, deformações ou fissurações;
2. segurança no uso e na operação – condições de uso dos ambientes e o manuseio dos sistemas e componentes de modo a evitar danos à integridade física do usuário, tais como quedas, ferimentos causados por rupturas ou condições de operação de componentes, segundo o apresentado nas normas NBR 15575-1:2008 (ABNT, 2008) e NBR 15215-4:2004 (ABNT, 2004);
3. segurança contra incêndio – conforme o apresentado no Decreto Estadual 46078:2001 (SÃO PAULO, 2001) e na instrução técnica nº 2, do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2004), as soluções de projeto e de obra, bem como as intervenções ao longo do uso de uma edificação, devem dificultar o início e a propagação do fogo. Em caso de ocorrência de incêndio, os ambientes construídos e seus componentes devem permitir a fuga e prover recursos para a extinção do fogo.

Quanto à segurança no uso, edifícios escolares apresentam necessidades específicas, como a ausência de elementos construtivos que possam ser escalados ou potencializem quedas, a atenção ao tratamento de quinas, além do atendimento a necessidades específicas de ergonomia para o manuseio seguro de componentes construtivos, uma vez que são destinados a crianças.

Em relação à segurança contra incêndio, Ono e Tatebe (2004, *apud* VALENTIN, 2008) observam que crianças apresentam menor capacidade física e conhecimento que adultos, o que as torna mais vulneráveis a situações de perigo, como, por exemplo, os incêndios.

Assim, a atenção aos aspectos que envolvem tanto a segurança no uso quanto a segurança contra incêndio assume importância maior em edificações escolares do que em ambientes destinados a adultos.

3.3 DEFINIÇÃO DOS NÍVEIS DE RISCO

A fim de classificar os aspectos identificados por níveis de prioridade, é levado em consideração seu nível de risco ao usuário e à integridade do equipamento público. O conceito de risco pode ser aplicado a qualquer decisão humana cujas consequências são incertas.

A incerteza provém do processo de tomada de decisão, o qual prevê a adoção de medidas e critérios prevendo uma situação futura, daí a atribuição do nível de probabilidade de que um fato venha a ocorrer. Um determinado risco está relacionado a possíveis consequências, graves ou leves. Por exemplo, uma pessoa, ao decidir pela manhã não levar um guarda-chuva, assume o risco de se molhar, caso chova. Uma vez que a condição de assumir riscos ou estar exposto a ele é endêmica a todo processo decisório, ao elaborar um programa de necessidades ou desenvolver um projeto, a equipe envolvida assume riscos quanto às consequências das escolhas, frente ganhos e perdas, desde a escolha do terreno e do partido arquitetônico até a entrega do edifício e sua ocupação. Os usuários, por sua vez, passam a estar expostos aos riscos relacionados às escolhas feitas nas etapas de projeto e construção (FLANAGAN, NORMAN, 1993).

Dessa forma, o processo de avaliação de riscos envolve identificar e documentar quais aspectos podem afetar a qualidade do edifício e os usos propostos.

O conceito de risco nas áreas de projeto envolve a possibilidade de uma ocorrência que gere prejuízos, podendo estes ter natureza financeira ou estar relacionados à qualidade ambiental, às relações sociais ou às condições de saúde de seus usuários.

Assim, a análise de riscos envolve a aplicação de procedimentos sistemáticos e lógicos para a comunicação, atribuição do contexto, avaliação das consequências associadas, elaboração de estratégias para sua mitigação, monitoramento e comunicação dos resultados. A construção de uma matriz de impacto e de uma matriz de probabilidade consiste em um recurso adotado para o processo de avaliação, de maneira a estimar a probabilidade de um risco real vir a ocorrer, bem como as respectivas magnitudes da respectiva ocorrência.

Segundo o disposto na ISO 15686-3:2002 (ISO, 2002), são considerados,

basicamente, quatro critérios relevantes para a avaliação do risco de um determinado aspecto:

- I. incidência – qual é a frequência com que ocorre;
- II. extensão – abrangência do dano em potencial, bem como a quantidade de usuários envolvidos;
- III. consequências – quais os efeitos que sua ocorrência pode causar;
- IV. custos – montante financeiro necessário para a correção das falhas causadas.

As normas ISO 31000:2009 (ISO, 2009) e ISO/IEC 31010:2009 (ISO/IEC, 2009) apresentam os conceitos e procedimentos para a gestão de riscos. Os procedimentos envolvem a elaboração de uma matriz de impacto, a qual apresenta a relação entre os principais aspectos identificados e os consequentes impactos que a ocorrência de determinado evento crítico pode desencadear.

Para a matriz de probabilidade, são considerados os seguintes aspectos:

- i. mecanismos de controle que podem prevenir ou minimizar os danos relacionados às ocorrências;
- ii. pontos fracos que possam existir nos mecanismos de controle, de modo a avaliar sua eficiência;
- iii. determinação da probabilidade de um evento crítico acontecer em função de falha no controle, causando o impacto previsto.

Dessa forma, devem fazer parte da matriz de avaliação, os seguintes critérios: tipo de ameaça; elemento(s) crítico(s), ou seja, o que pode ser afetado caso a ameaça se confirme; impacto esperado; estratégias para controle/mitigação dos danos; vulnerabilidade das estratégias de controle; probabilidade da ameaça se concretizar e “gatilho”, ou seja, evento que pode preceder o acontecimento da ameaça (ISO/IEC, 2009).

O risco calculado consiste no resultado da multiplicação do impacto *versus* a sua probabilidade de ocorrência, estabelecendo um critério para a identificação dos aspectos urgentes e o estabelecimento de prioridades para sua solução ou amenização. Dessa forma, os riscos identificados pressupõem a elaboração de respectivas estratégias de mitigação (Figura 6).

Figura 6. Contribuição da avaliação de riscos para o processo de gestão
 Fonte: ISO/IEC 31010:2009 (ISO/IEC, 2009), p 14.

As decisões quanto ao tratamento do risco devem considerar quais deles pressupõem a adoção de uma estratégia de tratamento, avaliando os aspectos prioritários para sua implantação, as atividades envolvidas no processo e as eventuais alternativas de abordagem.

A avaliação de riscos deve contemplar: os objetivos e o escopo da avaliação, a descrição dos principais sistemas envolvidos e funções, um sumário dos aspectos identificados e das circunstâncias a serem avaliadas, os critérios adotados para a identificação de riscos e as respectivas justificativas, limitações encontradas, metodologia de avaliação, relação dos aspectos identificados, ressaltando aqueles considerados críticos e fatores a monitorar, a discussão dos resultados e as recomendações pertinentes.

A identificação dos riscos deve envolver a análise das consequências, uma estimativa de probabilidade (que pode ser qualitativa, semiquantitativa ou quantitativa), avaliação da eficiência dos mecanismos de controle e avaliação dos níveis de risco dos aspectos envolvidos.

Para a elaboração da análise, é possível adotar diferentes metodologias, em função da natureza dos riscos avaliados (ISO/IEC, 2009). Assim, os aspectos identificados por meio da APO (diagnósticos) consistem em riscos ao capital, ao uso do edifício e/ou à integridade física e psicológica do usuário, sendo passíveis,

portanto, de adoção de estratégias para sua mitigação. Da mesma forma, recomendações relacionadas nos quadros sinóticos e nos mapas de descobertas (ver item 4.7) consistem em objeto de análise de viabilidade, implantação e posterior avaliação dos resultados.

Para auxiliar na identificação de prioridades e na tomada de decisões, dentre os critérios utilizados para a elaboração desta matriz, foram adaptados conceitos para a avaliação de edifícios adotados pelo programa CHPS (THE COLLABORATIVE FOR HIGH PERFORMANCE SCHOOLS, 2001) e alguns critérios de abordagem considerados pela ferramenta SPeAR (OVE ARUP & PARTNERS LTDA., 2008).

4. A QUALIDADE AMBIENTAL E O DESEMPENHO ACADÊMICO

Para a elaboração de um projeto arquitetônico de um edifício escolar, é necessário considerar o ambiente socioeconômico-cultural no qual será implantado. No caso de um edifício escolar público, cabe ainda compreender a relação do equipamento de uso comum com a comunidade à qual está destinado, pois o panorama que envolve o projeto arquitetônico dessas escolas é bastante complexo.

A desatenção a qualquer destes aspectos pode impactar no comportamento de seus usuários, interferindo no aprendizado e potencializando, por exemplo, situações envolvendo vandalismo e violência.

Neste cenário, destaca-se o projeto participativo, envolvendo a aproximação, desde as etapas iniciais de projeto, entre os responsáveis pelo planejamento e projeto, os gestores e os futuros usuários. Trata-se de uma oportunidade importante de conferir à nova escola uma conotação positiva perante a comunidade, permitindo aos futuros usuários incorporar o edifício escolar como um equipamento de sua propriedade, apresentando uma tendência maior de ajudar a zelar por ele.

O partido arquitetônico adotado também interfere no relacionamento entre os usuários e o edifício. Lang (1974) avaliou as informações simbólicas do ambiente educacional, o qual transmite mensagens comportamentais por meio da forma, função, tecnologia e espacialidade do lugar destinado ao aprendizado. Estas mensagens interferem no comportamento dos alunos e nas formas de socialização com os colegas e professores.

Já na década de 1970, Sommer (1974) demonstrou que, quando um ambiente construído é monótono, as pessoas apresentam uma tendência a evitá-lo. Quando isso não é possível, manifestam-se a apatia e a indiferença como equivalentes psicológicos ao desejo de ausência, reforçando assim o caráter de impessoalidade. Se uma pessoa não se sente como parte do ambiente no qual vive, não cria uma conexão com os ambientes comuns que acercam. Por esse motivo, o modelo de escola no qual a sala de aula constitui ambiente básico para o desenvolvimento das atividades educativas apresenta uma forte mensagem aos seus usuários.

Baum e Valins (1977), por sua vez, consideraram a possibilidade de

manipulação do comportamento dos usuários por meio da concepção de projeto, ressaltando que ambientes inadequados ou inapropriados, assim como a privacidade insuficiente, podem desencadear o estresse, menores índices de socialização e maior agressividade em seus usuários.

Elali (2010) comenta, a respeito da relação entre estresse e ambiente construído:

Na busca da qualidade, o atendimento às necessidades humanas é o modo mais eficiente para evitar estresse. Nesse sentido, retomando-se a compreensão do projeto arquitetônico como, por um lado, a indicação precisa dos elementos práticos/objetivos que caracterizam a proposta e, por outro, uma resposta aos aspectos filosóficos/subjetivos que a alicerçam, é relativamente simples inferir que, quanto melhor for definida a relação entre esses dois aspectos, maior a satisfação dos usuários e menor o estresse de todos os envolvidos no processo. (ELALI, 2010, p. 64)

As conclusões de Lang (1974), Sommer (1974) e Baum e Valins (1977) são ratificadas por Sanoff (1999, 2007), que considera a configuração do edifício escolar como determinante do grau de participação dos alunos e educadores, na medida em que o ambiente projetado para a escola interfere no desenvolvimento da criança como um todo, instigando sua vontade de aprender e incentivando ou desencorajando o contato social.

Segundo Bechtel (1997), é em ambientes construídos que passamos a maior parte de nossas vidas. Dependendo das condições desses lugares criados artificialmente, pode haver a amenização ou o agravamento das condições ambientais existentes, que podem, por sua vez, ser propícias à atuação de *ganges* criminosas e possibilitar a transmissão de doenças, acidentes de trânsito e poluição.

Newman (1996) aborda o ambiente construído como um fator relevante para o controle da criminalidade e da violência, defendendo seu planejamento e projeto de forma a permitir que se tenha controle das áreas internas e externas da edificação, consolidando o conceito de “ambiente construído defensável”. Segundo o pesquisador, a criminalidade e as condições ambientais insatisfatórias podem ser atribuídas ao projeto inadequado, no qual não se prevê as consequências dos

descartes, efluentes industriais, adensamento e pobreza urbana. Embora esta relação de causa e efeito seja amplamente compreendida, observa-se certa resistência em se planejar e projetar considerando estes aspectos.

Zeisel (2006) destaca a importância da colaboração entre o arquiteto e o pesquisador ambiental ao longo de todo o processo de projeto (planejamento, elaboração do programa, desenvolvimento, implantação, ocupação e pós-ocupação). Também comenta que esta multidisciplinaridade não se trata de opção e sim de necessidade, pois, sem este processo, o arquiteto assume riscos quanto ao desempenho do edifício, os quais podem ser evitados por meio da incorporação de uma abordagem participativa que permita acesso às necessidades e expectativas dos usuários.

Sanoff (2003) apresenta um consistente conjunto de pesquisas e avaliações de edifícios escolares, a partir do qual conclui que:

- i. há carência de ambientes que abriguem atividades pedagógicas diferenciadas das convencionais;
- ii. há falta de espaço privado destinado aos estudantes no interior e no exterior do edifício escolar;
- iii. em geral, ambientes pedagógicos não estão integrados ao exterior dos edifícios;
- iv. as áreas de alimentação e convivência são, em geral, ruidosas e desconfortáveis; e
- v. a flexibilidade dos ambientes de ensino é insuficiente para comportar mudanças de uso.

Ao confrontar as conclusões de Sanoff com os resultados das avaliações conduzidas em escolas estaduais paulistas (ORNSTEIN et al., 2008; FRANÇA, ORNSTEIN, 2009; FRANÇA, ORNSTEIN, 2010; FRANÇA, ORNSTEIN, 2010b; FRANÇA, ORNSTEIN, 2010c; FUNARI, KOWALTOWSKI, 2005; KOWALTOWSKI, PIÑA, 2001; GRAÇA, 2008), é possível observar que, embora os aspectos econômicos, sociais e culturais relacionados aos estudos de caso sejam distintos, os desafios para as edificações escolares apresentam inúmeros pontos em comum, como a flexibilidade e a adaptabilidade dos ambientes, além dos aspectos que envolvem conforto ambiental.

4.1 AMBIENTES PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM: UMA QUESTÃO DE CONFORTO?

A percepção de bem-estar dos seres humanos é influenciada por fatores relacionados às suas condições físicas e psicológicas. Ou seja, a influência do ambiente natural ou construído nos quais estão inseridos desempenha um importante papel na saúde de seus usuários.

Alunos e professores passam grande parte de seu dia no interior dos edifícios escolares. Crianças e adolescentes estão em fase de formação e desenvolvimento físico, social e emocional, o que reforça a importância de prover ambientes adequados e estimulantes.

Estudos considerando aspectos da psicologia ambiental surgem em meados do século XX, a partir da percepção de que o ambiente construído afeta a saúde física e mental dos seres humanos, interferindo em seu comportamento. Estas pesquisas consideram possibilidades de se adaptar o planejamento físico às necessidades humanas, incorporando as reações do usuário ao ambiente construído, consolidando a área de conhecimento denominada Ambiente e Comportamento (CANTER, 1978).

Segundo Veitch (2001), a satisfação relacionada a um determinado ambiente corresponde ao estado de espírito que um indivíduo precisa atingir, por meio de condições que produzem conforto ou bem-estar compatíveis com suas preferências pessoais.

Cash (1996) elaborou um modelo que considera as condições das salas de aula e avalia sua influência direta e indireta no desempenho e no comportamento dos alunos, de modo a relacionar as características do ambiente construído a resultados escolares, indicadores socioeconômicos e indicadores quanto a incidentes disciplinares. Os resultados da pesquisa demonstraram que alunos de edifícios mais novos, com melhores armários, salas de aulas com mais janelas, salas de aula com ar-condicionado, salas de aula recém-pintadas e equipadas com mobiliário mais adequado, apresentaram melhores resultados acadêmicos e disciplinares.

Suas conclusões sugerem que não só as condições do edifício afetam o comportamento e o desempenho dos alunos, como também criam relações de

causa e efeito, gerando um ciclo virtuoso (Figura 7).

Figura 7. Adaptação do modelo adotado por Cash
 Fonte: CASH, 1996, p. 18, tradução nossa.

Bechtel (1997) destaca a importância de que sejam incorporadas evidências científicas para a tomada de decisões no planejamento de ambientes escolares, criticando a grande falta de aplicação de soluções amplamente ratificadas por meio das avaliações de desempenho de edifícios escolares. Dentre as suas considerações, é feita uma crítica à economia de escala, que, em sua opinião, pode levar à tomada de decisões equivocadas, como a construção de escolas com condições ambientais inadequadas ao aprendizado.

Abate (2004) lembra que a escola tem o dever de propiciar aos alunos uma identidade social, a qual se configura na base do equilíbrio humano. A fase em que se frequenta a escola corresponde a uma etapa fundamental na formação do indivíduo, dos pontos de vista do desenvolvimento sensorial e social. Proporcionar um ambiente adequado às crianças é fundamental, pois não é possível dissociar os ritmos biológicos das características do ambiente. Um ambiente propício estimula as potencialidades do indivíduo, ao passo que, ao não respeitar os ritmos biológicos dos alunos, exerce-se uma influência negativa, limitando o desenvolvimento individual.

Portanto, para a elaboração de um projeto de um edifício escolar, é importante assegurar, desde as etapas iniciais de concepção, que ele provenha condições ambientais adequadas.

Ornstein (2005, 2005b) observa que a adoção de APOs para a avaliação de

desempenho pode auxiliar nesse processo, uma vez que as interfaces conceituais da psicologia ambiental com a arquitetura, o urbanismo, a sociologia e a antropologia, enfatizam seu caráter multidisciplinar e transdisciplinar (Figura 8). Em suma, o ponto central da discussão considera o ser humano inserido no ambiente em concepção. Para tanto, as ciências sociais, por meio de métodos científicos, participam de um processo de análise das necessidades humanas e da pertinência das soluções arquitetônicas apresentadas.

Figura 8. Caráter multidisciplinar da APO
Adaptado de ORNSTEIN, 2006, p. 136.

Uma vez que, para a aplicação da APO, é considerado o desempenho do edifício sob o viés das condições de conforto psicológico do usuário, a adoção de sua metodologia permite avaliar a influência do ambiente construído no comportamento do mesmo. Os processos de percepção e cognição podem interferir na avaliação do ambiente construído, visto que permitem estabelecer relações entre estes e o indivíduo (usuário), baseadas em estímulos sensoriais percebidos e nas experiências prévias dos usuários, seus valores e suas motivações. Este conjunto de aspectos irá influenciar nas suas reações físicas e mentais, traduzindo-se em comportamentos e atitudes.

Atualmente, os conceitos de psicologia ambiental e de *environmental design* estão difundidos entre diversos países, contando com associações como a

Environmental Design Research Association – EDRA (disponível em: <<http://www.edra.org/>>, acesso em 10 dez. 2008), situada nos Estados Unidos, e a europeia International Association People-Environment Studies – IAPS (disponível em: <<http://www.iaps-association.org/>>, acesso em 10 dez. 2008).

Estão diretamente relacionados à satisfação e aos níveis de estresse dos usuários os aspectos relacionados ao conforto ambiental. No caso das escolas, não só os alunos podem se beneficiar de ambientes construídos saudáveis, como também é possível identificar os efeitos de maiores níveis de satisfação dos professores quando estes têm à disposição ambientes com possibilidade de organização em diferentes configurações de layout, controle das condições de iluminação e temperatura e acústica adequada. Os efeitos do ambiente construído, nesse caso, interferem na produtividade dos docentes e, conseqüentemente, no desempenho acadêmico dos alunos (THE COLLABORATIVE FOR HIGH PERFORMANCE SCHOOLS, 2001).

Outro aspecto que interfere nas reações potencialmente causadoras de estresse e, conseqüentemente, nos níveis de satisfação percebidos pelo usuário, é a possibilidade de controle dos sistemas de um ambiente. Os resultados da pesquisa conduzida por Glass e Singer (*apud* VEITCH, 2001) mostram que usuários aos quais foi dada a possibilidade de controle sobre fontes de ruído não apresentaram efeitos negativos em seu desempenho, mesmo nos casos em que estes não foram acionados, ao contrário dos indivíduos aos quais não foi dada esta alternativa. Quando o controle sobre situações potencialmente estressantes ou dispersivas não é permitido, pode ser desencadeada uma sensação de impotência e descontentamento. Também é identificado que, nessas condições, os usuários tendem a reduzir sua interação com o meio, causando situações de aprendizado sem amparo e, conseqüentemente, déficits dos pontos de vista emocional, cognitivo e comportamental. Pesquisas demonstram que funcionários preferem ter algum tipo de controle do nível de iluminação em suas estações de trabalho. A possibilidade de controle individual do nível de iluminação também parece reduzir os efeitos negativos de outros agentes estressores, ajudando a prever efeitos como sentimento de impotência e de pouca esperança de que sua situação melhore no futuro (VEITCH, 2001).

Os níveis menores de estresse provenientes das condições ambientais

adequadas estão associados à maior capacidade de concentração e sensação de bem-estar. Dentre os benefícios das salas com boa iluminação natural, foi destacado o melhor estado de espírito das crianças, estimulando a atenção, a socialização e a cooperação dos alunos.

4.2 CONFORTO VISUAL

Um edifício destinado ao ensino deve prover um ambiente visual adequado para seus usuários, ou seja, é necessário assegurar aos alunos e professores condições para executar as tarefas visuais de forma precisa, rápida e confortável. Os níveis, a distribuição e as cores da iluminação afetam a percepção do usuário e transmitem mensagens não verbais acerca do ambiente construído, devendo suprir as necessidades físicas, psicológicas e fisiológicas dos usuários. É possível aferir quantitativamente os benefícios de ambientes com condições adequadas de conforto visual no desempenho acadêmico dos estudantes. Heschong e Mahone (1999) verificaram que, em condições adequadas de iluminação natural, alunos apresentaram eficiência 20% maior para resolver testes matemáticos e 26% maior em testes de leitura.

Guzowski (2000) elenca como questões prioritárias a serem respondidas para a elaboração de um projeto que apresente iluminação natural eficiente:

- i. Quais as qualidades da luz natural que atendem ao programa?
- ii. Quanta luz será necessária? Como ela deve ser distribuída?
- iii. Onde o edifício será implantado?
- iv. Quais as condições locais climáticas e sazonais?

Baker (2000) destaca a necessidade de que elementos naturais sejam integrados ao ambiente construído. Para o pesquisador, ao se projetar, é importante que sejam preservadas, nos ambientes internos, as características ambientais similares às disponíveis na natureza. Para tal, estão entre os aspectos a serem considerados em projeto: a variedade espacial e a riqueza de informações dos diferentes ambientes, que devem se diferenciar entre si (em função do passar das horas e períodos do ano) de modo a proporcionar oportunidades para que o organismo dos usuários possa responder, adaptando-se às diferentes condições às quais é submetido. Estas providências poderiam melhorar o ambiente interno dos

edifícios, aproximando-os do meio exterior de modo a incorporar, na medida do possível, a riqueza de informações do meio exterior, estimulando as respostas fisiológicas naturais de seus usuários. Segundo esse raciocínio, a negação da necessidade de liberdade de respostas aos estímulos naturais consiste em uma privação tão séria quanto a privação cultural.

Dentre os efeitos que a iluminação (natural ou artificial) pode ter nos seres humanos, estão (GUZOWSKI, 2000):

- i. regulação dos ciclos hormonais, inclusive envolvendo a produção de melatonina;
- ii. desencadeamento de doenças e síndromes, a saber:
 - a) Desordem Afetiva Sazonal (SAD), tipo de depressão associada a baixos níveis de iluminação natural, inicialmente identificada em populações sujeitas a períodos de baixa incidência solar (como, por exemplo, nas localidades situadas em altas latitudes);
 - b) doenças associadas a edifícios (BRI);
 - c) síndrome do edifício doente (SBS).

Os seres humanos sofreram, em razão do processo evolutivo, adaptações fisiológicas em função dos ciclos do ambiente natural. O ciclo diário, com luz natural intensa ao longo do dia e noites escuras, regula a produção hormonal. Dentre os sistemas relacionados a este fenômeno está o aumento na incidência de câncer, mediante à exposição noturna à iluminação artificial, aspecto associado a disfunções na produção de melatonina (RALOFF, 1998).

Condições de iluminação no interior dos edifícios têm uma influência considerável no estado mental do usuário, uma vez que o nervo óptico se comunica com as glândulas pituitária e pineal, que controlam todo um sistema metabólico (BAKER et al., 1993).

Ambientes luminosos inadequados podem ainda danificar os olhos de várias maneiras, podendo estar relacionados a dor muscular, fadiga, irritação e dores de cabeça. A luz também pode causar reações no funcionamento do corpo humano, uma vez que regula seus processos metabólicos, alterando a resistência a organismos patogênicos. As condições de iluminação afetam ainda o comportamento humano em aspectos como: a capacidade de desempenhar tarefas,

as condições de conforto e o bem-estar dos usuários (GUZOWSKI, 2000).

Portanto, ao se conceber um projeto, é necessária a especificação das fontes de luz artificial integradas à luz natural, considerando-se o tipo de distribuição, intensidade e brilho desejados. As variáveis incontroláveis, como variações no céu, devem ser mapeadas, avaliadas e dimensionadas, considerando-se os diferentes contextos possíveis ao longo do dia e do ano.

Os resultados de pesquisas em ambientes de trabalho deixam claro que, para os usuários, as condições de iluminação são consideradas mais importantes que aspectos como mobiliário e acabamentos (VEITCH, 2001). Stein, Reynolds e McGuiness (1986, *apud* VEITCH, 2001) definem qualidade luminosa como todos os aspectos em uma instalação que não estão conectados à quantidade de iluminação. Entretanto, esta definição considera apenas as consequências das condições luminosas imediatas nos usuários.

Uma das pesquisas de referência, cujo objetivo era verificar eventuais efeitos da iluminação natural no desempenho escolar, foi apresentada por Heschong (1999), a qual avaliou as condições de iluminação em, aproximadamente, 2000 salas de aula. Suas conclusões foram corroboradas por pesquisas complementares (LACKNEY, 1997; HESCHONG MAHONE GROUP, 2001, 2003, 2003b; NICKLAS et al., 2009), cujos resultados elencam como vantagens qualitativas da luz natural, em comparação com a luz artificial:

- i. distribuição da luz mais adequada: a iluminação artificial, em geral, está direcionada para os planos de trabalho. Por isso, as superfícies horizontais são mais iluminadas que as superfícies verticais. Em ambientes que propiciam o acesso da luz natural, a iluminação das superfícies verticais é mais eficiente e, conseqüentemente, o ambiente fica mais confortável visualmente;
- ii. melhor distribuição espectral: enquanto a luz natural apresenta uma distribuição espectral equilibrada, a luz artificial tende a ser mais acentuada em algumas frequências. Apesar do espectro luminoso da luz natural mudar ao longo do dia, a luz natural tem uma melhor reprodução de cor que a artificial;
- iii. fluxo luminoso contínuo: a iluminação artificial apresenta oscilações devido à alternância da corrente elétrica. Esta característica está

relacionada com inúmeros sintomas, como dores de cabeça, cansaço visual e déficit de atenção. A luz natural, por sua vez, incide por meio de fluxo contínuo.

O esquema apresentando as relações entre o ambiente luminoso e o desempenho dos alunos pode ser visto na Figura 9.

Figura 9. Modelo conceitual: relações entre conforto visual e desempenho acadêmico
 Fonte: VEITCH, 2001, p. 20, tradução nossa.

Portanto, para a realização de um projeto eficiente, considerando as condições de conforto visual em um ambiente de ensino, devem ser contemplados, no mínimo: as relações de proporção entre as diferentes luminâncias, as refletâncias das superfícies relevantes (por exemplo: paredes, forros, pisos, planos de trabalho) do ambiente em questão, o controle de ofuscamento, a distribuição dos raios solares refletidos, a integração entre os sistemas de iluminação artificial e natural, o uso racional das fontes de energia disponíveis, os custos, a vida útil e a manutenção necessária (RAPOPORT, 1972; GUZOWSKI, 2000).

Scarazzato (1993) destaca a importância da APO no sentido de contribuir para a melhoria qualitativa dos ambientes construídos, permitindo uma maior

integração dos sistemas de iluminação natural e artificial, além de prover informações que permitam a realimentação do projeto e a redução no desperdício de energia.

Um dos aspectos que devem ser observados é o tratamento dado às superfícies. Na Figura 10 são apresentadas diferentes relações entre a refletância de superfícies em ambientes. A figura da esquerda apresenta superfícies com acabamentos mais escuros (a saber: forro com 70%, paredes com 40% e piso com 20% de refletância). Já as superfícies da figura da direita possuem refletâncias de 90%, 70% e 40%, respectivamente, para forro, paredes e piso, situação que fornece 55% mais luz na superfície de trabalho quando comparada à primeira opção e permite a melhor distribuição da luz natural, criando um ambiente mais confortável.

Figura 10. Recomendações para a especificação de materiais: refletâncias
 Fonte: NORTHEAST ENERGY EFFICIENCY PARTNERSHIPS, 2002, p. 2.

A distribuição das luminâncias pelo ambiente afeta o julgamento estético e os níveis de satisfação dos usuários. Nesse processo de avaliação, há um elemento subjetivo: como o ambiente faz o usuário se sentir.

A iluminação é capaz de direcionar a atenção do usuário a elementos particulares do ambiente. Por exemplo, níveis diferentes de luminância maiores no plano de trabalho são capazes de focar a atenção do usuário, aumentando a sua produtividade. Dentre os aspectos determinantes para a qualidade luminosa está a uniformidade dos níveis de iluminância no plano de trabalho. A luminância de superfícies verticais periféricas à área de trabalho também parece ser determinante para a satisfação do usuário. Usuários tendem a preferir paredes claras às escuras, desde que não provoquem reflexões ou ofuscamento (IESNA, 2000).

É intuitiva a percepção de que o ofuscamento deve ser evitado nos ambientes luminosos. Ele pode ser proveniente de incidência de luz direta do sol e das luminárias, níveis de contraste acentuados próximos ao campo de visão e reflexões (VEITCH, 2001). Entretanto, a inexistência de contrastes no ambiente também é apontada como um aspecto negativo.

Diferenças de luminâncias suficientes para dirigir a atenção, despertar o interesse e proporcionar diversidade visual são aspectos a serem observados visando a proporcionar um ambiente aprazível para o usuário.

O ofuscamento, segundo a Commission Internationale de L'éclairage (1983), é a condição de desconforto ou de redução da capacidade visual de perceber objetos significantes. Ele pode ser causado por:

- distribuição desfavorável das luminâncias;
- brilhos intensos;
- contraste excessivo.

O ofuscamento direto se dá devido a uma fonte luminosa situada na mesma ou aproximadamente na mesma direção do objeto observado. Já o ofuscamento indireto acontece devido a uma fonte luminosa situada numa direção diferente daquela do objeto observado. Também pode acontecer o ofuscamento por reflexão, produzido por reflexões especulares provenientes de fontes luminosas, especialmente quando as imagens refletidas aparecem na mesma ou aproximadamente na mesma direção do objeto observado. Se há muita diferença entre os níveis de luminância de duas superfícies, o olho humano demora um período de tempo para se adaptar à nova condição (Figura 11).

Recomendações para contraste em sala de aula:

Relação entre luminância das superfícies da sala de aula e o plano de trabalho dos alunos:

superfícies médias

Entre $1/3$ e 3 x a luminância do plano de trabalho

superfícies com luminâncias máximas (ex. janelas)

Entre $1/10$ e 10 x a luminância do plano de trabalho

A iluminação disponível no quadro deve ser pelo menos igual à verificada no plano de trabalho (carteira), ou o dobro deste nível, em caso de quadros negros ou verdes.
As extremidades da lousa não devem apresentar brilho menor que $1/3$ do verificado em sua parte central.
As superfícies mais iluminadas devem ser as carteiras e a lousa.

Figura 11. Recomendações envolvendo níveis de contraste em sala de aula
Adaptado de NORTHEAST ENERGY EFFICIENCY PARTNERSHIPS, 2002, p. 8.

Níveis de luminância inadequados no ambiente visual interferem na habilidade para o desempenho de uma determinada tarefa, a qual varia de acordo com a idade da pessoa. Dentre as estratégias para a redução do desconforto por ofuscamento, estão (KAUFMAN, 1987):

- diminuição das fontes de luz (luminárias, janelas e domus);
- diminuição da área com níveis de luminância desconfortáveis;
- melhor distribuição da iluminação natural e artificial;
- alteração do ângulo de incidência da fonte de luz;
- aumento dos níveis gerais de luminância do ambiente.

4.3 CONFORTO ACÚSTICO

Quanto ao conforto acústico em ambientes destinados ao aprendizado, altos níveis de ruído de fundo podem interferir na comunicação, tornando-se uma barreira para o aprendizado. Em salas de aula com condições acústicas adequadas, o aprendizado se torna menos cansativo e de melhor qualidade, proporcionando maior interação entre professor e aluno, menos necessidade de repetição e maior clareza e compreensão (ANSI, 2010).

O som pode ser transmitido pelo ar, o que inclui a propagação por vazios e áreas não seladas da construção e a propagação pelos elementos estruturais do edifício, o que caracteriza o ruído de impacto. Os níveis sonoros têm uma relação logarítmica, de forma que 70 dB(A) são dez vezes mais fortes que 60 dB(A) e 80 dB(A) são cem vezes mais fortes que 60 dB(A).

Turner (1970) concluiu que os níveis sonoros do interior dos edifícios escolares apontaram uma relação direta com os níveis sonoros externos. Contribui para o agravamento dessa situação o aumento acentuado dos níveis sonoros em função da mecanização e da urbanização de nossa sociedade.

Segundo a Federal Aviation Administration (1997), as interferências que dificultam a audição clara da palavra falada ocorrem devido a vários fatores, a saber:

- i. nível e espectro contidos no ruído de fundo;
- ii. características espectrais e esforço de voz da pessoa que fala;
- iii. forma de propagação da voz do discursante para o(s) ouvinte(s).

Para uma comunicação interna típica, conduzida sem a ajuda de amplificadores, esta propagação depende de distância de separação entre o falante e o ouvinte(s) e da acústica da sala;

- iv. ruído gerado em áreas externas (por exemplo: quadras de esportes, aeronaves) e transmitido para o interior do edifício.

Seep et al. (2000) destacam que, para a comunicação falada eficiente em uma situação de sala de aula, é necessário considerar que:

- i. um ambiente deve apresentar níveis sonoros adequados ao aprendizado, uma vez que repetidas interrupções de curta

duração na comunicação falada podem degradar o fluxo da instrução verbal;

- ii. crianças não são tão familiarizadas, quanto os adultos, com a linguagem e, de acordo com pesquisas existentes, deve haver níveis de ruído de fundo mais baixos, para que elas atinjam o mesmo grau de compreensão que os adultos.

O nível de pressão sonora da fala humana está entre 50 dB(A) e 70 dB(A) (SEEP et al., 2000), sendo que os fonemas vibram em diferentes frequências sonoras. A maior parte dos fonemas da fala humana está entre 500 e 2000 Hz, devendo ser considerada esta faixa para efeitos de dimensionamento, tratamentos acústicos ou cálculos de índice de reverberação.

Um método padrão de determinação da eficiência da palavra falada, baseado no índice de articulação (AI), foi utilizado para prever os efeitos, na assimilação da palavra falada, dos níveis sonoros em uma classe hipotética (Figura 12).

Figura 12. Índices de articulação da palavra falada em função do nível de ruído, considerando a comunicação em sala de aula

Fonte: Federal Aviation Administration, 1977, p. 31, tradução nossa.

Ao considerar os efeitos acumulativos de ambientes destinados ao aprendizado, isto é, as sucessivas perdas no rendimento dos alunos ao longo de sua vida acadêmica, é possível vislumbrar a dimensão da importância do tratamento

acústico adequado em salas de aula destinadas a crianças menores.

Considerando a inteligibilidade da palavra falada, ambientes barulhentos podem ser parcialmente amenizados com o aumento da voz do professor, o que, potencialmente, pode levar à fadiga das cordas vocais. Há ainda evidências da redução das interações verbais entre professores e alunos em salas de aula ruidosas. Nestas condições, o nível da voz de um professor chega a atingir 10 dB(A) ou mais acima de seu nível médio, potencializando a condição de fadiga vocal (SUTHERLAND, LUBMAN, 2001).

O índice de inteligibilidade também é dado em função da idade da criança. Segundo a ANSI/ASA S12.60 (ANSI/ASA, 2002), a comunicação por meio da palavra falada é uma tarefa complexa, a qual requer uma maturidade neurológica que somente é atingida em seres humanos entre 13 e 15 anos de idade. Crianças com dificuldades de expressão e de proficiência também necessitam de ambientes acusticamente mais favoráveis, apresentando índices de inteligibilidade estimados entre 10% e 40% menores que a média em ambientes considerados acusticamente favoráveis.

A investigação das condições acústicas de ambientes de aprendizado e a saúde das crianças permite observar os efeitos negativos importantes para a formação dos alunos (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 1977; EVANS, MAXWELL 1997; STANSFELD, MATHESON, 2003; DOCKREL, SHIELD, 2002; CLARK et al., 2005; HAINES et al., 2001).

Segundo Stansfeld e Matheson (2003) e Clark et al. (2005), estão entre os efeitos negativos em ambientes de ensino com relação comprovada com os níveis sonoros inadequados:

- i. efeitos fisiológicos: a exposição ao ruído causa respostas fisiológicas por meio do sistema nervoso autônomo. Estas alterações incluem o aumento dos batimentos cardíacos e da pressão arterial, vasoconstrição periférica e o consequente aumento da resistência vascular periférica. Também foi identificada a condição de pressão sanguínea elevada em crianças sujeitas a altos níveis sonoros em suas escolas ou residências (exemplo: trens, tráfego intenso, aeroportos). Uma vez que não foi observada a adaptabilidade do corpo humano aos níveis sonoros elevados, a

importância desta constatação deve ser considerada em função de seus possíveis efeitos de longo prazo. No caso de comunidades expostas ao ruído de aeroportos e ferrovias, há evidências, inclusive, de relações entre a hipertensão e o ruído ambiental como um fator de risco de doenças coronárias, além de disfunções hormonais,⁴ o que reforça seu papel como um agente estressor;

- ii. sintomas físicos: estão entre os sintomas relatados por usuários de ambientes com altos níveis sonoros, como é o caso de escolas: náuseas; dores de cabeça; mudanças no humor; ansiedade; distúrbios do sono, depressão, nervosismo e desordem mental;
- iii. efeitos motivacionais: os professores de crianças expostas a níveis sonoros não controlados relataram dificuldade em motivar os alunos no desenvolvimento de seus trabalhos. Também foi identificada, nessas crianças, menor tolerância à frustração do que em crianças sujeitas a níveis sonoros adequados. Em crianças mais jovens, com 12 meses de idade, moradoras em áreas sistematicamente sujeitas a picos de ruído acima de 95 dB(A), foi observado que seu interesse por brinquedos era menor que das crianças moradoras em casas mais silenciosas. Há ainda evidências de que a exposição ao ruído pode inibir o comportamento solidário, aumentar a agressividade e reduzir a interação social;
- iv. efeitos cognitivos: quando submetidas a tarefas que necessitem de atenção especial, são documentados os efeitos negativos do ruído, no desempenho de desempenho de tarefas, como leitura e compreensão de textos.

Também foi verificado que, em caso de exposição de crianças ao ruído excessivo crônico, é maior a incidência de déficit de atenção, menor a capacidade de articular e distinguir sons específicos da fala (DOCKRELL; SHIELD, 2002).

Assim, a atenção ao conforto acústico em projetos constitui-se em aspecto de grande importância para o uso adequado de ambientes destinados ao ensino-

⁴ A exposição súbita ao ruído pode estimular a secreção de catecolaminas e precipitar a disritmia cardíaca. Indivíduos sujeitos a altas intensidades de ruído apresentam ainda respostas endócrinas perante essa exposição, e consequentes taxas elevadas de noradrenalina, adrenalina e cortisol (STANSFELD, MATHESON, 2003).

aprendizagem.

A norma ANSI/ASA S12.60:2002 (ANSI/ASA, 2002) estabelece critérios para o desempenho acústico, bem como parâmetros e diretrizes de projeto para edificações escolares. Níveis sonoros acima de 70 dB(A) em ambientes destinados ao aprendizado causam interferência no relacionamento formal entre professor e aluno. Níveis sonoros próximos a 80 dB(A) são toleráveis apenas em refeitórios ou ginásios, em situações em que os alunos estão divididos em grupos pequenos. Além disso, pessoas frequentemente submetidas a níveis sonoros a partir de 70 dB(A), podem apresentar prejuízo da audição a longo prazo.

A norma técnica brasileira NBR 10152:87 (ABNT, 1987) atribui os intervalos apropriados de ruído ambiente, conforme a finalidade característica do recinto. A norma regulamentadora NR 15 (MINISTÉRIO DO TRABALHO, 1978) fixa os períodos máximos de exposição dos usuários em função dos níveis sonoros a que estão submetidos. Para o tratamento acústico de ambientes fechados, devem ser observadas as orientações da NBR 12179:1992 (ABNT, 1992).

Em sala de aula, a ABNT estipula o limite de ruído de fundo entre 40 e 50 dB(A). No pátio, na hora do recreio, deve ser observado o limite internacional de 65 dB(A). A partir deste limite, os usuários começam a estar sujeitos a danos à saúde.

No caso da cidade de São Paulo, existe ainda o PSIU, de abrangência municipal, fundado em 1994, pela lei 11.501, que atua nas áreas educativa e fiscalizadora.

Segundo o PSIU (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 2006), dentre as medidas que podem ser adotadas para a redução dos níveis sonoros em atividades escolares podem ser citadas as que seguem:

Medidas preventivas e construtivas:

- atentar ao posicionamento do pátio em relação à posição das salas de aula durante a elaboração do projeto arquitetônico;
- observar a necessidade de tratamento acústico em sala de aula.

Medidas educativas:

- promover debates nas escolas sobre a poluição sonora, divulgando textos sobre doenças que podem ser causadas pelo barulho excessivo.

Nos Quadros 1, 2 e 3, são apresentadas as recomendações da ANSI e da ABNT para edifícios escolares.

Quadro 1. Níveis de isolamento mínimo entre salas de aulas e ambientes adjacentes (Sound Transmission Class - STC)

Ambiente adjacente	Nível de isolamento mínimo – STC, em dB(A)
Outros ambientes de aprendizado/ambulatórios/outros ambientes ao ar livre	50
Sanitários de uso público ou comum/vestiários	53
Corredores/escadarias/escritórios/auditórios	45
Salas de música/quadras/refeitórios	60

Fonte: ANSI/ASA S 12.60:2010 (ANSI/ASA, 2010), p. 24.

Quadro 2. Intervalos apropriados para o nível sonoro do ambiente, em dB(A), num recinto de edificação, conforme o uso

Uso previsto	Nível sonoro ambiente, em dB(A)
Salas de aula, salas de música e salas de desenho	40-50
Bibliotecas	35-45
Circulação	45-55

Fonte: NBR 10152:1987 (ABNT, 1987), p.2.

Quadro 3. Valores máximos de ruído de fundo e tempo de reverberação para ambientes de aprendizado mobiliados e desocupados

Sala de aula (m ³)	Nível equivalente ao longo de uma hora, em dB(A)
Volume < 283	35
283 > Volume < 566	35
Volume > 566 e todos os ambientes de aprendizado auxiliares	40*

* Quando corredores não provêem acesso para as salas de aulas, estes níveis podem ser aumentados para 45 dB(A).

Fonte: ANSI/ASA S 12.60:2010 (ANSI/ASA, 2010), p. 6.

Para a verificação dos níveis de pressão sonora, as medições foram realizadas conforme a orientação NBR 10152:87 (ABNT, 1987).

Outro aspecto fundamental para a qualidade de um ambiente, do ponto de vista do conforto acústico, é o tempo de reverberação.

Tempo de reverberação é a persistência do som em um ambiente fechado,

considerado a partir do momento em que a fonte sonora deixa de emití-lo. Esse fenômeno se dá pela reflexão resultante nos elementos construtivos, e o intervalo de tempo necessário para o som decair em 60 dB(A) é definido a partir do seu nível inicial. Abaixo é apresentada a fórmula de Sabine, utilizada para o cálculo do tempo de reverberação:

$$RT(60) = \frac{0,161 V}{\sum S \alpha}$$

RT(60) = tempo de reverberação (segundos);

V = volume da sala (m³);

S = área da superfície (m²);

α = coeficiente de absorção do material(ais) em uma dada frequência;

Σ = indica o somatório de S vezes α para todas as superfícies da sala.

O Gráfico 2 apresenta os tempos de reverberação adequados para ambientes escolares.

Gráfico 2. Tempos de reverberação adequados (em segundos) para várias salas tipicamente encontradas em instalações escolares.

Fonte: SEEP et al., 2000, p 03, tradução nossa.

Com base nos tempos de reverberação apresentados, é possível notar que as salas de aulas possuem necessidades bastante diversas dos ambientes destinados à socialização ou à prática de atividades esportivas e de ensaios musicais. Portanto,

os tratamentos dados a estes ambientes devem ser específicos e em conformidade com o uso previsto.

4.4 CONFORTO TÉRMICO, VENTILAÇÃO E QUALIDADE DO AR

Para que um edifício apresente um desempenho térmico satisfatório, é necessário que sejam consideradas, desde as fases iniciais de projeto, as condições climáticas locais.

São aspectos importantes para a obtenção de condições de conforto térmico adequado: temperatura do ar; temperatura radiante média; velocidade do ar; umidade relativa; tipo de vestimenta utilizada (Clo) e as características das atividades desenvolvidas, conforme o disposto na norma ASHRAE 55:2004 (ASHRAE, 2004):

- i. temperatura do ar: afeta a temperatura interna de um ambiente e, consequentemente, o nível de conforto dos usuários. Sua temperatura está relacionada à taxa de perda ou ganho de calor, por meio da convecção;
- ii. velocidade do ar: interfere na taxa de perda de calor do corpo do usuário, devido à convecção;
- iii. temperatura média radiante: corresponde à temperatura média obtida proveniente da radiação de elementos em um determinado ambiente. O calor radiante pode causar desconforto a pessoas próximas a superfícies expostas à incidência solar direta, como paredes e forros. Por outro lado, uma grande área envidraçada pode apresentar temperatura radiante baixa em dias frios.
- iv. umidade relativa: consiste em um fator importante para que se possa atingir condições de conforto térmico, uma vez que sua elevação reduz a capacidade de perda de calor pela evaporação. Níveis de umidade muito altos ou muito baixos também podem causar desconforto aos usuários.

Outro aspecto a ser considerado para a avaliação das condições de conforto térmico consiste na capacidade que o organismo apresenta de se adaptar, após

algum tempo de exposição, às condições climáticas predominantes.

As condições térmicas consideradas adequadas foram avaliadas em várias pesquisas, por meio de processos empíricos, os quais apresentavam procedimentos e índices para a predição das condições de conforto térmico (MONTEIRO, ALUCCI, 2007).

Para projetos de ambientes escolares, a densidade da ocupação do ambiente, bem como o sistema de iluminação artificial, a quantidade de computadores e os ganhos solares são fatores relevantes para as condições de conforto térmico dos ambientes (MINISTRY OF EDUCATION, 2007b).

Assim como no caso do conforto visual e do conforto acústico, a atenção às condições de conforto térmico é relevante para o bom desempenho escolar. Kats (2006, *apud* ASHRAE, 2008) realizou uma revisão bibliográfica envolvendo qualidade de ar e desempenho escolar, tendo encontrado uma melhora de produtividade entre 2% e 25% nos alunos submetidos a condições satisfatórias de conforto térmico e ventilação.

A ventilação tem a função de renovar o ar de um edifício, provendo oxigênio e removendo impurezas, contaminantes, produtos químicos e produtos da atividade humana (como a respiração e odores corporais). Um dos aspectos considerados primordiais para o bom desempenho de alunos, professores e funcionários da escola é a qualidade do ar em seus ambientes (PRADO, 2003).

Pesquisas relacionando a qualidade do ar e o desempenho escolar (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2002; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2003) encontraram, em ambientes sem condições de qualidade do ar adequadas, maior incidência de:

- i. irritações nos olhos, nariz e boca;
- ii. infecções respiratórias;
- iii. náuseas;
- iv. dores de cabeça;
- v. fadiga;
- vi. sonolência;
- vii. redução da capacidade de raciocínio, concentração, cálculo e memorização;
- viii. faltas.

Os aspectos acima apresentados estão relacionados com a síndrome dos edifícios doentes. Alunos e professores doentes, conseqüentemente, apresentam desempenho inferior ao de pessoas saudáveis (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2000; PRADO, 2003).

As condições de temperatura e de umidade afetam o organismo e podem permitir a proliferação de bactérias e mofo. É importante ponderar que os estudos que avaliam a qualidade do ar em escolas elaborados pela EPA consideram, entretanto, em especial, edifícios com sistema de ar-condicionado, aquecimento e ventilação mecânica. Porém, os efeitos da ventilação insuficiente e do ar de qualidade inadequada também se aplicam a edificações com ventilação natural.

Sabe-se ainda que taxas de ventilação inadequadas podem causar a asfixia de seus usuários e que condições de confinamento em ambientes podem causar acidentes fatais, os quais constituem tragédias recorrentes (NIOSH, 1986). Dentre os aspectos que potencializam esta situação, estão:

- i. ventilação natural deficiente;
- ii. baixos níveis de oxigênio no ambiente.

No caso das escolas, usualmente as condições de ventilação não são tão extremas quanto às citadas acima. Ainda assim, é possível identificar os efeitos nocivos da falta de ventilação adequada. A atenção a este aspecto se torna fundamental em salas de aula, uma vez que estas possuem uma taxa de ocupação elevada e são ambientes de longa permanência. Outro aspecto a ser considerado é que crianças consomem, em sua respiração, um volume proporcionalmente maior de ar que adultos, tornando mais crítica sua exposição a ambientes com qualidade de ar inadequadas (KENNEDY, 2001; MCGOVERN, 1998; MOORE, 1998, *apud* SCHENEIDER, 2002; MÜELLER, 2007).

A norma internacional ANSI/ASHRAE 62.1/2007 (ANSI/ASHRAE, 2007) estabelece os seguintes critérios mínimos de ventilação para salas de aula e escolas (Quadro 4).

Quadro 4. Índices mínimos para a ventilação em salas de aula e escolas

Considerando a taxa de ocupação	5 l/s por pessoa
Considerando a área de piso	0,6 l/s por m ² de piso

A mesma norma menciona a necessidade de investigação da qualidade do ar externo quanto à presença de poluentes (ANSI/ASHRAE, 2007)⁵.

A inalação de elementos poluentes pode agravar problemas respiratórios e cardiovasculares, fibrose pulmonar, tumores do pulmão, entre outros efeitos colaterais. Alguns contaminantes biológicos podem também provocar reações alérgicas, pneumonia, rinite alérgica e asma. Destaca-se ainda que doenças infecciosas, tais como gripe, sarampo e catapora, são transmitidas pelo ar.

Finalmente, níveis muito altos de umidade relativa podem potencializar o crescimento de fungos ou mofo, os quais liberam toxinas que podem causar doenças. Os sintomas dos problemas de saúde causados por poluentes biológicos podem incluir: espirros; irritação ocular; tosse; dificuldade de respiração; vertigem; letargia; febre e problemas digestivos.

Dentre as relações diretas entre a qualidade do ar e o aprendizado, é possível citar a menor concentração de dióxido de carbono (maiores taxas de ventilação) associada ao menor tempo de reação dos alunos e ao melhor desempenho escolar (MYHRVOLD et al., 1996, *apud* EPA, 2002).

Para a avaliação das condições de conforto térmico e da ventilação, é necessário considerar uma abordagem criteriosa, uma vez que não há no Brasil diretrizes específicas envolvendo critérios mínimos de desempenho para edifícios escolares com ventilação natural.

A elaboração de cálculos de desempenho térmico e de ventilação (FROTA, SCHIFFER, 2001) permite a avaliação do desempenho ambiental do local considerando estes aspectos, por meio da aplicação de um método prescritivo.

A NBR 15220:2005 (ABNT, 2005) apresenta o zoneamento bioclimático brasileiro, apresentando valores mínimos, quanto à capacidade térmica, para os sistemas construtivos que compõem a envoltória de uma edificação. Entretanto, esta norma não estabelece os critérios de desempenho mínimos para o ambiente construído.

No que diz respeito à ventilação, a ANVISA reconhece, por meio da Portaria

⁵ A saber: dióxido de enxofre (anidro sulfuroso); partículas PM 10 (que apresentam diâmetro igual ou menor a 10 micrômetros); monóxido de carbono; oxidantes (ozônio); dióxido de nitrogênio e chumbo.

MS nº 3.523/1998, a importância das taxas mínimas de renovação de ar e do controle de partículas prejudiciais à saúde, embora as recomendações estejam direcionadas a ambientes climatizados (ANVISA, 1998).

Normas apresentadas pela ASHRAE e CIBSE (ABNT, 2007; CIBSE, 2005), bem como as diretrizes elaboradas pela EPA (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2009), apresentam critérios para a renovação mínima de ar. As pesquisas dedicadas à avaliação das condições da ventilação em ambientes de ensino (FISK et al., 2003, FISK, SEPPANEN, 2007; UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2002, 2003, 2009) destacam a importância da ventilação adequada para o aprendizado.

A ABNT adota uma abordagem baseada nos critérios apresentados pela ASHRAE e, embora tenha divulgado em 2009, por meio da NBR 16401 (ABNT, 2009) diretrizes obrigando à renovação de ar mínima em ambientes, as recomendações limitam seu escopo a ambientes servidos por sistemas de ar-condicionado.

Apesar disso, os efeitos prejudiciais da renovação de ar insuficiente e da existência de partículas em nível superior ao estipulado pelos órgãos de saúde se aplicam também a ambientes com ventilação natural.

Uma das maneiras de se avaliar estes aspectos é por meio de simulações computacionais, cuja metodologia é endossada pelo USDOE, com base em diretrizes da ASHRAE.

A ASHRAE 55-2004 aponta diretrizes para a avaliação das condições de conforto térmico para a ocupação humana, considerando os seguintes aspectos:

- temperatura;
- radiação térmica;
- umidade;
- velocidade do ar;
- atividades pessoais desenvolvidas no ambiente; e
- tipo de vestimenta adotada pelos usuários.

Nessa norma, é admitida a dificuldade em determinar os parâmetros para um projeto confortável do ponto de vista do conforto térmico, uma vez que os níveis de satisfação variam entre os usuários, em função de características pessoais físicas e

psicológicas. Dessa forma, ela não conclui por diretrizes específicas envolvendo os sistemas e a envoltória de edifícios, de modo a estipular como o projeto deve ser elaborado. Ao invés disso, é avaliada a inter-relação dos seis fatores relacionados ao conforto térmico por meio de um método prescritivo ou de simulação computacional elaborado em função do desempenho térmico dos sistemas construtivos, temperaturas externas e coeficientes de sombreamento dos vidros, quantidade de usuários e respectivas atividades e vestimentas.

A Figura 13 apresenta um esquema para a avaliação do potencial de condicionamento passivo de um projeto, de modo a possibilitar a adoção do sistema mais adequado de ventilação e, se for o caso, de climatização. Um ambiente com ventilação natural que não obedeça aos critérios mínimos de desempenho térmico está sacrificando o conforto do usuário, podendo causar sua exposição em condições de desconforto em número de horas acima do previsto pela norma ASHRAE 55/2004 (ASHRAE, 2004).

Figura 13. Avaliação do potencial de adoção de um sistema de ventilação natural de um ambiente
 Fonte: Adaptado pela pesquisadora a partir de CIBSE, 2005, p.9 e ASHRAE, 2004, figura 5.3, p. 10.

Para efeitos de ambientes condicionados naturalmente, na ASHRAE 55:2004 (ASHRAE, 2004) é considerada a adaptabilidade dos usuários ao ambiente construído levando-se em conta apenas a abertura e o fechamento de janelas. Para tanto, o ambiente deve ser equipado com janelas operáveis. Para este caso, as temperaturas internas devem obedecer aos limites de 80% e 90% de aceitabilidade térmica, ou seja, quando, respectivamente, 80% e 90% dos usuários se encontram em condições satisfatórias de conforto térmico (Gráfico 3). Esta avaliação leva em

consideração apenas as temperaturas internas, considerando o clima externo. Dessa forma, não é avaliado o impacto das vestimentas, da umidade ou da velocidade do ar no ambiente objeto da investigação.

Gráfico 3. Critérios para a avaliação de ambientes com condicionamento passivo
Fonte: ASHRAE, 2004, Figura 5.3, p. 10, tradução nossa.

Na ASHRAE 55:2004 (ASHRAE, 2004) é sugerida a aplicação de uma pesquisa para a verificação da porcentagem de usuários satisfeitos. Pretende-se desta maneira estabelecer critérios para a verificação das condições do ambiente construído e das impressões pessoais relacionadas a este, do ponto de vista do conforto térmico, considerando a complexidade de suas inter-relações. Entretanto, este método não aborda outros aspectos que possam estar relacionados à condição de desconforto, como a qualidade do ar devido a contaminantes físicos, químicos ou biológicos, as condições de conforto acústico e a iluminação.

A norma ANSI/ASHRAE 62.1:2007 (ANSI/ASHRAE, 2007), embora se dedique à regulamentação principalmente de ambientes climatizados, especifica critérios de ventilação mínima necessária para fornecer qualidade ambiental no interior do edifício. Segundo esta norma, a qualidade de ar aceitável se dá quando não há contaminantes em concentrações que ofereçam perigo à saúde e 80% ou mais dos usuários não expressam insatisfação quanto a este aspecto.

Também é determinado pela mesma norma que a qualidade do ar externo seja investigada, de modo a fornecer informações regionais e locais quanto à exposição a contaminantes nocivos à saúde.

5. APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

As escolas construídas pelo governo do Estado de São Paulo em estrutura pré-fabricada, a partir de 2003, na Região Metropolitana de São Paulo, estão, em geral, situadas em bairros periféricos.

Para os estudos de caso avaliados para esta pesquisa, optou-se por escolher edifícios escolares localizados em diferentes bairros, evitando assim possíveis distorções dos resultados obtidos quanto a especificidades de uma determinada região (Figura 14).

Figura 14. Localização geográfica dos estudos de caso (Escolas A, B e C)
Fonte: GoogleEarth, 2009, acesso em 20 mai. 2009.

Para a seleção dos estudos de caso, foram adotados os seguintes critérios:

- localização em bairros em desenvolvimento, com infraestrutura urbana em consolidação;
- programa de necessidades compatível com a revisão realizada em 2003 pela SEE;

- tecnologia construtiva constituída por elementos estruturais pré-fabricados;
- atendimento a alunos do Ciclo II⁶;
- período de ocupação superior a um ano.

O requisito para a aplicação da APO é de que o ambiente construído esteja ocupado há mais de um ano, de modo a possibilitar a avaliação das soluções arquitetônicas e a eficiência do ambiente construído e das instalações considerando as variações climáticas locais, a efetiva operação dos equipamentos instalados e a satisfação dos usuários.

Os dados sobre o tempo de operação dos edifícios escolares avaliados (que devem superar um ano) e a faixa etária dos estudantes atendidos em cada caso foram fornecidos pela FDE.

A partir de uma prévia revisão bibliográfica, para a verificação de aspectos relevantes ao desempenho dos alunos e diretrizes de boas práticas aplicadas em diferentes programas para a qualidade de edifícios escolares, foram definidos os objetos de investigação para a pesquisa, considerando seu possível impacto no aprendizado dos alunos.

Serra (2006) avalia que uma das maiores dificuldades enfrentadas pelo pesquisador durante a coleta de dados é a definição do tamanho da amostra, de forma a identificar quantos objetos, eventos ou ensaios são suficientes para o embasamento da pesquisa.

No caso das escolas objetos deste estudo, estabelecemos os seguintes critérios:

- i. Universo: escolas estaduais paulistas, em estrutura pré-fabricada, instaladas em áreas caracterizadas pela carência de infraestrutura e equipamentos públicos. Consequentemente, os respectivos projetos foram desenvolvidos em terrenos com elevado grau de dificuldade para a implantação do edifício e a acomodação do programa.
- ii. Escolha dos objetos: foram identificadas escolas com estas

⁶ No Brasil, o ensino fundamental obrigatório tem duração de nove anos (atende crianças entre 6 e 14 anos). Ele é dividido em: Ciclo I – do 1º ao 4º ano – e Ciclo II – do 5º ao 8º ano (disponível em: <<http://www.mec.gov.br>>, acesso em 5 mar. 2010).

características em diferentes bairros da Região Metropolitana de São Paulo, optando-se por três edifícios escolares com tecnologia construtiva semelhante, localizados, respectivamente, em Bairro dos Pimentas (Guarulhos), Guaianases (São Paulo) e Campo Limpo (São Paulo), de forma a abranger populações com características socioeconômicas semelhantes, embora com especificidades quanto à percepção urbana e ao histórico migratório.

5.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

O edifício escolar público está presente na sociedade brasileira desde a última década do século XIX, quando, após a proclamação da República, ganharam força discussões sobre instrução pública, que resultaram nos primeiros edifícios, construídos a partir de 1893. Deste período até os dias atuais, a sociedade sofreu modificações profundas nas esferas social, cultural e econômica.

No que diz respeito ao planejamento de edifícios públicos escolares brasileiros, à elaboração e à gestão dos programas, nos níveis de educação fundamental e básico, é delegada às esferas municipal e estadual.

É possível observar uma tendência ao planejamento que prioriza a abordagem quantitativa, em resposta à pressão de demanda sobre o sistema público educacional, a partir da década de 1960. Lima (1995) destaca que a abertura dos serviços educativos às camadas mais carentes da sociedade ocorreu pela pressão popular e em função das exigências mercadológicas.

As escolas avaliadas nesta pesquisa são geridas pela Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE), que foi criada em 1987, dando sequência ao trabalho desenvolvido pelo CONESP e pelo DOP (Gráfico 4). A rede de escolas sob administração estadual contava, em 2007, com, aproximadamente, cinco mil e quinhentos edifícios, que atendiam, nesse período, cerca de cinco milhões de alunos (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2007).

Gráfico 4. Cronologia – Departamentos públicos responsáveis pelas construções de interesse social
Fonte: FERREIRA, MELLO, 2006, p. 19.

Entre 1996 e 2004, as escolas construídas foram obrigadas a administrar condições como demanda por vagas em áreas periféricas, em geral situadas a grandes distâncias da região central de São Paulo.

Para que se possa compreender o sistema de gestão da FDE, é necessário avaliar as dimensões e a complexidade envolvidas nos processos de planejamento, projeto, construção, gestão e manutenção dessas escolas (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2007), o que é possível observar por meio da avaliação dos indicadores apresentados no Quadro 5.

Quadro 5. Indicadores quantitativos referentes à rede de escolas estaduais paulistas

Novas escolas em 2007	12
Total de reformas	1.852
Total de alunos atendidos	5,1 milhões
Alunos avaliados pelo SARESP	2 milhões
Carteiras escolares	300 mil
Funcionários	42 mil
Professores	250 mil
Edifícios escolares	5.223
Municípios atendidos pela rede	645

Dados extraídos do Relatório de Atividades FDE – 2007, disponível em:
<http://www.fde.sp.gov.br/Arquivo/relatorio_fde_web.pdf>, acesso em 10 jun. 2009.

No início do século XX, as escolas eram construídas em locais consolidados e urbanizados, caracterizadas pela simetria, existência de alas para a separação por gênero, construídas em geral com materiais nobres, por meio de um processo essencialmente artesanal (FERREIRA, MELLO, 2006), incompatíveis, portanto, com

a crescente demanda e modernização do sistema de ensino.

Durante a última década do século XX, o perfil da demanda por vagas na Região Metropolitana de São Paulo assumiu características peculiares: enquanto os bairros mais antigos, localizados em áreas centrais, apresentaram decréscimo em sua população infantil, os bairros da periferia tiveram comportamento inverso, o que resultou em um significativo aumento da necessidade de vagas escolares em áreas caracterizadas por construções informais, falta de infraestrutura urbana e escassez de terrenos públicos.

A crescente demanda por vagas em localidades mais distantes, com infraestrutura precária, ou até mesmo inexistente, introduz novos problemas ao já complexo processo de planejamento do edifício escolar público. Nesse novo contexto, também passaram a se destacar a carência de áreas de lazer e o predomínio de edifícios informais.

Ao passo que o aspecto da localização passa a ser particularmente importante para as escolas públicas, são colocadas em prática, durante as duas últimas décadas do século XX, as primeiras ideias para a racionalização do processo construtivo.

Em oposição à necessidade de uma resposta rápida à demanda brasileira pelo ensino em áreas em desenvolvimento, estão a baixa qualidade construtiva e a escassez de normas técnicas pertinentes. Nesse cenário, dá-se a construção de edifícios escolares em grande escala, embora sem uma avaliação sistemática dos resultados que possibilite a correção de aspectos negativos e a revisão dos critérios para o planejamento e a construção.

Azevedo (2002) reflete, acerca do significado do edifício escolar enquanto equipamento representativo do ensino formal, demonstrando preocupação quanto à possibilidade da arquitetura padronizada resultar na uniformização da educação, uma vez que à imagem do edifício escolar está vinculada a sua proposta pedagógica. Nesse sentido, a repetição indiscriminada de um modelo implicaria ignorar as necessidades e as características peculiares a cada comunidade.

O fluxo migratório característico deste período frequentemente causou a falta de identidade dos moradores com seus equipamentos públicos. Esta realidade implica um senso frágil de comunidade, o que explica, em grande parte, as altas taxas de depredação e a degradação precoce, proveniente de atos de vandalismo

nas escolas públicas situadas nas regiões periféricas da Região Metropolitana de São Paulo. Dessa forma, as escolas públicas paulistas localizadas em áreas de expansão foram construídas em face do agravamento dos aspectos sociais e da carência de infraestrutura, sem o devido saneamento de antigos problemas envolvendo a qualidade construtiva e os respectivos instrumentos regulatórios (FERREIRA, MELLO, 2006b).

É intuitiva a percepção de que a repetição em série aumenta a importância da retroalimentação de projeto, uma vez que, sem uma avaliação adequada, sucedida de reflexão e revisão de projeto, repetem-se os acertos e os problemas, em larga escala. Também é possível observar que a padronização de edificações escolares pode dificultar a identificação da comunidade com o equipamento público, transmitindo, em alguns casos, uma mensagem de impessoalidade (FRANÇA, ORNSTEIN, 2010b).

5.2 A TIPOLOGIA CONSTRUTIVA DAS ESCOLAS ESTADUAIS PAULISTAS CONSTRUÍDAS A PARTIR DE 2003

A dificuldade no estabelecimento de critérios para a gestão da qualidade na construção de edifícios escolares públicos se apresenta como um grande desafio para o seu planejamento e sua construção (FABRÍCIO, ORNSTEIN, 2010). No caso da FDE, a resposta à questão envolveu a padronização tipológica dos seus edifícios escolares. A incorporação de sistemas construtivos em estrutura pré-fabricada aos novos edifícios escolares foi resultado de um longo processo de evolução de soluções de projeto, programa de necessidades e desenvolvimento de componentes, e seus resultados iniciais são apresentados na obra *Arquitetura Escolar Paulista – estruturas pré-fabricadas* (FERREIRA, MELLO, 2006b).

Serapião (2004) comenta, a respeito das diretrizes construtivas então adotadas, que foi estabelecida uma modulação de 10,80 x 7,20 metros, em concreto pré-fabricado, além de uma cartilha de componentes, em resposta à vontade política de que fossem construídos estabelecimentos de ensino que apresentassem projetos diferenciados.

Essas escolas, que, em geral, ocupam terrenos com áreas restritas, apresentam uma tipologia comum: um grande volume compacto, em geral, de quatro

pavimentos.

Questões como escala das edificações, localização e demanda foram incorporadas à expansão recente da rede escolar pública. Estes fatores modificaram a forma de projetar, construir e utilizar seus edifícios. As transformações conceituais resultaram na modificação e na adequação dos ambientes e de seus usos previstos. Todavia, as adaptações de programa e projeto não modificaram substancialmente a configuração do edifício escolar, no qual os principais ambientes educativos consistem nas salas de aula, organizadas em fileiras e distribuídas ao longo de corredores.

A verticalização, quando inserida no entorno, apresenta um caráter monumental que contrasta com as edificações preexistentes. A polaridade entre o edifício em si, como um elemento compacto e monumental, contrasta com a proposta de integração comunitária por parte da equipe de educadores, uma vez que a forma arquitetônica emite mensagens quanto aos preceitos da instituição. A tipologia construtiva do edifício escolar destaca-se na paisagem das comunidades (Foto1) e, eventualmente, torna-se referência comunitária, sendo local de atividades extracurriculares, culturais e esportivas, minimizando a carência por equipamentos públicos culturais e de lazer nas localidades.

Foto 1. Contraste entre o partido arquitetônico do edifício escolar público e o entorno
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Num esforço para driblar a escassez de normas técnicas pertinentes e a baixa qualificação constatada na construção civil brasileira, a Secretaria de Estado de Educação (SEE) elaborou um amplo repertório de diretrizes para projetistas e construtores dos edifícios escolares, organizadas em catálogos técnicos.

No que diz respeito aos componentes de projeto, seu desenho vem sendo desenvolvido por uma equipe de especialistas da CONESP desde 1976, o que

facilitou a elaboração de orçamentos, uma vez que o valor de sistemas construtivos envolvendo, por exemplo, caixilhos e portas, poderiam ser conhecidos previamente (FERREIRA, MELLO, 2006).

A padronização do programa de necessidades, a definição de requisitos mínimos para os ambientes e a disponibilização dos componentes visa a promover a qualidade construtiva e a minimizar problemas no projeto e na execução.

Esse processo de normalização das escolas públicas paulistas contribuiu, ao longo das décadas de 1980 e 1990, para o controle de qualidade das novas escolas, em um período no qual a escassez de regulamentação técnica dificultava o controle de qualidade do projeto e da execução dos edifícios da rede. A padronização de soluções também constitui uma importante estratégia para a reposição de componentes e sistemas a longo prazo.

Dentre os aspectos que mereceram a elaboração de diretrizes de boas práticas estão: orientações para a elaboração de projetos durante as etapas de concepção (programa de necessidades, dimensionamento de ambientes, especificação de componentes, elaboração de levantamentos topográficos, apresentação do projeto arquitetônico, do projeto de paisagismo, das instalações elétricas, das instalações hidráulicas, instalações de gás e da estrutura); construção (orientações para o canteiro de obras) e manutenção (uso e conservação dos elevadores, segurança contra incêndio, roteiro para a conservação de edifícios) (CUNHA, ESTEVES, 2001; DURAN, ESTEVES, 2006; FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2008, 2010).

O programa atualmente vigente para alunos entre 5ª e 8ª série prevê a acomodação de 12 a 15 salas de aula e uma área construída de, aproximadamente, 3000m² (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 1998, 2003).

As diretrizes para a construção dos edifícios em estrutura pré-fabricada sofreram uma recente revisão, em meados de 2003, assim como seu programa de necessidades. Este último passou a contemplar também uma quadra coberta, integrada aos ambientes destinados a refeitório, cantinas e sanitários, visando atender a comunidade fora dos horários, em finais de semana e eventos (FERREIRA, MELLO, 2006b).

O novo processo de gestão de projetos e obras, no qual é implantado o sistema de construção em estrutura pré-fabricada, consolidou um sistema de

padronização que abrange os seguintes aspectos: forma de apresentação dos projetos, diretrizes para o projeto e a execução, programa detalhado, sistema de componentes estruturais pré-fabricados e orientações para especificações destacando o cumprimento das normas técnicas aplicáveis, visando melhoria da qualidade construtiva, inclusive considerando aspectos relacionados à ergonomia, à acessibilidade e à baixa necessidade de manutenção. Por meio da adoção desse conjunto de iniciativas, pretende-se garantir a qualidade construtiva dos edifícios escolares, por meio da produção racionalizada das edificações.

Sob a ótica da FDE, considerando aspectos administrativos e financeiros, avalia-se que a implantação do sistema de padronização é bem-sucedida, diminuindo em cinquenta por cento o prazo entre a definição do terreno e a conclusão das obras. O sistema pré-fabricado também restringiu a atuação de construtoras com menor capacitação técnica, eliminando os problemas gerados pela sua atuação, recorrentes em escolas convencionais (FERREIRA, MELLO, 2006b).

Apesar das vantagens obtidas pela implantação do sistema padronizado, o programa unificado não prevê a participação da comunidade, nem a possibilidade de incorporação de novos usos, como auditórios, laboratórios de ciências ou áreas destinadas a teatro, música e atletismo.

5.3 O PROGRAMA DE NECESSIDADES VIGENTE

No que diz respeito ao programa de necessidades, a abordagem incluiu fichas de ambientes cujas áreas, instalações e leiaute estão predeterminados. As salas de aula foram projetadas para o ensino expositivo, em que o professor se posiciona à frente da sala de aula, enquanto os alunos se sentam individualmente ou em duplas, alinhados em fileiras. O dimensionamento de cada edifício escolar se dá em função da demanda por vagas apurada, e, em geral, a capacidade total prevista fica entre 800 e 1200 alunos.

O programa de necessidades adotado para os três edifícios pode ser setorizado em função do uso pretendido, conforme o apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Áreas úteis recomendadas pela FDE para o programa de necessidades

Ambiente	Natureza do uso	Área útil (m²)		
		(1) Escolas que contemplam entre 4 e 7 salas de aula	(2) Escolas que contemplam entre 8 e 11 salas de aula	(3) Escolas que contemplam entre 12 e 15 salas de aula
Diretor	Administrativo	9,72	9,72	9,72
Vice-diretor		9,72	9,72	12,96
Secretaria		19,44	32,40	45,36
Almoxarifado		6,48	12,96	16,20
Coordenação pedagógica		9,72	12,96	12,96
Sanitários administrativos		14,58	25,92	25,92
Sala dos professores	Pedagógico	32,40	32,40	45,36
Sala de recuperação		25,92	25,92	25,92
Sala de uso múltiplo		-	77,76	77,76
Centro de leitura	Pedagógico /vivência	77,76	77,76	77,76
Sala de informática		77,76	77,76	77,76
Refeitório	Vivência	72,90	103,68	103,68
Grêmio		12,96	25,92	25,92
Quadra coberta		700	700	700
Pátio coberto		129,60	194,40	259,20
Sanitários dos alunos	Serviços gerais	51,84	68,85	95,58
Depósito		12,96	12,96	12,96
Cozinha		28,35	32,40	32,40
Despensa		11,34	19,44	19,44
Depósito de materiais de limpeza		6,48	6,48	6,48
Sanitários dos funcionários		12,96	12,96	12,96
Depósito de materiais esportivos		9,72	9,72	12,96
Cantina		16,20	16,20	16,20

Adaptado de: Programa de necessidades para escolas destinadas ao Ciclo II – Revisão: outubro/2008.
Disponível em: <<http://www.fde.sp.gov.br>>, acesso em 20 nov. 2008.

Os estudos de caso A e B desta pesquisa, que contam com, respectivamente, 12 e 15 salas de aula, classificam-se na opção (3) apresentada na Tabela. O estudo de caso C possui 20 salas de aula, superando, portanto, os critérios apresentados na ficha técnica disponibilizada pela FDE.

5.4 OUTROS EXEMPLOS DE EDIFÍCIOS ESCOLARES PADRONIZADOS

São exemplos de outras experiências conduzidas por redes de ensino público que também adotaram a padronização do programa de necessidades e do sistema construtivo: a rede de ensino municipal de São Paulo – no caso dos “Centros Educacionais Unificados” – CEUs (Foto 2), a rede de ensino da cidade do Rio de Janeiro – RIOURBE e a rede de ensino municipal de Belo Horizonte.

Foto 2. CEU Rosas da China. Sapopemba, São Paulo
Fonte: <<http://www.vitruvius.com.br>>, acesso em 10 jun. 2009.

Os CEUs, assim como as escolas estaduais paulistas, são concebidos em estrutura pré-fabricada. Entretanto, os primeiros se diferem destas por terem, em seu programa de necessidades, a previsão de complexos de lazer e cultura. Sua concepção foi influenciada pelo conceito pedagógico idealizado pelo educador Anísio Teixeira, denominado “escola-parque”. O projeto foi desenvolvido por arquitetos da EDIF, órgão vinculado à prefeitura paulistana (MELENDEZ, 2006).

Devido ao tamanho dos edifícios e à grande quantidade de alunos atendidos em cada unidade, são conhecidos popularmente como “escolões”, reforçando a abordagem quantitativa que os equipamentos destinados ao ensino recebem do

poder público, conforme discutido no item 5.1. Os edifícios construídos na primeira geração (entre 2001 e 2004) foram dimensionados para atender 2400 alunos, distribuídos entre creche, ensino fundamental, ensino médio e EJA.

Também no mesmo período, e igualmente adotando estrutura pré-fabricada em concreto armado (Foto3), os arquitetos da rede de ensino municipal da cidade do Rio de Janeiro adotaram a concepção de projeto modular como resposta para a rápida ampliação da rede RIOURBE (VASSIMON, 2004).

Foto 3. Escolas padronizadas projetadas pela RIOURBE na cidade do Rio de Janeiro
Fonte: VASSIMON, 2004, p. 76.

A rede municipal de ensino de Belo Horizonte, por sua vez, adotou um sistema de projetos padronizados para as pré-escolas (Figura 15). Foram elaboradas três tipologias básicas horizontalizadas, distribuídas em blocos, a serem adotadas em função das condições do terreno, embora mantendo em comum o programa de necessidades e os sistemas construtivos. Dentre os objetivos que direcionaram o desenvolvimento do projeto, estavam: redução de custos, solução de aspectos envolvendo segurança das crianças e acessibilidade e sistemas padronizados de ventilação cruzada e de iluminação natural (AMORIM, MATTA, 2004).

Figura 15. Exemplo de projeto de padronização para pré-escolas elaborado pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte

Planta e corte
 Fonte: AMORIM, MATTA, 2004, p. 82, 85.

Os exemplos apresentados mostram a incorporação do projeto modular a diversas redes de ensino brasileiras como resposta à pressão pela disponibilização de estabelecimentos de ensino públicos em curto prazo. O concreto armado aparece como material preferencialmente escolhido para os sistemas estruturais, convenientemente unindo seu baixo custo (quando comparado, por exemplo, ao aço estrutural) à disponibilidade de mão de obra familiarizada com o seu manuseio no Brasil.

5.5 ESCOLA A

A Escola A é construída em estrutura pré-fabricada e alvenaria convencional (Quadro 6 e Foto 4), conforme as diretrizes de projeto da FDE.

Quadro 6. Ficha técnica da Escola A

Ficha técnica –Escola A	
Área do terreno:	2266,21 m ²
Área construída total (s/ beiral, incluídas passagens cobertas):	3548,62 m ²
Nº de pavimentos	4
Sistema construtivo:	
Pilares e vigas:	Concreto pré-fabricado
Lajes:	Painel treliçado
Vedros:	Tijolo furado
Proteção para controle solar:	Elemento vazado cerâmico
Esquadrias:	Ferro pintado
Paramento - pisos:	Revestimento cerâmico
Acabamento - paredes:	Pintura látex fosca. Em áreas molhadas, revestimento cerâmico branco
Cobertura:	Telha metálica pintada

Foto 4. Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Os pisos das salas de aula, áreas administrativas e de serviço apresentam revestimento cerâmico, assim como as paredes das áreas molhadas: cozinha, despensa, cantina, refeitório e sanitários. Os forros e as lajes são pintados internamente na cor branca (Foto 5).

Foto 5. Tratamento dado às lajes (pintura na cor branca), pisos (revestimento cerâmico) e paredes das áreas molhadas (revestimento cerâmico), na Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

A Escola A, à época do levantamento (janeiro/2009), atendia a 1173 alunos (Quadro 7), distribuídos no período matutino (Ciclo II), vespertino (Ciclo I) e noturno (ensino médio e EJA).

Quadro 7. Dados de ocupação para a Escola A

Alunos atendidos pela Escola A:	
Ensino fundamental, Ciclo I (1ª a 4ª Série) *	511
Ensino fundamental, Ciclo II (5ª a 8ª Série) *	411
Ensino médio (Ensino de Jovens e Adultos – EJA) *	251
Alunos matriculados na 8ª Série	84
Turnos de funcionamento*	Matutino, vespertino e noturno
* Dados correspondentes ao 1º semestre de 2009.	

Para o atendimento aos 1173 alunos matriculados, havia, em 2009, 65 funcionários. Destes, 46 eram professores e os 19 postos de trabalho restantes se encontravam distribuídos entre diretoria, vice-diretoria, coordenação pedagógica, secretaria, inspeção de alunos, cozinha e limpeza. Não havia, nessa escola, a figura de um zelador, para reparos gerais e supervisão do edifício nos horários em que não há ocupação (dados correspondentes a janeiro de 2009).

As Figuras 16 e 17 apresentam as plantas e os cortes integrantes do projeto executivo.

Figura 16. Escola A – projeto executivo
Fonte: Acervo da Fundação para o Desenvolvimento da Educação.

Escola A - Corte Longitudinal

Escola A - Corte Transversal

0 1 5 10 15 20
Escala Gráfica (em metros).

Figura 17. Escola A – projeto executivo
Fonte: Acervo da Fundação para o Desenvolvimento da Educação.

O projeto da Escola A foi elaborado em dois blocos, conectados por passarelas. No nível inferior, estão localizados os ambientes administrativos, a cozinha, o refeitório, os sanitários dos alunos, o pátio descoberto e o galpão. A circulação do primeiro e do segundo pavimentos se dá por meio de corredores abertos, com guarda-corpo de concreto. As salas de aulas estão situadas no primeiro e no segundo pavimentos. O nível superior foi destinado em projeto à quadra coberta e à sala de uso múltiplo.

5.6 ESCOLA B

Apesar de o edifício destinado à Escola B ser construído em sistema estrutural pré-fabricado, diferentemente das escolas A e C, o material utilizado é o aço estrutural (Foto 6 e Quadro 8).

Foto 6. Escola B
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Quadro 8. Ficha técnica da Escola B

Ficha técnica – Escola B	
Área do terreno:	5861,39 m ²
Área construída total (s/ beiral, incluídas passagens cobertas):	1142,72 m ²
Nº de pavimentos	2
Sistema construtivo:	
Pilares e vigas:	Aço estrutural
Lajes:	Painel treliçado
Vedos:	Tijolo furado
Proteção para controle solar:	Chapa de metal perfurado/ elemento vazado cerâmico em áreas de circulação
Esquadrias:	Ferro pintado
Paramento –pisos:	Revestimento cerâmico
Acabamento –paredes:	Pintura látex fosca. Em áreas molhadas, revestimento cerâmico branco
Cobertura:	Telha metálica pintada

Os fechamentos são feitos em alvenaria convencional. Os forros e as lajes são pintados internamente na cor branca (Foto 7).

Foto 7. Tratamento dado às lajes (pintura na cor branca), pisos (revestimento cerâmico) e paredes das áreas molhadas (revestimento cerâmico), na Escola B
Fonte: Acervo da pesquisadora.

A Escola B atende aos alunos do Ciclo Fundamental I (período vespertino), Ciclo Fundamental II (período matutino). O Ensino de Jovens e Adultos (EJA) é oferecido no período noturno (Quadro 9).

Quadro 9. Dados de Ocupação para a Escola B

Alunos atendidos pela Escola B:	
Ensino fundamental, Ciclo I (1ª a 4ª Série) *	405
Ensino fundamental, Ciclo II (5ª a 8ª Série) *	353
Ensino médio (Ensino de Jovens e Adultos – EJA) *	558
Alunos matriculados na 8ª Série	82
Turnos de funcionamento*	Matutino, vespertino e noturno
* Dados correspondentes ao 1º semestre de 2009.	

A Escola B, à época do levantamento (janeiro de 2009), atendia a 1316 alunos, distribuídos no período matutino (Ciclo II), vespertino (Ciclo I) e noturno (Ensino Médio e EJA). Para o atendimento aos alunos, havia 74 professores, seis funcionários da cozinha, seis funcionários da limpeza e três funcionários da administração, totalizando 89 funcionários.

As Figuras 18 e 19 apresentam as plantas e os cortes correspondentes ao projeto executivo elaborado para a Escola B.

Figura 18. Escola B – Projeto executivo
Fonte: Acervo da Fundação para o Desenvolvimento da Educação.

Figura 19. Escola B – Cortes
Fonte: Fundação para o Desenvolvimento da Educação.

Projetado em dois pavimentos, o edifício da Escola B apresenta os usos organizados da seguinte maneira: no pavimento térreo, estão os ambientes administrativos (secretaria, diretoria e coordenação) e os ambientes de vivência (pátio coberto, galpão, refeitório, sala de informática, sala de uso múltiplo, grêmio e quadra descoberta). O pavimento superior foi destinado em projeto às salas de aula e às salas de reforço.

5.7 ESCOLA C

O edifício que abriga a Escola C (Foto 8) é construído em estrutura pré-fabricada e os fechamentos, em alvenaria convencional (Quadro 10). Assim como no caso da Escola A, a tecnologia construtiva adotada para o sistema estrutural é o concreto pré-fabricado.

Foto 8. Escola C
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Quadro 10. Ficha técnica da Escola C

Ficha técnica – Escola C	
Área do terreno:	4064,12 m ²
Área construída total (s/ beiral, incluídas passagens cobertas):	3916,03 m ²
Nº de pavimentos	3
Sistema construtivo:	
Pilares e vigas:	Concreto pré-fabricado
Lajes:	Painel treliçado
Vedos:	Tijolo furado
Proteção para controle solar:	Chapa de metal perfurado
Esquadrias:	Ferro pintado
Paramento – pisos:	Revestimento cerâmico
Acabamento – paredes:	Pintura látex fosca. Em áreas molhadas, revestimento cerâmico branco
Cobertura:	Telha metálica pintada

A especificação dos materiais de revestimento e acabamentos existentes na Escola C é semelhante à das escolas A e B, a saber: pisos cerâmicos, lajes pintadas na cor branca e revestimento das paredes da cozinha, banheiros, despensa e cantina em azulejo branco (Fotos 9 e 10).

Foto 9. Escola C – revestimento cerâmico nos pisos e nas paredes das áreas molhadas

Foto 10. Escola C – pintura das lajes na cor branca

Fonte: Acervo da pesquisadora.

A Escola C, à época do levantamento (janeiro de 2009), atendia a 1915 alunos (Quadro 11), distribuídos no período matutino e vespertino (Ciclo II), e noturno (ensino médio e EJA) (Quadro 11).

Quadro 11. Dados de Ocupação para a Escola C

Alunos atendidos pela Escola C:	
Ensino fundamental, Ciclo I (1ª a 4ª Série) *	0
Ensino fundamental, Ciclo II (5ª a 8ª Série) *	1535
Ensino médio (Ensino de Jovens e Adultos – EJA) *	380
Alunos matriculados na 8ª Série	255
Turnos de funcionamento*	Matutino, vespertino e noturno

* Dados correspondentes ao 1º semestre de 2009.

À ocasião dos levantamentos (janeiro de 2009), havia na Escola C 69 professores, cinco funcionários do departamento administrativo, três inspetores de alunos, quatro funcionários da manutenção, três coordenadores pedagógicos, dois vice-diretores e uma diretora, totalizando 90 funcionários.

As Figuras 20 e 21 apresentam as plantas e cortes integrantes do projeto executivo.

Figura 20. Escola C – Plantas (Projeto Executivo)
Fonte: Acervo da Fundação para o Desenvolvimento da Educação.

Figura 21. Escola C – Cortes (Projeto Executivo)
Fonte: Acervo da Fundação para o Desenvolvimento da Educação.

No projeto da Escola C, as áreas administrativas (secretaria, diretoria, coordenação) estão localizadas no pavimento térreo, juntamente com ambientes funcionais (cozinha e depósitos) e alguns ambientes de vivência, tais como quadra coberta, galpão, pátio descoberto, refeitório e grêmio. As salas de uso múltiplo, centro de leitura e informática estão distribuídas entre o primeiro e o segundo pavimentos, juntamente com as salas de aula e salas de reforço. A Escola C foi projetada em um bloco único, e a circulação se dá por meio de corredores e das escadas semiexpostas, situadas na área central do projeto.

6. MÉTODOS E TÉCNICAS

Para a aplicação de uma APO, devem ser cumpridas as etapas de planejamento, definição dos instrumentos, coleta de dados, tabulação das informações aferidas e elaboração do diagnóstico, visando a elencar recomendações para a manutenção dos estudos de caso e a elaboração das diretrizes para futuros projetos.

Romero e Ornstein comentam, em relação aos métodos e técnicas empregados para uma avaliação:

Considerando sua conceituação básica, a aplicação de métodos e técnicas de APO deve levar sempre em consideração tanto o ponto de vista dos técnicos (vistorias, medições e análises realizadas), bem como a aferição dos níveis de satisfação dos usuários. (ROMÉRO, ORNSTEIN, 2003, p. 37).

A fim de subsidiar a elaboração de um diagnóstico, a coleta de informações deve ser feita de modo sistemático, de maneira a permitir a posterior tabulação de informações e a comparação entre estudos de caso (Figura 22).

Figura 22. Utilização de múltiplos métodos para a elaboração do diagnóstico
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Por isso, à elaboração e aplicação dos procedimentos metodológicos, deve preceder uma etapa de planejamento para a definição dos objetivos, compreensão das características econômicas, sociais e culturais da população usuária dos edifícios estudados e entendimento do problema a ser avaliado. A escolha e a elaboração dos instrumentos acontecem mediante uma clara conceituação dos aspectos a serem avaliados.

6.1 DEFINIÇÃO E ELABORAÇÃO DOS MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

A metodologia de avaliação adotada por esta pesquisa é baseada em abordagem teórica e em análises qualitativas e quantitativas a partir de procedimentos já utilizados anteriormente em outras experiências de APO (ORNSTEIN, 2009; ORNSTEIN et al., 2009). Para tanto, são consideradas as informações provenientes da avaliação elaborada pelo especialista e daquelas coletadas, por meio de instrumentos, referentes à percepção do usuário, a saber:

- i. avaliação de dados preliminares;

- ii. leitura de projeto, avaliação de projetos de arquitetura e complementares e elaboração de *as built*;
- iii. informações quanto ao tempo de ocupação, quantidade de usuários e horário de funcionamento;
- iv. diretrizes e restrições específicas (código de obras, normas pertinentes);
- v. indicadores e referências de qualidade (*benchmarks*);

Estes procedimentos dão subsídio às etapas da APO que pressupõem a elaboração de observações sob o ponto de vista do especialista, como: *walkthroughs*, vistorias técnicas, entrevistas com pessoas-chave (arquitetos, especialistas, diretores), observações de campo de aspectos técnicos e do comportamento dos usuários, registros fotográficos (SANOFF, 2003), medições de desempenho do edifício quanto ao conforto ambiental e adequação do edifício quanto aos requisitos de desempenho para ambientes construídos (ABNT, 2008).

Com base na metodologia consolidada para a aplicação da APO e, considerando a importância de coletar informações de modo sistemático, quanto à avaliação de desempenho dos edifícios escolares padronizados, é necessário que, anteriormente à etapa de levantamento de campo, seja realizado um planejamento para a seleção, elaboração dos instrumentos, bem como deve ser prevista a posterior análise dos resultados a partir das informações coletadas (GALVÃO, ORNSTEIN, 2010).

Nesta pesquisa, foi feita a aplicação de múltiplos métodos, de modo a confirmar os resultados obtidos, permitindo a validação do desempenho de cada aspecto avaliado. Deste modo, foram utilizados:

- entrevistas com pessoas-chave (para a obtenção de qualitativas);
- questionários (para a obtenção de informações quantitativas);
- grupos focais (para a obtenção de informações qualitativas);

O cruzamento com as informações obtidas por meio da avaliação de especialista considerou os seguintes métodos:

- i. *walkthroughs*;
- ii. mapas comportamentais;
- iii. mapas de fluxos;
- iv. medições – com instrumentos apropriados, nas áreas de

acústica, térmica, iluminação e ventilação. A partir das medições *in loco* foram avaliadas as informações de projeto, por meio da análise dos documentos gráficos (projetos), além de parâmetros apresentados pelas normas e instruções da FDE (disponíveis em: <<http://fde.sp.gov.br>>, acesso em 20 nov. 2008).

Para a discussão dos resultados, foram analisados:

- i. comparação dos parâmetros obtidos em medições e simulações com as normas técnicas vigentes;
- ii. elaboração de gráficos comparativos a partir dos dados obtidos por meio da tabulação dos dados dos questionários e das informações qualitativas obtidas por meio da aplicação de entrevistas estruturadas e grupos focais;
- iii. cruzamento das informações referentes ao desempenho físico com os resultados dos questionários.

Também se fez necessária a definição dos limites da pesquisa e a análise do contexto que a envolve, de forma que as perguntas que nortearam as atividades do pesquisador estivessem descritas de forma clara.

Quando da elaboração de uma avaliação, deve-se assegurar que os resultados contemplem uma análise crítica e, dessa forma, propiciar alguma contribuição acadêmico-científica ao tema estudado, evitando, portanto, que esta se transforme em uma mera coleta de dados.

No intuito de eleger os públicos de interesse direto no programa e a forma de transmissão de informações para este público, Sanoff (1991) destaca a importância de se documentar o comportamento do público-alvo do estudo de maneira sistemática, por meio das seguintes questões básicas:

- Qual é o público-alvo desta avaliação?
- O que é necessário saber a respeito destas pessoas? – informações básicas, como, por exemplo, a quantidade de pessoas que ocupa determinado ambiente, o período mínimo necessário para a observação de forma a garantir a relevância da análise, sexo, idade, locais que ocupa e frequenta.

- Qual a natureza das ações ou interações que ocorrem naquele ambiente?

Neste aspecto, a atividade escolar é particularmente interessante, pois nos permite verificar a existência de relações entre o desempenho dos edifícios e o comportamento e o desempenho escolar dos alunos. Para tanto, é necessário avaliar quais são os aspectos relevantes envolvendo o ambiente físico objeto de estudo, tais como acabamentos, dimensões, uso dos ambientes, bem como os intervalos ou os períodos para observação e registro dos dados adequados àquela situação específica.

Sanoff (2007) sugere que, preliminarmente ao início dos trabalhos, sejam elaboradas questões com o seguinte teor: quais as informações buscadas, quem abordar, quando, com e por meio de quais instrumentos. Além disso, são igualmente relevantes os aspectos envolvendo os procedimentos para a tabulação das informações coletadas, a solicitação de autorizações para acesso ao edifício e para a realização da pesquisa e a comunicação dos resultados.

Está clara a necessidade de um cuidadoso planejamento das atividades, de acordo com os objetivos dos estudos, de forma a coletar os dados da forma mais relevante e ágil possível.

Durante a fase de planejamento da avaliação, é necessário determinar as respostas de interesse, sejam elas físicas (relações de conveniência, estímulos e conforto do ambiente) ou sociais (quais são os aspectos que podem interferir no comportamento social e recreacional).

São exemplos de questionamentos efetuados nesta etapa:

- i. Quais são as condições de acessibilidade do ambiente estudado – existência de barreiras, de orientação visual, formas e frequência da utilização de escadas e elevadores?
- ii. Os usos reais são coerentes com o proposto em projeto?
- iii. Existem condições adequadas para que os usuários desempenhem as tarefas propostas?
- iv. O edifício é acessível à comunidade e permite que esta estabeleça relações de pertencimento?

Para a elaboração dos instrumentos utilizados para a avaliação dos estudos de caso A, B e C, foram considerados os seguintes objetivos:

- i. Verificar o desempenho de edifícios projetados e construídos utilizando o sistema construtivo pré-fabricado (adotado pela FDE a partir de 2003).
- ii. Avaliar os resultados da implantação do novo programa arquitetônico, inclusive considerando a adequação ao uso dos novos ambientes propostos, como a quadra coberta e a sala de informática.
- iii. Reunir informações quanto a possíveis alternativas para aperfeiçoar a eficiência e a demanda por manutenção desses edifícios escolares, dando alguma contribuição para futuros projetos.
- iv. Avaliar se a nova gestão de projetos e obra e a racionalização do sistema construtivo permitem proporcionar melhores condições de aprendizado aos alunos.
- v. Verificar o uso dos ambientes, considerando possibilidades de flexibilização dos usos.
- vi. Averiguar como a utilização dos recursos naturais, de iluminação e ventilação, conforto térmico, paisagismo e implantação implicam a satisfação do usuário em relação ao ambiente, o consumo de recursos e os esforços de manutenção.
- vii. Identificar aspectos relevantes para o aproveitamento dos ambientes de ensino-aprendizagem e o conforto daqueles que o utilizam e, eventualmente, apontar sugestões para a sua melhoria.

Para o planejamento da avaliação, o passo inicial é a definição correta do problema. Para efeitos desta pesquisa, foram considerados os seguintes aspectos:

- i. Percepção do objeto da pesquisa e do ambiente, tempo ideal para a avaliação dos aspectos-objetivos.
- ii. A postura correta do observador.
- iii. Formas como os aspectos observados serão gravados/documentados.
- iv. Procedimentos para a compilação dos dados.
- v. A elaboração adequada das questões e formas de abordar os respondentes.

Estes aspectos serviram como balizadores para a elaboração de estratégias, métodos e técnicas desta pesquisa, para a seleção dos estudos de caso e a elaboração dos instrumentos aplicados (Anexos 2, 3, 4, 5 e 6).

A partir dos questionamentos apresentados, foram elaborados roteiros, *checklists* e questionários, visando a organizar a coleta de informações relevantes para a avaliação do desempenho do edifício escolar, considerando sua pertinência ao processo de aprendizagem.

6.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA A AFERIÇÃO DOS NÍVEIS DE SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS

A verificação dos níveis de satisfação dos usuários e a compreensão acerca de como um edifício é percebido por eles é muito importante, uma vez que o comportamento destes determina os padrões de uso do ambiente construído. Assim, estabelece-se uma relação direta entre os padrões de comportamento do usuário e o desempenho da edificação. A aferição das informações provenientes dos usuários deve ser feita por meio da aplicação de múltiplos métodos e técnicas, a fim de permitir a elaboração de um diagnóstico confiável.

Assim, esta pesquisa adotou como procedimentos metodológicos, a fim de documentar as percepções e o comportamento dos usuários: entrevistas, atividades de grupos focais e questionários.

Segundo Pinheiro e Günther (2008), existem três maneiras para se avaliar, de forma empírica, o comportamento humano. São elas:

- I. avaliar o comportamento dos usuários no ambiente – observação;
- II. identificar padrões de comportamento por meio de situações artificiais, criadas para o desempenho de tarefas específicas – experimento;
- III. perguntar hábitos e opiniões das pessoas – questionário.

Cada qual apresenta vantagens e desvantagens, complementando-se entre si. Segundo os referidos autores, a principal vantagem da observação é o realismo que se consegue captar da situação estudada, considerando-se a randomização de características das pessoas objeto de estudo e levando-se em conta as interferências casuais.

Já os levantamentos por amostragem e os levantamentos de dados, tanto por

meio de observações e experimentos quanto por meio de questionários, têm como vantagem a representatividade e permitem a generalização das conclusões elaboradas.

6.2.1 ENTREVISTAS

A etapa de entrevistas conduzidas para a pesquisa pode ser dividida em duas etapas: as entrevistas de natureza exploratória para a compreensão do problema (aplicadas à pedagoga, aos consultores de conforto ambiental e às coordenadoras do SARESP) e as realizadas para a avaliação qualitativa dos estudos de caso (aplicadas aos arquitetos e administradores das respectivas escolas).

Para a realização das entrevistas, foram elaborados roteiros contendo os principais objetos de investigação correspondentes a cada caso (Anexo 3).

6.2.2 GRUPOS FOCALIS

Segundo Zeisel (2006), a atividade de grupo focal consiste na introdução de questões, de maneira sistemática, a grupos de usuários com características em comum, de forma a investigar suas opiniões, sentimentos, atividades desempenhadas, formas de interação e expectativas. Este método constitui um grande aliado na elaboração de uma APO, devendo ser aplicado de forma a complementar as informações obtidas por meio dos questionários de múltipla escolha.

Para Pinheiro e Günther (2008), pequenos grupos (de até 15 pessoas) poderão ser formados para a aplicação do grupo focal. É necessário verificar a existência (ou inexistência) de atitudes ou opiniões predominantes no grupo, além de se certificar de que a discussão não seja monopolizada por um dos participantes, inibindo ou interferindo na participação dos demais.

Para a interpretação dos dados, é necessário criar um sistema capaz de traduzir as respostas verbais e codificá-las em forma de resultados. Para tanto, deve existir alguma habilidade, por parte do entrevistador, para estimular a cooperação dos participantes do grupo focal.

Dessa forma, realizamos as atividades que se seguem envolvendo os seguintes grupos de usuários dos edifícios escolares estudados:

- i. funcionários de limpeza;
- ii. funcionários administrativos;
- iii. docentes.

Para tal, foram elaborados roteiros para a aplicação nos estudos de caso (Anexo 4).

6.2.3 QUESTIONÁRIOS

O desenvolvimento do questionário envolve a identificação inicial dos principais aspectos a investigar, com base nos resultados obtidos por meio de pesquisas preliminares, envolvendo leitura de projetos, *walkthroughs*, medições e aplicação de *checklists*. Os resultados provenientes de sua aplicação oferecem uma análise quantitativa dos aspectos qualitativos anteriormente identificados.

Também é necessário ter claro que o objetivo do questionário não é testar a habilidade do respondente, e, sim, mensurar aspectos como sua opinião, seus interesses e sua personalidade.

O questionário pode tanto ser aplicado pessoalmente ou por telefone, como pode ser autoaplicável e enviado posteriormente por correio ou Internet.

Para a sua elaboração são necessários cuidados no sentido de obter a colaboração do usuário participante. A fim de assegurar a validade das respostas, é necessário que as perguntas sejam elaboradas de forma clara e breve, de modo que possam ser facilmente compreendidas, comunicando de modo claro as expectativas sobre as respostas (PINHEIRO, GÜNTHER, 2008). Assim, desenvolver e gerar estímulos constitui parte da investigação em função dos objetivos da pesquisa.

Destaca-se ainda que é possível obter informações qualitativas por meio de questões abertas e da adoção de abordagens alternativas, como a elaboração de desenhos e a incorporação de figuras e imagens.

Segundo Sanoff (2007, 2003, 1999, 1991), os ambientes nos quais vivemos e trabalhamos se caracterizam tanto por componentes físicos como sociais. Assim, os questionários consistem em métodos fundamentais para a verificação da percepção destes fatores pelos usuários. Entretanto, este autor alerta para a forma de

organização das questões, cuja elaboração de maneira inadequada poderia vir a influenciar os resultados obtidos.

Uma vez definido o escopo, com base nos resultados fornecidos pelos procedimentos metodológicos complementares, deve-se atentar aos intervalos (para que não haja sobreposição) e à linguagem adequada ao público-alvo. Por meio dos questionários, também são coletadas informações acerca da percepção do usuário quanto ao edifício, bem como aspectos que possam influenciar esta avaliação, como informações de caráter socioeconômico.

Pinheiro e Günther (2008) afirmam que desenvolver e gerar estímulos constitui parte da investigação em função dos objetivos da pesquisa. Dessa forma, fotos de ambientes são importantes na obtenção de registros, modelos ou *feedbacks*. Uma vez que os questionários foram elaborados para aplicação em estudantes de oitava série (faixa etária 15 anos), consideramos relevante a apresentação de fotografias como forma complementar de coleta de informações (vide Anexo 5).

Para a elaboração dos questionários, Yin (2005) ressalta a importância de o pesquisador elaborar perguntas adequadas assim como de saber interpretar corretamente as respostas. Ele também deve conhecer de forma sólida os conceitos que estarão sendo discutidos. Além de planejar a coleta de dados e formular as questões de maneira clara, ele deve ser um bom ouvinte, primando pela imparcialidade e adotando o distanciamento de preconceitos e ideologias pessoais. Entretanto, o planejamento não deve impedir a flexibilidade ante situações e descobertas não previstas inicialmente.

O pré-teste do questionário antes de sua aplicação é necessário para a possível identificação de vícios e avaliação da clareza do que está sendo perguntado, visando a garantir sua interpretação correta por parte dos respondentes. Por isso, é fundamental que ele seja realizado, para a verificação da adequação da linguagem adotada e do tempo de duração da aplicação do questionário. Dentre as dificuldades encontradas nos estudos de caso em questão, estão o nível de alfabetização dos respondentes, o tempo de preenchimento e a disponibilidade dos respondentes.

A escala de valores como forma de resposta deve ser compatível com o nível intelectual do respondente. Para a aplicação dos questionários às crianças da oitava

série, realizou-se uma avaliação, durante o pré-teste, considerando:

- cinco pontos (péssimo a excelente, com um ponto intermediário), além da opção “não se aplica” (SANOFF, 2001);
- quatro pontos (péssimo, ruim, bom, excelente), e a opção “não se aplica”. Neste caso, é excluído o ponto intermediário, reforçando a tendência positiva ou negativa do respondente quanto ao aspecto verificado.

O pré-teste foi aplicado em 3 de março de 2009, em duas salas de aula, respectivamente, a 36 e 38 alunos, utilizando questionários com escalas de valores com cinco e quatro opções (Figura 23). A duração do pré-teste foi de, em média, 40 minutos, tendo, em alguns casos, superado 50 minutos. Os maiores tempos para resposta estavam relacionados com dificuldades de leitura e compreensão de texto por parte dos respondentes. Em virtude dos resultados obtidos, observou-se maior facilidade de apreensão, por parte dos respondentes, no caso do questionário com escala nominal de quatro pontos, a qual é utilizada na aplicação destes instrumentos.

Escala inicialmente considerada – 5 pontos, com existência de um ponto intermediário.

Escala efetivamente adotada após a avaliação dos resultados do pré-teste – 4 pontos, sem a existência de um ponto intermediário.

Figura 23. Escalas adotadas durante a aplicação do pré-teste
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Para a aplicação do questionário definitivo, foram estabelecidos os seguintes critérios para a definição da amostra: visando à aplicação da APO e à possibilidade de análise comparativa com o SARESP, foram utilizados os dados da avaliação referentes a 2009 (disponível em: <<http://saresp2009.edunet.sp.gov.br/>>, acesso em 20 mai. 2009) correspondentes aos alunos da 8ª série do Ciclo II destas escolas,

sendo prevista a aplicação de questionários a todos os alunos da referida série. Optou-se pela aplicação de questionários a todos os alunos com estas características, nas respectivas escolas.

Do universo de alunos definido para a atividade, obteve-se:

- Escola A: 80 alunos frequentes, 78 respondentes;
- Escola B: 82 alunos frequentes, 82 respondentes;
- Escola C: 255 alunos frequentes e 209 respondentes.

Nos questionários aplicados, foram abordados aspectos envolvendo usabilidade, conforto, segurança do edifício, bem como se buscou prospectar o grau de envolvimento e interesse dos alunos respondentes em relação ao ambiente construído e à comunidade escolar (vide Anexo 5).

6.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA LEVANTAMENTOS E MEDIÇÕES

Com base nos múltiplos métodos consolidados para a coleta sistemática de informações (ORNSTEIN et al. 2009), foram estabelecidos os procedimentos para a elaboração de levantamentos e medições pertinentes à avaliação dos estudos de caso, a saber: *walkthroughs*, fichas para a avaliação de ambientes (Anexo 2) e *checklists* (Anexo 6).

Para a avaliação da qualidade ambiental dos estudos de caso, foram considerados os procedimentos para a aplicação da APO, inclusive: levantamento do programa escolar estadual atual, ressaltando as alterações recentes de áreas e usos; levantamento das especificações técnicas solicitadas pela FDE; entrevistas com pessoas-chave que participam do desenvolvimento de projetos arquitetônicos para os edifícios escolares públicos estaduais de São Paulo e do estudo das questões relacionadas à psicologia ambiental e à pedagogia; comparação com diretrizes para projetos de equipamentos de educação relevantes, no Brasil e exterior; levantamento dos critérios de normalização dos padrões de conforto ambiental, desempenho funcional e construtivo do edifício; levantamento de informações junto aos arquitetos responsáveis pelo projeto das escolas objetos de estudo de caso por meio de entrevistas. Com base nestas informações, foi elaborado seu cruzamento com a opinião dos usuários e as medições pertinentes.

6.3.1 WALKTHROUGHS

A realização de um *walkthrough* pressupõe um processo no qual se toma contato com o objeto de estudo. Após uma etapa inicial, de caráter exploratório, e tendo concluído o *as built* do projeto, é necessário o aprofundamento das investigações, o que deve acontecer de modo sistemático.

O *walkthrough* pode considerar a utilização de *checklists* (Anexo 6), uma vez que consiste em um procedimento importante que auxilia no processo sistemático de coleta de informações. Uma vez que é baseado principalmente na avaliação visual, sua eficiência para a avaliação depende de informações complementares, as quais

podem ser fruto de medições, entrevistas ou questionários.

A partir da realização dos *walkthroughs*, foi elaborada a comparação entre o projetado e o construído, considerando, inclusive, eventuais alterações de uso ou intervenções realizadas pelos usuários, como alteração de circulações e instalações de gradis.

Outro aspecto verificado é a real existência de equipamentos constantes em projeto. Como exemplos de equipamentos considerados críticos que mereceram verificação, podemos citar: barras de apoio em sanitários para crianças com deficiência, coifas e hidrantes.

Para tanto, podem ser adotadas técnicas tais como fichas de ambientes, *checklists* e medições. Os critérios para a elaboração da respectiva técnica são descritos nos itens subsequentes.

6.3.2 FICHAS E *CHECKLISTS* PARA A AVALIAÇÃO DE AMBIENTES

As fichas de avaliação também desempenham o papel de sistematizar a coleta de informações e auxiliar na documentação dos aspectos identificados (Anexo 2) e na posterior comparação entre os estudos de caso. Para a elaboração das fichas, foram considerados aspectos dimensionais do ambiente, avaliação do nível de flexibilidade, pertinência ao uso e registros fotográficos.

Para a elaboração dos *checklists*, foram observadas as normas técnicas pertinentes e as diretrizes de boas práticas para o projeto de edifícios escolares (FRANÇA, ORNSTEIN, 2010).

Pinheiro e Günther (2008) afirmam que a utilização adequada deste recurso e a sua adequação à pesquisa científica são de grande importância para a investigação das interações entre as pessoas e o ambiente. Para tanto, é necessário estabelecer, de forma clara, uma meta e as regras de aplicação, incluindo o roteiro a ser aplicado, teste preliminar e, posteriormente, registro das respostas.

Para a elaboração do *checklist*, devem ser listados os aspectos considerados críticos para a avaliação de determinado critério de desempenho, uma vez que é necessário ter claro o escopo da avaliação em andamento (ISO/IEC, 2009).

Os critérios para a determinação dos aspectos críticos podem estar baseados em normas técnicas e diretrizes de boas práticas, ou serem provenientes de

experiências negativas anteriores. A partir da identificação dos aspectos críticos, é possível determinar eventuais estratégias para controle ou gestão dos respectivos riscos.

O *checklist* pode ser aplicado ao edifício como um todo ou, especificamente, a um determinado processo ou sistema, podendo ser utilizado em qualquer estágio do respectivo ciclo de vida. A Figura 24 apresenta um exemplo de *checklist* utilizado na pesquisa.

Check-list: Avaliação da Qualidade do Ambiente Luminoso e Conforto Visual – Escola C

Dia: 12/05/2009 Hora 10:40 Condições de céu: Sol, parcialmente encoberto

Tipo/ distribuição de acionamento da iluminação artificial – Não há. Acionamento de todas as lâmpadas da sala de aula, através de acionamento no quadro de força.

1. DIMENSÕES DA SALA DE AULA TÍPICA

largura	profundidade	altura
7,05	7,03	3,04

2. MEDIÇÕES DOS NÍVEIS DE ILUMINÂNCIA (Lux) – NBR:15215-4

Nº de pontos necessários: 9

Altura: 0,76m(plano de trabalho)

Distribuição:

Nível de iluminação previsto em norma: 300 lux

Atende ao nível mínimo previsto em norma?

sim ☒ não ☐

OBSERVAÇÕES:

Nível de iluminação externa, em local desobstruído: 66400 lux

Disponibilidade de luz natural no plano horizontal, para 12:05:

Iluminações (Luz do Sol + Luz do Céu)

Fonte: Software DLN (Scarazzato, 1995)

Com base na comparação dos níveis medidos e calculados, o dia avaliado pode ser considerado como típico para a época do ano?

sim ☒ não ☐

3. IMPLANTAÇÃO

A implantação do edifício favorece a otimização da iluminação natural?

sim ☐ não ☒

OBSERVAÇÕES: As salas de aula voltadas para o talude recebem pouca iluminação. Além disso, estão recuadas, devido ao corredor.

4.CONDIÇÕES DE ILUMINAÇÃO DAS SALAS DE AULA

Níveis de iluminância - ☐ ☒ ☐ ☐ +

Distribuição da luminância - ☒ ☐ ☐ ☐ +

Níveis de contraste - ☒ ☒ ☐ ☐ +

Controle de ofuscamento - ☐ ☒ ☐ ☐ +

Distribuição da iluminação natural - ☒ ☐ ☐ ☐ +

Eficiência do controle de incidência de raios solares diretos - ☐ ☒ ☐ ☐ +

Iluminação nos planos em que se deseja focar atenção - ☐ ☒ ☐ ☐ +

Há superfícies com visibilidade comprometida? Quais?

Cor dos acabamentos - ☐ ☐ ☒ ☐ +

Aspecto dos acabamentos - ☐ ☐ ☐ ☒ +

Rugosidade dos acabamentos - ☐ ☐ ☐ ☒ +

Distribuição da iluminação artificial - ☐ ☒ ☐ ☐ +

OBSERVAÇÃO: iluminação insuficiente no plano vertical (lousa)

Distribuição dos circuitos - ☒ ☐ ☐ ☐ +

Acionamento das luminárias - ☒ ☐ ☐ ☐ +

Condições de conservação/ manutenção da lum. artificial - ☒ ☐ ☐ ☐ +

Qualidade da visualização do exterior - ☐ ☒ ☐ ☐ +

5. CARACTERÍSTICAS DOS VÃOS

Iluminação lateral?

sim ☐ não ☒

Há um sistema de iluminação zenital?

sim ☐ não ☒

OBSERVAÇÕES: Esta estratégia poderia ter sido explorada no pavimento superior.

6. Há períodos críticos?

sim ☒ não ☐

Quais? O sol incide diretamente sobre a fachada principal, no período da tarde. Apesar disso, esse aspecto não ficou evidenciado durante a aplicação dos questionários pois os alunos respondentes frequentam a escola no período da manhã.

No início da manhã, a eficiência dos elementos vazados fica prejudicada pelos baixos ângulos de incidência solar.

7. Impressão do ambiente, considerando o conforto visual:

Agradável ☐ Neutro ☒ Desagradável ☐

Observações: A eficiência do sistema de proteção solar fica comprometida nas primeiras horas da manhã. Falta proteção solar na fachada principal.

Figura 24. Exemplo de *checklist* aplicado às Escolas A, B e C
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Uma vez que a adoção de um *checklist* torna o processo de avaliação objetivo, auxiliando na identificação dos aspectos relevantes, e possibilita a documentação das condições encontradas, sua aplicação sistemática permite a elaboração de registros dos processos de revisão e a avaliação dos respectivos resultados, consistindo numa técnica importante quando considerado juntamente a medições e levantamentos físicos. Dessa forma, ele auxilia na elaboração de avaliações, garantindo que os aspectos identificados não sejam esquecidos e permitindo a comparação com os aplicados em edifícios semelhantes, para a identificação de problemas em comum.

6.4 PROCEDIMENTOS E REFERÊNCIAS NORMATIVAS PARA AS MEDIÇÕES DE CONFORTO AMBIENTAL

Com base nas normas técnicas e nas boas práticas apresentadas nos itens 4.2, 4.3 e 4.4, foram elaboradas medições e avaliações para a verificação das condições de conforto ambiental das salas de aulas nas escolas avaliadas, visando à posterior confrontação dos resultados com os dados coletados, por meio das entrevistas, grupos focais e questionários aplicados para aferir a opinião dos usuários.

Para tal, foi inicialmente, conduzida uma leitura e análise do projeto arquitetônico, a fim de compreender as condições climáticas locais e seus efeitos na implantação. Desta etapa inicial, consistiram também simulações computacionais por meio das ferramentas Daysim (disponível em: <<http://www.daysim.com/>>, acesso em 20 jun. 2009), Ecotect (disponível em: <<http://www.autodesk.com>>, acesso em 28 jun. 2009) e Radiance (disponível em: <<http://www.radsite.lbl.gov/>>, acesso em 20 jun. 2009), a fim de identificar possíveis situações críticas merecedoras de aferição durante os levantamentos de campo.

Posteriormente, foram elaborados os levantamentos de campo, os quais envolveram medições e *checklists*. Para a aferição do desempenho das salas de aula das escolas A, B e C, considerando as condições de iluminação, conforto higrotérmico e níveis sonoros, foram utilizados os seguintes equipamentos integrantes do LABAUT (Foto 11):

- a) anemômetro – marca: Homis, modelo: 207;
- b) luxímetro – marca: Homis, modelo: 630;
- c) termohigrômetro – marca: Homis, modelo: 229; e
- d) decibelímetro - marca: Brüel; Kjaer, modelo: 223.

Foto 11. Equipamentos utilizados para as medições
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Também no caso da avaliação quanto aos aspectos relacionados ao conforto ambiental foram adotados *checklists* (Anexo 6). Sua elaboração fundamentou-se nas diretrizes apresentadas pelas normas técnicas pertinentes.

Estes aspectos foram verificados por meio de medições no local e da percepção do usuário (questionários), além da verificação da insolação, do tipo de exposição ao meio exterior dos sistemas construtivos empregados no edifício e de seu estado de conservação, a ser verificados por meio de *checklist* e de análise de projetos gráficos.

Nesse sentido, a existência de um banco de dados e de um procedimento visando à realimentação de projetos existentes e futuros constitui uma estratégia importante, visando a reduzir custos com manutenção e na formulação de procedimentos voltados à atenuação de condições insatisfatórias.

Para a investigação quantitativa proposta, foram consideradas, para efeitos

Figura 26. Escola B – Localização da sala de aula utilizada para as medições de conforto ambiental
Fonte: Desenho extraído de projeto de arquitetura da Escola B, fornecido pela Fundação para o Desenvolvimento da Educação, editado pela pesquisadora.

Figura 27. Escola C - Localização da sala de aula utilizada para as medições de conforto ambiental
Fonte: Desenho extraído de projeto de arquitetura da Escola C, fornecido pela Fundação para o Desenvolvimento da Educação, editado pela pesquisadora.

Também as dimensões das salas de aula avaliadas são semelhantes e permitem a comparação entre estudos de caso (Tabela 2).

Tabela 2. Dimensões internas (úteis) da sala de aula típica avaliada nas escolas A, B e C.

Escola	Largura (m)	Profundidade (m)	Altura (m)
A	7,02	7,4	3,18
B	7,05	7,02	3,02
C	7,05	7,03	3,04

Os períodos de avaliação foram compatíveis com os horários de aula dos alunos submetidos aos questionários.

Com o objetivo de permitir a comparação entre as condições de iluminação das escolas A, B e C, foram realizadas medições no mesmo dia (12/05/2009) e com condições climáticas próximas. Apesar disso, devido às diferenças no microclima no qual estavam inseridos os edifícios, é possível notar pequenas alterações na condição de céu, luminosidade e temperatura

Para a avaliação das condições de contraste e as relações de luminância nas salas de aula, foram geradas imagens em *High Dynamic Range* (HDR), a partir de fotos digitais (DEBEVEC, MALIK, 1997; JACOBS, WILSON, 2007; INANICI, GALVIN, 2004). As informações obtidas por meio das imagens em HDR apresentam as razões de contraste entre as diferentes superfícies do ambiente fotografado.

Estas imagens foram submetidas à renderização em cor falsa, artifício utilizado para ressaltar as diferenças nos níveis de luminância das superfícies para a avaliação da sua distribuição no ambiente (definição disponível em: <http://radsite.lbl.gov/radiance/man_html/falsecolor.1.html>, acesso em 4 dez. 2010).

Para a elaboração das imagens, foram utilizados os seguintes equipamentos fotográficos: máquina fotográfica digital da marca Sony, modelo DSC T 900, e tripé da marca Vivitar (Foto 12). Para a calibragem do equipamento, foi utilizado um luminômetro da marca Lichtmesstechnik, integrante do LABAUT (Foto 13).

Foto 12. Equipamento fotográfico utilizado para a elaboração das imagens HDR
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Foto 13. Luminâncímetro utilizado para a calibragem do equipamento fotográfico
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Para uma verificação preliminar do potencial de economia de energia em função da integração entre os sistemas de energia natural e elétrica, é avaliada a autonomia de luz natural das salas de aula em questão. A autonomia de luz natural pode ser definida como o número de horas (em %) do ano em que os níveis de iluminância mínimos são atingidos, considerando o período anual, contando apenas com a incidência da iluminação natural (REINHART et al., 2006, p. 10). Para efeitos dos cálculos, foi considerado o período entre 07h00min e 18h00min, e a ferramenta utilizada foi o *software* Daysim (disponível em: <<http://www.daysim.com/>>, acesso em 20 jun. 2009).

Para a avaliação das condições de conforto térmico e de ventilação dos três estudos de caso situados na Região Metropolitana de São Paulo, foram consideradas as informações climáticas correspondentes ao aeroporto de Congonhas, São Paulo (disponíveis em: <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/Weather_data.cfm>, acesso em 10 fev. 2009). Para as análises foram considerados os seguintes indicadores: temperatura, umidade relativa, radiação e ventos (Figura 28).

Figura 28. Exemplo de análise da incidência de ventos predominantes
Sobreposição elaborada pela autora, utilizando as informações geradas pelo arquivo climático da cidade de São Paulo. Fonte da imagem aérea: GoogleEarth (disponível em: <<http://www.google.com/earth/index.html>>, acesso em 10 fev. 2009).

Nos casos avaliados, os equipamentos disponíveis possibilitaram a elaboração de medições de temperatura e umidade. A velocidade do ar não pôde ser medida no interior dos ambientes, limitando-se à coleta de dados externos, em função da sensibilidade do anemômetro fornecido para a pesquisa. Dessa forma, as análises das condições de conforto térmico foram efetuadas em função de cálculos prescritivos e simulações computacionais (USDOE, disponível em: <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/subjects_sub.cfm/pagename_menu=whole_building_analysis>, acesso em 10 fev. 2009). Os dados coletados foram confrontados com as respostas dos usuários referentes ao conforto térmico, fornecidas na ocasião da aplicação dos questionários.

6.5 APLICAÇÃO DOS MÉTODOS E TÉCNICAS

Após a leitura de projetos, sucedeu-se a etapa correspondente ao planejamento dos instrumentos e à identificação das atividades relevantes à coleta de dados. A partir desse plano (Quadro 12), foram desenvolvidos os respectivos roteiros e instrumentos.

Quadro 12. Lista de instrumentos e de participantes

Instrumento	Participante(s)
Entrevista	Arquitetos responsáveis pelos projetos das escolas A, B e C
Entrevista	Especialistas em conforto ambiental
Entrevista	Especialista em pedagogia
Entrevista	Responsáveis pela avaliação SARESP
Medições físicas	Especialista
Medições de conforto ambiental	Especialista
Aplicação de <i>checklists</i>	Especialista
<i>Walkthrough</i>	Especialista/Diretor
Questionário	Alunos
Entrevista	Diretor
Grupo focal	Professores
Grupo focal	Funcionários da limpeza e do departamento administrativo

Contribuíram para os levantamentos e a aplicação dos instrumentos realizados nas escolas A e B: a bolsista de iniciação científica CNPq Mariana Novaski (NOVASKI, 2009) e a bolsista de iniciação científica FAPESP Thaís Mollon Grotti (GROTTI, 2009). A entrevista realizada com o arquiteto da Escola B ocorreu em 12 de novembro de 2008 e foi moderada por Sheila Walbe Ornstein, Mariana Novaski e Thaís Mollon Grotti.

As atividades de campo e a aplicação dos instrumentos ocorreram conforme o Quadro 13.

Quadro 13. Atividades de campo e instrumentos aplicados

Data	Atividades	Local	Procedimentos e instrumentos aplicados
17/4/2008	Visita à escola	Escola B	Visita exploratória.
13/6/2008	Entrevista com especialista em conforto ambiental	Escritório do especialista	Entrevista realizada com especialista em conforto ambiental com experiência em projetos de escolas estaduais paulistas.
13/8/2008	Entrevista com responsáveis pelo SARESP	FDE	Entrevista realizada com responsáveis pela avaliação de indicadores de rendimento escolar e tratamento de dados do SARESP.
30/9/2008	Visita à escola	Escola B	Aplicação de grupos focais professores, funcionários da limpeza e funcionários administrativos.
23/10/2008	Visita à escola	Escola B	<i>Walkthrough</i> com diretora "1", entrevista com representante da diretora, preenchimento de <i>checklist</i> .
4/11/2008	Entrevista com o responsável pelo projeto da Escola A	Escritório do arquiteto	Entrevista estruturada realizada com o arquiteto responsável pela coordenação do projeto da Escola A.
6/11/2008	Visita à escola	Escola C	<i>Walkthrough</i> , entrevista com diretora da Escola C, preenchimento de <i>checklists</i> .
12/11/2008	Entrevista com o arquiteto da Escola C	Escritório do arquiteto	Entrevista estruturada realizada com o arquiteto autor do projeto da Escola C.
12/11/2008	Entrevista com o arquiteto da Escola B	Escritório do arquiteto	Entrevista estruturada moderada por Sheila Walbe Ornstein, Mariana Novaski e Thaís Mollon Grotti.
19/11/2008	Visita à escola	Escola A	<i>Walkthrough</i> , entrevista com representante da diretora, preenchimento de <i>checklists</i> .
2/12/2008	Visita à escola	Escola A	Coleta de informações para o <i>as built</i> , preenchimento de fichas técnicas de ambientes, preenchimento de <i>checklists</i> .
12/12/2008	Entrevista com especialista em conforto ambiental	FAUUSP	Entrevista com especialista em conforto ambiental com experiência em projetos de escolas estaduais paulistas.
23/1/2009	Visita à escola	Escola A	Realização de medições físicas, preenchimento de fichas técnicas, vistoria técnica, aplicação de atividades de grupo focal com funcionários da limpeza, funcionários do departamento administrativo e inspetoras de ensino; entrevista não estruturada com vice-diretora.
13/2/2009	Visita à escola	Escola B	<i>Walkthrough</i> com diretora "2".
16/2/2009	Visita à escola	Escola A	Medições de conforto ambiental. Procedimento para a aferição de níveis sonoros supervisionado pelo Prof. Dr. João Galberto Baring. Preenchimento de <i>checklists</i> .
20/2/2009	Visita à escola	Escola B	Vistoria técnica, entrevista não estruturada com funcionária da limpeza.
3/3/2009	Visita à escola	Escola A	Aplicação de pré-teste.
5/3/2009	Visita à escola	Escola A	Aplicação de questionários, observação de padrões de comportamento dos usuários.
6/3/2009	Visita à escola	Escola B	Aplicação de questionários, observação de padrões de comportamento dos usuários.
9/3/2009	Visita à escola	Escola B	Aplicação de questionários, observação de padrões de comportamento dos usuários.

Continua...

Continuação

Data	Atividades	Local	Procedimentos e instrumentos aplicados
10/3/2009	Visita à escola	Escola C	Aplicação de questionários, observação de padrões de comportamento dos usuários.
20/3/2009	Entrevista com especialista em pedagogia	FEUSP	Entrevista estruturada com pedagoga para a discussão de aspectos correlatos à interferência do ambiente construído no desempenho acadêmico.
22/4/2009	Visita à escola	Escola A	Medições de conforto ambiental. Procedimento para a aferição de níveis sonoros supervisionado pelo Prof. Dr. João Gualberto Baring (FAUUSP). Preenchimento de <i>checklists</i> .
24/4/2009	Visita à escola	Escola B	Vistoria técnica, entrevista não estruturada com diretora "3".
12/5/2009	Visita à escola	Escola A	Medições de conforto ambiental e elaboração de imagens em HDR, vistorias técnicas.
12/5/2009	Visita à escola	Escola B	Medições de conforto ambiental e elaboração de imagens em HDR, preenchimento de <i>checklists</i> , <i>walkthrough</i> com funcionária da limpeza.
12/5/2009	Visita à escola	Escola C	Medições de conforto ambiental e elaboração de imagens em HDR.
13/5/2009	Visita à escola	Escola B	Medições de conforto ambiental e elaboração de imagens em HDR, vistorias técnicas.
13/5/2009	Visita à escola	Escola C	Medições de conforto ambiental e elaboração de imagens em HDR, vistorias técnicas.
22/6/2009	Calibragem dos equipamentos utilizados nas imagens HDR	VIDEOFAU	Calibragem dos equipamentos para a elaboração das imagens em HDR. Procedimento supervisionado pelo Prof. Dr. Paulo Sergio Scarazzato (FAUUSP).

6.6 ELABORAÇÃO DO MAPA DE FLUXOS

Segundo Bechtel e Zeisel (1990) e Zeisel (2006), a observação é um método importante de uma pesquisa no campo dos estudos de ambiente e comportamento. Assim, a postura do observador é fundamental para obter resultados satisfatórios. O observador deve documentar o que as pessoas fazem em seu cotidiano e utilizar o material coletado para exemplificar suas descobertas, de forma a possibilitar que as pessoas compreendam o seu comportamento em situações em que normalmente não se dá conta. Um dos aspectos que são observados entre as pessoas é o comportamento, pelo fato de não ser possível evitá-lo. Neste campo de pesquisa, entretanto, é introduzida uma nova dimensão, uma vez que o comportamento deve sempre ser observado inserido em um contexto.

Os mapas de fluxos (Figura 29) elaborados nos permitem verificar: alterações nas circulações previstas em projeto, utilização de ambientes em desacordo com o

projeto, possíveis riscos aos usuários, envolvendo segurança contra incêndio, segurança patrimonial e segurança pessoal, e eventuais áreas subutilizadas nos terrenos das escolas.

Figura 29. Exemplo de mapa de fluxos
 Fonte: Acervo da pesquisadora.

A partir da identificação das principais situações críticas envolvendo as alterações de projeto, estas informações foram confrontadas com as entrevistas, grupos focais e questionários, a fim de compreender os motivos que potencializaram as modificações e eventuais necessidades de uso não contempladas no programa de necessidades.

6.7 ELABORAÇÃO DO QUADRO-SÍNTESE DE DIAGNÓSTICO E DOS MAPAS DE DESCOBERTAS

Os mapas de descobertas são uma útil técnica para a apresentação de resultados da avaliação em ambientes complexos ou cuja tipologia pode ser reproduzida em várias edificações, tais como hospitais e escolas. Por meio do uso de códigos gráficos, são localizados em planta os principais aspectos identificados, de modo a permitir uma compreensão global do diagnóstico elaborado (ORNSTEIN et al., 2009; SOARES, 2003 *apud* RHEINGANTZ et al., 2008).

As formas de apresentação dos mapas de descobertas vêm sendo aprimoradas na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, em pesquisas recentes envolvendo hospitais (ORNSTEIN et al., 2006; FRANÇA et al., 2006), centros de diagnóstico (THOMAZONI et al., 2007) e escolas (THOMAZONI et al., 2007; RESENDE et al., 2007; ISSA, 2008; POLTRONIERI, 2008; BARBOSA et al., 2007; GROTTI, 2009).

As informações obtidas por meio da aplicação dos métodos e técnicas adotados para o diagnóstico estão apresentados no Quadro 14.

Quadro 14. Métodos e técnicas aplicados e respectivos aspectos aferidos

Instrumento	Participantes	Aspectos avaliados
<i>Walkthroughs</i>	Especialista, em visitas guiadas por usuários (diretor, funcionários)	Averiguação do atendimento ao projeto e às normas técnicas. Observação dos padrões de uso dos ambientes e circulações. Verificação das práticas de operação e de manutenção.
<i>Checklists</i>	Especialista	Averiguação do atendimento ao projeto e às normas técnicas. Observação dos padrões de uso dos ambientes e circulações. Verificação das práticas de operação e de manutenção.
Mapas de fluxos	Especialista	Observação dos padrões de uso dos ambientes e circulações. Verificação do atendimento às normas técnicas.
Medições e simulações de conforto ambiental	Especialista	Verificação do atendimento ao projeto e às normas técnicas.
Entrevistas	Diretor, funcionários administrativos	Aferição qualitativa da percepção dos usuários em relação aos aspectos críticos inerentes ao uso do edifício, sua operação e manutenção.
Atividades de grupo focal	Professores, funcionários de limpeza, inspetores	Aferição qualitativa da percepção dos usuários em relação aos aspectos críticos inerentes ao uso do edifício, sua operação e manutenção.
Questionários	Alunos	Aferição quantitativa da percepção dos usuários em relação aos aspectos críticos inerentes ao uso do edifício, sua operação e manutenção.

Galvão e Ornstein (2010) ressaltam a importância da realização de um roteiro, a partir dos resultados obtidos por meio da aplicação da APO. Visando a auxiliar a consulta em processos decisórios de realimentação de projeto, os resultados obtidos são apresentados em um quadro-síntese e organizados em função da prioridade aferida. Os resultados obtidos estão numerados para a identificação do aspecto no correspondente no mapa de descobertas (Figura 30).

Para a apresentação dos resultados, os aspectos identificados foram organizados conforme os critérios de desempenho apresentados pela norma NBR 15575-1:2008 (ABNT, 2008) em três grupos: habitabilidade, sustentabilidade e segurança (vide item 3.2).

Item	Aspecto	Descrição da situação identificada	Critérios de desempenho															Relevância aferida	Nível de prioridade para revisões										
Item	Aspecto	Descrição da situação identificada	critério de desempenho															relevância correspondente a instrumento											
			Conforto visual	Conforto acústico	Conforto térmico	Conforto lumínico e ergonômico	Acessibilidade	Funcionalidade	Salubridade	Estanqueidade	Durabilidade	Manutibilidade	Desempenho ambiental	Segurança estrutural	Segurança no uso	Segurança contra incêndio	Medições físicas	Checklist	Veritas técnicas	Mapa de fluxos	Questionário (alunos)	Grupo local (professores)	Grupo local (limpeza)	Entrevista (funcionário da administração)	Entrevista (arquitetos)	Perifoneia de reuniões em futuros projetos	Risco para o desempenho das atividades acadêmicas dos alunos	Nível de prioridade para revisões	
1	Portas	Resistência insuficiente da folha de fechamento, mecanismo de abertura, baixa eficiência no controle da água e do vento, impossibilidade de controle dos níveis de iluminação	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	0	0	3	3	3	0	3	3	67
2	Esquadrias (geral)		3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	2	2	3	0	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	3	3	62
3	Ferragens	dobradiças e fechaduras	1	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3	2	60

Legenda: Atribuição de valores de relevância

-1	aspecto positivo
0	não foi citado/ não se aplica
1	aspecto pouco relevante (risco baixo)
2	aspecto medianamente relevante (risco médio)
3	aspecto muito relevante (risco alto)

Figura 30. Esquema para a apresentação de quadro de diagnósticos
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Para a leitura imediata das prioridades, os aspectos identificados foram organizados em quadros diagnósticos por pavimento e por edifício escolar. Nos quadros são considerados os critérios de desempenho adotados nos mapas de

descobertas e apresentadas informações quanto à avaliação do especialista e dos usuários, obtidas por meio da aplicação dos múltiplos instrumentos durante os levantamentos de campo.

Para efeito de organização formal do diagnóstico, foram considerados, para os três estudos de caso, os critérios de desempenho previstos na norma brasileira NBR 15575:2008 (ABNT, 2008), e as informações apresentadas nos mapas de descobertas foram organizadas nas pranchas conforme pode ser visualizado na Figura 31.

Na Figura 32 é apresentado um exemplo de mapa de descobertas elaborado para o diagnóstico.

Figura 31. Esquema para a apresentação dos mapas de descobertas
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Escola B
Mapa de descobertas

LEGENDA

Item correspondente no quadro de diagnósticos (ver capítulo 7)

Critério de desempenho

- Conforto visual
- Conforto acústico
- Conforto higratérmico
- Acessibilidade
- Funcionalidade
- Salubridade
- Estanteidade
- Durabilidade
- Manutenibilidade
- Desempenho ambiental
- Segurança estrutural
- Segurança no uso
- Segurança contra incêndio
- Outros: conforto tátil e ergonomia

Aspecto positivo
Solução eficiente, que pode ser considerada em projetos de edifícios semelhantes

Realimentação de projeto
Pertinente a revisão deste aspecto em futuros projetos de edifícios semelhantes/ alimentação de banco de informações

Alteração no edifício, em desacordo com o projeto
Ambiente desativado/ sem uso

Norma técnica
Boas práticas

Nível de risco

- Risco alto: Impossibilita o uso, oferece alto nível de perigo à integridade física do usuário
- Risco médio: Dificulta o uso e expõe o usuário a uma condição de perigo
- Risco baixo: Necessita ser adequado às normas técnicas e diretrizes de boas práticas, mas não interfere nas condições de uso/ não expõe o usuário a perigo

Ambientes contemporâneos para o ensino-aprendizagem: Avaliação Pós-Ocupação aplicada a três edifícios escolares públicos, situados na Região Metropolitana de São Paulo

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo [FAUUSP]
Dissertação de Mestrado

Autora: Ana Judite Galbiatti Limongi França
Orientadora: Sheila Walbe Ornstein

Pavimento térreo
Esc. 1:250

2/3

Figura 32. Exemplo de mapa de descobertas
Fonte: Acervo da pesquisadora.
Observação: Os mapas de descobertas elaborados para os estudos de caso estão disponíveis no Anexo 7 – CD-ROM.

6.8 CONSIDERAÇÕES QUANTO À APLICAÇÃO DOS MÉTODOS E TÉCNICAS E A ANÁLISE DOS RESULTADOS

Foi premissa, para a elaboração desta pesquisa, que todos os métodos e técnicas fossem aplicados anonimamente.

Quanto à aplicação de grupos focais, os participantes colaboraram de maneira espontânea. Exceção é feita ao grupo focal aplicado na Escola C, atividade que ficou restrita a dois funcionários (um homem e uma mulher), o que limitou o debate quanto às questões-chave, embora não tenha comprometido a identificação de aspectos críticos. O motivo alegado é que a equipe era terceirizada e havia sido recentemente substituída (informação referente a março de 2009).

Uma vez tendo sido aplicadas, as atividades de grupos focais permitiram a identificação dos aspectos relevantes, e foi feita uma nova visita técnica aos edifícios a fim de aprofundar levantamentos referentes aos aspectos debatidos, bem como informações subjetivas que permeiam as opiniões dos usuários.

Os questionários foram elaborados considerando a faixa etária dos alunos respondentes (Ciclo II, oitava série). Entretanto, durante sua aplicação nos três estudos de caso, observou-se que alguns respondentes tinham dificuldades com leitura e compreensão de texto, necessitando supervisão para o preenchimento das questões.

Ainda sobre a Escola C, é relevante comentar que a população do edifício havia ocupado anteriormente uma instalação provisória, o que pode ter ocasionado alguma distorção quanto às referências pessoais na manifestação dos níveis de satisfação em relação à infraestrutura e ao conforto ambiental, uma vez que as condições atuais eram significativamente melhores que as do ambiente escolar anterior.

Durante o período que compreendeu os levantamentos de campo, a Escola B sofreu três alterações de diretoria. Foram realizados *walkthroughs* com as diretoras “1” e “2”. Na etapa final de coleta de dados, com o intuito de complementar as informações já obtidas, foi realizada uma entrevista não estruturada com terceira diretora, que, por ter assumido o cargo durante a finalização dos levantamentos, não era usuária do edifício por um período significativo.

Ainda sobre as diretorias, também no caso da Escola A, estava prevista a

transferência da diretora em dezembro de 2008, embora a profissional tenha permanecido na administração da escola até o final do período de levantamento de campo.

Para efeitos das discussões envolvendo o desempenho acadêmico e o ambiente de ensino, somente foi possível obter resultados exploratórios relacionados às relações entre o rendimento escolar e o ambiente construído oferecido.

7. DIAGNÓSTICO

Preiser (1989) entende que a verificação dos dados coletados durante o levantamento deve levar em conta, pelo menos, três diferentes métodos, a fim de possibilitar a validação dos resultados obtidos. Assim, a verificação do desempenho do edifício por meio de múltiplos métodos possibilita a elaboração de um diagnóstico consistente.

As situações apresentadas estão ilustradas e localizadas em plantas nos mapas de descobertas elaborados (Anexo 7).

Os Quadros 15, 16 e 17 apresentam a síntese dos diagnósticos elaborados, respectivamente, para os estudos de caso A, B e C. Nos itens subsequentes, são discutidas as principais situações identificadas.

Item	Aspecto	Descrição da situação identificada	critério de desempenho														relevância correspondente a instrumento														Pertinência de revisões em futuros projetos	Risco para o desempenho das atividades acadêmicas dos usuários	Nível de prioridade para revisões
			Conforto visual	Conforto acústico	Conforto higrotérmico	Acessibilidade	Funcionalidade	Salubridade	Estanqueidade	Durabilidade	Manutenabilidade	Desempenho ambiental	Segurança estrutural	Segurança no uso	Segurança contra incêndio	Outros: Conforto tátil e ergonomia	Walkthrough	Medições físicas	Checklist	Visitas técnicas	Mapa de fluxos	Questionário (alunos)	Grupo focal (professores)	Grupo focal (limpeza)	Entrevista (funcionário da administração)	Entrevista (arquitetos)							
1	Portas	Resistência insuficiente da folha de fechamento	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	0	0	3	3	3	0	3	3	67					
2	Esquadrias (geral)	Baixa resistência à corrosão, emperramento do mecanismo de abertura, baixa eficiência no controle da água e do vento, impossibilidade de controle dos níveis de iluminação	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	0	2	3	0	3	3	0	3	3	3	3	0	3	3	62				
3	Ferragens	Resistência insuficiente de componentes tais como dobradiças e fechaduras	1	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	0	0	3	3	3	0	3	2	60					
4	Vidros das janelas das salas de aula	Quebra frequente com permanência de superfícies cortantes no caixilho e no piso; consequente perda da capacidade de isolamento entre ambientes	2	3	3	3	3	1	3	3	3	3	0	3	0	3	3	2	3	3	0	0	3	3	3	0	3	2	58				
5	Sistema de drenagem de pisos (corredores)	Caimento inadequado, escoamento insuficiente causando acúmulo de água em corredores, áreas externas e sanitários	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	1	3	2	1	3	3	3	3	0	0	3	3	3	0	3	2	57				
6	Esquadrias das salas de aula	Não permite o controle da luz solar direta incidentes no início da manhã, ventilação insuficiente nos dias quentes, não proporciona estanqueidade ao vento suficiente nos dias frios, não proporciona isolamento acústico suficiente	3	3	3	2	3	0	3	2	2	2	0	3	0	2	3	3	3	3	0	3	3	0	3	-1	3	3	54				
7	Elevador	Sem condições de uso devido à falta da máquina e de componentes	0	0	0	3	3	0	0	3	3	1	0	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	52				
8	Pisos cerâmicos (geral)	Descolamento de componentes	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	1	3	2	3	3	0	3	3	0	0	0	3	3	0	3	1	49				
9	Metais e louças sanitários	Falta ou vandalização de componentes	0	0	0	3	3	3	2	3	3	3	0	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	1	1	0	2	2	47				
10	Centro de leitura	Alteração para: sala de vídeo, sala de múltiplo uso e biblioteca; leiaute, instalações elétricas, iluminação artificial e esquadrias incompatíveis com sobreposição de usos	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	0	2	2	3	3	3	3	3	2	3	0	0	-1	0	3	3	56				
11	Acionamento de luminárias nas salas de aula	Falta de interruptores nas salas de aula impossibilita o controle da luminosidade; acionamento das luminárias das sala de aula pelo quadro de força geral do andar	3	0	2	3	3	0	0	3	3	3	0	3	3	3	3	0	3	3	0	0	2	0	0	0	3	3	46				
12	Esquadrias do terceiro andar	Componentes altos, dificultando a limpeza e a manutenção e causando o acúmulo de sujeira	2	0	1	3	2	3	2	3	3	2	0	3	0	2	3	0	3	3	0	0	0	3	3	0	3	2	46				
13	Piso de borracha pastilhada (escadas)	Descolamento de placas	0	0	0	3	3	3	0	3	3	3	1	3	2	3	3	0	3	3	0	0	0	3	3	0	3	1	46				
14	Mobiliário escolar (carteiras, cadeiras e lousa)	Vandalização, pichações, falta/quebra de componentes; falta de mobiliário adequado (conjunto aluno) para alunos de baixa estatura	0	0	0	3	3	2	0	3	3	3	0	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	3	0	0	1	1	43				
15	Áreas ajardinadas	Desconexão entre as áreas permeáveis gramadas e as áreas de socialização	2	2	2	3	3	1	0	0	3	3	0	0	0	0	3	3	3	3	2	3	2	-1	-1	0	3	3	42				
16	Canteiros previstos em projeto	Inexistência - as áreas previstas em projeto foram concretadas	2	2	2	3	3	1	0	0	3	3	0	0	0	0	3	3	3	3	2	3	2	-1	-1	0	3	3	42				
17	Dimensionamento das salas de aula	A área disponível por aluno dificulta a adequação da sala de aula para outras atividades pedagógicas que não a aula expositiva (em média, 1,2 m²/aluno, considerando os alunos de oitava-série efetivamente cursando o primeiro semestre de 2009)	0	0	1	2	3	3	0	0	0	2	0	1	2	3	3	3	3	3	0	3	3	0	0	0	3	3	41				
18	Acessos principais	Obstrução por meio da instalação e trancamento de gradis	0	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	2	41				
19	Rampa	Obstrução por meio da instalação e trancamento de gradis, falta de corrimão em uma das laterais	0	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	2	41				
20	Corrimãos das escadas	Descolamento, falta de componentes	0	0	0	3	3	0	0	3	3	1	0	3	3	3	3	0	3	3	0	0	0	3	3	0	3	1	41				
21	Abastecimento de água	Descolamento, falta de componentes	0	0	0	1	2	3	0	3	3	2	0	3	0	0	3	0	3	3	0	0	0	3	3	0	3	3	38				
22	Luminárias	Substituição de lâmpadas em desacordo com o projeto; falta de componentes; permanência de luminárias em funcionamento mesmo quando há luz natural suficiente	3	0	1	0	3	0	0	3	3	3	0	2	2	0	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	3	3	38				
23	Pintura interna (1º e 2º pavimentos)	Comprometimento do sistema de pintura pelo acúmulo de sujeira e atos de vandalismo, existência de áreas descascadas e de infiltrações	1	0	0	0	3	3	3	3	3	2	0	0	0	0	3	0	3	3	0	0	0	3	3	0	3	2	38				
24	Quadros de energia	Obstrução por meio da instalação de cadeados, barras de ferro e soldagem de componentes	0	0	0	3	3	3	0	3	3	2	0	3	3	0	3	0	3	3	0	0	0	0	0	-1	0	3	37				
25	Alvenarias internas	Infiltrações, trincas e buracos	2	1	1	0	1	2	3	3	3	2	3	2	0	0	3	0	3	3	0	0	0	0	0	0	3	2	37				
26	Sistema de drenagem (pisos externos e sanitários)	Falta de grelha de proteção; infiltrações; obstrução por objetos (por exemplo: embalagens vazias, papéis)	0	0	0	3	3	3	3	3	3	2	0	3	0	0	3	0	3	3	0	0	0	3	0	0	0	2	37				
27	Corredores de acesso às salas de aula	Interferência nas aulas devido à circulação de pessoas	2	3	3	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	3	3	3	3	0	3	3	36				
28	Fechamento interno salas de aula	Instalação de divisória interna convencional, executada sem tratamento (isolamento acústico, térmico ou retardante de chamas) para a divisão de ambientes de ensino, em desacordo com o projeto	2	3	1	2	3	1	3	0	1	1	0	0	2	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	3	37				
29	Torneiras externas	Falta de metais	0	0	0	3	3	3	3	3	3	0	0	2	0	0	3	0	3	3	0	0	0	3	0	0	3	1	36				
30	Tomadas	Comprometimento da funcionalidade devido a falta de componentes; quantificação e distribuição insuficientes provocam adaptações em desacordo com o projeto; obstrução das caixas para a passagem de fiação com elementos estranhos (por exemplo: pedaços de papel, embalagens); faltam instalações de lógica	0	0	0	3	3	0	0	3	3	2	0	3	3	0	3	0	3	3	0	0	0	0	0	0	3	3	35				
31	Muretas das escadas (3º pavimento)	Possibilitam a fácil escalada por crianças ou invasores	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	3	0	0	3	3	3	3	0	0	3	3	3	0	3	1	34				
32	Hidrantes	Vandalização dos componentes, falta de mangueira e bocais	0	0	0	3	3	0	0	3	3	3	0	0	3	0	3	0	3	3	0	3	0	0	0	0	3	0	33				
33	Sala dos professores	Sobreposição de usos (depósito de material pedagógico, copa e bancada multi-mídia)	2	2	1	2	2	1	0	0	1	1	0	1	1	2	3	0	3	3	0	0	3	0	0	0	3	2	33				
34	Rotas de fuga	Obstrução pela alteração de alvenarias e instalação de gradis	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	3	3	0	3	3	3	3	3	-1	-1	-1	0	3	2	32					
35	Gradis	Instalação de elementos compartimentando ambientes em desacordo com o projeto	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	3	3	3	3	-1	-1	-1	0	3	2	32				
36	Comunicação visual	Falta de elementos de sinalização previstos em projeto (devido a quebra/ remoção); elaboração de nova sinalização em desacordo com o projeto	0	0	0	3	2	0	0	3	3	1	0	2	2	0	3	0	3	3	1	0	0	0	2	0	3	1	32				
37	Elementos estruturais externos	Utilizados por animais potencialmente transmissores de doenças; difícil acesso para a manutenção e a limpeza; possibilidade de utilização por invasores para o acesso aos andares superiores	0	0	0	2	0	3	0	1	3	2	0	3	0	0	3	0	3	3	0	0	0	3	3	0	3	0	32				
38	Sala do diretor e sala da coordenação	Alteração e sobreposição de usos, em desacordo com o projeto (sala do diretor utilizada como almoxarifado; sala do coordenador também é utilizada como depósito)	2	0	0	3	3	0	0	0	2	0	0	3	2	2	3	2	3	3	0	0	0	0	-1	0	3	1	31				
39	Alarme de incêndio	Inoperante	0	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	0	3	0	3	3	0	0	0	0	1	0	3	0	31				
40	Alvenarias externas	Trincas, pichações e infiltrações	0	0	2	0	3	3	3	3	3	0	2	0	0	0	3	0	3	3	0	0	0	0	0	0	2	0	30				
41	Extintores	Falta de extintores nos locais previstos em projeto	0	0	0	3	3	0	0	1	2	3	0	0	3	0	0	3	0	3	3	0	3	0	0	0	3	0	30				
42	Exaustores (cantina e cozinha)	Falta do equipamento previsto em projeto	0	0	3	0	3	3	0	3	3	3	0	2	0	0	2	0	2	2	0	0	0	2	0	0	0	1	29				
43	Bebedouros	Falta de bebedouros nos locais previstos em projeto	0	0	0	2	3	0	0	3	3	0	0	0	0	0	3	0	3	3	0	3	0	0	0	0	3	2	28				
44	Calçadas	Existência de mato, lixo e buracos	0	0	0	2	2	2	0	3	3	0	0	2	0	1	3	2	3	3	0	0	0	0	0	0	1	1	28				
45	Sala de múltiplo uso	Alteração de uso (para sala de informática - preparado como tal, mas sem uso efetivo)	0	0	0	1	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	3	3										

Levantamentos de campo realizados entre junho de 2008 e maio de 2009.

LEGENDA

- 1 aspecto positivo
- 0 aspecto irrelevante/ não foi citado/ não se aplica
- 1 aspecto pouco relevante (risco baixo)
- 2 aspecto medianamente relevante (risco médio)
- 3 aspecto muito relevante (risco alto)

Item	Aspecto	Descrição da situação identificada	critério de desempenho																relevância correspondente a instrumento															
			Conforto visual	Conforto acústico	Conforto higrotérmico	Acessibilidade	Funcionalidade	Salubridade	Estanqueidade	Durabilidade	Manutenabilidade	Desempenho ambiental	Segurança estrutural	Segurança no uso	Segurança contra incêndio	Outros: onforto tátil e ergonomia	Walkthrough	Medições físicas	Checklist	Visitas técnicas	Mapa de fluxos	Questionário (alunos)	Grupo focal (professores)	Grupo focal (limpeza)	Entrevista (funcionário da administração)	Entrevista (arquitetos)	Pertinência de revisões em futuros projetos	Risco para o desempenho das atividades acadêmicas dos usuários *	Nível de prioridade para revisões					
1	Portas	Resistência insuficiente da folha de fechamento	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	0	0	3	3	3	0	3	3	67					
2	Esquadrias (geral)	Baixa resistencia a corrosão, emperramento do mecanismo de abertura, baixa eficiencia no controle da água e do vento, impossibilidade de controle dos níveis de iluminação	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2	2	3	0	2	3	0	3	3	0	3	3	3	3	0	3	2	60					
3	Ferragens	Resistência insuficiente de componentes tais como dobradiças e fechaduras	1	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	0	0	3	3	3	0	3	2	60					
4	Vidros das janelas (pavimento térreo)	Quebra com permanência de superfícies cortantes no caixilho e no piso; consequente perda da capacidade de isolamento entre ambientes	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	0	3	3	2	3	3	0	0	3	3	3	0	3	2	60					
5	Sistema de drenagem de pisos	Caimento inadequado, escoamento insuficiente causando acúmulo de água em corredores, áreas externas e sanitários	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	1	3	2	1	3	3	3	3	0	2	3	3	3	0	3	3	60					
6	Esquadrias	Não permite o controle da luz solar direta incidente no início da manhã, ventilação insuficiente nos dias quentes, não proporciona estanqueidade suficiente ao vento nos dias frios nem à água da chuva , não proporciona isolamento acústico suficiente	3	3	3	2	3	0	3	2	2	2	0	3	0	2	3	3	3	3	0	3	3	0	3	0	3	3	55					
7	Elevador	Sem condições de funcionamento	0	0	0	3	3	0	0	3	3	1	0	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	52					
8	Metais e louças sanitários	Falta ou vandalização de componentes	0	0	0	3	3	3	2	3	3	3	0	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	1	1	0	2	2	47					
9	Gradis externos e corrimãos	Danos ou falta de componentes, possibilitando a entrada e saída indevida de pessoas, inclusive pertencentes à escola	0	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	0	0	3	2	47					
10	Portões e alambrados da quadra de esportes	Falta de portão, furos no alambrado, trinco danificado	0	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	0	0	3	2	47					
11	Áreas ajardinadas	Desconexão das áreas permeáveis gramadas com as áreas de socialização; acúmulo de lixo; infestação de animais, tais como: formigas,escorpiões	2	2	2	3	3	1	0	0	3	3	0	0	0	0	3	3	3	3	2	3	2	3	0	0	3	3	47					
12	Quadras de esportes	A proximidade entre a quadra de esportes e as janelas das salas de aula gera níveis sonoros inadequados durante as aulas; a segunda quadra prevista em projeto não foi construída e em seu lugar há mato e acúmulo de lixo	1	3	2	2	3	3	0	2	2	2	0	1	0	2	3	0	3	3	0	3	3	3	0	0	3	3	47					
13	Pisos cerâmicos	Quebra de elementos cerâmicos	0	0	0	3	3	1	2	3	3	3	0	3	3	3	3	0	3	3	0	0	0	3	3	0	3	1	46					
14	Acionamento de luminárias nas salas de aula	Falta de interruptores nas salas de aula impossibilita o controle da luminosidade; acionamento das luminarias das salas de aula pelo quadro de força geral do andar	3	0	2	3	3	0	0	3	3	3	0	3	3	3	3	0	3	3	0	0	2	0	0	0	3	3	46					
15	Mobiliário escolar	Danos aos componentes, pichações, falta de mobiliário adequado para alunos de baixa estatura	0	0	0	3	3	2	0	3	3	3	0	3	0	3	3	0	3	3	0	3	3	3	0	0	1	1	43					
16	Rampa de acesso	Rampa acessível de acesso ao pátio apresenta quinas e descolamento de pisos.	0	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	2	41					
17	Dimensionamento das salas de aula	Área insuficiente para a quantidade de alunos praticada (em média, 1,16 m²/aluno, considerando os alunos de 8ª série efetivamente cursando o primeiro semestre de 2009)	0	0	2	2	3	3	0	0	0	1	0	1	2	3	3	3	3	3	0	3	3	0	0	0	3	3	41					
18	Rotas de fuga	Obstrução pelo trancamento de gradis ; acúmulo de mobiliário em manutenção potencialmente combustível, elevação dos trilhos dos gradis em relação ao nível do piso, causando um obstáculo em potencial, em desacordo com o projeto.	0	0	0	3	3	0	0	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-1	-1	-1	0	3	2	41					
19	Elementos de proteção solar	Ineficiencia da proteção solar instalada na fachada oeste, principalmente nas primeiras horas da tarde, quando o ângulo de incidencia solar é maior; falta de proteção solar (necessária) na fachada leste	3	0	3	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	3	3	3	0	3	3	0	3	0	3	3	39					
20	Luminárias	Substituição de lâmpadas em desacordo com o projeto; falta de componentes	3	0	1	0	3	0	0	3	3	3	0	2	2	0	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	3	3	38					
21	Pintura	Dificuldades para manter as paredes limpas ocasionaram a demarcação de uma barra em tinta esmalte nas áreas de circulação, em desacordo com o projeto	1	0	0	0	3	3	3	3	3	2	0	0	0	0	3	0	3	3	0	0	0	3	3	0	3	2	38					
22	Alvenarias	Buracos (atribuído pelas funcionarias da limpeza a prática irregular de skate nos horários em que a escola não está em funcionamento) trincas e infiltrações	2	1	1	0	1	2	3	3	3	2	3	2	0	0	3	0	3	3	0	0	0	0	0	0	3	2	37					
23	Quadros de energia	Falta de/ danos a componentes; trancamento de portas com a utilização de cadeados	0	0	0	3	3	3	0	3	3	2	0	3	3	0	3	0	3	3	0	0	0	0	0	-1	0	3	3	37				
24	Mobiliário externo	Quebra de componentes	0	0	0	3	2	1	0	3	3	0	0	3	0	3	3	0	3	3	0	0	0	3	3	0	3	1	37					
25	Torneiras externas	Falta de metais	0	0	0	3	3	3	3	3	3	0	0	2	0	0	3	0	3	3	0	0	0	3	0	0	3	1	36					
26	Tomadas	Comprometimento da funcionalidade devido à falta de componentes; quantificação e distribuição insuficientes; faltam instalações de lógica	0	0	0	3	3	0	0	3	3	2	0	3	3	0	3	0	3	3	0	0	0	0	0	0	3	3	35					
27	Hidrantes e alarme de incêndio	Componentes danificados, falta de mangueira e bocais nos hidrantes, falta de sinalização, alarme sem condições de uso	0	0	0	3	3	0	0	3	3	3	0	0	3	0	3	0	3	3	0	3	0	0	0	0	3	0	33					
28	Comunicação visual	Falta de elementos de sinalização previstos em projeto (devido a quebra/ remoção); elaboração de nova sinalização em desacordo com o projeto	0	0	0	3	3	0	0	3	3	1	0	2	2	0	3	0	3	3	1	0	0	0	2	0	3	1	33					
29	Extintores	Falta de extintores nos locais previstos em projeto, falta de sinalização	0	0	0	0	3	0	0	3	3	3	0	0	3	0	3	0	3	3	0	3	0	0	0	0	3	0	30					
30	Divisas do terreno	Desrespeito aos elementos de divisa pelas construções vizinhas: elaboração de furos, aproveitamento irregular dos muros; pichações, trincas e buracos nos muros	0	0	0	0	3	3	3	3	3	0	3	0	0	0	3	0	3	3	0	0	0	0	0	0	3	0	30					
31	Bebedouros	Falta de bebedouros nos locais previstos em projeto	0	0	0	2	3	0	0	3	3	0	0	0	0	0	3	0	3	3	0	3	0	0	0	0	3	2	28					
32	Salas de reforços	Alteração de uso (efetivamente utilizadas como salas de coordenação pedagógica)	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	3	3	0	0	3	0	2	0	2	3	26					
33	Sala de múltiplo uso	Adaptada como sala de aula convencional para atender a aluno com deficiência	1	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	3	3	0	0	3	0	2	0	2	2	26					
34	Calhas	Infiltrações e vazamentos potencializando o processo de corrosão das estruturas metálicas e a deterioração dos elementos de vedação	0	0	0	0	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	19					
35	Pilares de aço	Corrosão próxima à área de contato entre os pilares e o piso	0	0	0	0	3	1	0	3	3	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	19					
36	Estruturas de concreto armado e encanamento aparente (linha do Metrô)	Utilizados por animais potencialmente transmissores de doenças; difícil acesso para a manutenção e a limpeza	0	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	13					
37	Vidros das janelas da fachada leste	Tela de proteção ajuda a preservar a integridade dos vidros e a evitar invasões	0	0	0	0	-1	0	0	-1	-1	-1	0	-1	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	-8					
38	Sistema estrutural em aço	Maior rapidez na execução e melhor controle de qualidade, aproveitamento de espaço mais eficiente (quando comparado ao sistema estrutural pré-fabricado em concreto). Porém, apresenta maior necessidade de manutenção e cuidados em projeto para evitar a corrosão	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	0	-1	-1	-1	0	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-8					
39	Sala de informática	Equipamentos instalados e em funcionamento, em conformidade com o projeto	-1	0	0	-1	-1	0	0	0	-1	0	0	-1	0	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	-1	-1	-12					

Levantamentos de campo realizados entre junho de 2008 e maio de 2009.

LEGENDA

-1

aspecto positivo

0

aspecto irrelevante/ não foi citado/ não se aplica

1

aspecto pouco relevante (risco baixo)

2

aspecto medianamente relevante (risco médio)

3

aspecto muito relevante (risco alto)

Aspecto	Descrição da situação identificada	critério de desempenho														relevância correspondente a instrumento														Risco para o desempenho das atividades acadêmicas dos usuários *	Nível de prioridade para revisões
		Conforto visual	Conforto acústico	Conforto higrotérmico	Acessibilidade	Funcionalidade	Salubridade	Estanqueidade	Durabilidade	Manutenabilidade	Desempenho ambiental	Segurança estrutural	Segurança no uso	Segurança contra incêndio	Outros: conforto tátil e ergonomia	Walkthrough	Medições físicas	Checklist	Visitas técnicas	Mapa de fluxos	Questionário (alunos)	Grupo focal (professores)	Grupo focal (limpeza)	Entrevista (funcionário da administração)	Entrevista (arquitetos)	Pertinência de revisões em futuros projetos					
Portas	Resistência insuficiente da folha de fechamento	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	0	0	3	3	3	0	3	3	67			
Esquadrias (geral)	Baixa resistência à corrosão, emperramento do mecanismo de abertura, baixa eficiência no controle da água e do vento, impossibilidade de controle dos níveis de iluminação	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	0	2	3	0	3	3	0	3	3	3	3	0	3	3	62			
Ferragens	Resistência insuficiente de componentes tais como dobradiças e fechaduras	1	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	0	0	3	3	3	0	3	2	60				
Sistema de drenagem de pisos	Caimento inadequado, escoamento insuficiente causando acúmulo de água e infiltrações em corredores, áreas externas e na quadra	3	0	0	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	0	0	3	3	3	0	3	2	59			
Esquadrias das salas de aula	Nao permite o controle da luz solar direta incidente no inicio da manhã, ventilação insuticiente nos dias quentes, não proporciona estanqueidade ao vento suficiente nos dias frios, dificuldade de limpeza de vidros altos	3	3	3	2	3	0	2	2	3	2	0	3	0	2	3	3	3	3	0	3	3	0	3	0	3	3	55			
Pisos cerâmicos	Quebra de elementos cerâmicos	0	0	0	3	3	1	2	3	3	3	1	3	3	3	3	0	3	3	0	0	0	3	3	0	3	1	47			
Acionamento de luminárias nas salas de aula	Falta de interruptores nas salas de aula impossibilita o controle da luminosidade; acionamento das luminárias das salas de aula pelo quadro de força geral do andar	3	0	2	3	3	0	0	3	3	3	0	3	3	3	3	0	3	3	0	0	2	0	0	0	3	3	46			
Elementos de proteção solar	Proteção solar instalada na fachada nordeste pouco eficiente nos primeiros horários da manhã, quando o ângulo de incidência solar é menor; falta de proteção solar (necessária) na fachada sudoeste	3	0	3	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	3	3	3	0	3	3	0	3	0	3	3	39			
Iluminação artificial	Substituição de lâmpadas em desacordo com o projeto	3	0	1	0	3	0	0	3	3	3	0	2	2	0	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	3	3	38			
Sistema de pintura	Embora o sistema de pintura em geral apresente boas comdições, há áreas descascadas e infiltrações, principalmente na base das paredes voltadas para os corredores e nas paredes externas	1	0	0	0	3	3	3	3	3	2	0	0	0	0	3	0	3	3	0	0	0	3	3	0	3	2	38			
Torneiras externas	Falta de componentes	0	0	0	3	3	3	3	3	3	0	0	2	0	0	3	0	3	3	0	0	0	3	0	0	3	1	36			
Hidrantes	Vandalização dos componentes, falta de mangueira e bocais	0	0	0	3	3	0	0	3	3	3	0	0	3	0	3	0	3	3	0	3	0	0	0	0	3	0	33			
Corredores de acesso às salas de aula	Pouca eficiência na proteção de usuários em dias de chuva forte	0	3	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	3	3	3	3	0	3	3	31			
Extintores	Falta de extintores nos locais previstos em projeto	0	0	0	3	3	0	0	1	3	3	0	0	3	0	3	0	3	3	0	3	0	0	0	0	3	0	31			

Levantamentos de campo realizados entre junho de 2008 e maio de 2009.

LEGENDA

-1

aspecto positivo

0

aspecto irrelevante/ não foi citado/ não se aplica

1

aspecto pouco relevante (risco baixo)

2

aspecto medianamente relevante (risco médio)

3

aspecto muito relevante (risco alto)

Os Gráficos 5, 6 e 7 mostram o total de ocorrências identificadas, discutidas nos mapas de descobertas, respectivamente, nas escolas A, B e C, por critério de desempenho.

Gráfico 5. Escola A – Total de ocorrências identificadas, por critério de desempenho

Gráfico 6. Escola B – Total de ocorrências identificadas, por critério de desempenho

Gráfico 7. Escola C – Total de ocorrências identificadas, por critério de desempenho

A leitura dos três gráficos permite observar que, nos estudos de caso A, B e C, os aspectos relacionados à manutenibilidade (respectivamente, 41, 33 e 12 ocorrências) e à funcionalidade (respectivamente, 47, 35 e 14 ocorrências) foram identificados em maior quantidade, sucedidos pelos relacionados à acessibilidade (respectivamente, 42, 27 e 11 ocorrências) e à durabilidade (respectivamente, 35, 30 e 12 ocorrências). No caso da Escola A, o critério de desempenho segurança no uso também se mostrou relevante, somando 37 ocorrências.

7.1 PERCEPÇÕES DOS USUÁRIOS EM RELAÇÃO AO EQUIPAMENTO PÚBLICO

Por meio das entrevistas, dos grupos focais e dos questionários aplicados aos usuários das escolas A, B e C, é possível apreender que os edifícios que as abrigam

são referências na paisagem e têm um forte valor simbólico para a comunidade, uma vez que constituem em escassa manifestação do poder público nas áreas estudadas. São edifícios construídos para durar: paredes maciças de alvenaria, esquadrias de ferro, piso cerâmico, estrutura pré-fabricada (pilares, vigas e lajes) de concreto armado ou aço e telhas metálicas.

Os resultados obtidos por meio da aplicação da APO nos três estudos de caso (Gráfico 8) sugerem que a padronização do projeto e da construção de edifícios escolares conduzida pela FDE implicou a melhoria da qualidade construtiva e ambiental dos edifícios escolares. Os maiores níveis de satisfação foram relatados pelos respondentes da Escola C, cuja moda para a questão foi “muito melhor” (98 respondentes, 46,67%). A moda para os respondentes das escolas A e B foi “melhor” (respectivamente, 24 respondentes, 31,17 %, e 37 respondentes, 45,68%).

Gráfico 8. Resultados tabulados para a pergunta: “Você considera sua escola atual melhor ou pior que a anterior?”
Fonte: Acervo da pesquisadora.

É importante destacar que a avaliação dos aspectos discutidos por esta pesquisa deve ser elaborada considerando a elevada qualidade construtiva dessas edificações e a sua importância como equipamento público destinado às comunidades em desenvolvimento e como referência cultural para as respectivas populações.

Entretanto, uma vez que o objetivo desta avaliação é identificar aspectos

positivos e aspectos críticos nessas edificações, para uma possível realimentação de futuros projetos, o diagnóstico apresentado destaca os aspectos mais importantes, visando a orientar o processo decisório no caso de futuras adaptações ou reformas

7.2 RELACIONAMENTO COM A COMUNIDADE

Conforme o discutido no capítulo 4, os vínculos com o local e o sentimento de pertencimento têm relação direta com as taxas de violência e vandalismo registradas em escolas públicas. Uma vez que as condições dos edifícios podem afetar o desempenho escolar dos alunos, cria-se então um ciclo de eventos que pode adquirir caráter positivo ou negativo.

A vandalização de equipamentos e elementos construtivos acaba por interferir em muitos dos aspectos avaliados, como, por exemplo, funcionabilidade e segurança no uso.

Quando começaram as obras na [Escola B], a gente conversava com o pessoal que passava (moradores do bairro) e perguntavam o que estava acontecendo lá. Quando dizia que era uma escola, eles ficavam muito contentes, diziam que estavam precisando muito. A gente ficava muito motivada. Realmente dá pra ver a importância da escola dentro do bairro. (Fragmento de entrevista concedida a S. W. ORNSTEIN, T. GROTTI e M. NOVASKI pelo arquiteto da Escola B, em 12/11/2008)

Os resultados tabulados para a questão “Eu percebo que esta escola foi construída para a comunidade” (Gráfico 9) apresentaram moda “sempre” nos casos das escolas A e C (respectivamente, 54 repondentes, 70,13%, 148 respondentes, 70,48%). As respostas tabuladas para a Escola B indicaram resultado bimodal entre as alternativas “sempre” (38,27%, 31 respondentes) e “na maior parte do tempo” (39,51% dos 32 respondentes).

Estes resultados traduzem uma percepção positiva dos respondentes acerca da escola enquanto equipamento de uso da comunidade.

Gráfico 9. Resultados tabulados para a questão: “Eu percebo que esta escola foi construída para a comunidade”.
Fonte: Acervo da pesquisadora.

No que diz respeito à abertura do edifício à comunidade, que nas escolas estaduais paulistas ocorre por meio do programa Escola da Família (disponível em: <<http://escoladafamilia.fde.sp.gov.br/>>, acesso em 20 ago. 2009), no período entre agosto de 2008 e maio de 2009, somente na Escola C eram mantidas suas atividades extracurriculares.

A experiência relatada pela administração da Escola C apresentava cunho positivo, embora haja a solicitação de ambientes mais adequados para acomodar eventos com a comunidade.

—A comunidade é presente em termos de eventos na escola. Eu não tenho onde colocar a comunidade. Se estiver chovendo, por exemplo, não posso deixar a comunidade em um espaço aberto. O espaço que eu tenho fechado é pequeno para receber.

Moderador —A quadra coberta não poderia suprir essa necessidade?

—Sim. Só que a chuva aqui é muito forte e se estiver chovendo, a quadra coberta molha. Ela dá para alguns eventos, mas não para todos. Se tiver uma palestra, não dá para fazer na quadra. Se tiver uma dramatização para o aluno, não dá para escutar. Ou mesmo para as pessoas se acomodarem. Como eu vou descer uma média de 2000 cadeiras para deixar as pessoas à vontade para assistir? (Fragmento de entrevista concedida à pesquisadora pela diretora da Escola C, em 6/11/2008)

Os funcionários administrativos e da limpeza da Escola A relataram uma

experiência negativa com o programa, o que teria levado à sua desativação. A Escola B, por outro lado, encontrava-se em planejamento para a abertura à comunidade.

Dos três estudos de caso, a Escola A foi o edifício que apresentou os vestígios de vandalismo mais representativos em suas áreas internas (Foto 14).

Foto 14. Marcas de vandalismo – Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Na Escola B, há vestígios de vandalismo principalmente nas áreas externas, cuja causa seria o uso indevido do edifício fora dos horários de aula (Figura 33).

Parede danificada (a), gradil de divisa serrado (b) e falta de portão da quadra de esportes (c), na escola B.

Figura 33. Componentes construtivos danificados - Escola B
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Ainda no caso da Escola B, nota-se o desrespeito aos muros de divisa do terreno, os quais foram incorporados irregularmente a alguns imóveis vizinhos, como parede de fechamento e, até mesmo, como elemento estrutural para a construção de um pavimento superior (Figura 34).

Construção irregular sobre o muro de divisa (a), buraco em muro de divisa (b) e furo em muro de divisa para a passagem de dreno pertencente a construção vizinha (c), na escola B.

Figura 34. Situações irregulares envolvendo os muros de divisa - Escola B
Fonte: Acervo da pesquisadora.

As alterações de diretoria que ocorreram durante os levantamentos de campo realizados na Escola B tornaram possível verificar o aumento dos vestígios de atos de vandalismo durante os períodos de transição. Exemplo desta situação é a pichação de paredes externas e pilares. Este dado corrobora a importância da atuação do diretor de escola para a operação satisfatória das escolas avaliadas.

Na análise dos responsáveis pelo tratamento de dados do SARESP, há a percepção dos reflexos da liderança da escola no desempenho dos alunos:

Embora esse estudo não tenha sido aprofundado, fomos visitar as escolas com o objetivo de verificar o que poderia estar interferindo no desempenho das escolas. “Porque determinada escola que não tem as melhores condições físicas apresenta bons desempenhos?” Nessas visitas percebeu-se que nas escolas nas quais se tem um trabalho de equipe, uma equipe que permanece na escola, ou seja, que não muda todo o tempo faz diferença no resultado da avaliação. Outro fator que ficou claro é a questão da liderança na escola – exercida pelo diretor, ou pelo coordenador ou por um professor mais velho na escola – faz muita diferença. (Fragmento de entrevista concedida à pesquisadora, em 13/8/2008, pela Chefe de Departamento de Gestão e Tratamento de Dados e pela Gerente de Avaliação de Indicadores de Rendimento Escolar da SEE)

As respostas tabuladas para a questão “Com que frequência ocorrem atos de vandalismo em sua escola” (Gráfico 10) confirmam os resultados obtidos por meio dos *walkthroughs*, entrevistas e grupos focais, uma vez que a Escola C apresentou os melhores resultados. No caso da Escola C, 58,10% dos respondentes (122 alunos) declararam que atos de vandalismo acontecem raramente e 30,48% (64 alunos) afirmaram que nunca acontecem.

Gráfico 10. Resultados tabulados para a questão: “Com que frequência ocorrem atos de vandalismo em sua escola?”.
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Os resultados apresentados nos Gráficos 10 e 11 mostram que há indícios de uma relação direta do relacionamento entre comunidade e escola e as condições de manutenção do edifício escolar. Essa percepção foi confirmada nas respostas obtidas por meio das entrevistas e atividades de grupos focais.

Às vezes, era uma escola até simples, situada numa periferia, ou situada num município bem distante, na qual as condições adversas não eram as melhores, porém a equipe da escola era compromissada com a aprendizagem dos alunos, com a comunidade, você percebia uma equipe atuante, empolgada e responsável pelo espaço escolar. A participação da comunidade é outro aspecto fundamental na qualidade do rendimento dos alunos.

Participante 2 – Quando a comunidade participa mais, o prédio sofre menos.

Participante 1 – Quando a comunidade tem o sentimento de pertencimento do espaço público, no caso o prédio escolar, percebe-se que essas escolas são mais bem cuidadas. (Fragmento de entrevista concedida à pesquisadora, em 13/8/2008, pela Chefe de Departamento de Gestão e Tratamento de Dados e pela Gerente de Avaliação de Indicadores de Rendimento Escolar da SEE)

No que diz respeito à relação de pertencimento da escola, por parte de seus usuários, é importante considerar sua relação direta com os níveis de vandalismo e outros efeitos indiretos relacionados à sensação de insegurança relacionada à ocorrência de atos de violência e invasões. Quanto à segurança na escola (Gráfico 11),

os alunos da Escola C foram os que relataram maior sensação de segurança. Dentre os respondentes, 98 alunos (48,10%) declararam considerar a segurança da Escola C excelente. A Escola A foi a que apresentou o resultado mais insatisfatório. Neste caso, 34 respondentes (44,16%) declararam considerar a segurança péssima, o que corrobora as observações colhidas por meio das entrevistas e dos grupos focais.

Gráfico 11. Resultados tabulados para a questão: “Dê sua opinião sobre a segurança na sua escola”.
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Os resultados obtidos por meio das respostas tabuladas dos questionários são coerentes com as informações obtidas por meio dos *walkthroughs*, *checklists* e visitas técnicas, as quais apontam menor incidência de atos de vandalismo e maior sensação de segurança na Escola C, ao passo que a Escola A apresenta a situação mais crítica em relação a estes aspectos.

7.3 CARACTERÍSTICAS DO ENTORNO E PARTIDO ARQUITETÔNICO

7.3.1 ESCOLA A

O terreno no qual a Escola A está localizada faz divisa com um conjunto habitacional e uma EMEI (construída posteriormente ao projeto e à construção da Escola A e que, na ocasião dos levantamentos (2008/ 2009), ainda não se encontrava em operação), conforme o apresentado na Figura 35.

Figura 35. Escola A – entorno
Fonte da imagem aérea: Google Earth, acesso em 28 mai. 2009.

O semáforo e a faixa de pedestres são considerados pelos funcionários como conquistas da escola, uma vez que estes equipamentos públicos foram solicitados devido ao tráfego pesado característico da estrada próxima. Ao redor do edifício escolar, há calçadas, embora a poucos metros ainda existissem, à época dos levantamentos (2008/ 2009), ruas sem pavimentação ou passeios (Foto 15).

Foto 15. Vias não pavimentadas, vista da escola
Fonte: Acervo da pesquisadora.

O terreno da Escola A é caracterizado pela declividade acentuada, de aproximadamente 13 metros, entre o nível da rua e os fundos do terreno. Esta característica obrigou a equipe de projeto a considerar serviços de terraplenagem da ordem de 11.928,49 m³.

A quadra de esportes está localizada no terceiro pavimento, acima das salas de aula, e foi projetada no mesmo nível do conjunto habitacional vizinho, de modo a permitir a posterior construção de um acesso independente entre a quadra e a comunidade.

A escola foi concebida com usos setorizados, em dois blocos distintos, separados por um pátio (Figura 36, Foto 16).

Figura 36. Distribuição dos usos – setorização por blocos
 Fonte da foto aérea: Google Earth, acesso em 26 mai. 2009.

Passarelas são responsáveis pela circulação entre os blocos. Embora sejam cobertas, é possível observar que são estreitas (apresentam 1,80m de largura, considerando suas medidas internas) e não há proteção lateral contra intempéries.

Foto 16. Volumetria dos edifícios da Escola A. À esquerda, bloco das salas de aula
 Fonte: Acervo da pesquisadora.

Embora objeto de iniciativas de urbanização que incluíram a implantação de conjuntos habitacionais em larga escala, os arredores da Escola A apresentavam, à época dos levantamentos (2008/2009), construções informais, posteriores às obras, como as situadas no canteiro central da avenida (Foto 17).

Foto 17. Construções informais no canteiro central do acesso à Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Com base nos levantamentos realizados, é possível observar que, apesar da recente atuação do poder público na localidade, ainda existe carência de infraestrutura e há conflitos a solucionar, envolvendo serviços básicos à comunidade.

7.3.2 ESCOLA B

No caso da Escola B, o terreno disponível apresentava algum nível de dificuldade para o projeto, uma vez que se tratava de um terreno remanescente, cedido pela Companhia do Metropolitano de São Paulo (Metrô).

Assim, a área sob a linha suspensa (Foto 18) foi destinada à quadra de esportes e o programa de necessidades foi acomodado na área restante. Devido a estas condições físicas restritas, não foi possível incluir uma quadra coberta (prevista no programa de necessidades).

Foto 18. Vista externa da Escola B. À direita, Metrô de superfície
Fonte: Acervo da pesquisadora.

A Escola B está localizada na região sul de São Paulo, a aproximadamente dois quilômetros da via Marginal do Rio Pinheiros. Além de uma estação do Metrô localizada no terreno vizinho (Foto 19), há na vizinhança um terminal de ônibus, supermercados e estabelecimentos de comércio e serviços. Embora localizada em área carente, é possível notar que o entorno está consolidado, com ruas pavimentadas e calçadas. Paradoxalmente, a Escola B está situada a menos de um quilômetro de uma área de expansão imobiliária de alto padrão (Figura 37).

A localização da escola é boa, porém a construção poderia ser melhor. Pelo fato de a escola ser muito aberta, há invasões durante os fins de semana. O material do qual é feita a parede, tijolo baiano com gesso, é muito frágil. Não funciona em escolas de periferia. Há pouco tempo, invasores quebraram uma parede para tentar roubar os computadores que ficavam dentro de uma sala. Tenho medo de assaltos à sala de informática. (Fragmento de entrevista concedida pela diretora da Escola B à pesquisadora, em 23/10/2008)

Foto 19. Escola B – Proximidade entre a linha do Metrô e a Escola B
Fonte: Acervo da pesquisadora.

O Metrô fazia barulho, mas era relativo em relação ao barulho da cidade. Considerando essa configuração de terreno, a situação, a orientação norte, usamos como base o máximo aproveitamento da orientação para o sul, organizamos o programa num bloco comprido voltado para esse lado, que tem uma viela, que era bem complicada[...]. Não tinha muitas alternativas porque a área era muito restrita. Eu estava restrito pela altura, pela faixa de ocupação, então chegou uma hora que não tinha muitas alternativas. Os terrenos são tão difíceis... Em Guarulhos eu tive um terreno com um desnível brutal. Por outro lado, esse declive propiciou soluções interessantes no sentido de aproveitamento de espaço, ficou bom. (Fragmento de entrevista concedida à S. W. ORNSTEIN, T. GROTTI e M. NOVASKI, em 12/11/2008, pelo arquiteto da Escola B)

A Foto 20 mostra as edificações características do entorno, cujos principais usos identificados correspondem a residências de pequeno porte, comércio local (papelarias, mercados) e serviços (oficinas mecânicas, borracharias, bares, *petshops*, entre outros).

Figura 37. Foto aérea: situação geográfica da Escola B, considerando equipamentos urbanos situados no entorno
Fonte: Google Earth, acesso em 10 jun. 2008.

Foto 20. Construções no entorno da Escola B
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Assim como nos outros dois casos, as diretrizes de projeto da FDE nortearam a concepção de seu projeto, com o objetivo de racionalizar a construção do edifício escolar e incorporando elementos industrializados. Entretanto, sua estrutura foi

executada em aço estrutural (Foto 21). É especificada proteção solar para as salas de aula com face voltada para oeste, em chapa de metal perfurada (Foto 22). A face do edifício voltada para leste não recebeu tratamento.

Foto 21. Sistema construtivo adotado na Escola B: vigas e pilares em aço estrutural
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Foto 22. Proteção solar elaborada em chapa perfurada, aplicada à face oeste
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Para as circulações, foi previsto em projeto um fechamento com ventilação natural permanente, por meio da especificação de elementos cerâmicos vazados (Foto 23).

Foto 23. Elementos vazados cerâmicos em área de circulação
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Assim, a escola foi idealizada com usos setorizados em dois blocos distintos, separados por um pátio (Figura 38).

Figura 38. Vista aérea da Escola B
 Fonte da foto aérea: Google Earth, acesso em 10 abr. 2009.

7.3.3 ESCOLA C

O terreno da Escola C é caracterizado pela pouca declividade, embora tenha apresentado dificuldades para a implantação devido à proximidade do córrego vizinho, devido à instabilidade do solo situado próximo a este e à área não edificante paralela ao curso d'água.

No que diz respeito à localização, está situada em uma região carente, mas em recente desenvolvimento. O entorno é objeto de iniciativas de urbanização recente, tais como pavimentação, abertura de ruas e elaboração de praças (Foto 24).

Foto 24. Volumetria dos edifícios da Escola C. À esquerda, bloco das salas de aula
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Considerando um raio de quatro quilômetros, a partir da Escola C, há duas rodovias: uma federal e uma estadual. Quanto à disponibilidade de comércio e serviços, há incidência abundante de pequenos estabelecimentos (em geral, pontos comerciais informais), além de um *shopping center*. No raio considerado para a avaliação, também foram identificados lançamentos imobiliários residenciais de médio porte, constituídos por condomínios de várias torres e com área de lazer (Figura 39).

Figura 39. Foto aérea: situação geográfica da Escola C. Como referência, são indicados os principais equipamentos urbanos identificados em um raio assinalado de 4 km
 Fonte: Google Earth, acesso em 25 jun. 2008.

Os deslocamentos na região são realizados principalmente por meio da utilização de ônibus, vans e automóveis. Foi identificado transporte público regular disponível.

O terreno no qual a escola está localizada faz divisa com um córrego, uma área de proteção ambiental e construções informais (Foto 25).

Foto 25. Terreno baldio e construções informais vizinhos à Escola B
 Fonte: Acervo da pesquisadora.

Assim como nos outros dois casos, o edifício escolar foi concebido segundo

diretrizes adotadas pela FDE, com o objetivo de racionalizar sua construção, incorporando elementos industrializados ao seu projeto (Foto 26). A fachada noroeste recebeu proteção solar em elementos cerâmicos vazados (Foto 27).

Foto 26. Sistema construtivo adotado na Escola B: vigas e pilares pré-fabricados e alvenaria convencional

Fonte: Acervo da pesquisadora.

Foto 27. Proteção solar – elementos vazados cerâmicos

Fonte: Acervo da pesquisadora.

O programa de necessidades adotado para a Escola C é semelhante ao das escolas A e B e é padronizado conforme as diretrizes estipuladas pela FDE (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2003, 2009, 2010).

Diferentemente dos casos A e B, o edifício destinado à Escola C foi construído em um bloco único (Figura 40).

Figura 40. Implantação da Escola C
Fonte: Google Earth, acesso em 26 mai. 2009.

O projeto da Escola C foi concebido de maneira a organizar as circulações ao redor do pátio central. Os ambientes administrativos estão posicionados próximos à entrada e ao átrio de circulação principal, o que permite o fácil acesso da diretora e dos coordenadores às áreas ocupadas pelos alunos.

7.4 AVALIAÇÃO DO PROGRAMA DE NECESSIDADES E DAS ALTERAÇÕES DE USO

Conforme o apresentado, embora os três edifícios escolares estudados apresentem particularidades quanto às condições da vizinhança e as populações atendidas, seus programas de necessidades são semelhantes, diferenciando-se a Escola B das demais por não possuir uma quadra coberta.

As situações envolvendo alterações de uso dos três estudos de caso são apresentadas, por pavimento, nos mapas de descoberta (Anexo 7).

Thomazoni (2009) destaca a importância do planejamento funcional de um projeto arquitetônico a fim de permitir o arranjo lógico das circulações, tornando o uso da edificação mais eficiente e otimizando custos de operação.

O projeto da Escola A foi elaborado a partir do programa de necessidades padrão, conforme as diretrizes estipuladas pela FDE (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2003, 2009, 2009B, 2010). Apesar disso, uma distribuição fiel de ambientes e áreas não é possível devido às limitações impostas pelas dimensões do terreno e pela topografia local.

Houve um exaustivo trabalho, por parte da equipe de projeto, no sentido de equacionar todos os ambientes solicitados. Por este motivo, a concepção final do projeto apresenta todos os ambientes previstos no programa de necessidades, embora muitos deles tenham áreas significativamente inferiores em relação ao recomendado pelas diretrizes de projeto (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2010).

Esta condição, ao longo do uso do edifício, incentivou adaptações e alterações de usos para suprir carência em ambientes como despensa e almoxarifado. Para resolver tal situação, foram alterados os usos da cantina e da coordenação, a fim de ampliar as áreas destinadas, respectivamente, ao armazenamento de alimentos e de materiais escolares.

A Figura 41 mostra duas situações nas quais o uso efetivo dos ambientes difere do previsto em projeto, tendo a cantina sido transformada em despensa improvisada e a coordenação pedagógica, sofrido uma sobreposição de usos, recebendo parte dos materiais de almoxarifado.

Ambiente projetado como cantina, utilizado efetivamente como o despensa de alimentos (a) e a sobreposição de usos na sala de coordenação pedagógica, que também assume a função de almoxarifado (b), na escola A.

Figura 41. Alterações de uso na Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

A sala de informática foi dividida em dois ambientes por meio de uma divisória convencional, sem isolamento ou fechamento total do vão. As duas salas resultantes da alteração de projeto foram transformadas em salas de aula (Foto 28).

Foto 28. Adaptação: ambiente originalmente destinado à sala de informática
Fonte: Acervo da pesquisadora.

A partir da análise da ocupação desses edifícios e da opinião de seus usuários, foi possível notar que algumas alterações de uso identificadas em ambientes seguem um padrão recorrente, conforme o apresentado no Quadro 18.

Quadro 18. Alterações relevantes nos edifícios escolares avaliados

Ambiente	Escola na qual foi identificada a alteração de uso	Observações
Cantina	A, B e C	Alteração de uso (Escola A) ou ambiente sem uso (escolas B e C)
Grêmio	A, B e C	Ambiente sem uso
Sala de leitura	A e B	Sala de vídeo e biblioteca (Escola A)

No caso da Escola A, a alteração envolvendo o centro de leitura previsto em projeto sobrepôs usos conflitantes em relação às necessidades de conforto acústico e iluminação, a saber: sala de vídeo, sala de uso múltiplo e biblioteca (Foto 29).

Foto 29. Controle solar improvisado em ambiente que sofreu alteração de uso (projetado como centro de leitura, efetivamente acumula os usos: sala de vídeo, sala de múltiplo uso, biblioteca)
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Por meio das entrevistas e dos questionários, os usuários foram convidados a comentar sobre o atendimento do edifício às suas necessidades no uso e eventuais ambientes com características específicas que poderiam ser integrados ao programa de necessidades.

Ao comparar os resultados correspondentes aos ambientes não previstos em projeto, é possível notar semelhanças entre as solicitações das escolas A, B e C, conforme o apresentado no Quadro 19.

Quadro 19. Solicitações de ambientes identificadas nas escolas A, B e C

Solicitação de ambiente	Escola	Com base no(s) métodos e técnicas(s)	Solicitado por
Sala com acústica adequada para aulas de música e apresentações dos alunos	A B e C	Grupos focais aplicados aos funcionários, grupos focais aplicados aos professores e questionários aplicados aos alunos.	Funcionários administrativos (escolas A e C), professores (escolas A e C), alunos (escolas A, B e C).
Auditório	A B e C	Grupos focais aplicados aos funcionários, grupos focais aplicados aos professores e questionários aplicados aos alunos.	Funcionários administrativos (escolas A e C), professores (escolas A e C), alunos (escolas A, B e C).
Zeladoria	A, B e C	Grupos focais aplicados aos funcionários, grupos focais aplicados aos professores.	Funcionários administrativos (escolas A e C), professores (escolas A e C).
Biblioteca	A e C	Questionários aplicados aos alunos.	Alunos (escolas A, B e C).
Sala de informática⁷	A e C	Grupos focais aplicados aos professores e questionários aplicados aos alunos.	Alunos (escolas A e C), professores (escolas A e C).
Sala para acompanhamento psicológico	C	Grupos focais aplicados aos professores.	Professores.
Quadra de esportes (além da existente)	C	Grupos focais aplicados aos professores.	Professores.
Área com armários para alunos guardarem pertences	A, B e C	Questionários aplicados aos alunos.	Alunos (escolas A, B e C) e professores (Escola B).

Em relação às áreas externas, os projetos não contemplam áreas livres ajardinadas integradas às áreas de lazer, onde os alunos possam interagir e se socializar. Estes aspectos interferem negativamente na visualização do exterior e nas condições de socialização dos alunos.

Outro fator que contribui para o agravamento desta situação, no caso da Escola A, é a supressão dos canteiros previstos em projeto situados nos pátios descobertos (Foto 30).

⁷ Embora tenham sido previstas em projeto, as salas de informática das escolas A e C não estavam em funcionamento na ocasião dos levantamentos (2º semestre de 2008 e 1º semestre de 2009).

Foto 30. Supressão do canteiro previsto em projeto – Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Para a identificação dos aspectos envolvendo alterações de projeto no edifício em uso e eventuais consequências, foram utilizados levantamentos físicos e mapas de fluxo.

Os professores da Escola C solicitaram mais uma quadra de esportes, pois consideram insuficiente uma quadra para 2000 alunos. Também foi comentado, durante a atividade de grupo focal realizada com a participação de professores, que, frequentemente é necessário ministrar a aula de educação física na sala de aula. Durante os *walkthroughs*, verificou-se que três turmas, de séries diferentes, tinham aulas simultaneamente, utilizando áreas parciais da quadra de esportes. Ainda segundo os professores, esta situação pode colocar em risco alunos mais jovens, uma vez que compartilham o mesmo ambiente turmas com diferentes faixas etárias.

No período do levantamento para a pesquisa, a quadra também acumulava os usos de recreação e área para atividades pedagógicas e, embora não apresentasse condições acústicas adequadas, também servia como auditório e local para aulas de música.

No caso da Escola A, as dificuldades para monitorar o comportamento das crianças ocasionou uma alteração de projeto: o depósito localizado no segundo pavimento foi transformado em sala para as inspetoras.

Outro aspecto que ficou evidente na avaliação da natureza dos usos atribuídos aos ambientes (Quadro 20, Figuras 43, 44 e 45) foi a reduzida área destinada aos docentes e de apoio às suas atividades, aspecto que merece revisão no programa de necessidades. Nos três casos, a sala dos professores apresentava

área útil inferior à prevista no catálogo de diretrizes de projeto da FDE, sendo a sala dos professores da Escola C a que apresentou área útil mais próxima do recomendado.

Quadro 20. Área útil da sala dos professores

Escola	Área útil (m²)
A	37,33
B	32,40
C	42,49
Recomendação da FDE	45,36

Apesar da área restrita, estes ambientes, além de abrigarem os professores durante os horários em que não estão em sala de aula, acumulavam as funções de copa, depósito de material didático e sala de informática para docentes.

A Figura 42 mostra a sobreposição de usos na sala dos professores, identificada na Escola A.

Sala dos professores apresenta sobreposição de usos na escola A, funcionando como depósito de material didático (a), estação de trabalho multimídia (b) e copa (c).

Figura 42. Sobreposição de usos na sala dos professores - Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Na ficha técnica de diretrizes (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2009) há a previsão do armazenamento do material didático em armários baixos (com 0,78m de altura) a serem instalados nas salas de aula. Entretanto, em nenhum dos três casos foram localizados os armários previstos em projeto, tendo esta função sido transferida para a sala dos professores.

Figura 43 - Planta de usos - Escola A

1º Pavimento

2º Pavimento

3º Pavimento

Escala gráfica (medidas em metros)

Desenhos fornecidos pela Fundação para o Desenvolvimento da Educação - FDE, adaptados pela pesquisadora.

LEGENDA

- Área para os alunos
- Área para os funcionários
- Área administrativa
- Área para docentes
- Circulação
- Área livre
- Ambiente ocioso

Escola A
Planta de usos

Ambientes contemporâneos para o ensino-aprendizagem: Avaliação Pós-Ocupação aplicada a três edifícios escolares públicos situados na Região Metropolitana de São Paulo.

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo [FAUUSP]
Dissertação de Mestrado

Autora: Ana Judite Galbiatti Limongi França
Orientadora: Sheila Walbe Ornstein

Figura 44 - Planta de usos - Escola B

Desenhos fornecidos pela Fundação para o Desenvolvimento da Educação - FDE, adaptados pela pesquisadora.

Figura 45 - Planta de usos - Escola C

LEGENDA

- Área para os alunos
- Área para os funcionários
- Área administrativa
- Área para docentes
- Circulação
- Área livre
- Ambiente ocioso

0 1 5 10 15 20

Escala gráfica (medidas em metros)

Desenhos fornecidos pela Fundação para o Desenvolvimento da Educação - FDE, adaptados pela pesquisadora.

Ambientes contemporâneos para o ensino-aprendizagem: Avaliação Pós-Ocupação aplicada a três edifícios escolares públicos situados na Região Metropolitana de São Paulo.

7.5 FUNCIONALIDADE E FLEXIBILIDADE

Os requisitos necessários para um projeto pedagógico adequado vêm sendo discutidos há décadas, conforme o destacado no capítulo 2. Destes estudos, pode ser estabelecida uma relação direta entre o ambiente construído e a dinâmica envolvendo professores e alunos. Dentre as primeiras iniciativas nesse sentido, está a pesquisa de Sommer (1974), cujos experimentos avaliaram o comportamento dos estudantes em diferentes distribuições de leiaute e acabamentos. A configuração do ambiente educacional, segundo Lang (1974), contém importantes informações simbólicas, transmitindo mensagens comportamentais por meio da forma, função, tecnologia e espacialidade do lugar destinado ao aprendizado. Estas mensagens irão interferir no comportamento dos alunos e nas formas de socialização. Baum e Valins (1977), por sua vez, consideram a possibilidade de manipulação arquitetônica dos ambientes físicos e sociais, ressaltando que ambientes inadequados ou inapropriados, assim como a privacidade insuficiente, podem desencadear estresse, menores índices de interação e maior agressividade, em seus usuários.

Ao longo das décadas de 1980 e 1990, uma consistente produção científica não só reforçou os resultados encontrados, como estreitou as relações entre o ambiente escolar e o desempenho acadêmico (SCHNEIDER, 2000).

Os aspectos físicos de uma escola devem ser avaliados levando-se em consideração as mudanças da linguagem utilizada nas aulas e nas disciplinas, as quais atuam como vetores para o surgimento de novos ambientes educativos. Um exemplo desse processo evolutivo é a incorporação de laboratórios e salas de informática ao programa arquitetônico e a consequente necessidade de adequação das instalações (MOREIRA, 2006).

A concepção de um edifício escolar demanda planejamento, no sentido de absorver e integrar as relações entre ambientes pedagógicos, dimensionamento espacial, fluxos, acessibilidade, ergonomia, instalações e equipamentos básicos (AZEVEDO et al., 2004), sendo sensíveis às mudanças sociais e culturais. Por consequência, as instalações físicas dos edifícios destinados ao aprendizado precisam ser revistas periodicamente, reforçando a necessidade de que sejam dinâmicos e adaptáveis. Sanoff (2007) lembra que o leiaute típico de sala de aula, no qual as carteiras são dispostas em fileiras, sugere uma postura educacional cujo

foco se volta para o professor, na qualidade de detentor do conhecimento.

Este modelo é repetido desde o século XIX e, apesar da modernização sofrida pelos métodos de ensino, a estrutura física das salas de aula pouco é alterada, embora os avanços tecnológicos tenham alterado as necessidades e o comportamento do usuário no ambiente construído.

Por meio das entrevistas realizadas com os autores dos projetos (ver item 6.5), foi possível verificar, nas três escolas avaliadas, uma grande preocupação quanto ao atendimento às diretrizes de projeto da FDE. Dessa forma, todos os projetos cumprem o programa de necessidades de acordo com o solicitado pela SEE e apresentam salas específicas, equipadas com infraestrutura elétrica e cabeamento de rede para a instalação de computadores (Figura 46). Entretanto, em dois dos estudos de caso, a sala de informática não estava em funcionamento à época dos levantamentos (Foto 31).

Figura 46. Exemplo de sala de informática prevista em projeto (Escola C)
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Foto 31. Sala de informática desativada - Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Durante os grupos focais realizados com os professores nas escolas A, B e C, foram apontados aspectos envolvendo segurança, manutenção, acessibilidade para pessoas com deficiência e armazenamento de materiais didáticos. Em nenhum dos três casos, o acesso à sala de informática foi apontado como aspecto primordial durante estas atividades, mesmo nas duas escolas em que não havia computadores disponíveis (Quadro 21).

Quadro 21. Infraestrutura prevista e constatada à época dos levantamentos, para os casos A, B e C

Edifício escolar	Área útil especificada (diretrizes da FDE) (em m²)	Área útil prevista em projeto (em m²)	Capacidade	Alunos matriculados no ensino fundamental e médio (2009)	Observações
Escola A	77,76	89,41	26 computadores	1410	Área de projeto menor que a prevista pela SEE. A sala de informática foi instalada no ambiente projetado como sala de uso múltiplo. À época dos levantamentos (2009), os equipamentos estavam instalados, porém a sala não estava em uso.
Escola B	77,76	77,76	26 computadores	1316	Os alunos têm acesso ao local, mas em horários predeterminados.
Escola C	77,76	77,76	24 computadores (previsão, à época do levantamento)	1535	Ambiente não utilizado e sem equipamentos disponíveis à época dos levantamentos (2009).

Os resultados tabulados demonstram que existe demanda pelo acesso à tecnologia, o que pode ser observado na Tabela 3, uma vez que, dentre as respostas válidas, a demanda por uma “sala de informática” foi a principal solicitação nas escolas A e C.

Tabela 3. Resultados para a questão aberta: “Que ambiente faz falta em sua escola?”
(Vide Anexo 5)

	Escola A		Escola B		Escola C	
	Respostas	Porcentagem	Respostas	Porcentagem	Respostas	Porcentagem
sala de informática	13	17%	0	0	110	42%
cantina	4	5%	8	10%	15	6%
laboratórios	1	1%	9	11%	1	1%
biblioteca	1	1%	0	0	11	4%
piscina	1	1%	16	20%	18	7%
outra quadra	0	0	10	12%	17	7%
quadra coberta	0	0	5	6%	0	0
outros	0	0	6	7%	30	11%
não opinou	60	78%	28	34%	57	22%
Total	80	100%	82	100%	259	100%

Observação: alguns respondentes citaram mais de um ambiente

Ambientes destinados ao preparo das aulas e às tarefas administrativas também devem ser dimensionados de forma a permitir a incorporação de equipamentos de TI. Os levantamentos mostram que equipamentos como computadores e impressoras são incorporados aos ambientes de maneira improvisada, sem observar necessidades mínimas de circulação e acessibilidade, como é o caso da sala dos professores apresentada na Foto 32.

Por outro lado, tendo em vista a adequação dos edifícios escolares a demandas futuras, é pertinente que seja considerada a incorporação de computadores à sala de aula e à dinâmica de aprendizado, ao invés de confiná-los nas “salas de informática”. A diminuição do custo dos equipamentos proporcionada pela tecnologia *wireless* e a disponibilidade de recursos de envio de informação e sincronização simultânea possibilitam a incorporação destas tecnologias ao ambiente de ensino de forma a eliminar as instalações para cabeamento de lógica.

Foto 32. Equipamentos instalados de forma improvisada, na sala dos professores na Escola A à época do levantamento.

Fonte: Acervo da pesquisadora.

Na medida em que equipamentos portáteis são incorporados à sala de aula, é necessário observar aspectos como previsão de carga elétrica instalada, distribuição de tomadas, adequação dos ambientes e dimensionamento de mobiliário. A incorporação de soluções como bandejas suspensas para a passagem de cabeamento ou piso elevado poderiam ser consideradas visando a ambientes mais flexíveis.

Segundo o North Carolina Department of Public Instruction (2002), mesmo apresentando dimensões reduzidas, os computadores portáteis demandam praticamente o mesmo tamanho de bancada que um computador de mesa, e, portanto, são necessários tampos maiores que os disponíveis nas carteiras escolares observadas nas escolas avaliadas. Também recomenda áreas entre 1,39 e 1,85 m² por estação de trabalho, além de previsão de ambiente suplementar destinado à impressão. As dimensões mínimas para mesas individuais, segundo este estudo, devem ser de 0,82 x 0,92 m. Na Figura 47, é possível identificar o impacto da incorporação de bancadas de computadores em sala de aula.

Carteira escolar padrão, adotada pelas escolas estaduais de São Paulo.

medidas em metros

Dimensões mínimas para estação de trabalho com computador.
(Adaptado de: North Carolina Department of Public Instruction, 2002, p. 2).

Figura 47. Comparação entre a carteira escolar utilizada e as dimensões necessárias para a utilização de um computador em sala de aula
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Nas escolas avaliadas, a área disponível por aluno em sala de aula variou entre 1,15 e 1,30 m²/aluno. Essa proporção, embora dentro do especificado pela resolução da Secretaria Estadual da Saúde de São Paulo SS 493 (SÃO PAULO, 1994), não favorece a organização de layouts alternativos ou a acomodação de equipamentos de multimídia (Foto 33 e Figura 48).

Foto 33. Sala de aula, Escola C
Figura 48. Distribuição das carteiras em sala de aula – Escola C
Fonte: Acervo da pesquisadora.

As taxas de ocupação em sala de aula aferidas são coerentes com as orientações apresentadas no catálogo de ambientes da FDE. Cabe ressaltar que, até março/2010, a ficha de diretrizes para salas de aula figurava com a mensagem “leiaute em revisão” (Figura 49).

respeitam o espaço necessário para que a pessoa com deficiência acesse o equipamento (Foto 34). Ainda em relação à rampa de acesso, faltam a sinalização tátil e a pintura de piso previstas pela norma NBR 9050:2004 (ABNT, 2004).

Foto 34. Calçada em frente à Escola C
Fonte: Acervo da pesquisadora.

A Escola A, por outro lado, apresenta degradação da calçada, com o acúmulo de lixo e mato (Figura 50). Ali se verificou, à época do levantamento, que o acesso principal ao edifício, que conta com a rampa para pessoas com deficiência, permanecia permanentemente desativado. Também foi observada a supressão do corrimão da rampa. No caso da Escola A, toda a circulação dos alunos se dá efetivamente por meio do portão secundário, no qual o desnível é vencido por degraus.

Corrimão de rampa de acesso para pessoas com deficiência suprimido (a), degradação da calçada (b) e alteração da circulação principal da escola para entrada cujo acesso se dá por meio de escada (c).

Figura 50. Descaracterização do detalhamento de projeto que visa a prover acessibilidade à Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Nos casos das escolas A e B, foram constatadas alterações significativas nos

fluxos de circulação previstos em projeto, em função da instalação de dispositivos mecânicos (gradis e fechamentos) para a contenção da circulação de alunos e eventual proteção do edifício escolar quanto a invasores, interferindo diretamente no desempenho de aspectos relacionados à habitabilidade e à segurança destas edificações.

Os resultados obtidos corroboram as conclusões de Resende et al. (2007), Thomazoni et al. (2007), Issa (2008) e Poltronieri (2008) e são comentados por Moreira e Ornstein:

O que se pôde observar nas avaliações realizadas é que a acessibilidade a toda a edificação não está associada somente à existência de detalhes construtivos ou especificações de projeto, mas a ações de ordem organizacional da escola, inerentes à situação física do edifício como, por exemplo, falta de pessoal de apoio (funcionários para orientação e controle da disciplina). Em todos os casos avaliados foi verificada a obstrução de parte dos acessos aos ambientes da escola interligados por escadas e corredores para a realização do controle do fluxo dos alunos. (MOREIRA, ORNSTEIN, 2010, p. 173)

No período que se sucedeu à ocupação da Escola A, foi solicitado ao escritório de arquitetura, por parte da administração da escola, a instalação de gradis. Após a análise da solicitação, foi considerado que a instalação de gradis compactaria os ambientes e comprometeria a qualidade ambiental, não sendo assim viabilizada por parte dos autores de projeto.

Dada a verticalização dos edifícios A, B e C, foi prevista em projeto, nos três casos, a existência de um elevador. No caso das edificações avaliadas, é fundamental que estes equipamentos sejam mantidos em condições de uso, uma vez que dele depende o acesso de pessoas com deficiência e o transporte de materiais aos pavimentos nos quais estão localizadas as salas de aula.

As diretrizes para a manutenção e conservação dos elevadores, normas técnicas pertinentes, ensaios, inspeções e verificações necessárias a fim de garantir condições de segurança envolvendo cabos, freios, alarmes e dispositivos de travamento estão disponíveis em publicação específica da FDE (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2010).

Entretanto, a Escola A (Figura 51) e a Escola B não contavam com os

elevadores em funcionamento na ocasião dos levantamentos de campo. Somente na Escola C o elevador se encontrava em condições adequadas de uso (1º semestre de 2009) (Foto 35).

Falta da máquina e demais equipamentos necessários ao funcionamento do elevador na escola A.

Figura 51. Casa de máquinas do elevador - Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Foto 35. Elevador em funcionamento na Escola C
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Uma das consequências da inoperância do elevador na Escola B foi a improvisação de uma sala de aula na sala de uso múltiplo, que fica no térreo, a fim de garantir o acesso de alunos com deficiência (Foto 36).

Foto 36. Adaptação de sala de aula acessível em ambiente projetado para atividades de uso múltiplo
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Nas escolas A e B foi identificado que faltam componentes sanitários para pessoas com deficiência (Figura 52). Em contrapartida, os sanitários da Escola C apresentavam condições adequadas de utilização.

Louças, metais e barras de segurança degradados ou suprimidos, no sanitário destinado a pessoas com deficiência, nas escolas A (a) e B (b).

Figura 52. Sanitários para pessoas com deficiência nas escolas A e B
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Na Escola A, as alterações de projeto inutilizaram os pisos táteis direcionais de acesso aos sanitários e à administração (Figura 53).

Piso tátil direcional inutilizado devido a alteração de projeto (a) e interferência de ralo de piso na sinalização tátil (b).

Figura 53. Sinalização tátil - Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Nas escolas escolas B (Figura 54) e C não há a utilização de pisos táteis direcionais. Ainda em relação aos pisos táteis, nos três casos, à época do levantamento, sua instalação estava restrita ao pavimento térreo, e havia obstáculos não sinalizados, tais como os hidrantes localizados nos corredores. Pelos motivos apresentados, em nenhum dos três casos a distribuição do piso tátil está de acordo com a NBR 9050:2004 (ABNT, 2004).

Piso tátil (a) falta de sinalização em obstáculo (hidrante) localizado no corredor (b) e rampa de acesso com sinalização insuficiente (c), na escola B.

Figura 54. Sinalização tátil - Escola B
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Quanto à comunicação visual interna, sugere-se rever o material utilizado para a sinalização de portas, substituindo-o por material mais resistente ou por pintura, devido à frequência com que quebra ou é suprimido. Foi observada a falta de uma área para informações temporárias no sistema de comunicação visual, pois nas três escolas (Figura 55) existiam improvisações na sinalização de identificação das turmas nas salas de aula e nos andares.

Comunicação visual improvisada, por meio da utilização de papel e filme e/ ou fita adesivos, nas escolas A (a), B (b) e C (c).

Figura 55. Elementos de comunicação visual nas escolas A, B e C
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Os aspectos apresentados denotam a necessidade de adequar as soluções de projeto aos procedimentos adotados ao longo do uso do edifício, a fim de evitar a perda de funcionalidade de elementos construtivos destinados a prover acessibilidade às edificações escolares avaliadas.

7.7 OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO EDIFÍCIO

Os aspectos que envolvem a qualidade do ambiente construído estão intrinsecamente ligados aos procedimentos de manutenção, conforme é apresentado por Picchi e Agopyan:

O enfoque da gestão da qualidade tem evoluído, passando de uma visão corretiva, baseada na inspeção (identificação e segregação dos itens não conformes), chegando até as visões mais modernas, baseadas em medidas preventivas e um enfoque sistêmico, levando em conta todas as etapas do processo. (PICCHI, AGOPYAN, 1993, p. 6)

A NBR 5674:1999 (ABNT, 1999) define a manutenção de um edifício como o conjunto de ações promovidas de modo a resguardá-lo, bem como as respectivas instalações e equipamentos, de danos, deterioração e demais riscos, de modo a garantir suas condições de uso e funcionalidade, considerando o desempenho previsto em projeto.

Os resultados da APO aplicada às Escolas A, B e C mostraram situações de desacordo com as normas técnicas vigentes. A partir da elaboração de *walkthroughs*, *checklists*, entrevistas e grupos focais, foi possível identificar suas origens, vinculadas a aspectos envolvendo a operação e a manutenção dos edifícios.

A aplicação dos métodos e técnicas de APO permitiu verificar a importância dada, nos três edifícios, à segurança pessoal e ao controle das invasões⁸ e ações envolvendo vandalismo. Uma vez que esta questão é considerada como prioritária no processo decisório de ações de manutenção, constatou-se sua interferência em diversos aspectos, como acessibilidade, conforto ambiental, ergonomia e segurança contra incêndio.

A solução adotada pela administração da Escola A para a minimização do problema das invasões ao edifício considera iniciativas passivas para inibir o acesso de vândalos. São exemplos desta abordagem: instalações de gradis e portas de ferro em desacordo com o projeto arquitetônico e a substituição de luminárias vandalizadas por componentes que não apresentam as características elencadas nas especificações. Outro aspecto resolvido por meio de intervenções no ambiente originalmente construído é o controle dos alunos em função da falta de funcionários para a sua supervisão. Novamente, a solução adotada envolve trancamento com gradis e restrição de acesso às áreas circulação e de convivência. Além de prejuízos à socialização no ambiente escolar, esta abordagem pode expor os usuários aos riscos inerentes à obstrução de acessos e rotas de fuga (SÃO PAULO, 2004; VALENTIN, 2008).

As atividades de grupo focal envolvendo professores das escolas A e B apontaram como sendo recorrentes invasões, depredações e a sensação de insegurança, o que foi confirmado nas entrevistas com os coordenadores pedagógicos e os diretores. Os levantamentos e a aplicação de *checklists* nestes edifícios destacaram a relevância dos impactos negativos de alterações promovidas nos edifícios em uso, como a instalação de gradis e muros, em desacordo com o projeto.

Uma das insatisfações recorrentes por parte dos usuários das escolas A e B é

⁸ Acesso não autorizado durante e após os horários das aulas.

que o edifício seria facilmente vulnerável a invasões. Compartilharam desta opinião os funcionários administrativos (grupos focais), diretora e coordenador (entrevistas e *walkthroughs*), bem como funcionários de limpeza (grupos focais), professores (grupos focais) e os próprios alunos (questionários).

Assim, foi de opinião consensual dos usuários que os atos de vandalismo identificados nas escolas A e B teriam origem no fácil acesso ao interior da escola durante os horários nos quais não há ocupação e que as alterações promovidas em desacordo com o projeto teriam natureza positiva. Na Foto 37 é apresentada a fachada pichada da Escola A.

Foto 37. Fachada principal pichada - Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Os participantes das entrevistas e das atividades de grupos focais (professores e funcionários) priorizaram a inadequação dos ambientes para atividades pedagógicas diferenciadas. Apesar disso, os instrumentos complementares, como *walkthroughs*, medições e a aplicação de *checklists*, mostraram que, embora o projeto arquitetônico e a execução tenham sido atentos às necessidades dos usuários quanto à instalação adequada de equipamentos de segurança contra incêndio, houve vandalização destas instalações ao longo do uso do edifício.

Melhado e Mesquita (2006, *apud* SANCHES, FABRICIO, 2008) afirmam que as fases de projeto e construção do edifício condicionam seu desempenho em uso. Assim, ao evitar a ocorrência de patologias construtivas e atentar para a especificação adequada de sistemas e componentes durante as etapas de concepção de uma edificação, é possível evitar a transferência da solução ao usuário, o que pode reduzir custos em reposições, na manutenção e evitar soluções informais e inadequadas.

A substituição de vidros quebrados é considerada como aspecto crítico na Escola A, constituindo-se um dos principais custos de manutenção, conforme o apurado nas entrevistas e nos *walkthroughs* acompanhados por funcionários. Os vidros quebrados também constituem em fator de risco aos usuários, uma vez que há a permanência de fragmentos cortantes expostos, criando situações potenciais para acidentes.

As instalações elétricas apresentaram condições críticas nas escolas A, B e C (Quadro 22), tendo sido constatadas adaptações, em função das alterações de uso de ambientes e da insuficiência de tomadas elétricas para a utilização de computadores. Foram ainda identificadas tomadas que não apresentavam condições de funcionamento devido à falta de componentes como fios, parafusos e espelhos. Tal situação compromete o uso dos ambientes e das instalações, e condições precárias de conservação proporcionam riscos de choques e incêndios.

Quadro 22. Instalações elétricas – Aspectos críticos		
Componente	Aspectos identificados	Escolas
Tomadas e interruptores	Falta de componentes (espelhos, parafusos, fiação e módulos), presença de materiais escusos (papel, fita adesiva).	A, B e C
Caixas de distribuição	Reforços para evitar vandalismo (barras soldadas, cadeados) dificultando sua abertura.	A
Luminárias	Substituição de luminárias e lâmpadas em desacordo com o projeto.	A, B e C

As providências adotadas na Escola A para evitar depredação e roubo de fios envolveram a solda de travas (Foto 38) e a utilização de cadeados em quadros de instalações elétricas, o que pode dificultar o acesso às instalações no caso de uma emergência.

Foto 38. Quadro geral de energia com abertura obstruída por meio de travas soldadas na Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

A substituição de luminárias danificadas por unidades em desacordo com as especificações de projeto foi constatada. Além disso, verificou-se que, na ocasião da reposição de lâmpadas das escolas A, B e C, ocorre a substituição das lâmpadas de 32W, especificadas na ficha técnica da FDE para o caso das salas de aula (Figura 56), por itens de menor preço unitário, porém com potência de 40W, o que implica o aumento desnecessário do consumo de energia.

As medições confirmaram, nos três casos, a incidência de níveis de iluminação em sala de aula superiores aos 300 lux previstos pela norma técnica pertinente NBR5413:1992 (ABNT, 1992).

Esta situação constitui exemplo da priorização do custo de aquisição, sem considerar aspectos de médio e longo prazos, básicos para o termo da sustentabilidade ambiental, envolvendo o *payback* dos itens adquiridos, de modo a causar aumento do consumo de energia e o uso da iluminação artificial em níveis superiores ao necessário aos ambientes.

COMPONENTES A SEREM INDICADOS EM PROJETO

EF-	esquadria de ferro / ventilação cruzada - a especificar
EF-	esquadria de ferro a especificar
IL-45	luminária aberta com refletor para lâmpada fluorescente - 2 x 32W
ME-02	montante estrutural para esquadrias
PE-	peitoril a especificar
PM-	porta a especificar (L=82cm)
RS-	sinalização a especificar
SO-	soleira rampada a especificar

Figura 56. Especificações técnicas de componentes constantes da ficha técnica de diretrizes para o projeto de salas de aula

Fonte: <<http://www.fde.sp.gov.br/>>, acesso em 02 jun. 2009.

A preocupação com aspectos envolvendo a eficiência energética não foi identificada como sendo um aspecto prioritário em nenhum dos três casos avaliados. Um exemplo disso é a utilização de iluminação artificial em ambientes com níveis suficientes de iluminação natural ou mesmo em ambientes desocupados. Os pagamentos das contas de energia elétrica são feitos diretamente pela Secretaria do Estado de Educação (SEE), sem que haja acompanhamento ou controle por parte dos administradores das escolas avaliadas, o que não incentiva o monitoramento do consumo e a identificação de oportunidades para a sua redução.

Nesse contexto, é importante ressaltar que a preocupação com a eficiência energética na construção civil é objeto de um programa nacional de conservação de energia, o PROCEL Edifica (PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2009), que atualmente apresenta critérios e orientações para a certificação de edifícios comerciais. Entretanto, devido ao grande impacto ambiental e financeiro deste aspecto, entendemos ser urgente estender e adaptar os conceitos de eficiência energética apresentados pelo programa brasileiro a estes edifícios escolares.

No caso das instalações hidrossanitárias, também foram observados os efeitos negativos do vandalismo e da falta de manutenção (Quadro 23), de modo a contribuir para a redução da vida útil dos componentes e, em alguns casos, limitando ou inviabilizando o uso previsto em projeto.

Quadro 23. Instalações hidrossanitárias – Aspectos críticos

Componente	Aspectos identificados	Relacionado a	Escolas
Louças e metais	Componentes suprimidos/ danificados.	Manutenção e operação.	A, B e C
Tubulações	Vazamentos e infiltrações.	Manutenção.	A, B
Ralos e grelhas lineares	Distribuição e dimensionamento insuficientes, problemas na declividade da tubulação causando o retorno da água escoada.	Projeto, execução e manutenção.	A, B e C

Outra questão identificada durante a aplicação da APO nas três escolas é a escassez de ações voltadas à manutenção preventiva e a realização insuficiente de manutenção corretiva. Os efeitos desta abordagem expõem os usuários a riscos quanto à segurança pessoal, como é o caso do descolamento de pisos nas escadarias e pátios (escolas A, B e C), da pouca resistência da fixação de barras de apoio em corredores e sanitários (Escola A).

No que diz respeito à limpeza de pisos e caixilhos, apesar de existir uma recomendação para a utilização de pano úmido (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2008), os procedimentos adotados envolvem sua lavagem com água potável, mesmo em ambientes em que a exposição à água não tenha sido prevista em projeto e, portanto, sem impermeabilização das lajes. Assim, nota-se nestes casos a degradação precoce de pinturas e revestimentos, além da existência de infiltrações de água nos pavimentos

inferiores. Verifica-se também, na Escola A, que as janelas instaladas no quarto pavimento apresentam dificuldades para a limpeza externa, em função da falta de equipamentos que permitam o acesso aos trechos mais elevados da fachada.

As instalações destinadas à drenagem da água proveniente das chuvas e da limpeza nos pisos dos corredores de acesso às salas de aula foram objeto de insatisfações por parte da equipe de limpeza nas escolas A (Foto 39), B e C. Nestes casos, o caimento de pisos e o dimensionamento de ralos foram apontados pelos usuários como aspectos negativos para o desempenho das atividades corriqueiras de limpeza de pisos cerâmicos nos pátios, circulações e banheiros.

Foto 39. Duto de drenagem de piso com vazamento e reparo improvisado com fita adesiva, na Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Quando lava o corredor, a água cai toda para baixo. (Fragmento de grupo focal realizado em 30/9/2009 com as funcionárias da limpeza da Escola B)

Para Antonioli e Graça (2004), a manutenção de um edifício deve ser planejada considerando não apenas ações reativas, como também procedimentos proativos, de modo a tornar a operação do edifício mais eficiente e reduzir custos provenientes de reparos:

A manutenção do edifício, seus sistemas e equipamentos é parte importante do processo de Gerenciamento de Facilidades, dependendo de sua eficiência a confiabilidade operacional do edifício. A manutenção também pode ser executada re-ativamente em seu nível mais elementar (manutenções corretivas) ou pro-ativamente quando técnicas preventivas e preditivas são empregadas, assumindo

neste caso o caráter desejado para a prática do Gerenciamento de Facilidades, minimizando desta forma as consequências advindas de interrupções não planejadas de fornecimento de serviços aos usuários e diminuindo os custos com reparos. (ANTONIOLI, GRAÇA, 2004, p.15)

Os resultados averiguados permitiram relacionar os principais aspectos críticos envolvendo a utilização deficiente de ambientes a:

- i. carência de um plano de manutenção preventiva, visando ao aproveitamento adequado do edifício, que considere os sistemas construtivos e as instalações (estrutura; elementos de vedação; revestimentos; pintura; impermeabilização; instalações hidrossanitárias; instalações elétricas e de iluminação; instalações destinadas à tecnologia da informação (TI) (FRANÇA, ORNSTEIN, 2009); segurança contra incêndio; elevadores; coberturas; mobiliário; comunicação visual; paisagismo e áreas externas), de modo a adotar providências que permitam a plena utilização das instalações ao longo da vida útil prevista;
- ii. manutenção corretiva insuficiente de sistemas construtivos e equipamentos (inclusive considerando casos de vandalismo);
- iii. uso inadequado atribuído a ambientes, em desacordo com o projeto.

7.8 SALUBRIDADE

No que diz respeito à salubridade, há recomendações quanto a este aspecto no manual de conservação (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2008), as quais abordam aspectos como: a acomodação adequada de lixo, a limpeza de caixas d'água e a proteção passiva de vãos para evitar o acesso de pombos. Entretanto, não foram identificadas abordagens preventivas envolvendo o controle de pragas e a qualidade do ar no interior do edifício, ou a adoção de um cronograma de execução de serviços que envolvessem o manuseio de produtos tóxicos visando a reduzir a exposição dos usuários a componentes nocivos à saúde.

Nas escolas A e B também foram constatados sinais de umidade em paredes

externas, causadas pelo seu acúmulo em juntas e calhas. Esta condição propicia a proliferação em potencial de contaminantes biológicos.

Quando questionados quanto à limpeza e à conservação das salas de aula, banheiros e refeitório (Gráfico 12), os respondentes da Escola C declararam o maior nível de satisfação (48%, 102 respondentes, declararam “excelente”). A população de alunos que declarou maior insatisfação foi a da Escola A (38,96%, 30 respondentes, declararam a opção “péssima”). Estes resultados são coerentes com as informações obtidas por meio dos levantamentos de campo.

Gráfico 12. Resultados tabulados para a questão: “Dê sua opinião sobre a limpeza e a conservação das salas, banheiros e refeitório”

Fonte: Acervo da pesquisadora.

A incidência de pragas e animais que podem potencialmente transmitir doenças ou apresentam risco aos usuários, como pombos (escolas A e B), formigas, aranhas e escorpiões (Escola B) e cães (Escola A) foi verificada por meio de *walkthroughs*.

Em relação à presença de pássaros, o partido arquitetônico com estrutura aparente apresenta dificuldades para o seu controle, uma vez que é abundante em reentrâncias de difícil acesso, nas quais os animais podem se alojar (Foto 40).

Foto 40. Elemento estrutural aparente utilizado por pombas - Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

No caso da Escola B, a estrutura aparente do Metrô abriga uma grande população de pombas. Neste caso, há um aspecto burocrático para a conservação, uma vez que os elementos estruturais, de difícil acesso, pertencem ao Metropolitano de São Paulo (Metrô), entidade que seria a responsável pela limpeza (Foto 41).

Foto 41. Elemento estrutural da linha de Metrô situada acima da quadra, utilizado por pombas - Escola B
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Antes, as professoras usavam o gramado [para atividades pedagógicas]. Mas aí deu formiga (sic). Até escorpião já apareceu. Então, elas pararam de usar. (Fragmento de grupo focal com realizado com as funcionárias da limpeza da Escola B, em 30/9/2008).

Quanto às áreas externas, verificou-se que não existe um plano de manutenção efetivo para as áreas ajardinadas e pavimentadas, causando a má conservação das áreas livres e o acúmulo de lixo (Figura 57) nas escolas A e B.

Escola B: acúmulo de lixo e de entulho nas áreas gramadas potencializa a proliferação de pragas e prejudica o uso dos ambientes externos.

Figura 57. Situação das áreas gramadas na Escola B
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Em relação à importância de áreas ajardinadas em escolas, Blower e Arteiro (2010) lembram que, em ambientes educacionais, a inexistência de contato com materiais e texturas presentes em jardins (tais como terra, plantas e areia) colabora com o empobrecimento da ambiência de ambientes externos, restringindo a ocorrência de atividades lúdicas e socioeducativas nessas áreas.

7.9 CONFORTO AMBIENTAL

Os aspectos relacionados ao desempenho ambiental das salas de aula demonstraram ser relevantes, nos três casos avaliados, não só pelos possíveis efeitos no processo de ensino-aprendizagem, como pela quantidade de usuários do edifício por eles afetados (ver itens 5.5, 5.6 e 5.7). Sua importância se dá não só pela recorrência de resultados representativos nos três estudos de caso, como também por serem ambientes de longa permanência e devido à quantidade de usuários expostos às situações identificadas, uma vez que as populações destes ambientes correspondem, principalmente, aos alunos e professores das escolas avaliadas.

7.9.1 CONFORTO VISUAL E DE ILUMINAÇÃO

No caso de um edifício destinado ao ensino, é necessário fornecer um ambiente visual adequado tanto para os alunos quanto para os professores. Entretanto, apenas garantir a uniformidade na distribuição da luz não assegura o

cumprimento do objetivo, devido à grande variedade de tarefas visuais às quais os usuários estarão submetidos (KAUFMAN, 1987).

Para efeito da verificação das condições ambientais nos estudos de caso, e o cruzamento com os níveis de satisfação declarados, foram realizadas medições em salas de aula típicas, utilizadas pela população respondente (alunos), dentro do horário correspondente ao seu período de aula (vide item 4.2).

Pôde ser constatado, por meio de entrevista com o coordenador de projeto da Escola A, que houve preocupação com as condições de conforto ambiental do edifício, como é possível observar no fragmento transcrito:

Moderadora – Houve preocupação quanto às condições de conforto ambiental da escola?

Coordenador de projeto – Nisso a gente pensou bastante. No fundo, voltado para o CDHU, a gente tem o oeste e o leste é do lado da rua nova, que sobe para o CDHU. Então, tivemos a preocupação de tratar essas duas faces. Adotamos a proteção em elemento vazado a oeste, e a leste, a gente fez cego mesmo. A área das salas de aula é mantida na orientação norte e sul com avarandados. As duas circulações externas às classes são varandas, com o objetivo de manter o controle de insolação tanto das salas de aulas quanto da circulação. Isso é uma premissa. Não queríamos colocar a circulação central, escura e estreita. Optamos por circulações mais generosas e iluminadas, já resolvendo o controle de insolação das classes, principalmente na face norte. Isso era possível, pois a modulação era de 10,80m x 7,60m, que corresponde à modulação máxima da estrutura. E nos 10,80m, se conseguia 7,60m e mais 1,80m para a circulação, e mais um espaço, que era um vão livre, entre a estrutura e a circulação. Houve também essa preocupação do uso do elemento vazado como proteção da quadra.

Moderadora – A quadra coberta, no pavimento superior, tem algum isolamento?

Coordenador de projeto – Tem sim. Na verdade, a quadra superior é coberta, porém totalmente aberta com sua vedação lateral elemento vazado que funcionou como uma pele porosa, a quadra inteira respira. Ela tem um muro só até a cinta de amarração, e o resto é cobogó. E a cobertura é feita em telha sanduíche.

Moderadora – E entre a laje da quadra coberta e a sala de aula, existe também um isolamento, certo?

Coordenador de projeto – Tem um isolamento, acústico, por causa da questão do barulho do pessoal correndo na quadra, para não ter o ruído na sala de aula em baixo. É feito um enchimento, não me lembro com o que era, na verdade. Acho que era um polímero. (Fragmento de entrevista concedida à pesquisadora pelo arquiteto da Escola A, realizada em 4/11/2008)

Nessa escola, implantada em terreno de topografia acidentada (ver item 5.5), as salas de aula são recuadas, protegidas pelas lajes dos corredores. Dentre as salas de aula existentes na edificação, aquelas que apresentam orientação sudoeste recebem menor incidência solar devido à proximidade do talude e da construção vizinha.

A Escola B apresenta salas de aula orientadas para leste e oeste. Entretanto, o projeto apresenta apenas controle solar para a fachada oeste. Na fachada leste não foram previstos dispositivos para a proteção das áreas envidraçadas para o controle da iluminação natural.

A Escola C apresenta elementos vazados cerâmicos para a proteção solar da fachada nordeste. Apesar disso, não há tratamento da fachada principal (sudoeste), que recebe incidência solar no período da tarde.

O Quadro 24 apresenta as condições aferidas das salas de aula nas escolas A, B e C quanto aos acabamentos internos e dispositivos de proteção solar. Nota-se que foram especificadas tonalidades adequadas à distribuição da luz refletida nas superfícies relevantes das salas de aula nos três estudos de caso. Também foram identificados cuidados pertinentes quanto à utilização de cores saturadas nesses ambientes.

Quadro 24. Elementos construtivos e acabamentos identificados para assalas de aula das escolas A, B e C					
Escola	Refletância dos acabamentos (IESNA, 2000)			Proteção solar externa	Proteção solar interna
	Paredes (acima de 65%)	Pisos (acima de 40%)	Forro (acima de 80%)		
A	Adequada.	Adequada.	Adequada.	Janelas recuadas 3,4 m em relação à projeção do pavimento superior (quadra).	Não há.
B	Adequada.	Adequada.	Adequada.	Fachada oeste: tela metálica perfurada. Fachada leste: não há.	Lençóis e papéis improvisados na fachada leste.
C	Adequada.	Adequada.	Adequada.	Elementos vazados cerâmicos.	Não há.

As medições realizadas nos estudos de caso A, B e C (Quadro 25) apresentaram níveis de iluminância acima do disposto na norma 5413:1992 (ABNT, 1992) para salas de aula (300 lux). Apesar disso, as lâmpadas permanecem totalmente acesas ao longo do período de utilização.

Quadro 25. Resultados das medições e levantamentos realizados nas salas de aula das escolas A, B e C

Escola	Níveis de luminância medidos no plano de trabalho, conforme NBR 5413:1992 e NBR 5382:1985 (ABNT, 1992; 1995).	Relação entre luminâncias das superfícies aferida (IESNA, 2000).	Controles para a iluminação artificial.	Consumo racionalizado de energia elétrica.
A	Acima do apresentado pela norma, nos 9 pontos medidos.	Inadequada.	Não há divisão de circuitos nem interruptores em sala de aula. Acionamento por meio de disjuntor localizado na circulação.	Não há. Todas as lâmpadas ficam permanentemente acesas. Reposição das lâmpadas de 32W (projeto) por lâmpadas de 40W.
B	Idem.	Idem.	Idem.	Idem.
C	Idem.	Idem.	Idem.	Idem.

Na Escola A, embora as salas de aula tenham uma grande área envidraçada, a iluminação natural não é suficiente em vários momentos do dia. Além disso, os corredores, projetados para atuar como proteções solares, não evitam eficientemente a incidência de luz direta na lousa e nas carteiras nos primeiros horários da manhã.

Para efeito da verificação das condições ambientais nos estudos de caso, e o cruzamento com os níveis de satisfação declarados, foram realizadas medições em salas de aula típicas, utilizadas pela população respondente, dentro do horário correspondente a seu período de aula. Por meio da aplicação de questionários, foi possível notar a percepção negativa dos alunos expostos às salas de aula com condições mais críticas, nas escolas A e B (Gráfico 13).

No caso da Escola C, embora a tabulação dos resultados dos questionários tenha apresentado “satisfatório” como moda (71 respondentes, 33 %), foi observado que mesmo a fachada que recebeu tratamento contra os raios solares diretos apresenta problemas no início da manhã, pois a eficiência dos elementos vazados fica prejudicada pelos baixos ângulos de incidência solar.

Gráfico 13. Resultados tabulados para a questão: “Dê a sua opinião sobre a luz do sol em sua sala de aula – considere sua carteira escolar e a lousa”
 Fonte: Acervo da pesquisadora.

É importante ponderar que a população respondente de alunos da Escola C é advinda de uma escola temporária e, possivelmente, considerou o desempenho ambiental das instalações anteriormente ocupadas como referência para as respostas apresentadas nos questionários.

Considerando os comentários documentados durante os grupos focais realizados com professores, observa-se que as demandas envolvendo aspectos relacionados à iluminação apresentam teor semelhante: abordam a instalação de cortinas (escolas A, B e C), a proteção das carteiras contra a incidência de luz solar direta (escolas A e B) e o tratamento da superfície da lousa, a qual apresenta níveis de luminância com diferenças significativas (escolas A, B e C).

Para a confirmação dos resultados obtidos por meio da aplicação de questionários, grupos focais e das medições efetuadas, foram realizadas simulações computacionais, utilizando a ferramenta Ecotect (disponível em: <<http://www.autodesk.com>>, acesso em 28 jun. 2009) a fim de determinar as épocas do ano e os horários que apresentavam condições críticas (Figura 58).

Trajetória solar anual nos edifícios que abrigam as escolas A (a), B (b) e C (c).
Simulação computacional elaborada utilizando a ferramenta Ecotect (disponível em:
<<http://www.autodesk.com>>, acesso em: 28 jun. 2009).

Figura 58. Trajetória solar anual nas escolas A, B e C
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Por meio da análise da renderização, foi possível notar, no caso da sala de aula avaliada para a Escola A, que a distribuição da iluminação natural não acontece de maneira eficiente na parte do ambiente mais distante da janela. As simulações realizadas confirmam a diferença acentuada das luminâncias e a distribuição inadequada da luz natural, identificadas nos levantamentos e mencionadas nos grupos focais realizados com os professores (Figura 59), devido à incidência de raios solares diretos nos horários iniciais da manhã (Figura 60).

Figura 59. Simulação em 3D para a avaliação das condições da sala de aula fotografada, para setembro, às 8h00min, com céu claro
Simulação elaborada utilizando a ferramenta Radiance (disponível em: <<http://www.radsite.lbl.gov/>>, acesso em 20 jun. 2009).
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Figura 60. Exemplo de simulação para a verificação de incidência solar direta nas salas de aula voltadas para sudeste

Verificação elaborada para a Escola A, às 8h30 min da manhã do dia 22 de junho.

Simulação elaborada utilizando a ferramenta Ecotect (disponível em: <<http://www.autodesk.com>>, acesso em 28 jun. 2009).

Fonte: Acervo da pesquisadora.

Na Escola B, nota-se que, mesmo nas salas de aula que contam com proteção solar (Figura 61 e 62), há problemas com a incidência de raios solares diretos. Foi inclusive observado que alunos mudam de carteira escolar por causa do calor quando há lugares disponíveis em áreas mais protegidas. Nesta escola, foram presenciadas, durante os levantamentos, situações críticas como a transferência de alunos para a sala de múltiplo uso em virtude do sol da tarde incidindo na sala em excesso e a mudança de carteira de aluno próximo à janela para a de um colega que havia faltado, devido ao sol e ao calor.

O projeto da Escola B tem um grande potencial para a redução do consumo de energia. Em grande parte do dia, não é necessário manter as lâmpadas acesas para atingir os níveis de iluminância previstos em norma. Entretanto, os sistemas de proteção solar não atuam de modo efetivo nos horários em que há incidência solar com ângulos mais altos.

Na sala de aula avaliada na Escola B, os raios solares penetram diretamente nas salas de aula, inclusive nas que dispõem de proteção solar (face oeste). Nas salas voltadas para a face oposta (leste, sem proteção solar), o problema é ainda mais evidente durante a manhã.

Proteção solar na fachada oeste da escola B. O vão existente entre a tela perfurada e a parede (a) permite a incidência direta de raios solares nas salas de aula situadas nesta fachada (b).

Figura 61. Incidência direta de raios solares em sala de aula que dispõe de proteção solar - Escola B
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Figura 62. Baixa eficiência da proteção solar nos horários de maiores ângulos solares – Escola B
Situação simulada para 22 de março, às 15h00min.
Simulação elaborada utilizando a ferramenta Ecotect (disponível em <http://www.autodesk.com>, acesso em 28 jun. 2009).
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Nas salas de aula voltadas para leste, não há dispositivos de proteção solar (Foto 42), o que ocasiona improvisações para o controle da luminosidade no interior dos ambientes (Fotos 43).

Foto 42. Escola B: Falta de dispositivos para a proteção solar na fachada leste
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Foto 43. Improvisação de dispositivo interno para o controle solar em sala de aula
Aplicação de tecidos nas esquadrias, como tentativa de controlar os níveis de luminosidade em sala de aula.
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Na Escola C, as fachadas voltadas para sudeste e leste não receberam proteção solar, ficando expostas à incidência dos raios solares diretos no período da manhã (Foto 44).

Foto 44. Vista Fachada- Escola C – À direita, salas de aula voltadas para a face sudeste, sem proteção solar
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Posteriormente à análise dos resultados das simulações, ocorreu o retorno aos ambientes avaliados a fim de verificar a distribuição das luminâncias, por meio da elaboração de imagens em HDR. Os resultados dos levantamentos evidenciaram os efeitos negativos do brilho excessivo e dos níveis inadequados de contraste no desempenho das atividades escolares (Figura 63).

Vista externa da sala de aula avaliada na escola A (a) e distribuição das luminâncias internas (b).

Vista externa da sala de aula avaliada na escola B (c) e distribuição das luminâncias internas (d).

Vista externa da sala de aula avaliada na escola C (e) e distribuição das luminâncias internas (f).

Figura 63. Vistas externas e distribuição das luminâncias internas nas salas de aulas avaliadas nas escolas A, B e C
Fonte: Acervo da pesquisadora.

A situação observada na sala de aula da Escola A apresenta distribuição insatisfatória e pouco aproveitamento da iluminação natural.

Na sala de aula da Escola B, o dimensionamento inadequado das proteções solares causa a incidência de raios diretos sobre plano de trabalho (carteiras dos alunos).

No caso da sala de aula da Escola C, foi possível notar que, mesmo com o elemento vazado, há incidência direta de luz solar nos horários em que os ângulos de incidência solar são baixos.

Também a lousa apresentou condições inadequadas nas escolas A, B e C, com níveis de luminância muito menores que os dos demais planos, apesar de ser o

principal foco de atenção, no caso da aula expositiva. Além disso, foi observado o controle inadequado do ofuscamento nas superfícies verticais (Foto 45).

Foto 45. Inutilização parcial da lousa devido ao ofuscamento da área próxima à janela - Escola B
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Uma consequência deste aspecto é a inutilização parcial da área da lousa mais próxima à janela, devido ao ofuscamento.

7.9.2 CONFORTO ACÚSTICO

No caso da Escola A, a disposição dos ambientes em dois blocos (Foto 46) cria superfícies refletoras que contribuíram para o aumento dos níveis sonoros verificados em sala de aula. A proximidade com a escola municipal (EMEI) (Foto 47), ainda não em funcionamento à época dos levantamentos, indica que a emissão de ruídos de ambas irá interferir negativamente em suas respectivas atividades escolares. Providências para a redução dos níveis sonoros devem ser tomadas por parte da Escola A, por meio da utilização de materiais absorventes nas salas de aula e adequação dos elementos vazados na quadra coberta.

É possível observar, por meio da avaliação da implantação e da distribuição de seus vãos, que a EMEI vizinha também não previu medidas para o controle dos níveis sonoros provenientes desta situação.

Foto 46. Vista externa da Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Foto 47. EMEI vizinha à Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Embora a Escola A tenha apresentado a situação menos crítica dos três estudos de caso, os níveis sonoros das salas de aula adaptadas no ambiente previsto em projeto para a sala de informática, localizadas no primeiro pavimento, foram de 68,7 dB(A).

A partir da aplicação de um *checklist* e da realização de medições, foi possível identificar as principais fontes de ruído ambiente nas escolas A, B e C.

A modulação das salas de aula determinada pela FDE, que prevê proporções similares entre a profundidade e a largura (módulos de 7,20m x 7,20m de eixo a eixo) é favorável à reflexão do som adequada ao uso previsto.

O tratamento das superfícies das salas de aula apresenta características semelhantes nos três estudos de caso. Os coeficientes de absorção dos materiais empregados são apresentados no Quadro 26.

Quadro 26. Descrição das propriedades acústicas dos acabamentos da sala de aula típica avaliada nas escolas A, B e C

Superfície	Acabamento	coeficiente de absorção do material(ais)			
		250 hz	500 hz	1000 hz	2000 hz
Piso	Cerâmico	0,03	0,03	0,03	0,03
Parede 1	Bloco cerâmico rebocado, massado e pintado	0,1	0,06	0,05	0,04
Parede 2 (lousa)	Bloco cerâmico rebocado, massado e pintado	0,1	0,06	0,05	0,04
Parede 3 (externa)	Bloco cerâmico rebocado, massado e pintado	0,1	0,06	0,05	0,04
Parede 4 (corredor)	Bloco cerâmico rebocado, massado e pintado	0,1	0,06	0,05	0,04
Portas	Portas	0,11	0,09	0,07	0,06
Caixilhos	Esquadria de ferro, vidros comuns	0,25	0,18	0,12	0,07
Lousa	Quadro negro	0,01	0,01	0,01	0,02
Teto	Laje pré-fabricada pintada	0,1	0,06	0,05	0,04
Adaptado de SEEP et al., 2002, p. 10.					

Os principais aspectos, do ponto de vista do conforto acústico, foram:

- níveis excessivos de ruído externo (escolas A e B);
- níveis excessivos de ruído produzido nas áreas internas do edifício (escolas A, B e C);
- pouca eficiência do isolamento entre ambientes:
 - entre salas de aula (escolas A, B e C);
 - entre o pátio e as salas de aula (escolas A, B e C);
 - entre as áreas de circulação e as salas de aula (escolas A, B e C);
 - entre a quadra de esportes e a sala de aula (escolas A, B e C);
- baixa qualidade das condições acústicas das salas de aula – Inteligibilidade precária, tempo de reverberação inadequado (escolas A, B e C);

- falta de ambientes com condições acústicas para apresentações e palestras (escolas A, B e C).

A atual distribuição dos caixilhos, visando a proporcionar ventilação cruzada, não favorece o isolamento acústico das salas, criando vãos permanentemente abertos, voltados para pátios, quadras e áreas de circulação (escolas B e C).

Além da ventilação permanente, foi observado que os alunos assistem às aulas de porta aberta nas três escolas, em dias de calor, acentuando a entrada dos ruídos provenientes das áreas comuns dos edifícios.

Nas Figuras 64, 65 e 66, podem ser visualizadas representações esquemáticas das principais fontes sonoras analisadas:

Figura 64. Representação gráfica das principais fontes de ruído que causam interferência em sala de aula – Escola A
Representação gráfica das principais fontes de ruído identificadas – Escola A:

- 1/ 1'/1'' - Ruído emitido pelas atividades em sala de aula.
- 2/ 2' - Ruído emitido pelas áreas de circulação.
- 3- Ruído emitido pelo pátio e áreas de lazer.
- 4- Ruído refletido pelo bloco administrativo.
- 5/ 5'- Ruído emitido pela atividade na quadra coberta.
- 6- Predição de ruído emitido pelas futuras atividades da EMEI.
- 7- Ruído proveniente do tráfego de veículos na estrada vizinha à edificação.

Figura 65. Representação gráfica das principais fontes de ruído que causam interferência em sala de aula – Escola B

- 1- Ruído emitido pela atividade na quadra de esportes.
- 2- Ruído emitido pelo tráfego de veículos na avenida.
- 3- Ruído emitido pela atividade em sala de aula.
- 4- Ruído emitido pela circulação dos trens (Metrô).
- 5 -Reflexão dos ruídos gerados nas áreas externas da escola na estrutura de concreto do elevador.
- 6/ 6'- Ruído gerado pela atividade no pátio e áreas de circulação.
- 7 - Reflexão dos ruídos externos nos fechamentos do pátio coberto.
- 8 e 9 -Reflexão dos ruídos externos nas paredes e guarda-corpos de concreto.

Figura 66. Representação gráfica das principais fontes de ruído que causam interferência em sala de aula – Escola C

- 1- Ruído emitido pela atividade na quadra de esportes
- 2- Ruído emitido pela atividade no pátio e áreas de circulação
- 3/ 4 - Ruído emitido pela atividade em sala de aula. O ruído das outras salas de aula pode ser percebido entre pavimentos, entre salas de aula vizinhas e entre salas de aula opostas.
- 5/ 6 - Reflexão dos ruídos externos nas paredes e guarda-corpos de concreto.

Os ruídos típicos em um ambiente escolar podem ser originados de fontes internas ou externas. Dentre os ruídos externos que podem interferir na qualidade acústica de ambientes escolares, podemos citar aqueles gerados pelo tráfego de veículos, por ferrovias, tráfego aéreo, fábricas e áreas de lazer próximas.

No decorrer de nossos levantamentos, foram identificadas situações envolvendo níveis sonoros excessivos, gerados pelo tráfego de veículos, por ferrovias, pela atividade dos vizinhos, pela utilização dos pátios e pelo deslocamento dos alunos nas áreas de circulação da escola e quadras.

No Quadro 27 é apresentada uma análise dos resultados obtidos por meio das medições.

Quadro 27. Análise dos resultados obtidos por meio das medições nas escolas A, B e C

Edifício	Ruído de fundo na sala de aula (medido com sala ocupada, em silêncio)	Externa complementar (circulação)	Tipo de ruído predominante	Observações:
Escola A	57 dB(A) salas de aula voltadas para a avenida/ 55,9 dB(A), salas de aula voltadas para talude. Observação: O início das operações da EMEI vizinha irá alterar estes níveis de pressão sonora.	62,4 dB(A)	Resultante da atividade dos alunos em sala de aula, nas áreas de circulação, com destaque para as escadas, no pátio e na quadra coberta.	Podem ser percebidos os ruídos de caminhões e ônibus provenientes da estrada próxima. A medição nas salas de aula adaptadas, no primeiro pavimento, por meio de uma divisória simples cuja altura é inferior ao pé direito, apresentou níveis de ruído de fundo de 68,7 dB(A). Recomendamos que seja feito isolamento adequado entre estas salas de aula com urgência, uma vez que são utilizadas por crianças em alfabetização.
Escola B	64,3 dB(A), sem atividade na quadra de esportes e circulação, 70,3 dB(A) com atividade na quadra e 71,4 dB(A) com atividades na quadra e nos corredores/escadas (condição usual).	75 dB(A)	Picos percebidos de atividade em quadra e do tráfego na avenida próxima mascaram o ruído dos trens.	Medições de níveis sonoros, sem a atividade dos alunos: Quando não há atividade no pátio e na quadra, é possível ouvir os trens do Metrô. Picos medidos de pressão sonora nesta ocasião: 74,8 dB(A). Intervalo observado de passagem dos trens: aproximadamente 2 minutos.
Escola C	59,7 dB(A) de ruído de fundo, 65,3 dB(A), com atividade na quadra. Observação: A quadra coberta desta escola é utilizada na maior parte do tempo, muitas vezes simultaneamente por duas turmas de alunos.	72,2 dB(A)	Atividade dos alunos na quadra coberta, no pátio (recreio) e nas áreas de circulação.	Os ruídos observados nesta escola foram resultantes da própria atividade escolar. Não foram observados níveis sonoros recorrentes externos à escola que se sobrepusessem aos ruídos emitidos no interior do edifício. É possível notar o ruído de impacto proveniente da circulação das crianças no corredor, no pavimento superior.

Apesar de terem sido identificadas condições de nível de ruído acima do adequado para as escolas A, B e C, quando questionados sobre “de que maneira você ouve o que sua professora fala?” (Gráfico 14), 57,1% dos alunos (120 respondentes) da Escola C assinalaram “excelente”, ao passo que nas escolas A e B a moda foi “satisfatório” (respectivamente, 46,8%, 36 respondentes, e 49,4%, 40

respondentes).

É interessante notar que, apesar da Escola B ter apresentado níveis sonoros críticos e este aspecto ter sido comentado nas atividades de grupos focais realizadas com professores, funcionárias da limpeza e na entrevista com a diretora, os alunos declararam ouvir de maneira satisfatória a fala dos professores. Os maiores níveis de satisfação, neste caso, foram encontrados entre os alunos da escola com menores níveis sonoros (Escola C).

Um dos possíveis motivos para esta aparente incongruência dos resultados pode ter relação com o tempo a que estes usuários se encontram expostos a níveis sonoros elevados (na escola ou em casa), tornando corriqueiros os níveis elevados de conversação, utilização de aparelhos de som e outros.

Gráfico 14. Resultados tabulados para a questão: “De que maneira você ouve o que a sua professora fala?”

Fonte: Acervo da pesquisadora.

Embora esta avaliação seja um forte indício de que as condições acústicas constituem fonte de desconforto para estes alunos, não é possível desvinculá-las dos demais aspectos relacionados ao conforto ambiental, pois condições de conforto térmico, conforto visual e aspectos socioeconômicos também podem contribuir para o agravamento da condição de desconforto declarada por um usuário.

7.9.3 CONFORTO TÉRMICO E VENTILAÇÃO

Os projetos das escolas paulistas em estrutura pré-fabricada não preveem o tratamento da envoltória conforme a zona bioclimática na qual se localiza em projeto, o que é determinado pela NBR 15223-3:2003 (ABNT, 2003).

Em relação às condições de conforto térmico, as três escolas apresentaram desempenho insuficiente em relação ao conforto térmico e à ventilação. As principais diferenças observadas entre os estudos de caso dizem respeito à implantação, à orientação e aos sistemas previstos para a proteção da luz solar direta.

A carta psicrométrica para a cidade de São Paulo (Figura 67) mostra que, embora seja desejável na maior parte do tempo (63,5% das horas ao longo de um ano), a ventilação natural não é desejável em dias frios (17,4% das horas ao longo de um ano), período no qual o ambiente deve receber contribuições térmicas.

AA - Aquecimento artificial (0% das horas, em um ano);
 ASP - Aquecimento solar passivo (0% das horas, em um ano);
 MTA - Massa térmica de aquecimento (17,4% das horas, em um ano);
 ZC - Zona de conforto (17% das horas, em um ano);
 ZV - Ventilação (63,5% das horas, em um ano);
 MTR - Massa térmica de resfriamento (0% das horas, em um ano);
 CA - Condicionamento de ar (3,1 % das horas, em um ano);
 U - Umidificação (0% das horas, em um ano);
 RE - Resfriamento evaporativo (2,4% das horas, em um ano).

Figura 67. Diagnóstico climático para São Paulo

Fonte: Software Climaticus, LABAUT FAUUSP, 2003 (disponível em: <<http://www.usp.br/fau/pesquisa/laboratorios/labaut/conforto/index.html>>, acesso em 26 jun. 2009).

No verão, apesar da grande área de ventilação prevista, as salas de aula das escolas avaliadas também não apresentavam, à época dos levantamentos, bom desempenho na opinião dos usuários, considerando os aspectos que envolvem conforto térmico e ventilação (FROTA, SCHIFFER, 2001). As cargas térmicas internas são elevadas em função do adensamento de pessoas e, em menor proporção, das luminárias permanentemente acesas. A taxa de ocupação elevada e a pouca incidência de ventos (ver Figura 9), principalmente nos meses de verão, ocasionam a elevação da temperatura no interior do ambiente, podendo causar impactos negativos para o aprendizado (WAGORCKI et al., 2005).

Entretanto, no inverno, quando a incidência de ventos é mais frequente e intensa, a baixa estanqueidade das esquadrias ocasiona dificuldades para a

retenção de calor no interior do ambiente, causando sensação de desconforto e impactando no desempenho acadêmico dos alunos (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2002; 2009).

As condições inadequadas de conforto térmico são demonstradas, principalmente, por meio das respostas dos alunos das escolas A e B (respectivamente, 70,1%, 54 respondentes nos dias quentes). Em relação aos dias frios, os resultados tabulados para a Escola A apresentaram maiores níveis de insatisfação: 44,2% (34 respondentes) declararam que as condições de conforto térmico são péssimas neste caso (Gráficos 15 e 16).

Gráfico 15. Resultados tabulados para a questão: "Dê a sua opinião sobre a temperatura de sua sala de aula nos dias frios".
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Gráfico 16. Resultados tabulados para a questão: “Dê a sua opinião sobre a temperatura de sua sala de aula nos dias quentes”.
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Quando questionados em relação à sua satisfação quanto à ventilação (Gráfico 17) em sala de aula, novamente as escolas A e B apresentaram os menores níveis de satisfação: respectivamente, 62,3% (48 respondentes) e 66,7% (54 respondentes) assinalaram a alternativa “péssima”.

No caso da Escola C, cabe a ressalva de que os alunos eram provenientes de uma instalação provisória anterior, o que pode ter causado alguma distorção de percepção em relação aos aspectos de conforto térmico. Entretanto, no espaço aberto para comentários no final do questionário, a solicitação para a instalação de ventiladores nas salas de aula da Escola C foi mencionada espontaneamente por 18 respondentes.

Dessa forma, em função do elevado número de usuários insatisfeitos em relação ao conforto térmico e à ventilação, principalmente nos casos das escolas A e B, seria recomendável considerar duas alternativas possíveis: revisão do tratamento dado à envoltória ou instalação de um sistema de climatização mecânico (CIBSE, 2005; ASHRAE, 2004).

Gráfico 17. Resultados tabulados para a questão: “Dê sua opinião sobre a ventilação em sua sala de aula”.
Fonte: Acervo da pesquisadora.

As atividades de grupos focais aplicadas aos professores nas escolas A e B reforçam a percepção de desconforto em sala de aula relatada pelos questionários e identificada por meio das medições, conforme pode ser observado no fragmento transcrito:

Moderadora – A sala de aula é adequada?

Professor 1 – Faltam ventiladores.

Professor 2 – Cortina para claridade.

Professor 3 – Isso ajudaria nessa questão da passagem de pessoas.

Professor 4 – Uma cortina, uma persiana. Porque dá muito reflexo. Eles reclamam demais, tadinhos (sic).

Professor 3 – Ventiladores, as salas são muito abafadas no calor.

(Fragmento de atividade de grupo focal aplicado aos professores da Escola A, realizada em 23/1/2009)

7.9.4 CONSIDERAÇÕES QUANTO ÀS CONDIÇÕES DE CONFORTO AMBIENTAL AFERIDAS

Devido à padronização conferida aos processos de projeto e construção (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2010), as escolas A, B e C apresentam salas de aula com diferenças dimensionais pequenas e sistemas construtivos semelhantes (caixilhos basculantes em ferro pintado, paredes de alvenaria, lajes no forro e no piso, paredes e teto pintados e revestimento de piso cerâmico) (vide itens 5.5, 5.6 e 5.7).

Esta semelhança construtiva e a recorrência dos aspectos críticos apresentados envolvendo conforto térmico, ventilação, conforto acústico e conforto visual sugerem a importância de que seja realizada uma realimentação de projeto que contemple esses aspectos.

Segundo Silva (In: ROMÉRO, ORNSTEIN, 2003), é necessário verificar a viabilidade das recomendações, tanto em termos de custos quanto para a sua implementação, pois, do ponto de vista dos aspectos envolvendo conforto ambiental, os equívocos identificados são de difícil solução, envolvendo custos elevados. Assim, o atendimento às condições bioclimáticas específicas do local de projeto desde as etapas de planejamento e de concepção podem possibilitar o atendimento às necessidades do usuário a custos menores em relação a eventuais iniciativas de remediação que podem ser necessárias ao se postergar decisões envolvendo este aspecto. O dimensionamento adequado de proteções solares, a análise do percurso solar e a implantação mais eficiente do ponto de vista do conforto acústico, do conforto térmico e da ventilação consistem providências que exemplificam esta situação.

7.10 ADEQUAÇÃO AO USO E À DURABILIDADE DE SISTEMAS E DE COMPONENTES CONSTRUTIVOS

Ao contrário do senso comum, durabilidade não é uma propriedade do material, mas o resultado da interação entre o material e o ambiente que o cerca, incluindo aspectos de microclima. Assim, um mesmo material apresenta funções de desempenho versus tempo diferentes para diferentes condições de exposição. Como a durabilidade é uma função do desempenho, um mesmo material pode apresentar funções de desempenho versus tempo diferentes se forem mantidas as condições de exposição mas alterada a função do material. (JOHN, SATO, 2003, p. 29)

Conforme o distutido no item 5.2, a percepção em relação à racionalização da construção é satisfatória e teria surtido efeitos positivos na qualidade da construção. Compartilham desta opinião tanto os arquitetos das três escolas (informação obtida por meio da realização de entrevistas) quanto a FDE (FERREIRA, MELLO, 2006).

No entanto, no caso da Escola A, mereceu destaque, por parte dos arquitetos, como um dos sistemas construtivos que teria apresentado qualidade reduzida, o de proteção solar com elementos vazados cerâmicos, devido a sua grande variação dimensional (Figura 68).

Sistema construtivo adotado na escola A: vigas e pilares pré-fabricados e alvenaria convencional (a). A proteção solar é feita por meio de elementos vazados cerâmicos (b).

Figura 68. Sistema construtivo adotado na Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

No caso da Escola B, a construção em aço permitiu a utilização de elementos

estruturais mais esbeltos do que nos casos das escolas A e C (cuja estrutura foi projetada em concreto pré-fabricado). Entretanto, foram identificados problemas correspondentes à conservação da estrutura metálica, principalmente no que diz respeito à exposição às chuvas, à umidade do solo e à lavagem de pisos (Foto 48).

Foto 48. Pilar metálico sujeito à corrosão na Escola B
Fonte: Acervo da pesquisadora.

No caso da Escola B, outro aspecto envolvendo a durabilidade dos sistemas construtivos está relacionado à manutenção das calhas, cuja vedação ineficiente contribui para o acúmulo de água nas vigas metálicas, o que acelera o processo de corrosão, contribuindo para a redução da vida útil da estrutura (Foto 49).

Foto 49. Vazamento em calha da cobertura na Escola B
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Do ponto de vista da segurança estrutural, não foram identificados, por meio da inspeção visual, aspectos significativos envolvendo os sistemas construtivos. Entretanto, faz-se necessário o tratamento da corrosão das bases dos pilares da Escola B, uma vez que o contato permanente com a água tende a agravar o problema a longo prazo.

Outro aspecto que mereceu destaque, no caso da Escola C, por parte dos

arquitetos, foi o emprego de materiais de construção de baixa qualidade para a execução da obra, tais como elementos de estrutura de concreto pré-fabricado e elementos vazados cerâmicos.

A ideia de se trabalhar com o pré-fabricado na FDE não é uma ideia de industrialização da construção (ainda está longe do conceito de industrialização da construção, pois ainda é totalmente convencional), mas é uma ideia que está ligada à racionalização da construção e à melhoria da qualidade dos componentes construtivos. [...] O pré-fabricado já estava na obra e se percebeu que as peças eram manchadas, imperfeitas... Tinha problema de empenamento... Era um pré-fabricado ruim mesmo. Tanto que foi exigido da construtora que ela fizesse um trabalho de recuperação do pré-fabricado. (Fragmento de entrevista concedida à pesquisadora pelo arquiteto da Escola C)

Ainda considerando a Escola C, preocupações quanto ao peso dos elementos construtivos, devido à instabilidade da área do terreno próxima ao córrego, também foram determinantes, segundo o informado pelos arquitetos, para a implantação sugerida em projeto.

Nas escolas A, B e C foram identificadas, trincas devido à falta de juntas de dilatação entre elementos estruturais, tais como pilares e lajes (Figura 69), o que sugere a importância de revisão deste aspecto em futuros projetos, uma vez que a existência de trincas pode possibilitar o acesso de umidade aos componentes estruturais, reduzindo sua durabilidade.

Trinca ocasionada pela falta de junta de dilatação entre as estruturas da caixa do elevador e da escada na escola C (a) e Falta de junta de dilatação entre o bloco administrativo e passarelas na escola A (b).

Figura 69. Trincas relacionadas à falta de juntas de dilatação nas escolas C e A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

É possível notar também a ocorrência de trincas e infiltrações nas áreas de contato entre vigas e alvenarias, o que ocasiona infiltrações em ambientes internos no caso da Escola A (Foto 50).

Foto 50. Infiltração na junção entre a viga e a parede – Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Outro aspecto que merece atenção e que apresentou situações mais críticas, no caso da Escola A, é o sistema de impermeabilização inadequado nas alvenarias que apresentam contato com o solo (Foto 51).

Foto 51. Umidade em parede de alvenaria que faz contato com o solo na Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

No que diz respeito aos componentes das esquadrias, observa-se que a baixa resistência ou inadequação para o uso de elementos como portas, maçanetas, dobradiças e metais acabam por exigir sua substituição precoce.

Em relação às janelas, a solução apresenta eficiência em relação ao bloqueio à intrusão, pois prevê panos de vidro de, aproximadamente, 15 centímetros,

separados por perfis de ferro pintado. Na Figura 70, é apresentado o projeto padronizado para as esquadrias, disponibilizado pela FDE no catálogo de componentes.

Figura 70. Detalhe do projeto das esquadrias padronizadas pela FDE
Catálogo de componentes, referência EF-20- e EF-21, p. 01.
Fonte: <<http://www.fde.sp.gov.br/>>, acesso em 2 mai. 2008.

Entretanto, a avaliação das condições destes elementos mostrou a baixa resistência dos perfis metálicos à corrosão (em algumas situações observadas, devido à falta de repintura), emperramento do mecanismo de abertura, baixa eficiência no controle da água e do vento, impossibilidade de controle dos níveis de iluminação e pouca eficiência para isolar ruídos das salas de aulas vizinhas.

Nota-se que os problemas envolvendo estanqueidade em relação à água e ao

vento se dão, no caso das janelas de ferro, principalmente devido a aspectos relacionados à execução. Dessa forma, recomenda-se implantar um sistema de controle de qualidade destes componentes a fim de sanar problemas ocasionados pela fabricação inadequada destes elementos, tais como a existência de frestas e a imprecisões no alinhamento. Também é importante avaliar o desempenho das esquadrias do ponto de vista do conforto ambiental. Entretanto, esta análise deve ser feita em conjunto com as soluções adotadas para a envoltória do edifício, considerando inclusive proteções solares, dimensionamento e localização de vãos.

Ainda em relação às esquadrias, no caso da Escola A, as janelas do terceiro pavimento estão situadas a 11,60m do solo, com 0,40m de distância até a proteção solar fixa (em elementos cerâmicos), o que causa dificuldades de acesso para a limpeza. Funcionárias da limpeza informaram improvisar apoios e forçara esquadria para conseguir acessar a face exterior do vidro do ambiente interno. Além disso, os painéis fixos apresentam dificuldade elevada de acesso para as atividades de limpeza e de conservação (Foto 52).

Foto 52. Janela do terceiro andar com dificuldade de acesso na Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Danos às portas, dobradiças e fechaduras das escolas A, B e C foram documentados durante *walkthroughs*. Os procedimentos de manutenção previstos para as ferragens (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2008) consideram a substituição de peças desgastadas e parafusos. Entretanto, nos

três estudos de caso, foram identificadas improvisações com o objetivo de reforçar os componentes em questão, sendo pertinente considerar alterações para futuros projetos (Quadro 28).

Quadro 28. Esquadrias – Aspectos críticos			
Esquadrias			
Componente	Descrição	Aspectos identificados	Escolas
Perfis das janelas	Ferro pintado	Corrosão	A, B e C
Portas	Madeira com enchimento sarrafeado, semi-oca	Pouca resistência à umidade, às condições de uso e a ações de vandalismo.	A, B e C
Vidros	Vidro comum	Quebra, com permanência de superfícies cortantes.	A, B
Ferragens	Liga metálica zincada, galvanizada ou cromada	Resistência dos componentes insuficiente para o uso frequente. Instalação de reforços improvisados.	A, B e C

A Figura 71 mostra situações recorrentes envolvendo a durabilidade de fechaduras, dobradiças e portas nas escolas A, B e C.

Fechadura e portas danificadas na escola A (a), (b); fechadura (c) e dobradiça (d) danificadas na escola B e porta e fechaduras danificadas na escola C (e), (f).

Figura 71. Danos relacionados a fechaduras, folhas de porta e dobradiças, nas escolas A, B e C
Fonte: Acervo da pesquisadora.

A Figura 72 mostra um dispositivo contra o arrombamento de portas, implantado na Escola A, que inclui porta de ferro, fechaduras e dobradiças em

serralheria reforçada e a instalação de chapas metálicas nas janelas localizadas próximas à entrada. Este sistema dificulta inclusive o acesso ao interior da sala de aula em uma situação de emergência.

Escola A: alteração de projeto porta e fechadura (a) e porta, fechadura e panos do caixilho (b).

Figura 72. Alterações de projeto envolvendo portas e fechaduras na Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

A especificação de portas em ambientes escolares é objeto de estudos (NATIONAL CLEARINGHOUSE FOR EDUCATIONAL FACILITIES, 2008, SCHNEIDER, 2007; ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, 2007b) e deve ser feita considerando critérios de segurança e durabilidade, a saber:

- I. em portas com acesso controlado por meio do uso de chaves, é preciso considerar instalações para a implementação de alarmes;
- II. as portas devem ser de material resistente, como aço, alumínio ou madeira maciça. Em caso de portas de vidro, é necessário avaliar a pertinência da implantação de materiais que proporcionem segurança no uso, como vidros aramados ou temperados. Portas de folhas duplas devem ter reforço central. A especificação deve ser feita de modo que possam conter eventuais abalroamentos ou objetos lançados;
- III. nas portas externas, é importante prever visores ou lentes olho-de-peixe, possibilitando a visualização do exterior sem a necessidade de sua abertura. Os visores devem ser dimensionados de forma a não

- permitir a abertura das portas, caso sejam quebrados;
- IV. para a especificação dos batentes, opções em perfis metálicos, resistentes à deformação, são indicadas para esquadrias externas;
- V. portas de acesso a ambientes com equipamentos ou materiais que possam despertar interesse de ladrões devem contar com sistema de travamento eficiente;
- VI. barras antipânico precisam ser à prova de vandalismo;
- VII. fechaduras externas não podem ter máquina exposta;
- VIII. para a especificação de dobradiças, é recomendável que sejam considerados modelos que não permitam a remoção de pinos;
- IX. complexos esportivos com atividades extracurriculares devem ser fechados por portas sólidas e dispor de controle de acesso. Além disso, precisam ser projetados de forma a impossibilitar o acesso de intrusos nos demais ambientes escolares;
- X. ambientes sem uso permanente devem ser mantidos trancados quando não estiverem ocupados (recomendações adaptadas de NATIONAL CLEARINGHOUSE FOR EDUCATIONAL FACILITIES, 2008, p. 2).

No caso das escolas estudadas nesta pesquisa, foram identificadas fichas contendo projetos padronizados para esquadrias (FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO, 2010). Entretanto, uma revisão poderia ser providenciada no sentido de torná-las mais eficientes quanto à resistência a atos de vandalismo, considerando os aspectos acima citados.

A especificação adequada das portas e de seus componentes constitui aspecto fundamental para o manejo adequado da segurança pessoal e patrimonial, estando diretamente relacionada ao controle de invasões e de atos de vandalismo.

No Quadro 29 são apresentados critérios a serem considerados para a elaboração do projeto.

Quadro 29. Especificações de fechaduras indicados para salas de aula

Natureza do risco	Função da entrada	Função da saída	Observações
Incêndio	Permitir a entrada do resgate.	Permitir evacuação direta e imediata em todos os espaços ocupados.	Devido à sua importância fundamental como elemento para compartimentação, as portas internas são fundamentais para evitar o alastramento das chamas, calor e fumaça.
Acidentes envolvendo quedas	-	-	A configuração das entradas, saídas e átrios, bem como a localização das portas, são aspectos fundamentais para a prevenção de situações de afunilamento de fluxo, as quais podem, potencialmente, causar acidentes envolvendo quedas.
Vandalismo e roubo	Evitar o acesso de pessoas não autorizadas ao edifício escolar e aos ambientes de acesso restrito.	Retardar ou prevenir a fuga de eventuais invasores até que a polícia possa intervir.	
Brigas, <i>bullying</i> , uso de drogas e comportamentos problemáticos.	Evitar o acesso de estudantes a ambientes não autorizados. Permitir o acesso imediato de funcionários, em caso de necessidade de intervenção.	Evitar que estudantes possam utilizar os acessos como barricadas em espaços não autorizados.	A prevenção de adensamento e das consequentes brigas pode ser feita por meio do dimensionamento correto da largura das portas.
Utilização de armas de fogo ou formas extremas de violência.	Evitar a entrada de indivíduos e objetos perigosos. Possibilitar o fechamento rápido dos ambientes. Possibilitar o fácil acesso da polícia e de equipes de resgate.	Evitar que invasores possam bloquear as saídas de salas de aula ou outros ambientes invadidos, especialmente se tiverem feito reféns.	As portas das salas de aula podem atuar como escudos, protegendo os ocupantes de eventual comportamento violento do lado de fora.
Acidentes ou ataques químicos, biológicos ou radioativos.	-	-	As portas funcionam como barreiras, evitando que o ar contaminado entre ou se espalhe na escola.

Fonte: NATIONAL CLEARINGHOUSE FOR EDUCATIONAL FACILITIES, 2009, p. 3, tradução nossa.

Além destes aspectos, também recomenda-se que sejam avaliadas estratégias de evacuação em eventuais situações de risco. A Figura 73 apresenta um exemplo de modelo de fechadura indicado para salas de aula, conforme especificação do ANSI, a qual permite a abertura pelo lado externo e interno, a menos que esteja trancada pelo lado de dentro.

Permite a abertura pelo ambiente interno mesmo que esteja trancada por fora

Figura 73. Exemplo de fechadura de acordo com a especificação ANSI F88, recomendada para o fechamento das salas de aula

Fonte: disponível em: <<http://www.dorwayplus.com>>, acesso em 20 jul. 2009.

As janelas são elementos importantes para a visualização dos pátios, estacionamentos e áreas externas da escola. Por isso, seu projeto deve ser desenvolvido considerando a utilização de materiais resistentes, de forma a evitar arrombamentos. As janelas posicionadas nos pavimentos térreos e inferiores devem contar com telas e gradis a fim de evitar a quebra dos vidros.

Pelos argumentos apresentados, as especificações de projeto envolvendo portas, fechaduras e dobradiças nas escolas avaliadas (A, B e C), bem como as alterações nestes componentes promovidas ao longo do uso, devem ser revisadas a fim de prover condições de segurança e manutenibilidade adequadas.

Os estudos de caso A, B e C apresentaram dificuldades para manter a integridade do sistema de pintura. No caso da Escola C (Figura 74), o problema principal identificado foi o descascamento das paredes, possivelmente relacionado ao preparo inadequado da superfície, ao uso de tintas de baixa qualidade ou à aplicação de materiais com pouca resistência à incidência de água.

Escola C - Descascamento de pintura no corredor (a) e na caixa de elevador (b)

Figura 74. Patologias do sistema de pintura imobiliária na Escola C
Fonte: Acervo da pesquisadora.

No caso das escolas A e B, o principal aspecto identificado foi a difícil limpeza

das superfícies (Fotos 53 e 54). Na Escola B, a questão foi solucionada por meio da aplicação de uma barra de tinta esmalte nas paredes dos corredores.

Foto 53. Pintura fosca, sala de aula da Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Foto 54. Barra com pintura esmalte no corredor na Escola B
Fonte: Acervo da pesquisadora.

O Quadro 30 apresenta os principais componentes identificados como merecedores de revisão em especificações futuras.

Quadro 30. Principais aspectos a serem revisados na especificação de elementos construtivos e componentes

Sistema/ componente	Aspecto a ser revisado nas especificações
Portas das salas de aula	Resistência à umidade, ao uso intenso e ao vandalismo.
Pisos	Em locais passíveis de incidência de chuva ou lavagem, utilizar pisos antiderrapantes e não adotar sistemas que usem cola para fixação. Respeitar juntas de dilatação. Em áreas cujo procedimento de limpeza prevê lavagem, impermeabilizar as lajes.
Caixilhos	Corrosão, vedação, emperramento.
Vidros	Vidros facilmente acessíveis a usuários ou bolas devem ter proteção mecânica (tela) ou ser de segurança.
Telhas	Isolamento térmico. Prever ventilação entre a telha e a laje.
Brisas em chapa perfurada	Dimensionamento adequado, considerando uma avaliação de especialista em

Continua...

	conforto ambiental.	<i>Continuação</i>
Elemento vazado cerâmico	A grande variação dimensional pode gerar problemas no assentamento. A longo prazo, peças mal assentadas podem se descolar e cair, colocando os usuários em risco.	
Louças e metais	É fundamental especificar componentes com dispositivos antivandalismo. No caso das torneiras externas, rever a localização de projeto a fim de facilitar o uso e dificultar o acesso indevido. Uma alternativa poderia envolver a criação de um <i>shaft</i> que pudesse ser trancado nos horários em que a escola não está em uso.	

7.11 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: IMPACTOS DA CONSTRUÇÃO E DO USO DA EDIFICAÇÃO NO MEIO AMBIENTE

Para Degani e Cardoso (2002), ao avaliar o desempenho de uma edificação, é necessário contemplar seus impactos (positivos ou negativos) no meio ambiente. Estes podem estar relacionados ao meio físico (por exemplo, consumo de água e de energia, utilização de matéria-prima, alteração das características do solo, movimentação de terra, poluição do ar e sonora, assoreamento e poluição dos cursos de água); ao meio biótico (interferências na fauna e na flora, bem como em sua dinâmica) e ao meio socioeconômico (qualidade do ambiente construído, condições de saúde proporcionada aos usuários e à comunidade, geração de resíduos, impacto na infraestrutura urbana, geração de empregos, conectividade com a comunidade local, entre outros).

O conceito de sustentabilidade envolve relações econômicas, ambientais e sociais complexas. Assim, cabe destacar que, para a elaboração desta pesquisa, foram priorizados os aspectos envolvendo a durabilidade dos produtos especificados para as edificações avaliadas e a utilização racional dos recursos naturais.

No que diz respeito aos procedimentos que envolvem a operação dos edifícios escolares estudados em uso, verificou-se que, à época dos levantamentos, não adotavam medidas que incentivassem o consumo racional de água e energia. Sob este ponto de vista, foi possível notar a falta de diretrizes para balizar procedimentos pertinentes à operação e manutenção dos edifícios em relação ao uso racional destes recursos naturais. Estas lacunas, entretanto, apresentam impactos negativos tanto nos custos de operação das escolas, quanto nas condições de utilização das edificações ao longo de sua vida útil.

O procedimento vigente identificado à época dos levantamentos determinava que as despesas com consumo de água e energia elétrica fossem encaminhadas diretamente à administração regional (diretorias de ensino), incentivando uma postura pouco compromissada com o consumo racionalizado dos respectivos recursos.

Nos três estudos de caso avaliados, não havia sistema para reúso de água das chuvas, monitoramento de consumo para a verificação de vazamentos ou a adoção de metais economizadores.

Quanto à importância de que seja monitorado o consumo de água em escolas, Gonçalves et al. comentam:

Entende-se como forma de uso da água não somente as atividades dos usuários, mas também a condição de operação do sistema predial de água e de aparelhos sanitários, no que se refere ao volume desperdiçado em vazamentos. (GONÇALVES et al., 2005, p. 13)

Ainda em relação a este aspecto, reforça-se a importância da implantação de um sistema de monitoramento contínuo do consumo de água:

Verifica-se, além disso, que o índice de patologias dos sistemas prediais de água é significativo em edificações escolares. Essa realidade é decorrente de várias causas, entre elas a falta de sensibilização dos usuários com relação à conservação do meio ambiente, a não-responsabilidade direta pelo pagamento da conta de água e a inexistência ou ineficiência de um sistema de manutenção. Normalmente, as atividades de manutenção são centralizadas na administração municipal, existindo um grande intervalo entre a detecção do vazamento e o conserto propriamente dito. (GONÇALVES et al., 2005, p. 2)

Uma vez que o pagamento das contas ocorre de maneira centralizada (são pagas diretamente pelas diretorias de ensino), não há o comprometimento da administração da escola em relação a metas de consumo, sendo esta deixada à margem da questão.

Um dos resultados desta gestão fragmentada é a compra de lâmpadas de 40W (de menor preço), quando a especificação de projeto corresponde a unidades

de 32W.

Ao serem indagados, durante as entrevistas, quanto ao motivo responsável pela troca das lâmpadas, os funcionários administrativos justificaram a substituição devido ao menor preço unitário das lâmpadas de maior potência. Entretanto, nestes casos, não é considerado o custo do consumo energético excedente, proveniente desta alteração de projeto, uma vez que, considerando as 16 lâmpadas permanentemente acesas em sala de aula, esta alteração representa o excedente de 128W por ambiente.

Considerando as dimensões da rede escolar gerida pela FDE (a qual contava com, aproximadamente, 5223 edifícios escolares à época do levantamento), é possível vislumbrar o potencial de economia que pode ser obtido por meio do monitoramento do consumo das escolas e do comprometimento da administração em relação a este aspecto.

Também foi possível observar a substituição de luminárias por outras mais simples em caso de quebra, sem considerar os critérios de eficiência avaliados em projeto.

Além da utilização desnecessária de iluminação artificial nas salas de aula, apresentada no item 7.9.1, foram identificadas outras situações recorrentes envolvendo o uso da iluminação artificial nos casos A, B e C, como a falta de manutenção adequada e o acionamento de lâmpadas em áreas comuns mesmo quando há iluminação natural suficiente para apagá-la (Figura 75).

Falta de manutenção do sistema de iluminação artificial na escola A (a) e lâmpadas acesas em períodos nos quais não são necessárias, devido à disponibilidade de luz natural suficiente na escola B (b).

Figura 75. Falta de manutenção e utilização desnecessária do sistema de iluminação artificial
 Fonte: Acervo da pesquisadora.

A verificação do potencial de autonomia de luz natural para as salas de aula avaliadas nas escolas A, B e C (Figura 76) mostra que existe a possibilidade de

economia significativa de energia por meio do acionamento individual das luminárias próximas às janelas. Entretanto, as salas de aula das escolas A e B apresentam distribuição de luz natural irregular, privilegiando apenas as áreas mais próximas à janela.

Figura 76. Potencial anual de autonomia de iluminação natural para as escolas A, B e C
 Situação da Escola A (superior esquerda), Escola B (superior direita) e Escola C (inferior), considerando intervalo 07h00min e 18h00min e 300 lux no plano de trabalho, simulada utilizando a ferramenta Daysim (disponível em: <<http://www.daysim.com/>>, acesso em 20 jun. 2009). Fonte: Acervo da pesquisadora.

Já os resultados obtidos por meio da simulação de autonomia de luz natural para sala de aula avaliada na Escola C demonstram distribuição de iluminação

natural satisfatória ao longo do ano, permitindo o desligamento da iluminação artificial, em todo o ambiente, em 60% do tempo entre 07h00min e 18h00min. Também se verifica que é possível o desligamento das lâmpadas próximas às janelas em mais de 80% das horas avaliadas, considerando-se 300 lux no plano de trabalho (ABNT, 1992).

Apesar de não haver necessidade de manter todas as luzes acesas ao longo do período de aulas, a atual distribuição dos circuitos para estes ambientes, nos três casos, obriga ao acendimento simultâneo das oito luminárias previstas para o ambiente.

Foi identificada, nos casos das escolas A, B e C, uma preocupação em bloquear raios solares diretos no plano de trabalho horizontal (carteiras escolares). Entretanto, a solução arquitetônica apresentada para os vãos e elementos de sombreamento não contemplam dispositivos (bandejas de luz ou *louvers*) que possibilitem a reflexão da luz bloqueada para o interior da sala de aula de modo a prover iluminação difusa que pudesse auxiliar na iluminação do forro.

Outro aspecto de grande importância do ponto de vista da sustentabilidade ambiental é a especificação adequada de materiais, considerando a resistência e o uso previstos, a fim de evitar a necessidade de reposição precoce.

Em projetos futuros, também poderiam ser incorporados aos critérios de especificação das escolas estaduais aspectos envolvendo o ciclo de vida dos materiais adotados em projeto.

Uma importante referência para a aplicação de conceitos de sustentabilidade em escolas é apresentada pelos Estados Unidos, que mantêm em curso ações múltiplas no sentido de melhorar a qualidade ambiental e construtiva de seus edifícios escolares (ver item 3.1). Nesse país, a pesquisa visando à avaliação do desempenho de edificações é alvo de investimentos maciços, dispondo, inclusive, de informações específicas na EPA (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2002, 2003, 2009) e no USDOE (UNITED STATES ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY DEPARTMENT CLEARINGHOUSE, 2002; UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY, 2002), cuja abordagem envolve, respectivamente, qualidade ambiental e eficiência energética.

Outro programa de diretrizes e boas práticas vigente nos Estados Unidos que

merece destaque é o intitulado CHPS (THE COLLABORATIVE FOR HIGH PERFORMANCE SCHOOLS, 2001 2004, 2006, 2006B, 2006C, 2007). Ele é apresentado em seis volumes de recomendações para o projeto e a construção de edifícios escolares, contemplando, respectivamente, os aspectos referentes a planejamento, projeto, critérios para a condução do processo decisório, manutenção e operação e comissionamento de sistemas, ou seja, um processo de documentação e verificação das condições das instalações do edifício, de modo a assegurar que eles foram planejados, projetados, construídos, operados e mantidos conforme as necessidades pertinentes ao uso (ASHRAE, 2005).

As recomendações são abordadas por meio de critérios para a seleção do terreno e implantação, a especificação de acabamentos e mobiliário, o dimensionamento de iluminação natural e artificial, o tratamento adequado da envoltória do edifício e características de isolamento, considerando as condições climáticas locais e o dimensionamento de sistemas de AVAC, entre outros.

Iniciativas regionais apresentam um refinamento destas orientações nacionais, dentre as quais estão as diretrizes para planejamento e projeto de escolas elaboradas para Washington (WASHINGTON SUSTAINABLE SCHOOLS PROTOCOL TEAM, 2006; SCHOOL FACILITIES & ORGANIZATION SECTION, 2008), Nova Iorque (THE NEW YORK CITY SCHOOL CONSTRUCTION AUTHORITY, 2007) e Massachusetts (HMF ARCHITECTS INC & VERMONT ENERGY INVESTMENT CORP, 2005).

Existem ainda manuais para a aplicação do projeto participativo (NATIONAL CLEARINGHOUSE FOR EDUCATIONAL FACILITIES, 2003, 2008, 2008b, 2008c, 2009), iniciativas envolvendo a incorporação de novos recursos pedagógicos no edifício escolar (WASHOR, 2003) e relatórios técnicos dedicados à avaliação de desempenho de edifícios em uso, considerando métodos e técnicas de APO (FEDERAL FACILITIES COUNCIL, 2001).

Além dos programas mencionados, os edifícios escolares públicos são incentivados a pleitear a certificação LEED⁹ tanto para a sua construção quanto para a operação e a manutenção. A certificação LEED apresenta um sistema de pontuação em função das diretrizes qualitativas e quantitativas quanto à redução do

⁹Disponível em <<http://www.usgbc.org>>, acesso em 1 out. 2008.

impacto ambiental do edifício, considerando as etapas de planejamento, projeto, especificação, execução e operação. Dentre os aspectos abordados estão o conforto ambiental, a qualidade do ar no interior do edifício, a eficiência energética, o consumo racional de água e a utilização de materiais de impacto ambiental reduzido.

Os aspectos que envolvem a redução do impacto ambiental causada pelas atividades da construção civil e da operação de edifícios (HUNTER, 2003; MEIR, GARB, JIAO, CIELSKY, 2009; KATS, 2006; UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL, 1996) são amplamente incorporados aos projetos elaborados nos Estados Unidos da América.

Além da preocupação destacada com a eficiência energética dos edifícios escolares presente no programa CHPS e na certificação LEED, há programas específicos que consideram diretrizes e avaliação de desempenho energético, dentre os quais se destacam:

- I. o *EnergyStar Portfolio*¹⁰, sistema de etiquetagem vigente nos Estados Unidos para diferentes tipologias de edifícios, inclusive os escolares, que considera o consumo real da edificação frente ao banco de dados disponibilizado pelas entidades EPA e USDOE, permitindo a comparação do respectivo desempenho;
- II. as diretrizes para a eficiência energética para escolas, elaboradas por meio de uma ação colaborativa que envolveu a ASHRAE, o ANSI, o IES, a AIA, o USDOE e o USGBC. A proposta apresentada considera uma abordagem integrada da arquitetura aos sistemas de iluminação e de ar-condicionado não só durante as etapas de projeto e de construção, como também ao longo da vida útil do edifício (ANSI/ASHRAE, 2008); e
- III. as orientações de projeto apresentadas pela iniciativa Green Schools – Star Alliance to Save Energy¹¹.

À exemplo das iniciativas acima citadas, os procedimentos de operação e manutenção dos edifícios escolares paulistas poderiam ser objeto de diretrizes consolidadas, por meio da incorporação formal de programas visando à eficiência energética e ao consumo racional de água aos procedimentos e diretrizes de boas

¹⁰ Disponível em: <<http://www.energystar.gov>>, acesso em 05 set. 2009.

¹¹ Disponível em: <<http://ase.org/section/program/greenschl>>, acessado em 28 out. 2009.

práticas promovidos pela rede escolar da FDE. Além disso, é pertinente a implantação de um programa sistemático de avaliações de desempenho, para o monitoramento e a verificação dos resultados obtidos.

7.12 SEGURANÇA NO USO

No caso das escolas A, B e C, a segurança no uso está, na maior parte das ocorrências, relacionada com a durabilidade, o vandalismo e a manutenção. Estão entre os principais aspectos identificados envolvendo segurança no uso: descolamento de pisos, descolamento ou falta (total ou parcial) de corrimãos (Foto 55, Figura 77), quebra de vidros, quebra de componentes e permanência de partes quebradas.

Foto 55. Parte de corrimão suprimido – Escola B
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Descolamento (a) e supressão (b) de corrimãos na escola A.

Figura 77. Danos a corrimãos na Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

A quebra de vidros com permanência de superfícies cortantes foi identificada nas escolas A e B, sendo que, na primeira, foram relatados, em entrevista com o coordenador pedagógico e nas atividades de grupo focal com funcionárias da limpeza e inspetoras de aluno, problemas frequentes em relação a este aspecto (Foto 56).

Foto 56. Vidro quebrado com permanência de superfícies cortantes na Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Em se tratando de ambientes destinados a crianças, deve ser dada atenção a esta questão. Além disso, a substituição dos vidros apresenta peso relevante na verba de manutenção das edificações citadas.

Uma vez que os aspectos identificados são recorrentes aos três estudos de caso, recomenda-se rever as especificações de projeto e os procedimentos de manutenção pertinentes.

Quanto às instalações elétricas, é necessário adequar instalações improvisadas ou danificadas (Foto 57).

Foto 57. Falta de espelho em tomada na Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Em relação aos acabamentos, nos três casos foram identificados pisos cerâmicos sem tratamento antiderrapante em circulações sujeitas à incidência de chuva, oferecendo risco aos usuários quando molhados (Figura 78).

Piso cerâmico molhado na escola A (a) e piso cujo sistema de drenagem insuficiente e o caimento inadequado causam poças d'água quando chove na escola B (b).

Figura 78. Pisos sujeitos à incidência de chuvas sem tratamento antiderrapante, nas escolas A e B
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Ainda em relação aos pisos, foram identificados o descolamento e a quebra de componentes nos três estudos de caso estudados (Figura 79), com a existência de desníveis que podem representar risco aos usuários e a prevalência de superfícies cortantes. Dessa forma, faz-se necessário rever os critérios de especificação de pisos em relação às características antiderrapantes do acabamento que será exposto à chuva, além de verificar o efetivo atendimento às diretrizes de projeto na compra dos materiais pelos construtores em relação à resistência e à durabilidade dos elementos cerâmicos.

Descolamento de piso cerâmico (a) e de borracha pastilhada (b) na escola a, falta de peças de arremate, tais como: cantoneiras e soleiras, na escola B (c) e quebra de piso cerâmico na escola C (d), (e).

Figura 79. Patologias relacionadas aos revestimentos de pisos nas escolas A, B e C
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Em relação à segurança no uso de elementos da estrutura, tais como pilares, vigas e guarda-corpos, considerando que se trata de um ambiente destinado ao uso de crianças, deve ser dada atenção às situações que permitem a escalada (Foto 58).

Foto 58. Guarda-corpo da Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Desníveis entre pisos também devem ser evitados, principalmente nos casos de acessos principais e rotas de fuga. A Foto 59 mostra uma situação em que o não cumprimento de um detalhe de projeto implica um desnível de dois centímetros na base de escada na Escola B.

Foto 59. Desnível em piso na Escola B
Fonte: Acervo da pesquisadora

7.13 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

Valentin simulou o comportamento de evacuação do segundo pavimento de sala de aulas da Escola A (Figura 80) utilizando a ferramenta *buildingExodus* (disponível em: <<http://fseg.gre.ac.uk/exodus/>>, acesso em 3 dez. 2010). Por meio da análise dos resultados obtidos, o pesquisador identificou problemas de vazão, uma vez que, em uma situação de evacuação, os usuários perdem a maior parte de seu tempo em congestionamentos:

Em aproximadamente 60 s., as pessoas já haviam deixado as salas de aulas e aguardavam sua vez para adentrar às escadas, formando uma grande fila junto dessas. (VALENTIN, 2008, p. 266)

Figura 80. Simulação do comportamento dos usuários em situação de incêndio na Escola A
Fonte: VALENTIN, 2008, p. 266.

A APO aplicada nesta dissertação sugere o agravamento desta situação, uma vez que foi identificada a obstrução permanente de uma destas escadas por meio do trancamento de um gradil (Figura 81).

Obstrução de rotas de fuga por meio de trancamento de gradis na escola A.

Figura 81. Obstrução de saídas de emergência na Escola A
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Na Figura 82 é apresentado um detalhe das alterações de projeto envolvendo as circulações verticais da Escola A que implicam a obstrução das rotas de fuga.

Figura 82. Escola A – Obstrução das circulações verticais por meio da instalação de gradis
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Para futuros projetos, é pertinente revisar a localização das escadas de incêndio, evitando situações como a da Escola A, cujas escadas de emergência estão situadas na mesma extremidade do andar, o que não favorece a distribuição dos alunos no caso de uma emergência (NOVASKI, 2009).

A solução adotada para o fechamento das salas de aula no caso da Escola C, que adota a instalação de portas de enrolar aoredor do pátio central (Foto 60), mostra ser mais eficiente do que aquelas adotadas nas escolas A e B, pois que não obstrui as circulações verticais.

Foto 60. Solução envolvendo a instalação de gradis para evitar invasões – Escola C
Fonte: Acervo da pesquisadora.

Uma vez que se constatou que em nenhum dos três casos estudados os equipamentos de proteção ativa (como, por exemplo, extintores e hidrantes) apresentavam integralmente as condições de uso previstas em projeto (Foto 61), faz-se necessário reforçar as estratégias passivas para evitar a propagação do fogo (MALHOTRA, 1987, *apud* VALENTIN, 2008).

Foto 61. Falta de mangueira de hidrante – Escola C
Fonte: Acervo da pesquisadora.

A proteção passiva contra incêndio é constituída por meios de proteção incorporados à edificação e não requer nenhum tipo de acionamento para o seu funcionamento em situação de incêndio. Esses meios de proteção atendem às necessidades dos usuários em situação normal de funcionamento do edifício, porém, em situação de incêndio, têm um comportamento especial que retarda a propagação do fogo, impede uma grande emissão de fumaça ou permite uma saída

segura para os ocupantes do prédio, entre tantas outras finalidades. São exemplos de proteção passiva, o controle de materiais de acabamento e revestimento, a proteção de rotas de fuga, a compartimentação e o isolamento de risco (MARCATTI, COELHO FILHO, BERQUÓ FILHO, 2008, p. 169).

A perda da funcionalidade do sistema de prevenção e combate a incêndio projetado também foi verificada nas escolas A e B (Quadro 31). Em relação a este aspecto, cabe observar que os equipamentos especificados apresentam boa qualidade. Entretanto, a localização vulnerável e a falta de educação dos usuários contribuem para abreviar sua vida útil.

Quadro 31. Sistema de segurança contra incêndio – Aspectos críticos

Componente	Aspectos identificados	Escolas
Hidrantes	Vulnerabilidade a atos de vandalismo.	A, B e C
Alarme de incêndio	Vulnerabilidade a atos de vandalismo.	A, B e C
Extintores	Supressão, em desacordo com o projeto. Extintores ficam em sala trancada, e não nos suportes previstos em norma e em projeto.	A, B e C

A Foto 62 mostra situação na Escola C em que há perda da funcionalidade do alarme de incêndio e do hidrante. Ainda foram verificadas: falta do extintor e sinalização incompleta.

Foto 62. Abrigo de hidrante (1) e alarme de incêndio (2) danificados. Falta da mangueira do hidrante e do extintor (3) e de sinalização de parede, na Escola C
Fonte: Acervo da pesquisadora.

A Figura 83 apresenta a sinalização determinada pelo Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo para piso e parede.

Símbolo	Significado	Forma e cor	Aplicação
Comando manual de alarme ou bomba de incêndio	Símbolo: quadrado Fundo: vermelho Pictograma: fotoluminescente	Ponto de acionamento de alarme de incêndio ou bomba de incêndio Deve vir sempre acompanhado de uma mensagem escrita, designando o equipamento acionado por aquele ponto
Extintor de incêndio	Símbolo: quadrado Fundo: vermelho Pictograma: fotoluminescente	Indicação de localização dos extintores de incêndio
Abrigo de mangueira e hidrante	Símbolo: quadrado Fundo: vermelho Pictograma: fotoluminescente	Indicação da localização do hidrante quando instalado fora do abrigo de mangueiras
Sinalização de solo para equipamentos de combate a incêndio (hidrantes e extintores)	Símbolo: quadrado (1,00m x 1,00m) Fundo: vermelho (0,70m x 0,70m) Borda: amarela (largura = 0,15m)	Usado para indicar a localização dos equipamentos de combate a incêndio e alarme, para evitar a sua obstrução

Figura 83. Sinalização para os equipamentos de combate a incêndio que foram identificados nas vistorias técnicas, conforme instruções técnicas do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo
Adaptado de: Instrução Técnica do Corpo de Bombeiros da Polícia Militar Nº 20: 2004, p.463-465.

Uma vez que os principais aspectos identificados envolvendo a falta dos equipamentos de combate a incêndio estão relacionados ao uso, é de grande importância que os gestores recebam informações quanto às exigências legais e às orientações quanto aos procedimentos adequados para a prevenção de incêndio. Uma alternativa poderia incluir o treinamento de brigadistas que possam auxiliar os usuários na supervisão das medidas preventivas (como a atenção aos locais de acúmulo de material combustível – Foto 63) e, em caso de necessidade, de evacuação.

Foto 63. Acúmulo de material combustível sob escada em estrutura metálica na Escola B
Fonte: Acervo da pesquisadora.

7.14 POSSÍVEIS ESTRATÉGIAS A SEREM INCORPORADAS EM FUTUROS PROJETOS

A partir do diagnóstico apresentado, concluiu-se pela pertinência da realimentação prioritária de projeto em relação aos seguintes aspectos: conforto ambiental, especificação de componentes, flexibilização das instalações de elétrica e lógica e procedimentos de operação e manutenção.

7.14.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A QUESTÃO DO CONFORTO AMBIENTAL NO PROJETO DE EDIFÍCIOS ESCOLARES

No caso dos aspectos relacionados ao conforto ambiental, há alguma dificuldade para a incorporação de soluções, pois há o entendimento de que esta implicará um aumento de custos.

O CHPS (THE COLLABORATIVE FOR HIGH PERFORMANCE SCHOOLS, 2008) reforça a compreensão de que, para se elaborar um projeto arquitetônico eficiente, é necessário incorporar os conceitos de conforto ambiental, segurança, sustentabilidade e eficiência energética desde as etapas preliminares de projeto, considerando aspectos multidisciplinares, de modo a ressaltar o impacto das decisões de projeto no desempenho do edifício (Quadro 32).

Quadro 32. Inter-relação dos aspectos de qualidade ambiental e o projeto do edifício

Itens de Projeto	Saúde e Qualidade do Ar no Interior do Edifício	Conforto Térmico	Conforto Visual	Conforto Acústico	Segurança Pessoal e Patrimonial	Proteção do Ecossistema	Eficiência Energética	Uso Racional de Água	Eficiência dos Materiais	O Edifício Escolar como Ferramenta de Ensino
<i>Condições gerais</i>	*				*	*	*	*	*	
<i>Implantação</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Acabamentos de interiores e mobiliário</i>	*			*		*	*		*	*
<i>Controles elétricos e de iluminação</i>		*	*				*			*
<i>Iluminação natural e aberturas</i>		*	*		*		*		*	*
<i>Envoltória do edifício</i>		*		*			*		*	*
<i>AVAC</i>	*	*		*	*		*	*	*	*
<i>Outros sistemas e equipamentos</i>							*	*	*	*

Fonte: THE COLLABORATIVE FOR HIGH PERFORMANCE SCHOOLS BPM, V. 2006 – Volume II – Design, p. 38, tradução nossa.

Entretanto, a concepção de soluções integradas, o dimensionamento correto de vãos e de sistemas de ventilação natural e a implantação eficiente (de modo a incorporar conceitos da arquitetura bioclimática) podem proporcionar melhoras no desempenho ambiental sem, necessariamente, envolver soluções que especifiquem componentes e acabamentos de custos elevados ou que exijam manutenção constante.

As Figuras 84 e 85, por exemplo, apresentam soluções envolvendo o aproveitamento de iluminação natural que podem ser assimiladas à concepção de novos projetos.

Figura 84. Exemplo de sistema de iluminação zenital adequado para salas de aula situadas em São Paulo
Fonte: Bertolotti, 2007, p. 95.

Figura 85. Corte esquemático de uma sala de aula padrão da FDE, com a incorporação de estratégias integradas para controle solar
Fonte: Elaborado pela pesquisadora a partir das orientações apresentadas em IESNA, 2000.

A Figura 86 apresenta uma recomendação de solução para melhorar a distribuição da luz no plano vertical (lousa) que poderia ser aplicada no caso das escolas A, B e C.

Figura 86. Exemplo de sistema de iluminação para lousa, visando a estimular a atenção e a melhor distribuição da luz na superfície vertical

Fonte: Ministry of Education, 2007, p. 33, tradução nossa.

Em relação ao conforto acústico, também há importantes benefícios financeiros em incorporar estratégias para o controle de níveis sonoros desde as etapas de implantação (Figura 87). Dentre as soluções que devem ser consideradas, estão posicionar as áreas destinadas aos estudos longe das fontes de ruído e incorporar materiais absorventes ao partido arquitetônico, como taludes gramados, aproveitando para tal os desníveis do terreno.

Figura 87. Modelo de planejamento de implantação escolar em função de fontes de ruído preexistentes

Fonte: Ministry of Education, 2007, p. 17, tradução nossa.

No que diz respeito ao tempo de reverberação, o piso e o forro devem apresentar superfícies absorventes para a melhor compreensão da palavra falada.

A incorporação de peitoris ventilados com tratamento acústico (OITICICA, BERTOLI, 2008) constitui uma alternativa de solução construtiva a fim de conciliar soluções de ventilação natural e conforto acústico.

Dimensionar um peitoril ventilado pode permitir a remoção de vitrões de abertura permanente, destinados à ventilação cruzada, em projetos futuros. A ventilação eficiente possibilita o fechamento das portas nos dias quentes, o que auxilia no isolamento acústico das salas de aulas.

Soluções arquitetônicas podem contribuir para a qualidade do ambiente acústico. A Figura 88 apresenta o leiaute ideal das portas de salas de aulas em um corredor – situações (a) e (b). São soluções de projeto a serem evitadas: portas de salas de aulas dispostas lado a lado ou face a face – situações (c) e (d).

A Figura 89 apresenta uma típica sala de aula inadequada do ponto de vista acústico(a), pois não possui superfícies revestidas com materiais absorventes sonoros, nem elementos de reflexões úteis. Já a sala de aula (b) apresenta forro absorvente e forração no piso, um projeto, portanto, melhor que o da sala de aula (a), embora não corresponda a uma configuração ideal para uma aula expositiva. A sala de aula (c) corresponde ao projeto mais eficiente para aulas expositivas, uma vez que apresenta absorventes sonoros em três paredes, forração no piso, teto refletor inclinado na região frontal.

Figura 88. Distribuição de portas de salas de aula em um corredor
 Fonte: SEEP et al., 2000, p. 05.

Figura 89. Adequação de leiautes de salas de aula, considerando o conforto acústico
 Fonte: SEEP et al., 2000, p. 07.

Embora a geometria das salas de aula avaliadas nos edifícios escolares estudados seja favorável, os acabamentos, a tecnologia construtiva, a implantação e a distribuição de vãos não favorecem o bom desempenho acústico dos ambientes.

O projeto, do ponto de vista da qualidade acústica, deve considerar a redução dos sons transmitidos a níveis que não prejudiquem a audição e a compreensão da palavra falada. É necessário ainda que seja assegurada a difusão adequada do som.

No caso dos edifícios estudados, os aspectos fundamentais, como o afastamento das fontes de ruído, o isolamento das áreas destinadas à convivência e às atividades esportivas, isolando-as da área destinada aos estudos, envolveriam submeter as edificações em questão a reformas de grandes dimensões, não sendo

consideradas opções viáveis economicamente.

Entretanto, se observadas em projetos futuros, estas diretrizes irão possibilitar melhores condições de conforto acústico para as salas de aula, sem implicar aumentos significativos no custo da construção.

O mesmo raciocínio se aplica à não utilização de aberturas em salas de aula voltadas para as áreas de lazer e esportes.

Dentre as estratégias de projeto para edifícios futuros, podemos considerar:

- i. avaliar os níveis sonoros de fundo no local de implantação ainda na etapa de planejamento da nova edificação;
- ii. tirar partido da conformação do relevo utilizando taludes como barreiras acústicas;
- iii. criar barreiras entre o ambiente de aprendizado e a fonte de ruído;
- iv. afastar o ambiente de aprendizado da fonte de ruído;
- v. melhorar o desempenho de esquadrias em relação à estanqueidade, de forma a minimizar a propagação do ruído;
- vi. escalonar horários de uso, de modo a restringir os horários de emissão de ruído;
- vii. utilizar materiais absorventes, dimensionados adequadamente, com o objetivo de reduzir o tempo de reverberação das salas de aula, como pisos de borracha, cortinas, murais de cortiça, entre outros;
- viii. não posicionar caixilhos voltados para áreas de lazer, esporte ou circulação – neste caso, a adoção de soluções de peitoril ventilado citado anteriormente podem ajudar a controlar os níveis sonoros no interior das salas de aula;
- ix. separar fisicamente as áreas de aprendizado e de convivência.

Portanto, para futuros projetos, é recomendável avaliar as condições do entorno a fim de verificar se o ruído de fundo se encontra dentro dos parâmetros viáveis para a implementação da edificação.

Quando terrenos localizados em áreas ruidosas forem utilizados com o propósito de construção escolar, é necessário prever tratamento acústico adequado ao projeto a fim de proporcionar condições adequadas para o aprendizado. Para tal, as áreas do edifício destinadas a salas de aula devem ser posicionadas de modo a

reduzir a interferência acústica dos elementos ao redor.

Do ponto de vista da qualidade ambiental da vizinhança, também é necessário considerar o controle dos níveis sonoros que são emitidos pela escola, a fim de resguardar outros edifícios, inclusive em áreas residenciais.

Caso o terreno permita, uma possibilidade consiste em tirar proveito das características do relevo, para a elaboração de barreiras para a propagação de ruído. Nesse caso, áreas de lazer e equipamentos esportivos devem ser posicionados próximos a taludes, paredes maciças e outros elementos construtivos, aproveitando-os como barreiras acústicas que resguardem salas de aula e áreas de leitura. Áreas de circulação e convivência devem ser localizadas de forma a não interferir nos níveis sonoros das áreas destinadas aos estudos.

Além disso, outro aspecto relevante diz respeito aos guarda-corpos que, ao invés de serem construídos em alvenaria, como nos casos das escolas A, B e C, poderiam ser projetados em ferro, uma vez que elementos vazados podem ajudar na dissipação do som, sem refleti-lo de volta para a sala de aula.

Na seleção dos materiais de construção para as salas de aula, deve-se dar preferência às paredes sólidas, pois constituem em uma alternativa para o controle dos níveis sonoros, uma vez que os materiais porosos podem permitir a passagem de som por meio de suas áreas preenchidas com ar.

Assim, comparando-se os dados obtidos por meio da avaliação dos estudos de caso, é possível vislumbrar a possibilidade de melhoria da qualidade dos ambientes destinados ao aprendizado por meio do planejamento e da incorporação dos critérios de conforto ambiental nas etapas iniciais de projeto. Para tal, é fundamental contemplar o dimensionamento adequado de sistemas e componentes, tais como: esquadrias, revestimentos e elementos de proteção solar.

7.14.2 FLEXIBILIDADE DOS AMBIENTES

O projeto do edifício escolar deve ser concebido de modo a permitir a organização espacial flexível e eficiente, facilitando a adaptação para diferentes usos, grupos de usuários e circunstâncias.

De acordo com Sanoff (2007), durante a concepção de projeto de um novo edifício destinado ao ensino, deve ser dada atenção aos aspectos relacionados à

flexibilidade, de modo a possibilitar, inclusive, diferentes concepções de leiaute e múltiplos usos simultâneos de um ambiente. A personalização de cores e texturas, permitindo a concepção de ambientes estimulantes e de variedades de tipologias, também deve ser considerada em projeto.

Instalações flexíveis, que permitam futura incorporação da TI às atividades em sala de aula e o ensino à distância, apesar de poderem ser facilmente incorporados ao projeto na etapa de concepção, apresentam dificuldades quanto à sua instalação após a construção da edificação. As instalações elétricas e para rede de dados devem ser planejadas para suportar as cargas da ampliação dos sistemas e proporcionar acessibilidade para a manutenção do cabeamento e eventuais alterações na distribuição de tomadas.

É importante lembrar que o planejamento de soluções de TI deve contemplar, inclusive, as áreas de socialização da escola (tais como pátios e lanchonetes), a fim de promover a integração funcional do ambiente escolar e incentivar a integração social.

7.14.3 RECOMENDAÇÕES QUANTO AOS PROCEDIMENTOS DE OPERAÇÃO E DE MANUTENÇÃO

Dada a complexidade dos processos de operação e manutenção elencados, é possível apreender que o edifício escolar em uso deve contar com um profissional com treinamento e conhecimento multidisciplinar suficientes, a fim de permitir a adequada tomada de decisões envolvendo os sistemas construtivos e as instalações, considerando as normas técnicas e as boas práticas.

O artigo 39 do Código de Defesa do Consumidor – CDC (BRASIL, 2004) determina que qualquer produto ou serviço deve ser executado de acordo com as normas técnicas ratificadas pelos órgãos oficiais competentes ou por outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – CONMETRO, como é o caso da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Dessa forma, entende-se que não só o edifício escolar deve ser projetado e construído de acordo com as normas técnicas vigentes, como também estão sujeitas a elas quaisquer intervenções posteriores que ele venha a sofrer.

Também é pertinente prever a adoção de procedimentos que contemplem a

totalidade das operações previstas para o edifício, considerando a descrição dos sistemas e dos equipamentos de modo a orientar ações envolvendo manutenção preventiva e corretiva, cronogramas e atribuição de responsabilidades. O plano de operação e manutenção deve descrever os critérios e os níveis de desempenho previstos para cada ambiente, além de elencar os processos críticos que possam envolver riscos aos usuários, tais como o manuseio de produtos potencialmente poluentes, apontando períodos adequados para sua realização, como os horários de baixa ocupação do edifício (THE COLLABORATIVE FOR HIGH PERFORMANCE SCHOOLS, 2004).

Para promover o uso dos edifícios escolares conforme o concebido, o gestor deve contar com um levantamento patrimonial da escola que permita compreender o funcionamento do edifício escolar e identificar as necessidades e prioridades. Assim, é possível resguardá-lo de carências que possam interferir negativamente na utilização de ambientes destinados ao ensino-aprendizagem e de evitar altos custos provenientes do adiamento de procedimentos de manutenção programada.

De acordo com a Norma Brasileira 14037:1998 (ABNT, 1998), para a utilização adequada da edificação, deve ser elaborado um manual de manutenção e operação contendo: informações gráficas atualizadas; especificidades previstas em projeto; sistemas construtivos, definições dos limites da edificação, visando ao seu uso seguro, com destaque para sistemas estruturais e instalações; abordagem dos riscos inerentes da edificação em uso, considerando condições normais de operação; descrição dos dispositivos que permitam modificações; ampliações e modernizações de componentes e instalações e rotinas recomendáveis para verificação e correção de condições envolvendo o mau funcionamento de componentes, tendo em vista a frequência prevista para a sua realização.

Embora alguns serviços de conservação e manutenção dos edifícios escolares em questão não exijam alto nível de especialização técnica (como serviços de limpeza e conservação de jardins), há a necessidade da programação das respectivas atividades e a verificação de sua execução adequada, conforme a periodicidade prevista (por exemplo, diária, semanal, mensal ou anual). Para tal, é necessário atribuir responsabilidades pela execução de tarefas envolvendo inspeção, verificação e segurança.

A previsão dos custos envolvidos, inclusive considerando efeitos da

manutenção preventiva protelada, deve ser objeto de avaliações, de modo a permitir o planejamento dos investimentos para o cumprimento do plano e a determinação de prioridades. A apresentação de análises que considerem o montante de investimento e o tempo de retorno previsto para cada intervenção pode ainda auxiliar na identificação de prioridades e oportunidades para *retrofit*.

Ao analisar os resultados obtidos por meio da aplicação da APO, foi possível observar que, apesar dos avanços na gestão e no controle de qualidade construtiva dos edifícios escolares avaliados, a padronização também pode implicar a recorrência de aspectos críticos, mostrando ser pertinente a elaboração de um banco de informações contendo boas práticas. Considerando-se as experiências anteriores, é possível aprimorar diretrizes de projeto, execução e operação de modo a aperfeiçoar, por exemplo, os critérios de especificação de componentes. Assim, pode ser incorporado às etapas projeto e de uso do edifício um procedimento contínuo para verificação de sua qualidade e eficiência, de modo a permitir sua plena utilização.

Também merece atenção o furto das torneiras externas e os danos causados aos bebedouros nas escolas avaliadas. A providência tomada pelas escolas A e B foi remover e guardar as torneiras quando não em uso. Uma possível solução, neste caso, seria o confinamento destes equipamentos em *shafts* a serem projetados de modo que pudessem ser trancados nos horários nos quais não há aulas.

Um exemplo dos reflexos das decisões de projeto nas condições de controle do edifício escolar, considerando atos de furto e vandalismo é o caso da Escola A. A implantação em dois níveis deste projeto e a alteração de usos que posicionou a diretoria no pavimento térreo causa dificuldades de visualização das salas de aula da área de ensino, criando um arranjo espacial que não permite o controle visual destas destinadas ao lazer a partir dos ambientes administrativos. A atenção a este aspecto consiste em elemento importante para o controle das atividades dos demais usuários por parte da equipe administrativa.

O isolamento visual dos ambientes administrativos não é recomendável, uma vez que pode contribuir para o agravamento dos problemas relacionados disciplina (NEWMAN, 1996; SCHNEIDER, 2000). A criação de becos e nichos de difícil visualização também potencializa situações de violência, vandalismo ou o roubo de componentes construtivos.

7.15 REFERÊNCIAS DE ABORDAGENS BEM-SUCEDIDAS EM EDIFÍCIOS EXISTENTES ENVOLVENDO OS ASPECTOS CRÍTICOS IDENTIFICADOS – *BENCHMARKS*

Além dos sistemas de quantificação e qualificação de desempenho e de normas existentes, necessários à aplicação da APO, devem ser considerados também fatores culturais, econômicos, climáticos e tecnológicos. Daí a importância da identificação de *benchmarks* que apresentem exemplos de boas práticas que possam ser incorporadas a futuros projetos. A aplicação sistemática deste procedimento permite a elaboração de um banco de dados indicando eventuais caminhos a percorrer para o projeto de edificações similares.

Assim, para a avaliação do desempenho dos três estudos de caso, foram identificadas boas práticas no sentido de orientar o planejamento de futuros edifícios.

A análise das boas soluções adotadas em diferentes localidades pode auxiliar o processo decisório, possibilitando investir em aspectos mais relevantes à educação e ao bem-estar das crianças em idade escolar.

A manutenção de um banco de dados de edifícios de tipologias semelhantes constitui um importante procedimento para auxiliar o processo de criação arquitetônica, pois, além das imagens mentais, informações coletadas e experiências pessoais usualmente utilizadas para a elaboração do projeto, estarão disponíveis as informações objetivas e subjetivas expressas pelos usuários. Com base em informações desta natureza, é plausível apresentar uma resposta mais adequada às necessidades de projeto, uma vez que a satisfação declarada incorpora inclusive aspectos intangíveis e subjetivos (ZEISEL, 2006).

Como metodologia considerada para a elaboração desta pesquisa (capítulo 6), para a definição de *benchmarks* foram analisadas escolas no Brasil e no exterior. A seguir, são apresentados exemplos de boas práticas que apresentam soluções referentes aos principais aspectos críticos identificados nos itens 7.1 a 7.13 deste diagnóstico.

7.15.1 TAJIMI JUNIOR HIGH SCHOOL (TAJIMI, JAPÃO)

A Tajimi Junior High School (Quadro 33) foi projetada considerando a incorporação de aspectos da sustentabilidade ambiental, como a utilização responsável de água, energia e materiais. Dentre as soluções de projeto envolvendo redução do impacto ambiental, estão: geração de energia no local por meio de painéis fotovoltaicos, utilização de elementos de sombreamento, evitando a incidência de luz solar direta, aproveitamento da iluminação natural como forma de redução de consumo de energia elétrica destinada à iluminação, sistema de tratamento de água, aproveitamento de ventilação natural e utilização de coberturas verdes.

Também houve a preocupação de elaborar um projeto cujas áreas de lazer pudessem ser integradas à comunidade, uma vez que setorizou as áreas de ensino, as áreas de lazer e as quadras esportivas (Figura 90, Foto 64).

Em relação à distribuição dos ambientes, este projeto também se diferencia por apresentar salas de aula com leiaute flexível, que suportam a prática de diferentes atividades pedagógicas (Figura 91).

Quadro 33. Ficha técnica: Tajimi Junior High School

Data de construção	2001
Localização	Tajimi, Japão
Arquitetura	Atelier Zo
Nível de escolaridade dos alunos	Ensino médio
Alunos atendidos	584
Área construída	10 546m ²
Total de pavimentos	3

Fonte: <www.designshare.com>, acesso em 10 ago. 2009.

Figura 90. Tajimi Junior High School: as instalações esportivas e de lazer são abertas, permitindo o acesso da comunidade

Fonte: <<http://www.designshare.com>>, acesso em 14 ago. 2009, tradução nossa.

Foto 64. Tajimi Junior High School: área de socialização

Figura 91. Tajimi Junior High School: leiaute flexível integrando duas salas de aula por meio de uma área comum de uso múltiplo

Fonte: <www.designshare.com>, acesso em 10 ago. 2009, tradução nossa.

As soluções apresentadas para a integração entre ambientes de ensino e também entre ambientes de lazer e áreas ajardinadas podem permitir o vislumbre de concepções diferenciadas para as escolas objeto deste estudo.

7.15.2 MOSSBOURNE COMMUNITY ACADEMY (LONDRES, INGLATERRA)

Assim como as três escolas avaliadas, a Mossbourne Community Academy (Quadro 34, Foto 65) está localizada em uma área de difícil implantação. O terreno no qual está localizada assemelha-se ao da Escola B devido à proximidade da linha férrea (Figura 92).

Quadro 34. Ficha técnica: Mossbourne Community Academy

Data de construção	2004
Localização	Londres, Inglaterra
Arquitetura	Richard Rogers Partnership
Nível de escolaridade dos alunos	Ensino fundamental
Alunos atendidos	1000
Área construída	8312 m ²
Total de pavimentos	3

Fonte: <<http://www.richardrogers.co.uk>>, acesso em 11 ago. 2009.

A escola está localizada em um terreno triangular lindeiro a duas ferrovias, as quais emitem altos níveis sonoros e causam vibração (RICHARD ROGERS PARTNERSHIP, 2007, disponível em: <http://www.richardrogers.co.uk/work/all_projects/mossbourne_community_academy/occupation#test1>, acesso em 11 ago. 2009).

Foto 65. Mossbourne Community Academy – Vista do exterior do edifício

Figura 92. Mossbourne Community Academy – Implantação

Fonte: <<http://www.richardrogers.co.uk>>, acesso em 11 ago. 2009.

A solução adotada pelo escritório Richard Rogers Partnership, que assina a autoria do projeto, envolveu a execução de paredes cegas ao longo das divisas próximas à linha de trens e a implantação das áreas de convivência voltadas para a área central do terreno. As salas de aula estão afastadas da região crítica por um átrio coberto, ocupado por ambientes de convivência (Foto 66).

Outra semelhança em relação aos estudos de caso A, B e C foi a adoção de um sistema construtivo modular pré-fabricado (neste caso, a estrutura foi concebida em madeira). Apesar do projeto em vãos modulados, devido à disponibilidade de componentes, foi possível elaborar ambientes educativos com flexibilidade de leiaute e condições adequadas de conforto ambiental (Foto 67).

Foto 66. Mossbourne Community Academy – Sala de informática com iluminação zenital e o uso de guarda-sóis para a redução de ofuscamento. Nas paredes, painéis de tratamento acústico (direita)

Foto 67. Mossbourne Community Academy – Vista externa – estrutura modular, painéis pré-fabricados, escadaria, fechamentos externos e guarda-corpos em estrutura metálica. À direita, a área de lazer, implantada na região central do terreno (esquerda)

Fonte: <<http://www.richardrogers.co.uk>>, acesso em 11 ago. 2009.

A área central do projeto, na qual está localizada a quadra, foi concebida para permitir o acesso pela comunidade.

7.15.3 ROY LEE WALKER ELEMENTARY SCHOOL (TEXAS, ESTADOS UNIDOS)

A Roy Lee Walker Elementary School (Quadro 35) se constitui em uma referência de solução bem-sucedida do ponto de vista da sustentabilidade ambiental.

Seu projeto considerou a adoção de conceitos de sustentabilidade pelos edifícios públicos construídos nos Estados Unidos da América, a partir de meados da década de 1995, não só em escolas, como também em edifícios administrativos, culturais e penitenciárias.

Quadro 35. Ficha técnica: Roy Lee Walker Elementary School

Data de construção	2000
Localização	Texas, Estados Unidos
Arquitetura	SHW Group Inc.
Nível de escolaridade dos alunos	Fundamental (K5)
Alunos atendidos	729
Área construída	6318 m ²
Total de pavimentos	1

Fonte: <<http://www.shwgroup.com/portfolio/walker2.html>>, acesso em 5 jun. 2009.

Além dos conhecidos benefícios ambientais para seus usuários, merecem destaque, neste projeto, a redução do custo de manutenção e menores consumos de energia e água.

O aproveitamento de luz natural acontece inclusive por meio de dispositivos de iluminação zenital, em alguns casos eliminando totalmente a necessidade de iluminação artificial durante o dia. No projeto, também são contempladas medidas visando à eficiência energética, como o tratamento de fachadas e o uso de fontes de energia alternativa (Figura 93, Foto 68).

A incorporação de conceitos de sustentabilidade nas áreas externas, tais como reúso de água para irrigação e o plantio de vegetação nativa (Foto 69), além de contribuir para a redução de custos de operação, consiste em uma ferramenta pedagógica para a formação dos alunos-usuários.

Também são apresentadas soluções de projeto que possibilitam a flexibilidade dos ambientes, uma vez que os corredores são tratados como centros de TI e áreas de socialização (Foto 70).

Figura 93. Roy Lee Walker Elementary School – Estudos de insolação. Fonte: SHW Group Inc. Dallas, Texas
 Fonte: < www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/19/24/47.pdf>, acesso em 5 jun. 2009.

Foto 68. Roy Lee Walker Elementary School – Iluminação natural, com o uso de difusores.

Foto 69. Roy Lee Walker Elementary School – Habitat para fins educativos

Fonte: < <http://www.shwgroup.com/portfolio/walker2.html>>, acesso em 5 jun. 2009.

Foto 70. Roy Lee Walker Elementary School – Salas de aula com leiaute flexível. Aproveitamento das circulações para TI e socialização

Fonte: < <http://www.shwgroup.com/portfolio/walker2.html>>, acesso em 5 jun. 2009.

A escola foi concebida ainda para permitir o acesso da comunidade às instalações esportivas e culturais de modo a manter a restrição de circulação nas áreas destinadas aos ambientes de ensino (Figura 94).

Figura 94. Roy Lee Walker Elementary School – Setorização dos usos
 O acesso às áreas abertas à comunidade é independente das circulações das salas de aula (em azul). As salas de aula foram divididas em *clusters*.
 Fonte: <<http://www.designshare.com>>, acesso em 5 jun. 2009.

A solução de leiaute possibilita a administração de grupos menores, permitindo um relacionamento mais próximo entre alunos, professores e funcionários. As salas de aula são conectadas às instalações esportivas e culturais por meio de uma grande área de socialização, permitindo o acesso da comunidade às instalações esportivas e culturais sem que haja interferência indesejada nas áreas destinadas ao ensino.

7.15.4 KINGSDALE FOUNDATION SCHOOL (LONDRES, INGLATERRA)

O caso da Kingsdale Foundation School (Quadro 36) é relevante, pois aborda dois conceitos de grande importância relacionados à manutenção de uma rede pública de escolas: a requalificação de edifícios escolares e a participação da comunidade no processo de planejamento da nova concepção espacial.

Neste caso, o edifício original, concebido em 1957 por Leslie Martin (Fotos 71 e 72), apresentava altos níveis de degradação e infraestrutura obsoleta em função da pertinente reformulação do currículo escolar.

Para a recuperação da escola, adotou-se uma abordagem participativa para a elaboração do programa de necessidades (SEYMOUR, 2001; COMELY, 2002), a qual permitiu à comunidade manifestar suas necessidades e pontos de vista, aumentando a autoestima e a relação de pertencimento por parte dos alunos e da comunidade (disponível em: < http://www.school-works.org/dSite_kingsdale2.asp>, acesso em 20 ago. 2009).

Quadro 36. Ficha técnica: Kingsdale Foundation School

Data de construção	2006 (Reforma)
Localização	Londres, Inglaterra
Arquitetura	de Rijke Marsh Morgan – dRMM Architects
Nível de escolaridade dos alunos	Ensino Médio
Alunos atendidos	1200
Área construída	5000 m ²
Total de pavimentos	3

Fonte: Programme on Educational Building, 2006, p. 44.

Foto 71. Kingsdale Foundation School – Projeto original

Fonte: <http://www.school-works.org/dSite_kingsdale.asp>, acesso em 20 ago. 2009.

Foto 72. Kingsdale Foundation School – Edifício após o *retrofit*, com pátio coberto e a instalação de um auditório geodésico em madeira

Fonte: <<http://www.drmm.co.uk>>, acesso em 20 ago. 2009.

No novo projeto, foi incorporado o acesso da comunidade ao edifício, por meio da idealização de novos ambientes para a socialização dos alunos e da comunidade e da adequação das circulações a fim de atender às necessidades de acessibilidade.

Também foi mantido um grupo de implantação após a entrega da obra, para monitoramento das condições do edifício.

7.16 REPERTÓRIO DE REFERÊNCIA PARA FUTUROS PROJETOS DE EDIFÍCIOS ESCOLARES

Os *benchmarks* apresentados mostram soluções de planejamento e arquitetônicas pertinentes a diferentes realidades sociais, econômicas, culturais, geográficas e climáticas. Dessa forma, constituem exemplos de respostas a demandas específicas, mostrando que existe a possibilidade de buscar soluções alternativas perante desafios e restrições.

Estes exemplos ressaltam a importância da troca de informações e experiências bem-sucedidas de projetos de edifícios escolares que permitam a assimilação das boas soluções às realidades e particularidades locais.

Pelos motivos apresentados, podem contribuir para o projeto de escolas brasileiras, não como um modelo pronto para ser aplicado, mas como uma fonte de inspiração quanto a conceitos e abordagens que podem enriquecer e ampliar o repertório para a elaboração de futuros edifícios.

Dentre os aspectos que merecem destaque entre os exemplos apresentados, estão:

- i. aplicação de metodologias para a elaboração do projeto participativo, permitindo à comunidade apresentar suas demandas e discutir soluções possíveis;
- ii. partido arquitetônico considerando e tirando proveito de condições de microclima e entorno;
- iii. distribuição das salas de aula em setores independentes, de forma a separar alunos de diferentes idades e facilitando a administração;
- iv. leiaute da escola separando fisicamente as áreas destinadas ao ensino das áreas nas quais há acesso da comunidade;
- v. áreas de socialização integradas às áreas de alimentação;
- vi. ambientes de tipologias diferenciadas e estimulantes;
- vii. acesso da comunidade às instalações do edifício nos períodos em que não há aulas;
- viii. elaboração de soluções envolvendo a luz natural, considerando aspectos quantitativos e qualitativos e as especificidades de cada projeto;

- ix. elaboração de projeto luminotécnico considerando a disponibilidade de luz natural e aproveitando sua disponibilidade para efeitos de eficiência energética;
- x. elaboração de soluções para desempenho térmico adequado;
- xi. elaboração de soluções a fim de apresentar desempenho acústico compatível com o uso previsto;
- xii. atenção às especificações de projeto, considerando seu impacto ambiental;
- xiii. ambientes de ensino flexíveis e implantação de TI;
- xiv. desempenho energético e redução do impacto ambiental de modo a permitir, conseqüentemente, a redução dos custos de operação do edifício;
- xv. trabalho junto à comunidade com o objetivo de melhorar sua autoestima como forma de reduzir ocorrências de vandalismo e atos de violência.

Do ponto de vista da implantação, a Roy Lee Walker Elementary School apresenta uma solução eficiente para o caso de escolas que contemplem a abertura de sua infraestrutura à comunidade, uma vez que sugere a separação da área destinada às salas de aula em '*clusters*', ou seja, áreas independentes conectadas a corredores. Desse modo, as áreas com usos de diferentes naturezas permitem seu isolamento ou integração, conforme a necessidade.

Na impossibilidade de se construir escolas pequenas e, ao mesmo tempo, fornecer a infraestrutura adequada, a adoção de um partido arquitetônico que considere a compartimentação das áreas destinadas ao aprendizado e à socialização, como no caso da Roy Lee Wakler Elementary School, apresentada anteriormente, pode reduzir os efeitos negativos da grande quantidade de alunos para o aprendizado e a socialização.

A análise das diretrizes de projeto e das iniciativas de avaliação de desempenho em diversos países nos permite observar aspectos coincidentes considerados prioritários, que extrapolam condições específicas de localização, cultura ou situação econômica, tais como: desempenho ambiental; eficiência energética; acessibilidade; segurança patrimonial e pessoal; dimensionamento e

distribuição de ambientes de socialização e áreas externas; funcionalidade e flexibilidade.

A abordagem multidisciplinar, na qual uma equipe de especialistas contribui nos âmbitos da sociologia, psicologia, arquitetura, engenharias (civil, mecânica, hidráulica), sustentabilidade, conforto ambiental, acessibilidade e pedagogia, entre outros, é primordial para a elaboração do projeto do edifício escolar de qualidade, considerando, inclusive, a participação da comunidade na elaboração de um programa de necessidades adequado às condições locais da população.

Melhado (2005) destaca como uma importante opção para a realimentação do processo de projeto a elaboração de um BTC. Este dispositivo constitui um banco de informações (gráficas e escritas) permanentemente atualizadas, referentes às características em operação de determinada tipologia de edifício, de modo a permitir seu acesso durante o processo de projeto. Em nosso entender, no caso das escolas públicas paulistas, esta sistematização de informações dos edifícios em uso pode auxiliar não só no planejamento de ações para escolas novas e existentes da rede, como também prover informações para as demais iniciativas envolvendo edifícios escolares padronizados.

A realização de verificações constantes é necessária, uma vez que devem ser consideradas as características de durabilidade da edificação diante do desgaste de seus equipamentos e das necessidades de manutenção e intervenções dos usuários.

Também podem ser objeto de planos e diretrizes os procedimentos de manutenção preventiva e corretiva, a fim de reduzir custos de operação e prolongar a vida útil do edifício.

Ao avaliar a produção acadêmica brasileira, podemos notar uma gradual preocupação com a qualidade ambiental dos edifícios destinados ao ensino, embora as discussões dificilmente extrapolem o âmbito acadêmico, convertendo-se de fato em recomendações de projeto. Por esse motivo, esta pesquisa se propõe a dar alguma contribuição no sentido de consolidar o conhecimento quanto às condições construtivas e ambientais de edifícios escolares de qualidade e permitir sua efetiva incorporação na complexa dinâmica que envolve o uso dos ambientes, o aprendizado dos alunos e as atividades dos professores e demais funcionários.

7.17. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O DESEMPENHO ACADÊMICO E O PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA REDE

Foi verificado que as soluções construtivas interferem nas possibilidades de socialização, na qualidade ambiental e, conseqüentemente, na dinâmica de ensino-aprendizagem das escolas avaliadas. Os resultados apresentados, aliados às consistentes pesquisas apresentadas no capítulo 4, mostram que as condições de conforto ambiental e flexibilidade do espaço podem ser melhoradas, o que pode incrementar o desempenho acadêmico dos alunos.

Arquitetos, engenheiros, *designers*, psicólogos, gerentes de facilidades e sociólogos estão entre os especialistas cujas experiências devem contribuir para o processo de planejamento destes edifícios escolares. E, em se tratando de edifícios construídos a partir de programas de necessidades semelhantes, a constante realimentação de projeto constitui um importante procedimento para a identificação de aspectos positivos (que devem ser replicados) e aspectos passíveis de correção ou revisões, inclusive considerando as necessidades específicas das comunidades que irão receber esses equipamentos públicos.

O SARESP (nível estadual) e o IDEB (nível nacional) são indicadores de desempenho utilizados no Brasil (BRASIL, 2006; MENEZES FILHO et al., 2009) como balizadores para o processo decisório do planejamento do ensino público (e, conseqüentemente, dos edifícios escolares).

Em caráter exploratório, foi verificado o desempenho no SARESP nos estudos de caso avaliados, pois é o índice regularmente utilizado para a tomada de decisões estratégicas da rede de ensino pública paulista, inclusive para o planejamento de novas escolas.

Um exemplo de sua importância para o planejamento de novas edificações escolares pode ser observado no fragmento de entrevista:

É interessante observar, também, que escolas muito pequenas não significam que o rendimento dos alunos seja mais elevado. Você tem uma faixa de escolas de tamanho mediano (800 a 1.200 alunos) na qual se nota uma diferença no resultado do desempenho dos alunos para melhor. (Fragmento de entrevista concedida à pesquisadora, em 13/8/2008, pela Chefe de Departamento de Gestão e Tratamento de Dados e pela Gerente de Avaliação de Indicadores de Rendimento Escolar da SEE)

Na ocasião da entrevista realizada junto à coordenação do SARESP, não havia, no entanto, informações sobre estudos relacionando diretamente os aspectos construtivos e o programa de necessidades ao rendimento escolar. Apesar disso, foi informado que havia uma percepção quanto à importância da infraestrutura física oferecida para o incremento do desempenho escolar, tendendo, os alunos usuários de edifícios com programas de necessidades mais completos, a apresentar desempenho superior. Este é um dos grandes desafios para as novas escolas, devido às já mencionadas dificuldades envolvendo a disponibilidade de terrenos adequados (ver item 5.1).

Os resultados do SARESP e do IDESP para as escolas avaliadas, referentes a 2008, são apresentados nos Gráficos 18 e 19. Uma vez que há a avaliação periódica e que as decisões envolvendo o planejamento estratégico da rede são tomadas mediante a análise desses resultados, entendemos ser de grande importância relacioná-las, de maneira sistemática, à infraestrutura apresentada nas escolas.

Acho interessante dizer que, as escolas que apresentam biblioteca, ou outros espaços de aprendizagem além da sala de aula, também apresentam um diferencial na aprendizagem do aluno. Tais como: biblioteca, quadra, sala de leitura, sala de vídeo entre outros... São espaços pedagógicos que atraem os alunos, possibilitam um trabalho mais diversificado da prática do professor e isso traz mais interesse e um melhor aprendizado. (Fragmento de entrevista concedida à pesquisadora, em 13/8/2008, pela Chefe de Departamento de Gestão e Tratamento de Dados e pela Gerente de Avaliação de Indicadores de Rendimento Escolar da SEE)

Gráfico 18. Resultados do SARESP (2008) – Escolas A, B e C

Fonte: gráfico elaborado pela pesquisadora a partir dos dados do SARESP, 2008 (disponível em: <<http://www.saresp.fde.sp.gov.br>>, acesso em 20 jun. 2009).

Gráfico 19. Resultados do IDESP 2008 – Escolas A, B e C

Fonte: gráfico elaborado pela pesquisadora a partir dos dados do SARESP, 2008 (disponível em: <<http://www.saresp.fde.sp.gov.br>>, acesso em 20 jun. 2009).

Conforme o apurado por meio das entrevistas junto aos responsáveis pelo tratamento dos dados do SARESP, não é adotado um procedimento formal que possibilite a elaboração de correlações entre o desempenho de salas de aula e as condições específicas de implantação. Iniciativas nesse sentido poderiam auxiliar no planejamento de novos edifícios, mediante o conhecimento dos aspectos físicos do edifício mais relevantes para o desempenho acadêmico dos alunos.

Uma vez que foram identificados, nos ambientes de ensino avaliados, aspectos importantes que interferem no desempenho acadêmico dos alunos, sugere-se que sejam conduzidas avaliações quantitativas e qualitativas de seus possíveis impactos no desempenho escolar dos alunos-usuários.

Um exemplo exploratório desta abordagem pode ser adotado considerando a Escola B. Ao confrontar as APOs dos edifícios escolares com os resultados das avaliações elaboradas pelo IDEB e pelo SARESP, é possível verificar que a Escola B obteve médias superiores às das escolas A e C. A investigação dos aspectos que determinam esta diferença no desempenho acadêmico pode auxiliar o planejamento de futuros edifícios escolares.

Além disso, as pesquisas que relacionam o desempenho quantitativo dos alunos e as condições de conforto ambiental (ver capítulo 4) indicam que a solução de aspectos identificados na Escola B, envolvendo conforto visual, térmico e acústico, poderia, inclusive, contribuir para o incremento do rendimento acadêmico de seus alunos.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas etapas preliminares desta pesquisa, foram propostas perguntas para as quais, a seguir são apresentadas, resumidamente, as percepções aferidas:

- i. Quais são os fatores que determinam a eficiência destes edifícios?

O atendimento aos critérios de desempenho para ambientes construídos provém condições para o uso adequado dos ambientes avaliados. Entretanto, o desempenho efetivo destas edificações também depende do comportamento dos usuários e dos procedimentos de operação e manutenção adotados.

- ii. Estes edifícios atendem aos parâmetros adequados de desempenho, do ponto de vista da ergonomia, da flexibilidade dos espaços, da acessibilidade e do conforto ambiental?

Embora, quando comparados aos edifícios construídos anteriormente à vigência do atual sistema de padronização, estas escolas apresentem avanços significativos em relação à qualidade e à adequação dos ambientes, há aspectos envolvendo flexibilidade das instalações elétricas, de lógica e de leiaute, conforto ambiental e acessibilidade que merecem revisão. Entretanto, uma vez que as necessidades da comunidade escolar não são estáticas, e sim um reflexo do momento cultural, social, tecnológico e econômico, é necessário implementar um sistema de avaliação contínua dos níveis de adequação dos ambientes a fim de permitir a implantação das alterações necessárias às atividades de seus usuários ao longo da vida útil do edifício.

- iii. É possível identificar, quantificar e qualificar os benefícios obtidos pelas comunidades e pelos usuários desses projetos?

Sim. E os resultados obtidos apresentam fortes indícios dos efeitos positivos da implantação dessas escolas nas respectivas comunidades, e, em especial, nos casos em que há o fortalecimento do papel do edifício escolar como equipamento público pertencente à comunidade, por exemplo, devido à abertura durante os finais de semana, por meio da adesão ao programa Escola da Família.

- iv. Qual é a percepção do usuário em relação às edificações citadas e sua relação com o ambiente construído?

Embora declarem satisfação em relação aos edifícios escolares que ocupam,

os usuários estão atentos aos aspectos de desempenho que não estão adequados, como, por exemplo, aqueles relacionados à acessibilidade, à funcionalidade e ao conforto ambiental.

- v. Existem estratégias que podem ser implantadas para o incremento do desempenho do edifício?

Sim, com base na determinação dos principais aspectos recorrentes que interferem no desempenho do ambiente construído, é possível realizar a realimentação dos projetos padronizados, de modo a torná-los mais eficientes.

Assim, esta pesquisa, ao avaliar o desempenho de três escolas públicas paulistas, aponta os aspectos relevantes cuja revisão é pertinente e elenca as prioridades para a tomada de ações. Também fundamenta e ressalta a importância da avaliação sistemática do desempenho de edifícios escolares geridos pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo.

A partir da comparação dos resultados obtidos em avaliações efetuadas nas escolas construídas conforme as diretrizes antigas (ORNSTEIN et al., 1995), foi possível identificar uma representativa melhora da qualidade construtiva dos edifícios escolares públicos paulistas, embora, posteriormente àquele período, as escolas públicas paulistas tenham perdido área de terreno e ambientes como o auditório e a zeladoria.

A vontade política para oferecer ambientes de ensino de qualidade é uma característica da FDE. Nesse sentido, é relevante mencionar que, atualmente, (segundo semestre/2010), encontram-se em fase de projeto dois edifícios escolares da rede paulista que têm como proposta incorporar aspectos de sustentabilidade ambiental por meio da aplicação de critérios da certificação AQUA para construções sustentáveis (disponível em: <<http://www.processoaqua.com.br/>>, acesso em 10 set. 2010). Considerando um processo de melhoria contínua do desempenho deste grupo de edifícios escolares, faz-se importante avaliar o desempenho em uso destas edificações, a fim de verificar o atendimento aos critérios de desempenho e identificar as iniciativas incorporadas a estes edifícios que merecem ser objeto de realimentação de projeto.

Além disso, a consideração dos diagnósticos de APO no planejamento estratégico de expansão da rede e o cruzamento de informações obtidas pelos

índices de desempenho escolar já adotados como referências para o planejamento estratégico (no caso das escolas estaduais paulistas, o SARESP e o IDESP), também podem auxiliar o processo decisório, tornando-o mais objetivo.

Os diagnósticos elaborados sugerem, por exemplo, que o programa de necessidades merece revisões, uma vez que faltam lugares, por exemplo, com acústica adequada para confraternizações, apresentações e aulas de música. Aspectos conceituais envolvendo o partido arquitetônico também podem ser incorporados, tais como a integração das áreas livres e áreas permeáveis aos ambientes de socialização.

Também foi possível apreender que o processo de planejamento, de construção e de operação dos edifícios escolares estudados é composto de etapas pouco integradas. Atualmente, os arquitetos são chamados ao processo nas etapas finais de planejamento. A comunidade, por sua vez, está ali de passagem: só participa como usuária temporária do bem público.

No caso das escolas paulistas, as iniciativas envolvendo o projeto participativo podem ser positivas, uma vez que é fundamental, para uma utilização mais plena do edifício escolar público, o estabelecimento de um vínculo pessoal com o equipamento. Este aspecto contribui para promover a identificação do equipamento com a comunidade local, despertando no usuário a noção de pertencimento, a qual pode estimulá-lo a zelar pelo bem público de uso comum.

Neste cenário, a adoção de um procedimento que envolvesse uma equipe multidisciplinar (psicólogos, pedagogos, arquitetos, engenheiros e a comunidade que irá receber o equipamento público) desde as etapas iniciais de planejamento poderia incorporar importantes contribuições ao processo de concepção de novos edifícios, incrementando o programa de necessidades de acordo com as especificidades locais.

Quanto à durabilidade dos edifícios avaliados, é possível concluir que uma significativa parcela dos aspectos que podem causar a deterioração precoce de componentes é decorrente de procedimentos inadequados de operação. Assim, para que a FDE possa atingir seu objetivo de gerir os edifícios escolares mediante condições satisfatórias de durabilidade e baixa necessidade de manutenção, é necessária a incorporação efetiva de planos e procedimentos claros para a operação e manutenção desses edifícios, envolvendo capacitação dos envolvidos e

procedimentos para a manutenção preventiva e corretiva.

Em relação às condições ambientais das escolas, os resultados obtidos apontam para a pertinência de que sejam conduzidas avaliações da qualidade do ar em sala de aula, a fim de aferir as condições de renovação de ar e concentração de partículas potencialmente nocivas à saúde. Para avaliações futuras, recomenda-se que pesquisas se dediquem a estudos aprofundados da qualidade do ar, envolvendo equipamentos específicos para a medição de partículas e níveis de concentração de CO₂ e seus efeitos nos usuários (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2002; 2009; WAGORCKI et al. 2005).

Também é pertinente que sejam incorporados procedimentos para a gestão da qualidade desses edifícios, que englobem as fases de concepção, de elaboração de projeto, de execução e, posteriormente, de operação e manutenção, de modo a zelar por seu bom desempenho ao longo da vida útil prevista.

As informações sobre o edifício e seus usuários precisam ser atualizadas permanentemente, de maneira a permitir a avaliação do desempenho destas edificações e a elencar prioridades para a implantação de ações. A adoção de procedimentos para a personalização de aspectos dos projetos em função das características locais da comunidade que irá receber o equipamento público poderia representar mais um avanço no sentido de proporcionar e manter ambientes públicos de qualidade, destinados ao ensino-aprendizagem.

Recomenda-se que o processo decisório para o planejamento de novas edificações escolares envolva os resultados de avaliações de desempenho pregressas, a fim de incorporar um sistema de melhoria contínua de projeto, execução e uso.

Deste modo, deve ser elaborado um programa de gerenciamento da qualidade desses edifícios, visando à busca da melhoria contínua, para o qual contribuem a verificação sistemática de desempenho, a elaboração de manuais de operação precisos e compreensíveis e o treinamento adequado do pessoal envolvido nas atividades correlatas ao gerenciamento das facilidades.

Finalmente, devem ser realizadas avaliações econômicas para a implantação dos aspectos relevantes identificados nesta pesquisa, a fim de verificar o tempo de retorno correspondente à implantação de estratégias envolvendo o conforto ambiental em futuros projetos e a viabilidade de *retrofit*, em edifícios existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABATE, Tânia Pietzschke. **Ergonomia da criança**: aspectos ergonômicos da criança e o projeto da pré-escola no Estado de São Paulo. Dissertação de mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2004.
- ABIKO, Alex Kenya; ORNSTEIN, Sheila Walbe (orgs.). **Inserção urbana e Avaliação Pós-Ocupação [APO] da habitação de interesse social**. São Paulo: FAUUSP, 2002. [Coletânea Habitare/FINEP, 1].
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004.
- _____. **NBR 10151 – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2000.
- _____. **NBR 15220-1 – Desempenho térmico de edificações**. Partes 1 e 2. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005.
- _____. **NBR 15575-1 – Edifícios habitacionais de até 5 pavimentos** [Parte 1: requisitos gerais]. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008.
- _____. **NBR 15215-1 – Iluminação natural** [Parte 1: conceitos básicos e definições]. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004.
- _____. **NBR 15215-2 – Iluminação natural** [Parte 2: procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural]. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004.
- _____. **NBR 15215-3 – Iluminação natural** [Parte 3: procedimentos de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos]. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004.
- _____. **NBR 15215-4 – Iluminação natural** [Parte 4: verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – método de medição]. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004.
- _____. **NBR 5461 – Iluminação** [Terminologia]. Rio de Janeiro:

Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1991.

_____. **NBR 5413 – Iluminância de interiores.** Rio de Janeiro:

Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992.

_____. **NBR 5674 – Manutenção de edificações:** procedimento. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1999.

_____. **NBR 10152 – Níveis de ruído para conforto acústico.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1987.

_____. **NBR 8800 – Projetos e execução de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço-concreto em edifícios.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003.

_____. **NBR 7199 – Projeto, execução e aplicações de vidros na construção civil.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1988.

_____. **NBR 16401 – Projetos de instalações de ar condicionado.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2009.

_____. **NBR 12179 – [NB-101] – Tratamento acústico em recintos fechados.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1992.

_____. **NBR 5382 – Verificação de iluminâncias de interiores.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1985.

_____. **Projeto 02:135.01-005 [Revisão da NBR 10152]: Medição e avaliação de ruído em ambientes internos.** CB-02, Comitê Brasileiro de Construção Civil, CE-02: 135.01, Comissão de Estudos de Desempenho Acústico de Edificações. São Paulo, 2005.

ABNT/ISO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS;

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ABNT/ISO 14001.

Sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para o uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

AHLEFELD, Hannah von. What the OECD PISA Study Reveals About the Physical Learning Environment. In: KNAPP, Eberhard et al.(ed.). **School building design and learning performance with a focus on schools in developing countries.**

École Polytechnique Fédérale de Lausanne. Switzerland, 2007.

ALEGRE, Maria A. L. N. **Arquitetura escolar.** O edifício Liceu em Portugal [1882-1978]. Tese de doutorado. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior Técnico. Lisboa: 2009.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Portaria MS n.º 3.523**. Ministério da Saúde. D.O.U. – Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 31 de agosto de 1998.

_____. **Norma Regulamentadora NR 17**. Ergonomia. Regulamentada pela Portaria Ministério do Trabalho e Previdência Social - MTPS n.º 3.751, de 23 de novembro de 1990.

ANSI/ASA – AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE; ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA. S 12.60:2010. **Acoustical performance criteria, design - requirements, and guidelines for schools**. Part 1: Permanent Schools. Accredited Standards Committee S12, Noise. New York, 2010.

ANSI/ASHRAE- AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE/ AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING, AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. Standard 0-2005. **The commissioning process**. Atlanta: ASHRAE, 2005.

_____. Standard 62.1. **Ventilation for acceptable Indoor air quality**. Atlanta: ASHRAE, 2007.

_____. **Advanced energy design guide for K-12 school buildings: Achieving 30% Energy Savings. Toward a Net Zero Energy Building**. Atlanta: ASHRAE, 2008.

ANTONIOLI, Paulo Eduardo; GRAÇA, Moacyr Eduardo Alves. Subsídios conceituais para o planejamento de sistemas de gerenciamento de facilidades em edificações produtivas. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, Departamento de Engenharia de Construção Civil; BT/PCC/358. São Paulo: EPUSP, 2004. 26p.

AZEVEDO, Gisele A. N. **Arquitetura escolar e educação: um modelo conceitual de abordagem interacionista**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tese de doutorado. Rio de Janeiro: 2002.

_____. et al. **Padrões de infra-estrutura para o ambiente físico destinado à educação infantil**. Grupo Ambiente e Educação. PROLUGAR, UFRJ, 2004. Disponível em: <<http://www.fau.ufrj.br/prolugar/artigos.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2008.

BAKER, Nick. We are all outdoor animals. Architecture City Environment, **Proceedings of PLEA 2000**. London, 2000. pp. 553-555.

_____. et al. (Ed.) **Daylighting in architecture: a european reference book**.

London: James & James Ltd., 1993.

BARBOSA, Maria Beatriz et al. **Avaliação Pós-Ocupação da Escola Estadual Profª. Maria Jannuzzi Mascari**. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2008. (trabalho final para a disciplina de pós-graduação AUT 5805).

BAUM, Andrew; VALINS, Stuart. **Architecture and social behavior**. Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates, 1977.

BECHTEL, Robert B. **Environment and behavior: an introduction**. Thousand Oaks, Calif./London: Sage Publications, 1997.

_____; ZEISEL, John. Observation: the world under a glass. In: BECHTEL, Robert B.; MARANS, Robert W.; MICHELSON, William. **Methods in environmental and behavioral research**. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1990.

BERTOLOTI, Dimas. **Iluminação natural em projetos de escolas**. Dissertação de mestrado, FAUUSP. São Paulo: 2007.

BLOWER, Héliide Cristina S.; AZEVEDO, Giselle Arteiro Nielsen. Avaliação Pós-Ocupação em uma creche institucional do município do Rio de Janeiro: uma experiência no lugar de educação infantil. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 5, n.º 2, p. 99-130, novembro 2010. Disponível em:

<<http://www.arquitetura.eesc.usp.br/gestaodeprojetos/>>. Acesso em 13 nov. 2010.

BORGES, Carlos A. M.; SABATTINI, Fernando H. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. São Paulo: Edusp, 2008.

BRASIL. **Código de proteção e defesa do consumidor**. Lei n.º 8.078, de 11 de setembro de 1990. 15ª ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

_____. **Parâmetros nacionais de qualidade para a educação infantil**. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Básica, 2006. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br>>. Acesso em 5 mai. 2010.

CANTER, David V. **Interaccion ambiental**: aproximaciones psicologicas e nuestros entornos fisicos. Madrid: Instituto de Estudios de Administracion Local, 1978.

CASH, Carol Scott. **Building condition and student achievement and behavior**. Tese de doutorado. Virginia: Virginia Polytechnic Institute and State University: 1996.

CIBSE – THE CHARTERED INSTITUTION OF BUILDING SERVICES ENGINEERS. **Natural ventilation in non-domestic buildings**. London: CIBSE, 2005.

CLARK, Charlotte et al. Exposure-effect relations between aircraft and road traffic noise exposure at school and reading comprehension. **American Journal of Epidemiology**. EUA, 2005, v. 163, nº 1. p. 27-37.

COMELY, G. School Works in the United Kingdom: a new approach to local school design. **PEB Exchange**, Programme on Educational Building, jun.2002. OECD Publishing, 2002/7, v. 2, n.º 46, p. 13-15.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE – CIE. **Discomfort glare in the interior working environment**. France: Bureau Central de la CIE, 1983.

CUNHA, José; ESTEVES, Ricardo. **Manual prático do mobiliário escolar**. Curitiba: Associação Brasileira da Indústria de Mobiliário Escolar (ABIME), 2001.

DEBEVEC, Paul E.; MALIK, Jitendra. **Recovering high dynamic range Radiance maps from photographs**. Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, 1997.

DOCKRELL, Julie , SHIELD, Bridget. **The effect of acute noise exposure on children's Processing of verbal and non-verbal tasks**. Sevilla: Sociedad Española de Acústica – SEA, 2002.

DURAN, Mônica G.; ESTEVES, Ricardo G (coord.). **Especificações da edificação escolar**: ambientes/distribuição/mobiliário. Fundação para o Desenvolvimento da Educação, 2006.

EHRENKRANTZ, Ezra. **Planning for flexibility, not obsolescence**. Disponível em:<<http://www.designshare.com/Research/EEK/Ehrenkrantz1.htm>>. Acesso em 8 jun. 2009.

ELALI, Gleice Azambuja. **Ambientes para educação infantil: um quebra-cabeça?** – contribuição metodológica na Avaliação Pós-Ocupação de edificações e na elaboração de diretrizes para projetos arquitetônicos na área. Tese de doutorado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2002.

_____. **A APO como subsídio para a elaboração de normas de pré-escolas em Natal-RN**. Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – NUTAU. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2002b, p. 350-360.

_____. Avaliação Pós-Ocupação e responsabilidade social: uma relação a ser sempre (re)discutida. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 5, n.º 2, p. 3-17,

novembro 2010. Disponível em:

<<http://www.arquitetura.eesc.usp.br/gestaodeprojetos/>>. Acesso em 13 nov. 2010.

_____. Processo projetual e estresse ambiental: explorando aspectos que podem influenciar a relação usuário-ambiente. In: FABRÍCIO, Márcio Minto; ORNSTEIN, Sheila Walbe (orgs.). **Qualidade no Projeto de edifícios**. 1^a. ed. São Carlos/Porto Alegre: RIMA/ANTAC, 2010, p. 59-74.

EPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **A guide to indoor airquality**. Indoor Environments Division, Office of Radiation and Indoor Air: 2009. Disponível em: <<http://www.epa.gov/iaq/pubs>>. Acesso em 5 mai. 2009.

_____. **Indoor Air Quality and Student Performance**. Indoor Environments Division, Office of Radiation and Indoor Air: 2003. Disponível em: <http://www.epa.gov/iaq/schools/pdfs/publications/iaq_and_student_performance.pdf>. Acesso em 5 mai. 2009.

_____. **Indoor air quality tools for schools**: benefits of improving air quality in the school environment. Indoor Environments Division, Office of Radiation and Indoor Air: 2002.

EVANS, Gary W.; MAXWELL, Lorraine. Chronic noise exposure and reading deficits: The mediating effects of language acquisition. In: **Environment and Behavior**. Vol 29(5), Sep 1997, p. 638-656.

FABRÍCIO, Márcio Minto; ORNSTEIN, Sheila Walbe; MELHADO, Silvio Burrattino. Conceitos de qualidade no projeto de edifícios. In: FABRÍCIO, Márcio Minto; ORNSTEIN, Sheila Walbe (orgs.). **Qualidade no projeto de edifícios**. 1^a. ed. São Carlos/Porto Alegre: RIMA/ANTAC, 2010, p. 5-22.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Study on the feasibility, practicability and cost of the soundproofing of schools, hospitals and public health facilities located near airports**. Washington, D.C.: Federal Aviation Administration, 1977.

FEDERAL FACILITIES COUNCIL. **Learning from our buildings: a state of the practice summary of Post-Occupancy Evaluation**. Federal Facilities Council Technical Report n.º 145. Washington, D. C.: National Academy Press, 2001.

FERREIRA, Avany F. Entrevista concedida ao jornalista Fernando Serapião. **Revista ProjetoDesign**, ed. 321, novembro de 2006. Disponível em:

<<http://www.arcoweb.com.br>>. Acesso em 19 mar. 2009.

FERREIRA, Avany de Francisco; MELLO, Mirela Geiger de (orgs.). **Arquitetura**

escolar paulista: anos 1950 e 1960. São Paulo: Fundação para o Desenvolvimento da Educação, 2006.

_____. **Arquitetura escolar paulista:** estruturas pré-fabricadas. São Paulo: Fundação para o Desenvolvimento da Educação, 2006b.

FISHER, Kenn. **Building better outcomes:** The impact of school infrastructure on student outcomes and behavior. Australia: Department of Education, Training and Youth Affairs. Schooling Issues Digest, 2001.

FISK, William et al. **Worker productivity and ventilation rate in a callcenter:** analyses of time-series data for a group of registered nurses. CA: Lawrence Berkeley National Lab, 2003.

FISK, William; SEPPANEN, Olli. **Providing better indoor environmental quality brings economic benefits.** CA: Lawrence Berkeley National Lab., 2007.

FLANAGAN, Roger; NORMAN, George. **Risk management and construction.** Boston: Wiley-Blackwell, 1993.

FRANÇA, Ana Judite Galbiatti Limongi; ORNSTEIN, Sheila Walbe. Conforto visual em salas de aula: o caso das escolas estaduais recém-construídas, situadas na Região Metropolitana de São Paulo. **XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.** Avanços científicos e impactos da pesquisa em tecnologia do ambiente construído: como avaliar? Porto Alegre: ANTAC, 2010, v. 1, p. 404-414.

_____. **Infra-estrutura urbana na cidade de São Paulo, Brasil.** O caso da qualidade ambiental de três edifícios escolares. Lisboa: Argumentum, 2010b. (Artigo completo)

_____. Impactos da Tecnologia da Informação (TI) em ambientes escolares: o caso de três escolas públicas situadas na Região Metropolitana de São Paulo. In: **I Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído e XI Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios.** São Carlos: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ANTAC, 2009.

_____. Maintenance in educational facilities. Three public schools in São Paulo, Brazil. In: **CIB W070 International Conference in Facilities Management.** FM in the Experience Economy, 2010, São Paulo. CIB W070 Conference in Facilities Management. São Paulo: CIB International Council for Research and Innovation in Building and Construction, 2010c., v. 1, p. 697-707.

FRANÇA, Ana Judite Galbiatti Limongi et al. **Avaliação Pós-Ocupação (APO) do Instituto de Psiquiatria do Hospital das Clínicas – com ênfase em segurança contra incêndio e acessibilidade**. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo: 2006 (trabalho final para a disciplina de pós-graduação AUT 5805).

FROTA, Anésia de Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. 5ª ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

FREIBERGER, Adriana. **A construção do ambiente educativo**. Tese de doutorado. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo:2005.

FUNARI, Teresa; KOWALTOWSKI, Doris Catharine Cornélie Knatz. Arquitetura escolar e Avaliação Pós-Ocupação. **Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído/Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído – ENCAC**. Maceió: ENCAC, 2005, p. 2255-2257.

FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. **Catálogos técnicos sobre ambientes e distribuição; mobiliário; componentes; serviços; normas de apresentação de projetos; arquitetura e paisagismo; instalações prediais, segurança, estrutura e outros**. Disponível em:
<http://www.fde.sp.gov.br/PORTAL_FDE>. Acesso em 8 out. 2010.

_____. **Roteiro para a conservação de edifícios escolares da rede pública de ensino do Estado de São Paulo**. São Paulo: FDE, 2008.

_____. **Relatório de atividades FDE 2007**. Disponível em:
<<http://www.fde.sp.gov.br>>. Acesso em 15 jun. 2009.

_____. **Edificação e seus elementos construídos/Especificações da edificação escolar**. São Paulo: Fundação para o Desenvolvimento da Educação/Companhia de Construções Escolares do Estado de São Paulo, 1988.

_____. **Especificações da edificação escolar**. São Paulo: Fundação para o Desenvolvimento da Educação, 2003.

GALVÃO, Walter José Ferreira; ORNSTEIN, Sheila Walbe. Roteiro para análise do potencial de recuperação de edifícios de apartamentos antigos: procedimentos para desenvolvimento e calibragem. **XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Avanços científicos e impactos da pesquisa em tecnologia do ambiente construído: como avaliar?** Porto Alegre: ANTAC, 2010, v. 1, p. 265-274.

GONÇALVES, Orestes Marraccini et al. Indicadores para o uso racional de água para escolas de ensino fundamental e médio. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 5, n.º 3, p. 35-48, jul./set. 2005.

_____. Normas técnicas para avaliação de sistemas construtivos para habitações. In: **Normalização e certificação na construção civil**. Coletânea Habitare, v.3, 2003. Disponível em: <<http://habitare.infohab.org.br/pdf/publicacoes/arquivos/114.pdf>>. Acesso em 10 jun. 2008.

GRAÇA, Valéria A. C. **A integração dos aspectos de conforto ambiental no projeto de escolas**: uso da metodologia axiomática e de exemplos simplificados. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Campinas: 2008.

GROTTI, Thaís Molon. **Aferição de instrumentos para Avaliação Pós-Ocupação**: O caso das escolas de ensino fundamental e a satisfação dos alunos de menor faixa etária. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 2009.

GUZOWSKI, M. **Daylighting for sustainable design**. New York: McGraw-Hill Book Co., 2000.

JOHN, Vanderley Moacyr; SATO, Neide Matiko Nakata. Durabilidade de componentes na construção civil. In: GONÇALVES, Orestes M. et al. **Construção e meio ambiente**. Coletânea Habitare, v.7, 2003.

HAINES, Mary et al. **A follow-up study of effects of chronic aircraft noise exposure on child stress responses and cognition**. UK: International Epidemiological Association, 2001.

HEITOR, Teresa (coord.). **Estudo de Avaliação Pós-Ocupação da Escola Secundária D. Luisa de Gusmão**. Lisboa: Instituto de Engenharia de Estruturas, Território e Construção, 2004 (não publicado).

HESCHONG, Lisa. **Daylight in schools**: An Investigation into the Relationship Between Daylighting and Human Performance. Pacific Gas and Electric California Board for Energy Efficiency Third Part Program, EUA, 1999.

HESCHONG MAHONE GROUP. **Daylighting in schools, additional analysis**. New Building Institute, California, EUA, 2001.

_____. **Windows and classrooms**: a Study of Student Performance and

Indoor Environment. California Energy Commission, California, EUA, 2003.

_____. **Windows and offices:** a Study of Worker Performance and Indoor Environment. California Energy Commission, California, EUA, 2003 b.

HUNTER, Molly A. **Public school facilities:** Providing Environments that Sustain Learning. National Access Network. Columbia University, NY: Teachers College, 2003.

IESNA – ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA. **IES Lighting Handbook, reference and application.** 9th edition. New York: IESNA, 2000.

INANICI, Mehlika; GALVIN, Jim. **Evaluation of high dynamic range photography as a luminance mapping technique.** Lawrence Berkeley National Laboratory. CA: University of California, 2004.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, ISO 6241. **Performance standards in buildings:** Principles for their preparation. London: 1984.

_____. ISO 15686-1. **Building and constructed assets** – service life planning – Part 1: General principles. London, 2000.

_____. ISO 15686-2. **Building and constructed assets** – service life planning – Part 2: Service life prediction procedures. London, 2001.

_____. ISO 15686-3. **Building and constructed assets** – service life planning – Part 3: Performance audits and reviews. London, 2002.

_____. ISO 6241. **Performance standards in buildings:** principles for their preparation. London: 1984.

_____. ISO 31000. **Risk management** – principles and guidelines. London, 2009.

ISO/IEC– INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION;
INTERNATIONAL ELETROTECHNICAL COMMISSION. ISO/IEC 31010. **Risk Management** – Risk Assessment Techniques. London, 2009.

ISSA, Maíra P. **Avaliação Pós-Ocupação:** procedimentos para a aplicação em escolas. Relatório Final de Iniciação Científica. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 2008.

JACOBS, Axel; WILSON, Mike. Determining lens vignetting with HDR techniques. **XII**

National Conference on Lighting. Varna, Bulgaria: 2007.

KAUFMAN, John E. **IES Lighting Handbook** – Application Volume. New York: Illuminating Engineering Society of North America, 1987.

KATS, Gregory. **Greening America's schools:** costs and benefits. Capital-E Reports, 2006. Disponível em:

<<http://www.cap-e.com/ewebeditpro/items/O59F9819.pdf>>.

KOWALTOWSKI, Doris Catharine Cornélie Knatz; PIÑA, Silvia A. Mikami Gonçalves. Avaliação da funcionalidade de prédio escolar da rede pública: o caso de Campinas.

VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído. São Pedro: ENCAC, 2001, p. 1-8.

KOWALTOWSKI, Doris Catharine Cornélie Knatz et al. Melhoria do conforto ambiental em edificações escolares na região de Campinas. **V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, II Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído.** Fortaleza:ENCAC, 1999, p. 1-9.

_____. Ambiente construído e comportamento humano: necessidade de uma metodologia. **ENTAC 2000 –Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.** Salvador: ENTAC, 2000, p. 1-8.

LACKNEY, Jeffery A. The relationship between environmental quality of school facilities and student performance. **Energy smart schools: opportunities to save money, save energy and improve student performance.** A congressional briefing to the U.S. House of Representatives Committee on Science. Sponsored by the Environmental Energy Study Institute. Educational Design Institute. Mississippi State University. Mississippi: 1999.

LANG, John et al. **Designing for human behavior:** architecture and behavioral sciences. Stroudsburg: McGraw Hill /Dowden-Hutchinson; Ross, 1974.

LIMA, Mayumi Watanabe de Souza. **Arquitetura e educação.** São Paulo: Studio Nobel, 1995.

MARCATTI, Jovelli; COELHO FILHO, Hamilton da Silva; BERQUÓ FILHO, Eduardo. Compartimentação e afastamento entre edificações. In: SEITO et al. **A segurança contra incêndio no Brasil.** São Paulo: Projeto, 2008.

MAXWELL, Lorraine E. **School building renovation and student performance:** one district's experience. International. Scottsdale: Council of Educational Facility Planners, 1999.

MEIR, Isaac A. et al. Post Occupancy Evaluation: an inevitable step toward sustainability. **Advances in building energy research**, 3, p. 189-220, 2009.

MELLENDEZ, Adilson. Da estrela ao tucano: arquitetura do CEU sairá perdendo ou ganhando? **Revista ProjetoDesign**, ed. 311, p. 98. São Paulo: Arco Editorial, jan. 2006.

MELHADO, Silvio Burrattino; MESQUITA, Maria Julia de Moraes. Gestão do ciclo de vida do empreendimento: estratégias para eficiência e eficácia com base na interface operação – concepção. In: IV Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. Anais. Porto Alegre, 2005, *apud* SANCHES, Iara Del’Arco,

FABRICIO, Márcio Minto. Projeto para manutenção. **Anais do VIII Workshop Brasileiro. Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios**, 2008.

MELHADO, Silvio Burrattino (org.). **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

_____; MESQUITA, Maria Julia de Moraes. Project management: towards an emphasis in conception-operation interface. In: **CIB W107 Construction in Developing Economies International Symposium**, 2006, Santiago. Proceedings of the CIB W107 Construction in Developing Economies International Symposium Construction in Developing Economies: New Issues and Challenges. Santiago: PUC – Chile, 2006.

MENEZES FILHO, Naercio et al. Comparando as escolas paulistas com melhor e pior desempenho no SARESP e na Prova Brasil. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 23, n.º 1, p. 115-134, jan./jun. 2009. Disponível em:

<http://www.seade.gov.br/produtos/spp/v23n01/v23n01_09.pdf>. Acesso em 10 jul. 2010.

MINISTRY OF EDUCATION. **Designing quality learning spaces: acoustics**. New Zealand: Brantz, 2007.

_____. **Designing quality learning spaces: lighting**. New Zealand: Brantz, 2007b.

MONTEIRO, Leonardo Marques; ALUCCI, Márcia Peinado. Questões teóricas de conforto térmico em Questões teóricas de conforto térmico em espaços abertos: consideração histórica, discussão do estado da arte e proposição de classificação de modelos. **Ambiente Construído**, v. 7, p. 43-58, 2007.

MOREIRA, Nanci Saraiva. **Espaços educativos para a escola de ensino médio**:

proposta para as escolas do Estado de São Paulo. Tese de doutorado. FAUUSP: 2006.

MOREIRA, Nanci Saraiva; ORNSTEIN, Sheila Walbe. Acessibilidade na rede física de escolas públicas do Estado de São Paulo: condições atuais e desafios futuros. In: PRADO, Adriana R. de Almeida; LOPES, Maria Elisabete; ORNSTEIN, Sheila Walbe (orgs.). **Desenho universal**: caminhos da acessibilidade no Brasil. 1ª. ed. São Paulo: Annablume, 2010, v. 1, p. 167-176.

MÜELLER, Cecília Mattos. **Espaços de ensino-aprendizagem com qualidade ambiental**: o processo metodológico para elaboração de um anteprojeto. Dissertação de mestrado. FAUUSP. São Paulo: 2007.

NAIR, Prakash. **The role of wireless computing technology in the design of schools**. National Clearinghouse for Educational Facilities. Washington, D.C.: 2002. Disponível em: <<http://www.edfacilities.org/pubs/wirelessII.html>>. Acesso em 20 mai. 2009.

NAMBU, Liliane Cristine. **Aferição de instrumentos para a avaliação de desempenho de edifícios escolares de ensino fundamental**: do programa de necessidades à pós-ocupação. Relatório Final de Iniciação Científica. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2010.

NATIONAL CLEARINGHOUSE FOR EDUCATIONAL FACILITIES. **Door locking options in schools**. National Institute of Building Sciences. Prepared under a Grant from the United States Department of Education, Office of Safe and Drug-free Schools: 2009.

_____. **Improving school access control**. National Institute of Building Sciences. Prepared under a Grant from the United States Department of Education, Office of Safe and Drug-free Schools: 2008.

_____. **Low-cost security measures for school facilities**. National Institute of Building Sciences. Prepared under a Grant from the United States Department of Education, Office of Safe and Drug-free Schools: 2008b.

_____. **Mitigating hazards in school facilities**. National Institute of Building Sciences. Prepared under a Grant from the United States Department of Education, Office of Safe and Drug-free Schools: 2008c.

_____. **Schools as centers of community**: a citizen's guide for planning

- and design. United States Department of Education, Washington, D. C.: 2003.
- NEWMAN, Oscar. **Creating defensible spaces**. U.S. Institute for Community Design Analysis. Department of Housing and Urban Development Office of Policy Development and Research: 1996.
- NICKLAS, Michael et al. **Student performance in daylight schools**. Innovative Design. North Carolina, EUA: 2009. Disponível em: <<http://www.innovativedesign.net/studentperformance.htm>>. Acesso em 5 mai. 2009.
- NIOSH –THE NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH. **NIOSH alert**: request for assistance in preventing occupational fatalities in confined spaces. Cincinnati: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, 1986. DHHS (NIOSH) Publication No. 86-110.
- NORTH CAROLINA DEPARTMENT OF PUBLIC INSTRUCTION. **Impact of technology on school facility design**. School Planning, North, NC, 2002. Disponível em: <<http://www.schoolclearinghouse.org>>. Acesso em 8 jun. 2009.
- NORTHEAST ENERGY EFFICIENCY PARTNERSHIPS INC. **Classroom lighting knowhow**. Lexington: 2002. Disponível em: <<http://www.neep.org/>>. Acesso em 2 mai. 2008.
- NOVASKI, Mariana. **Segurança contra incêndio em edifícios escolares**. Relatório final de Iniciação Científica. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2010.
- OITICICA, Maria L., BERTOLI, Stelamaris. Comportamento acústico do peitoril ventilado em edificações de clima quente úmido. **VI Congresso Iberoamericano de Acústica** – FIA. Buenos Aires, 2008, p. 1-9.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT [OECD]. Higher Education Facilities. **PEB Exchange**, n.º 59, Feb. 2007, p. 1-14. Paris: Organisation for Economic and Co-Operation Development, 2007.
- _____. Keeping schools safe. **PEB Exchange**, n.º 68, June 2008. Paris: Organisation for Economic and Co-Operation Development, 2007b.
- _____. New technology and education in Finland. **PEB Exchange**, n.º 41, October 2000, p. 19-22. Paris: Organisation for Economic and Co-Operation Development, 2000.

_____. **School safety and security.** Disponível em:

<<http://www.oecd.org/edu/schoolsafety>>. Acesso em 5 jun. 2009.

_____. **PEB – Compendium of exemplary educational facilities.** Paris:

Organisation for Economic and Co-Operation Development, 2006.

_____. **Are students ready for a technology-rich world?** What PISA

studies tell us. Programme for International Student Assessment – PISA, 2005.

Disponível em:<<http://www.oecd.org/dataoecd/28/4/35995145.pdf>>. Acesso em 20 mai 2009.

_____. **PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World**

Executive Summary. Paris: Organisation for Economic and Co-Operation

Development, 2007. Disponível em:

<http://www.pisa.oecd.org/document/2/0,3343,en_32252351_32236191_39718850_1_1_1_1,00.html>. Acesso em 5 mai. 2008.

ORNSTEIN, Sheila Walbe. Post-Occupancy Evaluation performed in elementary and high school of Greater São Paulo, Brazil: the Occupants and the Quality of the School Environment. In: **Environment and Behavior**, v. 29, n.º2. Thousand Oaks, California:Sage Publications, p. 236-263, 1997.

_____; BRUNA, Gilda Collet; ROMÉRO, Marcelo de Andrade. Estudo de

caso: escolas de 1º e 2º graus. In: **Ambiente Construído**. Comportamento: a

Avaliação Pós-Ocupação e a qualidade ambiental. São Paulo: Studio

Nobel/Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São

Paulo/Fundação para a Pesquisa Ambiental, 1995, p. 99-124.

_____; MARTINS, Claudia Alonso. Arquitetura, manutenção e segurança

de ambientes escolares: um estudo aplicativo de APO. **Ambiente Construído:**

Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v.1,

n.º 1, p. 7-18, jan./jun. 1997.

_____. et al. Avaliação Pós-Ocupação [APO] e a arquitetura escolar na

Grande São Paulo: parâmetros para a qualidade de projeto. In: **Anais do Encontro**

Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Rio de Janeiro, RJ, 1995, v. I,

p. 337-342.

_____. **Desempenho do ambiente construído, interdisciplinaridade e**

arquitetura. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, 1996.

_____. Avaliação Pós-Ocupação aplicada ao conforto ambiental: o caso

das escolas de 1º e 2º graus da Grande São Paulo. In: **Anais do III Encontro Nacional E I Encontro Latino-Americano do Ambiente Construído**. Gramado: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1995, p. 637-642.

_____ et al. Performance evaluation of a psychiatric facility in São Paulo, Brasil. **Facilities**, v. 27, p.152-167, London, 2006.

_____ et al. Improving the quality of school facilities through building performance assessment: Educational Reform and School Building Quality in Sao Paulo, Brazil. **Journal of Educational Administration**, v. 47, 2009, p. 50-367.

_____; MOREIRA, Nanci Saraiva. Evaluating school facilities in Brazil. In: **PEB Exchange**, n.º62, February. Paris: Organisation for Economic and Co-Operation Development [OECD], 2008, p. 1-7. Disponível em: <<http://www.oecd.org/searchResult/>>. Acesso em 20 jun. 2009.

_____; BORELLI NETO, José (coords.). **O desempenho dos edifícios da rede estadual de ensino**. São Paulo: USP/FAUUSP, 1993.

_____. Using Post-Occupancy Evaluation in Brazil. **PEB Exchange –The Journal of the OECD Programme on Educational Building**, Paris, v. 2006/I, p. 135-146.

_____; ONO, Rosaria. Post-Occupancy Evaluation and design quality in Brazil: concepts, approaches and an example of application. **Architectural engineering and design management**, v. 6, p. 48-67, 2010.

PINHEIRO, José Q.; GÜNTHER, Hartmut (orgs.). **Métodos de pesquisa nos estudos pessoa-ambiente**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2008.

PICCHI, Flávio Augusto; AGOPYAN, Vahan. Sistemas de qualidade na construção de edifícios. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da Usp**. Departamento de Engenharia de Construção Civil, Bt / Pcc/104. São Paulo: Epusp, 1993. 15p.

POLTRONIERI, Julyane P. **Procedimentos para a avaliação de desempenho das etapas de planejamento e de projeto de escolas do ensino fundamental e médio**. Relatório final de Iniciação Científica. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 2008.

PRADO, Racine Tadeu Araújo. **Contribuição ao estudo do papel da engenharia nas interações entre o homem, o edifício e o ambiente**. Tese de livre docência. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Controle da poluição sonora**: cartilha escolar. Programa de Silêncio Urbano – PSIU. Divisão Técnica de Fiscalização da Poluição Sonora. São Paulo: Secretaria de Coordenação das Subprefeituras, 2006.

PREISER, Wolfgang F. E (ed.). **Building evaluation**. New York: Plenum Press, 1989.

_____. Diagnostic POEs of elementary schools in Columbus, Indiana. In: **Post-Occupancy Evaluation**. New York, NY: Van Nostrand Reinhold, 1988, p. 138-151.

_____; OSTROFF, Eliane (eds.). **Universal design handbook**. New York: Mc. Graw Hill, 2001.

_____ et al. **Albuquerque High School: a Post-Occupancy Evaluation**. Albuquerque, New Mexico: Center for Research and Development, School of Architecture; Planning, University of New Mexico, 1981.

_____; SCHRAMM, Ulrich. A conceptual framework for building performance evaluation. In: _____; VISCHER, Jacqueline C. (eds.). **Assessing building performance**. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005, cap. 2, p. 15-26.

_____; VISCHER, Jacqueline. C. (eds.). **Assessing building performance**. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005.

PROGRAMME ON EDUCATIONAL BUILDING. **Compendium of exemplary educational facilities**. 3rd. Edition. Paris: Pressgroup Holdings Europe, 2006.

RALOFF, J. Does light have a dark side? **Science News Online**. v. 154, nº 16, EUA: 1998.

RAPOPORT, Amos. **Vivienda y cultura**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1972.

REINHART, Christoph et al. Dynamic daylight performance metrics for sustainable building design. **Leukos**. Canada: Institute for Research in Construction. National Research Council, 2006, v. 3, nº1, p 1-25.

RESENDE, Adilson E. et al. **Avaliação Pós-Ocupação da Escola Estadual Paulo Kobayashi (União de Vila Nova IV)**. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2007. (Trabalho final para a disciplina de pós-graduação AUT 5805).

RHEINGANTZ, Paulo Afonso. Abordagem experiencial, qualidade do projeto, qualidade do lugar e cultura na atualidade. In: FABRICIO, Márcio Minto; ORNSTEIN,

Sheila Walbe (orgs.). **Qualidade no projeto de edifícios**. 1ª ed. São Carlos/Porto Alegre: RIMA/ANTAC, 2010, p. 60-75.

RHEINGANTZ, Paulo Afonso et al. **Observando a qualidade do lugar: procedimentos para a Avaliação Pós-Ocupação**. Rio de Janeiro: Proarq/FAU-UFRJ, 2008. Disponível em: <<http://www.fau.ufrj.br/prolugar/publicacoes.htm>>. Acesso em 11 nov. 2010.

ROMAN, Humberto; BONIN, Luis Carlos (eds.). **Normalização e certificação na construção habitacional**. Coleção Habitare. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2003.

ROMÉRO, Marcelo de Andrade; ORNSTEIN, Sheila Walbe (eds.). **Avaliação Pós-Ocupação: métodos e técnicas aplicadas à habitação social**. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2003.

ROMÉRO, Marcelo de Andrade; VIANNA, Nelson Solano. Procedimentos metodológicos para a Avaliação Pós-Ocupação em conjuntos habitacionais de baixa renda com ênfase no conforto ambiental. In: ORNSTEIN, Sheila Walbe; ABIKO, Alex (orgs.). **Inserção urbana e Avaliação Pós-Ocupação (APO) da habitação de interesse social**. 1ª ed. São Paulo: FINEP, 2002, v. 1, p. 210-242. (Coletânea Habitare)

RUYSSEVELT, W. Bordass; BUNN, R. **Probe –Post-occupancy review of building engineering**. July, 1995. Disponível em: <<http://www.usablebuildings.co.uk/>>. Acesso em 15 set. 2007.

SANOFF, Henry. **School building assessment methods**. National Clearinghouse for Educational Facilities – NCEF, 2003. Disponível em: <<http://www.edfacilities.org>>. Acesso em 5 jul. 2009.

_____. **A visioning process for designing responsive schools**. North Carolina State University with support from National Clearinghouse for Educational Facilities: 1999. Disponível em: <<http://www4.ncsu.edu/unity/users/s/sanoff/www/schooldesign/visioning.html>>. Acesso em 3 mai. 2008.

_____. School programming, design and evaluation: a community/university partnership. In: **Ambiente Construído**. Porto Alegre: ANTAC, 2007, v. 7, n.º 1, p. 7-19.

_____. **Visual research methods in design**. New York: Van Nostrand

Reinhold, 1991.

SÃO PAULO (Estado). **Decreto Estadual n.º 46076 de 31 de agosto de 2001.**

Regulamento de segurança contra incêndio das edificações e áreas de risco, Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. São Paulo: Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2001. Disponível em: <<http://www.ccb.polmil.sp.gov.br>>. Acesso em 1 dez. 2008.

_____. **Instruções Técnicas 1-22.** São Paulo: Polícia Militar do Estado de São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.ccb.polmil.sp.gov.br>>. Acesso em 1 dez. 2008.

_____. **Resolução SS n.º 493 de 08 de setembro de 1994.** Aprova norma técnica que dispõe sobre a elaboração de projetos de edificação de escolas de 1º e 2º graus no âmbito Estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria do Estado da Saúde, 1994.

SÃO PAULO (Município). **Código de obras e edificações – COE.** LEI n.º 11.228/92. D.O.M.: Diário Oficial do Município, 23 de setembro de 1992.

SCARAZZATO, Paulo Sergio. A APO e a iluminação ambiental. In: **ENTAC 93. Avanços em Tecnologia e Gestão da Produção de Edificações.** São Paulo: Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo/ANTAC/Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - EPUSP/ANTAC, 1993, v. II, p. 835-838.

_____. **O conceito de dia típico de projeto aplicado à iluminação natural:** dados referenciais para localizações brasileiras. Tese de doutorado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 1995.

_____. Software DLN. In: **Revista Lume**, n.º10, De Maio Comunicação e Editora, São Paulo, 2004, p. 24-29.

SCHNEIDER, Tod. **Ensuring quality school facilities and security technologies.** Washington, D.C.: The Hamilton Fish Institute on School and Community Violence and Northwest Regional Education Laboratory, 2007.

_____. et al. **Safe school design:** A handbook of educational leaders. Applying the principles of Crime Prevention through Environmental Design. Washington, D.C.: Eric Clearinghouse on Education Management College of Education. University of Oregon, 2000.

SCHOOL WORKS. **Post-Occupancy Evaluation for secondary schools:**

Summary of the pilot study findings. London: School Works, 2004. Disponível em: <<http://www.school-works.org/docs/poeFindings.pdf>>. Acesso em 10 fev. 2008.

SERAPIÃO, Fernando. Estrutura pré-fabricada marca nova etapa das escolas paulistas: metal e PVC também são novidade. **ProjetoDesign**. São Paulo: Arco Editorial, out. 2004, p. 58-59.

SERRA, Geraldo Gomes. **Pesquisa em arquitetura e urbanismo** – guia prático para o trabalho de pesquisadores em pós-graduação. São Paulo: Edusp/Mandarim, 2006.

SEEP et al. **Classroom acoustics**. A resource for creating learning environments with desirable listening conditions. New York: Technical Committee on Architectural Acoustics of the Acoustical Society of America, 2000.

SEYMOUR, Jane et al. **School works tool kit**. Sponsored by Paul Hamlyn Foundation and the Construction Industry Training Board. London: School Works Ltd. Crowes complete print Norwich, 2001.

SOMMER, Robert. **Tight spaces**: hard architecture and how to humanize it. New Jersey: Prentice-Hall EnglewoodCliffs, 1974.

_____. O desenvolvimento e a aplicação dos conceitos de espaço pessoal. In: DEL RIO, Vicente; DUARTE, Cristiane Rose; RHEINGANTZ, Paulo Afonso (orgs.). **Projeto do lugar**. Colaboração entre psicologia, arquitetura e urbanismo. Rio de Janeiro: Contracapa/PROARQ, 2002.

STANSFELD, Stephen A; MATHESON, Mark P. Noise pollution: non-auditory effects on health. **British Medical Bulletin**. London: The British Council, 2003, v. 68, p. 243-257.

SUTHERLAND, Louis, LUBMAN, David. The impact of classroom acoustics on scholastic achievement. **17th Meeting of the International Commission for Acoustics**. Rome, 2001, p. 1-5.

TALON, Aurélie; BOISSIER, Daniel; HANS, Julien. Durée de vie des produits de construction: évaluation de la qualité des données. **25e Rencontres de l'Association Universitaire de Génie Civil**, 23-25 mai 2007, Bordeaux, p. 1-8.

Disponível em: <<http://www.cstb.fr>>. Acesso em 20 dez. 2010.

THE COLLABORATIVE FOR HIGH PERFORMANCE SCHOOLS. **Best practices manual**, v. 1.0. Volume III: Criteria. BPM, 2001. Disponível em: <<http://www.chps.net>>. Acesso em 18 jun. 2009.

_____. **Best practices manual**, v. 2004. Volume IV: Maintenance; Operation. BPM, 2004. Disponível em: <<http://www.chps.net>>. Acesso em 18 jun. 2009.

_____. **Best practices manual**, v. 2006. Volume I: Planning. BPM, 2006. Disponível em: <<http://www.chps.net>>. Acesso em 18 jun. 2009.

_____. **Best practices manual**, v. 2006. Volume II: Design. Edition. BPM, 2006b. Disponível em: <<http://www.chps.net>>. Acesso em 18 jun. 2009.

_____. **Best practices manual**, v. 2006. Volume V: Commissioning. Edition. BPM, 2006c. Disponível em: <<http://www.chps.net>>. Acesso em 18 jun. 2009.

THE NEW YORK CITY SCHOOL CONSTRUCTION AUTHORITY. **NYC green school guide**. New York: New York City Department of Education, 2007. Disponível em: <<http://source.nycsca.org>>. Acesso em 20 jun. 2009.

THOMAZONI, Andrea D'Angelo Leitner et al. **Avaliação Pós-Ocupação da E. E. Hélio Helene (União de Vila Nova III)**. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2007. (trabalho final para a disciplina de pós-graduação AUT 5805).

_____. **Avaliação Pós-Ocupação (APO) funcional**. O caso de dois centros de diagnósticos por imagem em Campinas, SP. Dissertação de mestrado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2009.

UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY. **National best practices manual for building high performance schools**. Department of Energy, Washington, D.C.: Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, EUA, 2002.

UNITED STATES ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY DEPARTMENT CLEARINGHOUSE. **Energy design guidelines for high performance schools**. United States Department of Energy, EUA, 2002.

UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL (cord.). **Sustainable building technical manual green building design, construction and operations**. Sponsored by U. S. Department of Energy and U. S. Environmental Protection Agency, United States, 1996.

VALENTIN, Marcos Vargas. **Saídas de emergência em edifícios escolares**. Dissertação de mestrado. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da

Universidade de São Paulo, 2008.

VASSIMON, Teresa Rosolem de. Rio de Janeiro: concepção modular é resposta arquitetônica à ampliação da rede RIOURBE. In: **Revista ProjetoDesign**. São Paulo: Arco Editorial, 2004, v. 296, p. 76- 80.

VEITCH, J. A. Psychological processes influencing lighting quality. In: **Journal of the Illuminating Engineering Society**. Canadá, 2001, v. 30, nº1., p. 124-140.

VISCHER, Jacqueline C. The concept of environmental comfort in workplace performance. In: **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n.º 1, p. 21-34, 2007.

VOORDT, Theo. M. Van der; MAARLEVELD, Maartje. Performance of office buildings from a user's perspective. In: **Ambiente Construído**. Porto Alegre: ANTAC, 2006, v. 6, n.º 3, p. 7-20.

WAGORCKI, Pawel et al. **The effects of classroom air temperature and outdoor air supply rate on the performance of schoolwork by children**. International Centre for Indoor Environment and Energy. Technical University of Denmark. Denmark, 2005.

WASHINGTON SUSTAINABLE SCHOOLS PROTOCOL COMMITTEE. **Washington sustainable schools protocol**: criteria for high performance schools. Washington, D. C., 2006.

WASHOR, Elliot. **Innovative pedagogy and school facilities**. Rhode Island: Design Share, 2003.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Tradução Daniel Grassi. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZEISEL, Jonh. **Inquiry by Design**: Environment/Behavior/Neuroscience in Architecture, Interiors, Landscape, Planning. New York: W. W. Norton, 2006.

WEBSITES

BUILDINGEXODUS. Disponível em: <<http://fseg.gre.ac.uk/exodus/>>. Acesso em 3 dez. 2010.

DAYSIM. Disponível em: <<http://www.daysim.com/>>. Acesso em 20 jun. 2009.

ECOTECH. Disponível em: <<http://www.autodesk.com>>. Acesso em 28 jun. 2009.

ENVIRONMENTAL DESIGN RESEARCH ASSOCIATION - EDRA. Disponível em: <<http://www.edra.org/>>. Acesso em 10 dez. 2008.

INTERNATIONAL ASSOCIATION PEOPLE-ENVIRONMENT STUDIES. Disponível em: <<http://www.iaps-association.org/>>. Acesso em 10 dez. 2008.

CENTRE FOR EFFECTIVE LEARNING ENVIRONMENTS. Disponível em: <http://www.oecd.org/departement/0,3355,en_2649_35961311_1_1_1_1_1,00.html>. Acesso em 5 set. 2009.

DESIGNSHARE. Disponível em: <www.designshare.com>. Acesso em 5 jun. 2009.

FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. Disponível em: <<http://fde.sp.gov.br>>. Acesso em 2 mai. 2010.

GRUPO DE PESQUISA QUALIDADE E DESEMPENHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Disponível em: <<http://dgp.cnpq.br/buscaoperacional/detalhegrupo.jsp?grupo=0067604LW6DNHQ>>. Acesso em 19 out. 2010.

ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. Disponível em: <<http://www.ideb.inep.gov.br/>>. Acesso em 6 jun. 2009.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. Disponível em: <<http://www.oecd.org/>>. Acesso em 2 set. 2009.

OVE ARUP; PARTNERS LTDA. Disponível em: <<http://www.arup.com/environment/>>. Acesso em 16 jan. 2008.

SCHOOL WORKS. Disponível em: http://www.school-works.org/dSite_kingsdale2.asp. Acesso em 20 ago. 2009.

RADIANCE. Disponível em: <http://www.radsite.lbl.gov/>. Acesso em 20 jun. 2009.

RICHARD ROGERS PARTNERSHIP. Disponível em: <<http://www.richardrogers.co.uk>>. Acesso em 11 ago. 2009.

SISTEMA DE AVALIAÇÃO DE RENDIMENTO ESCOLAR DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <<http://saresp.fde.sp.gov.br/>>. Acesso em 6 jun. 2009.

ANEXOS

ANEXO 1 – CARTA DE APRESENTAÇÃO E SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA O ACESSO AOS ESTUDOS DE CASO

São Paulo, 24 de abril de 2008

Ao
Sr XXXXXXXXX
Fundação para o Desenvolvimento da Educação

Assunto: apoio para o desenvolvimento de pesquisa de mestrado.

Prezado senhor,

A minha orientanda de mestrado nesta Faculdade, arquiteta **Ana Judite G. Limongi França** está desenvolvendo pesquisa sob a minha orientação cujo foco é a Avaliação Pós-Ocupação de escolas estaduais projetadas e construídas desde 2000 utilizando estrutura pré-fabricada em concreto ou em aço, na região metropolitana de São Paulo. Além da análise do desempenho físico destes edifícios escolares e da satisfação dos usuários (alunos, professores, funcionários e na medida do possível pais ou responsáveis pelos alunos) a pesquisa da arq. Ana pretende realizar algumas análises relacionando a qualidade arquitetônica e construtiva com resultados do SARESP 2007.

Tanto a lista de edifícios escolares construídos como os dados do SARESP são dados de grande importância para o bom andamento da dissertação de mestrado da mestranda.

Assim, por meio desta gostaríamos de solicitar o acesso a esses dados, reiterando que a finalidade é exclusivamente acadêmica e que enviaremos os resultados da pesquisa à FDE.

Agradecemos desde já a colaboração nesta empreitada acadêmica e aproveitamos para reiterar a nossa mais alevada estima e consideração, colocando-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos.

Atenciosamente

Profa Dra Sheila Walbe Ornstein
Professora titular
Orientadora
Fone: 30914643 / fax 30914539
Email: sheilawo@usp.br

ANEXO 2 – FICHA PARA A AVALIAÇÃO DE AMBIENTES

Escola A - Ficha de Avaliação de Ambiente: _____

Data: _____ Início: _____ Término: _____

Condições Climáticas: ☐ ensolarado ☐ nublado ☐ chuvoso

Sensação Térmica: ☐ quente ☐ ameno ☐ frio

Uso aferido confere com projeto de arquitetura: ☐ sim ☐ não, uso previsto em projeto _____

Aspecto					Avaliação
	☹	0	☺	Não se aplica	Observações
Espaço pessoal					
Espaço compartilhado					
Oportunidades para socialização					
Circulação					
Acessibilidade					
Adaptabilidade tecnológica					
Estanqueidade					
Drenagem					
Dimensionamento					
Conforto visual					
Iluminação natural					
Conforto acústico					
Temperatura					
Ventilação, correntes de ar, renovação de ar					
Flexibilidade de uso					
Especificação dos acabamentos					
Aspecto estético					
Integração com outros ambientes					
Adequação das instalações					
Cores					
Distração visual					
Mobilidade do mobiliário					
Acessibilidade do mobiliário					
Lousas e quadros para exposição					
Flexibilidade de layout					
Vãos e vedos					
Segurança pessoal					
Segurança patrimonial					

Ficha técnica	Foto do ambiente
Área (m²): Área prevista no programa de necessidades FDE (m²): Número de usuários: 160 Usos: Realizações de refeições. Não está previsto o uso do refeitório para socialização Natureza do uso: Média permanência Planta: Alterações de projeto: ☐ sim ☐ não Motivo alegado:	

Adaptado de: Sanoff, 2007.

Fonte: Acervo da pesquisadora.

ANEXO 3 –ROTEIROS PARA ENTREVISTAS

ENTREVISTA APLICADA AOS ARQUITETOS

Atividade: Entrevista		Data:	
Entrevistado:		Hora:	
Observações:		Início:	Término:
<p>Moderador(es):</p> <p><i>Roteiro de Entrevista – Arquitetos</i></p> <p>1 Como foi o desenvolvimento do projeto para o edifício escolar, desde a ocasião da contratação?</p> <p>2 Qual a sua opinião sobre o programa dos edifícios escolares proposto pela FDE?</p> <p>3 Você teve algum contato com os futuros usuários do edifício? Quais são suas impressões a respeito dos mesmos?</p> <p>4 Sentiu a necessidade de alguma informação ou projeto complementar durante a elaboração do projeto, que não pôde ser suprida? Se sim, qual?</p> <p>5 Houve a participação da comunidade e/ou da diretoria durante o desenvolvimento do projeto? Você considera este aspecto relevante para o bom resultado do projeto?</p> <p>6 O que você acha do sistema estrutural pré-fabricado utilizado atualmente pelas escolas estaduais de São Paulo?</p> <p>7 Em sua opinião, como as diretrizes de projeto interferem no processo criativo do arquiteto?</p> <p>8 Quais foram as maiores dificuldades encontradas na elaboração do projeto?</p> <p>9 Houve algum tipo de restrição que, em sua opinião, interferiu negativamente no resultado final?</p> <p>10 Você visitou o canteiro de obras?</p> <p>11 Você teve a oportunidade de visitar o edifício após a sua conclusão?</p> <p>12 Teve algum tipo de retorno da FDE ou da diretoria da escola a respeito dos resultados?</p> <p>13 De quê você mais se orgulha neste projeto?</p> <p>14 Considera que o edifício atende aos propósitos para os quais foi construído?</p> <p>15 Considerando as etapas de contratação, elaboração de projeto, execução de obra, ocupação e manutenção do edifício, mudaria algo se estivesse ao seu alcance?</p> <p>Muito obrigada.</p>			

ENTREVISTA APLICADA AOS RESPONSÁVEIS PELO SARESP

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO - SARESP		Ficha nº: 00-X
Atividade: Entrevista		Data:
Entrevistado:	Hora:	
Observações:	Início:	Término:
<p>Moderador(es):</p> <p><i>Roteiro Entrevista – Responsáveis pelo SARESP</i></p> <p>1 Quais são, em sua opinião, os principais aspectos que interferem no desempenho dos alunos?</p> <p>2 Em sua opinião, as condições físicas do edifício interferem no aproveitamento dos estudantes e dos docentes?</p> <p>3 É possível identificar, ao longo das edições do SARESP, alguma tendência quanto ao desempenho dos alunos?</p> <p>4 Acha que existe relação entre o desempenho dos alunos e a evasão escolar?</p> <p>5 De acordo com seu ponto de vista, existe diferença de desempenho entre os alunos das escolas mais antigas e os das construídas ao longo da última década?</p> <p>6 Se sim, a que fatores você atribui esta diferença?</p> <p>7 Se pudesse sugerir uma alteração no sistema vigente, o que seria?</p> <p>Muito obrigada.</p>		

ENTREVISTA APLICADA AOS ESPECIALISTAS EM CONFORTO AMBIENTAL

ESPECIALISTAS EM CONFORTO AMBIENTAL		Ficha nº: 00-X
Atividade: Entrevista		Data:
Entrevistado:		Hora:
Observações:		Início: Término:
<p>Moderador(es):</p> <p><i>Roteiro Entrevista – Especialista em Conforto Ambiental</i></p> <p>1 Poderia nos contar sobre sua experiência no processo de avaliação das escolas geridas pela FDE?</p> <p>2 As diretrizes de projeto elaboradas foram implantadas? (em caso negativo, por quê?)</p> <p>3 Quais são, em sua opinião, os principais pontos positivos do atual processo de projeto e construção?</p> <p>4 Há aspectos que poderiam ser melhorados? Quais?</p> <p>5 Qual é a sua impressão sobre o desempenho destes edifícios, no que diz respeito ao conforto ambiental?</p> <p>6 Em sua opinião, espaço construído oferecido aos alunos pode interferir no seu desempenho? Se sim, de que forma?</p> <p>7 Que providências, segundo o seu ponto de vista, poderiam ser tomadas para evitar aspectos críticos de conforto ambiental, na implantação de uma nova escola?</p> <p>8 Por favor comente sobre eventuais iniciativas para a remediação de aspectos críticos em edifícios já construídos e ocupados.</p> <p>9 Que iniciativas poderiam ser tomadas para minimizar situações críticas envolvendo o desempenho do edifício nas novas escolas? E nas existentes?</p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">Muito obrigada.</p>		

ENTREVISTA APLICADA AOS DIRETORES DAS ESCOLAS

ESCOLA XXXX		Ficha nº: 001-E
Atividade: Entrevista		Data: _____
Entrevistado:		Hora: _____
Observações:		Início: _____ Término: _____
Condições climáticas: Sensação térmica:		
Moderador(es):		
<i>Entrevista - Diretor</i>		
1	Já trabalhou em outras escolas? Se sim, qual (is)?	
2	Em sua opinião, esta escola é melhor ou pior? Por quê?	
3	Você teve a oportunidade de participar do processo de projeto da escola? Houve, em algum momento, o envolvimento da comunidade?	
4	Como foi a elaboração programa de necessidades?	
5	Em sua opinião, o programa do edifício atende às necessidades?	
6	Qual (is) é (são) as maiores qualidades deste edifício escolar?	
7	Qual (is) é (são) os aspectos que precisam ser revistos com maior urgência?	
8	Existem ambientes vistos como críticos ou problemáticos?	
9	Há problemas freqüentes relacionados ao vandalismo? Se sim, quais?	
10	É possível a identificação dos autores? Por quê?	
11	O edifício é de fácil manutenção?	
12	Há algum programa de manutenção para assegurar que o prédio esteja em boas condições?	
13	Você considera os espaços da escola flexíveis, de forma a permitir atividades alternativas? Em sua opinião, este aspecto é importante?	
14	Você considera o edifício confortável?	
15	Acha que existe relação entre o desempenho dos alunos e a evasão escolar?	
16	Você considera que as condições físicas de moradia dos alunos influenciam no aprendizado?	
17	Em sua opinião, como a comunidade vê a escola?	
18	Existem atividades no sentido de promover a integração entre a escola e a comunidade?	
19	Existe acesso livre a todos os ambientes da escola necessários ao aprendizado?	
20	Sente falta de algum tipo de espaço para o desenvolvimento das atividades escolares?	
<i>CONTINUA...</i>		

CONTINUAÇÃO

- 21 Se pudesse mudar algo na sala de aula, o que seria?
- 22 Com que frequência as aulas são interrompidas por mau comportamento?
- 23 Você considera o ambiente escolar seguro, limpo e bem apresentado para seus propósitos?
- 24 Quais são os principais pontos positivos desta escola? E os negativos?
- 25 O que você colocaria na escola (edifício)?
- 26 O que você tiraria da escola (edifício)?

Muito obrigada.

ANEXO 4 – ROTEIROS PARA ATIVIDADES DE GRUPO FOCAL

ROTEIRO PARA A ATIVIDADE DE GRUPO FOCAL – PROFESSORES

ESCOLA XXX		Ficha nº: 00-X
Atividade: Grupo focal		Data:
PROFESSORES		
Número de participantes:		Hora:
Condições climáticas:		Início:
Sensação térmica:		Término:
Moderador(es): <i>Atividade de Grupo Focal – Professores</i> 1 Há quanto tempo leciona? 2 Você já lecionou em outra escola? 3 Se você respondeu sim, o que pensa de sua escola atual, em relação à anterior? 4 Qual (is) é (são) as maiores qualidades deste edifício escolar? 5 Qual (is) é (são) os aspectos que precisam ser revistos com maior urgência? 6 Existem ambientes vistos como críticos ou problemáticos? 7 Há problemas freqüentes relacionados ao vandalismo? Quais? 8 É possível a identificação dos autores? Por quê? 9 Vocês sentem os alunos e a comunidade integrados com a escola? 10 Em sua opinião, a sala de aula é um espaço adequado? 11 Você tem a oportunidade de dar sua opinião sobre a escola? 12 Você considera o ambiente escolar seguro, limpo e bem apresentado para seus propósitos? 13 Se pudessem mudar algo neste prédio, o que seria? <div style="text-align: center;">Muito obrigada.</div>		

ROTEIRO PARA A ATIVIDADE DE GRUPO FOCAL- FUNCIONÁRIOS DE MANUTENÇÃO E LIMPEZA

ESCOLA XXX

Ficha nº: 00-X

Atividade: Grupo focal

Data:

FUNCIONÁRIOS DA LIMPEZA

Número de participantes:

Hora:

Início:

Término:

Condições climáticas:

Sensação térmica:

Moderador(es):

Atividade de Grupo Focal – Funcionários da limpeza

- 1 Já trabalhou em outras escolas?
- 2 Se sim, qual?
- 3 Em sua opinião, esta escola é melhor ou pior? Por quê?
- 4 Qual (is) é (são) as maiores qualidades deste edifício escolar?
- 5 Qual (is) é (são) os aspectos que precisam ser revistos com maior urgência?
- 6 Existem ambientes vistos como críticos ou problemáticos?
- 7 Há problemas freqüentes relacionados ao vandalismo? Quais?
- 8 É possível a identificação dos autores? Por quê?
- 9 O edifício é de fácil manutenção?
- 10 Mudaria algo?
- 11 Você tem a oportunidade de dar sua opinião sobre a escola?
- 12 Você considera o ambiente escolar seguro, limpo e bem apresentado para seus propósitos?
- 13 Há algum programa de manutenção para assegurar que o prédio esteja em boas condições?

Muito obrigada.

ROTEIRO PARA A ATIVIDADE DE GRUPO FOCAL – FUNCIONÁRIOS COM FUNÇÕES ADMINISTRATIVAS

ESCOLA XXX		Ficha nº: 00-X
Atividade: Grupo focal		Data:
FUNCIONÁRIOS COM FUNÇÕES ADMINISTRATIVAS		
Número de participantes:	Hora:	Início: Término:
Condições climáticas:	Sensação térmica:	
Moderador(es):		
<i>Atividade de Grupo Focal – Departamento Administrativo</i>		
<ol style="list-style-type: none"> 1 Já trabalhou em outras escolas? 2 Se sim, qual? 3 Em sua opinião, esta escola é melhor ou pior? Por quê? 4 Você considera este edifício escolar adequado aos seus propósitos? Por quê? 5 Qual (is) é (são) as maiores qualidades deste edifício escolar? 6 Como é o relacionamento da escola com a comunidade? 7 Qual (is) é (são) os aspectos que precisam ser revistos com maior urgência? 8 Existem ambientes vistos como críticos ou problemáticos? 9 Há problemas freqüentes relacionados ao vandalismo? Quais? 10 É possível a identificação dos autores? Por quê? 11 Mudaria algo na distribuição dos espaços? 12 Você tem a oportunidade de dar sua opinião sobre a escola? 13 Você considera o ambiente escolar seguro, limpo e bem apresentado para seus propósitos? 		
Muito obrigada.		

ANEXO 5 – FORMULÁRIO PARA QUESTIONÁRIOS

FAUUSP

data: / /

Escola: _____

nº do questionário: _____

Informações pessoais:

- 1 Há quanto tempo estuda nesta escola? _____
- 2 Sexo: ☐ feminino ☐ masculino
- 3 Qual é a sua idade? _____
- 4 Você gosta de estudar nesta escola?
☐ sim ☐ não 4.a Por que? _____
- 5 Você já estudou em outra escola?
☐ sim ☐ não
- 6 Se você respondeu sim, o que pensa de sua escola atual, em relação à anterior?
☐ muito melhor ☐ melhor ☐ pior ☐ muito pior ☐ não se aplica
- 6.a Por que? _____
- 7 Nasceu em São Paulo?
☐ sim ☐ não. Em que cidade? _____
- 8 Se respondeu não, há quanto tempo mora em São Paulo
☐ há menos de um ano
☐ de um a três anos
☐ há mais de três anos
- 9 Quantas pessoas moram na sua casa?
☐ De uma a duas
☐ De três a quatro
☐ De cinco em diante. Quantas? _____
- 10 Quantas pessoas trabalham em sua casa?
☐ Ninguém está trabalhando no momento
☐ Uma pessoa. Quem? _____
☐ Duas pessoas. Quem? _____
☐ Mais de duas pessoas. Quem? _____
- 11 Você gosta do local onde mora?
☐ sim. Por que? _____
☐ não. Por que? _____
- 12 Responda com que frequência:
- 12.a As atividades escolares me impõe desafios constantemente e me permitem aprender novas coisas.
☐ Sempre ☐ A maior parte do tempo ☐ Raramente ☐ Nunca ☐ Não se aplica
- 12.b As atividades propostas me desafiam a colocar novas idéias em prática.
☐ Sempre ☐ A maior parte do tempo ☐ Raramente ☐ Nunca ☐ Não se aplica
- 12.c Eu compreendo os objetivos dos trabalhos propostos por meus professores.
☐ Sempre ☐ A maior parte do tempo ☐ Raramente ☐ Nunca ☐ Não se aplica
- 12.d Eu recebo apoio enquanto desenvolvo minhas atividades escolares.
☐ Sempre ☐ A maior parte do tempo ☐ Raramente ☐ Nunca ☐ Não se aplica
- 12.e Nesta escola, os estudantes, professores e funcionários se tratam com respeito.
☐ Sempre ☐ A maior parte do tempo ☐ Raramente ☐ Nunca ☐ Não se aplica
- 12.f Em minha casa, há um local adequado para estudar e fazer lição de casa
☐ Sempre ☐ A maior parte do tempo ☐ Raramente ☐ Nunca ☐ Não se aplica
- 12.g Eu venho para a escola preocupado com problemas que tenho em casa.
☐ Sempre ☐ A maior parte do tempo ☐ Raramente ☐ Nunca ☐ Não se aplica
- 12.h Eu percebo que esta escola foi construída para a comunidade.
☐ Sempre ☐ A maior parte do tempo ☐ Raramente ☐ Nunca ☐ Não se aplica

CONTINUA...

CONTINUAÇÃO

FAUUSP

Escola _____

data: / /

Relacionamento com a escola:

13. Você (ou alguém de sua família) utiliza(m) os espaços da escola fora do horário de aula?

☐ sim ☐ não 13.a. Para quê? ☐ jogar bola ☐ festas ☐ outros. Qual? _____

14. Que espaço você gostaria que houvesse na sua escola? _____

15. Dê a sua opinião sobre o tamanho da sua escola.

☐ excelente ☐ satisfatório ☐ insatisfatório ☐ péssimo ☐ não se aplica

16. Dê a sua opinião sobre o tamanho da sua sala de aula.

☐ excelente ☐ satisfatório ☐ insatisfatório ☐ péssimo ☐ não se aplica

17. Dê a sua opinião sobre a limpeza e a conservação das salas, banheiros e refeitório.

☐ excelente ☐ satisfatório ☐ insatisfatório ☐ péssimo ☐ não se aplica

18. Em sua escola, atos de vandalismo (pichações, quebra de mobiliário, etc) são:

☐ muito frequentes ☐ frequentes ☐ raramente acontecem ☐ nunca acontecem ☐ não se aplica

Acessibilidade:

19. Quanto tempo você leva normalmente para chegar a escola?

☐ menos de 15 minutos ☐ de 16 a 29 minutos ☐ 30 minutos ou mais

20. Como você vem para a escola normalmente? _____

21. Você é portador de necessidades especiais?

☐ sim. Qual? _____ ☐ não

22. Localizar uma sala em sua escola é:

☐ muito fácil ☐ fácil ☐ difícil ☐ muito difícil ☐ não se aplica

23. Dê a sua opinião sobre a distribuição e do tamanho das entradas, escadas e corredores.

☐ excelente ☐ satisfatório ☐ insatisfatório ☐ péssimo ☐ não se aplica

Conforto:

24. Dê a sua opinião sobre a temperatura de sua sala de aula nos dias quentes.

☐ excelente ☐ satisfatório ☐ insatisfatório ☐ péssimo ☐ não se aplica

25. Dê a sua opinião sobre a temperatura de sua sala de aula nos dias frios.

☐ excelente ☐ satisfatório ☐ insatisfatório ☐ péssimo ☐ não se aplica

26. Dê a sua opinião sobre a luz do sol em sua sala de aula. Considere sua carteira escolar e a lousa.

☐ excelente ☐ satisfatório ☐ insatisfatório ☐ péssimo ☐ não se aplica

27. De que forma você ouve o que a professora fala?

☐ excelente ☐ satisfatória ☐ insatisfatória ☐ péssima ☐ não se aplica

28. Como você classifica a ventilação de sua sala de aula?

☐ excelente ☐ satisfatória ☐ insatisfatória ☐ péssima ☐ não se aplica

29. Você sente algum tipo de desconforto na escola? (pode ser assinalada mais de uma opção)

a. cansaço
b. resfriado
c. dor. Onde? _____
d. dificuldade de concentração
e. dificuldade para ler
f. nenhum
g. outro. Qual? _____

d. procurar um hidrante
e. ficar junto do professor
f. não sei

Segurança:

30. Dê a sua opinião sobre a segurança da sua escola.

☐ excelente ☐ satisfatória ☐ insatisfatória ☐ péssima ☐ não se aplica

31. Em sua opinião, o que se deve fazer no caso de um incêndio?

a. jogar água no fogo
b. dirigir-se para a saída
c. procurar o extintor mais próximo

32. Se quiser fazer um comentário ou dar alguma sugestão para melhorar sua escola, utilize o espaço abaixo:

muito obrigado!

CONTINUA...

CONTINUAÇÃO

Em sua opinião, em qual(is) das salas de aula abaixo seria melhor estudar?

Justifique:

CONTINUA...

¹² Fonte das imagens utilizadas:

- A. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/alfredo-barbosa-jr-centro-educacional-16-09-2005.html>>, acesso em 14 nov. 2008.
- B. Disponível em: <<http://http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/aflalo-amp-gasperini-arquitetos-escola-maternal-15-08-2006.html>>, acesso em 14 nov. 2008.
- C. Disponível em: <<http://www.gettyimages.com>>, acesso em 14 nov. 2008.
- D. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/oscar-niemeyer-escola-publica-08-01-2008.html>>, acesso em 14 nov. 2008.

CONTINUAÇÃO

Em sua opinião, em qual(is) das escolas abaixo seria melhor estudar?

Justifique:

¹³Fonte das imagens utilizadas:

- A. Disponível em: <<http://aggois-m.ccems.pt/>>, acesso em 14 nov. 2008.
- B. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/marcos-acayaba-arquitetos-escola-mogi-09-01-2007.html>>, acesso em 14 nov. 2008.
- C. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/marcelo-amorim-e-silvana-lamas-da-matta-unidades-de-05-10-2004.html>>, acesso em 14 nov. 2008.
- D. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/alfredo-barbosa-jr-centro-educacional-16-09-2005.html>>, acesso em 14 nov. 2008.

ANEXO 6 – FORMULÁRIOS PARA *CHECKLISTS*

ACESSIBILIDADE

ENTORNO	
Material calçada: _____	
Regular / Boa Manutenção	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Firme / Sem Trepidações/ Estável	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Contínua / Sem Vãos	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Antiderrapante	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Inclinação até 3%	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Largura Livre igual ou maior que 1,20m	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Pisos Táteis (alerta e direcional)	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Percurso acessível até o ponto de ônibus	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Faixa de pedestres	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Semáforo para pedestres	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Rebaixamento de guias	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Vagas reservadas	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Mobiliário urbano adequado: telefones, lixeiras, etc (altura, sinalização etc.)	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Postes de luz :	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
ACESSOS - ENTRADAS E SAÍDAS	
Acesso a todos os espaços/ambientes	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Faixa livre (L= 1,20 m)	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Boa circulação / passagens livres	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Superfície : Regular / Boa manutenção/ Sem obstáculos	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
OBS:	
Superfícies com inclinação transversal de no máximo 2%	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Pisos Táteis (alerta e direcional)	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

CONTINUA...

CONTINUAÇÃO

CIRCULAÇÃO VERTICAL	
Boa circulação / passagens livres	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Identificação escrita em Braille	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
RAMPAS:	
Desníveis só até 0,015m	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Inclinação transversal de no máximo 2%	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Largura mínima	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Guia de balizamento (H mín = 0,05 m)	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Patamares no início e final de cada segmento (1,2 m de comprimento, no sentido do movimento)	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Faixa com textura diferenciada / piso tátil	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
ESCADAS:	
Largura livre mín = 1,20 m	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Inclinação máxima: 2%	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Degraus com espelho (0,16 a 0,18)	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Piso do degrau entre 0,28 e 0,32 m	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Patamar de 1,2 m de comprimento no sentido do movimento – a cada 3,2 m de altura	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Piso tátil antes do início e após o término de cada segmento (larg mín = 0,28 m)	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

CONTINUA...

CONTINUAÇÃO

Primeiro e último degraus de cada lance de escada estão a uma distância mínima de 0,30 m da área de circulação	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Identificação em Braille	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
ELEVADORES:	
Em funcionamento	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Acesso a todos os pavimentos	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Dimensões adequadas (mín = 1,10 X 1,4 m)	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Piso com revestimento antiderrapante	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Espelho fixado na parede oposta a porta	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Botoeiras e comandos sinalizados em Braille	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Botoeiras localizadas entre 0,89 e 1,35 m piso	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Registro visível e audível da chamada	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Identificação do pavimento no batente	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Piso tátil e linha guia	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
SANITÁRIO PREFERENCIAL	
Localização em rota acessível	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Entrada independente	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Porta abrindo para fora	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Dimensões mínimas: 1,50 X 1,70 m	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Espaços para aproximação e transferência (mr = 0,80 X 1,20 m/área de giro = Ø 1,50 m)	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Sem desníveis	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

CONTINUA...

CONTINUAÇÃO

Maçaneta tipo alavanca e tipo tranca de fácil utilização

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Vaso sanitário adequado (h = 0,46 m)

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Válvula de descarga de leve pressão (h máx = 1,10 m)

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Barras de apoio adequadas

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Acessórios (materiais, dimensões e alturas adequadas)

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Lavatório acessível (sem coluna ou gabinete/material, altura e dimensões adequados/barra)

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Torneira mono comando, alavanca, pressão ou sensor

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Chuveiro e acessórios (banco, registros adequados, acessórios, etc)

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Ducha higiênica

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Equipamento de emergência (ex. campainhas)

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

PAVIMENTO TÉRREO ACESSÍVEL À PESSOA COM DEFICIÊNCIA?

PAVIMENTO(S) SUPERIORES ACESSÍVEL (IS) À PESSOA COM DEFICIÊNCIA?

OBSERVAÇÕES:

FOTOS:

CONFORTO VISUAL

Checklist: Conforto Visual

Escola _____

Data: _____

Hora: _____

Condições de céu – _____

Tipo/ distribuição de acionamento da iluminação artificial – _____

1. DIMENSÕES DA SALA DE AULA TÍPICA (EM M)

largura	profundidade	altura

2. MEDIÇÕES DOS NÍVEIS DE ILUMINÂNCIA (Lux) – NBR:15215-4 (ABNT, 2004)

Nº de pontos necessários: ____

Altura: 0,76m (plano de trabalho)

Distribuição: _____

INSERIR PLANTA

Nível de iluminância previsto em norma: 300 lux.

Nível de iluminância externa, em local desobstruído: _____ lux

Disponibilidade de luz natural no plano horizontal, para a data do levantamento: _____

INSERIR PERFIL DE DISPONIBILIDADE DE LUZ PARA O DIA DO LEVANTAMENTO

Fonte: Software DLN (Scarazzato, 1995; 2004)

Com base na comparação dos níveis medidos e calculados, o dia avaliado pode ser considerado como típico para a época do ano?

sim ☐ não ☐

Atende ao nível mínimo previsto em norma?

sim ☐ não ☐

OBSERVAÇÕES: _____

CONTINUA...

3. IMPLANTAÇÃO

A implantação do edifício favorece a otimização da iluminação natural?

sim ☐ não ☐

OBSERVAÇÕES:

4. CONDIÇÕES DE ILUMINAÇÃO DAS SALAS DE AULA

Níveis de iluminância - ☐☐☐☐☐☐ +

Distribuição da luminância - ☐☐☐☐☐☐ +

Níveis de contraste - ☐☐☐☐☐☐ +

Controle de ofuscamento - ☐☐☐☐☐☐ +

Distribuição da iluminação natural - ☐☐☐☐☐☐ +

Eficiência do controle de incidência de raios solares diretos

sim ☐ não ☐

Iluminação nos planos em que se deseja focar atenção

sim ☐ não ☐

Há superfícies com visibilidade comprometida? Quais?

Cor dos acabamentos - ☐☐☐☐☐☐ +

Aspecto dos acabamentos - ☐☐☐☐☐☐ +

Rugosidade dos acabamentos - ☐☐☐☐☐☐ +

Distribuição da iluminação artificial - ☐☐☐☐☐☐ +

OBSERVAÇÃO: iluminação insuficiente no plano vertical (lousa)

Distribuição dos circuitos - ☐☐☐☐☐☐ +

Acionamento das luminárias - ☐☐☐☐☐☐ +

Condições de conservação/ manutenção da ilum. artificial

- ☐☐☐☐☐☐ +

Qualidade da visualização do exterior - ☐☐☐☐☐☐ +

5. CARACTERÍSTICAS DOS VÃOS

Iluminação lateral?

sim ☐ não ☐

CONTINUAÇÃO

Há um sistema de iluminação zenital?

sim ☐ não ☐

6. Há períodos críticos?

sim ☐ não ☐

Quais?

7. Impressão do ambiente, considerando o conforto visual:

Desagradável - ☐☐☐☐☐ + Agradável

Observações:

CONFORTO ACÚSTICO

Checklist : Acústica**Escola** _____**1. DIMENSÕES DA SALA DE AULA TÍPICA**

largura	profundidade	altura

2. DESCRIÇÃO DE ACABAMENTOS/ PROPRIEDADES ACÚSTICAS

Superfície	Acabamento	coeficiente de absorção do material(ais)			
		250 hz	500 hz	1000 hz	2000 hz
Piso					
parede 1					
parede 2 (lousa)					
parede 3 (externa)					
parede 4 (corredor)					
portas					
Caixilhos					
Lousa					
Teto					

3. IMPLANTAÇÃO

Há características de relevo que permitam a elaboração de desníveis e taludes, de forma a criar áreas de absorção?

sim ☐ não ☐**4. CONDIÇÕES DE ISOLAMENTO DAS SALAS DE AULA**Propagação pelo ar: sim ☐ não ☐Propagação pela estrutura do edifício: sim ☐ não ☐

CONTINUA...

CONTINUAÇÃO

5. INCIDÊNCIA DAS PRINCIPAIS FONTES DE RUÍDO IDENTIFICADAS

NATUREZA	ESTA ABAIXO DO NÍVEL SONORO DO AMBIENTE	E PERCEBIDO EM POUCOS MOMENTOS	ATRAPALHA CONSTANTEMENTE A COMPREENSAO DO QUE E DITO EM SALA
RUÍDO DO PÁTIO			
RUÍDO DA QUADRA			
RUÍDO INDIVIDUAL NO CORREDOR			
RUÍDO DE OUTRAS TURMAS SE DESLOCANDO PELAS ÁREAS DE CIRCULAÇÃO			
RUÍDO DO TRÁFEGO (RUA)			
RUÍDO DO METRO			
RUÍDO PROVENIENTE DE OUTRAS SALAS DE AULA			
RUÍDO EMITIDO NA PRÓPRIA SALA DE AULA			

6. O ruído produzido nas áreas de circulação é:

A. Pouco relevante. Está abaixo do ruído ambiente

B. Relevante. É percebido, mas em poucos momentos

☐

C. Muito relevante (atrapalha a aula constantemente)

☐

6.a De que forma este ruído chega à sala de aula?

A. Pela porta:

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐B. Pelos vitrões de ventilação permanente: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

CONTINUA...

CONTINUAÇÃO

- C. Pelas janelas: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
- D. Pelos componentes construtivos: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
- E. Outros. Qual (is)?

7. O ruído produzido no pátio é:

- A. Pouco relevante. Está abaixo do ruído ambiente ☐
- B. Relevante. É percebido, mas em poucos momentos ☐
- C. Muito relevante (atrapalha a aula constantemente) ☐

7.a De que maneira este ruído chega à sala de aula?

- A. Pela porta: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
- B. Pelos vitrões de ventilação permanente: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
- C. Pelas janelas: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
- D. Pelos componentes construtivos: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
- E. Outros. Qual (is)?

8. O ruído produzido na quadra é:

- A. Pouco relevante. Está abaixo do ruído ambiente ☐
- B. Relevante. É percebido, mas em poucos momentos ☐
- C. Muito relevante (atrapalha a aula constantemente) ☐

8.a De que maneira este ruído chega à sala de aula?

- A. Pela porta: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
- B. Pelos vitrões de ventilação permanente: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
- C. Pelas janelas: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
- D. Pelos componentes construtivos: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
- E. Outros. Qual (is)?

CONTINUA...

CONTINUAÇÃO

9. O ruído proveniente das áreas externas ao prédio é:

- A. Pouco relevante. Está abaixo do ruído ambiente ☐
- B. Relevante. É percebido, mas em poucos momentos ☐
- C. Muito relevante (atrapalha a aula constantemente) ☐

9.a De que maneira este ruído chega à sala de aula?

- A. Pela porta: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
- B. Pelos vitrôs de ventilação permanente: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
- C. Pelas janelas: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
- D. Pelos componentes construtivos: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
- E. Outros. Qual (is)?

10. O ruído proveniente de outras salas de aula é:

- A. Pouco relevante. Está abaixo do ruído ambiente ☐
- B. Relevante. É percebido, mas em poucos momentos ☐
- C. Muito relevante (atrapalha a aula constantemente) ☐

10.a De que maneira este ruído chega à sala de aula?

- A. Pela porta: : sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
- B. Pelos vitrôs de ventilação permanente: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
- C. Pelas janelas: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
- D. Pelos componentes construtivos: : sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
- E. Outros. Qual (is)?

Observações:

SEGURANÇA

Checklist : Segurança (no uso/ contra incêndio/ patrimonial)

Escola _____

1. O controle de acesso ao edifício escolar é:

Precário - ☐☐☐☐☐ + Eficiente não se aplica ☐

Considerando a localização dos ambientes administrativos:

2. Como é a visualização e controle do estacionamento?

Desfavorável - ☐☐☐☐☐ + Favorável não se aplica ☐

3. Como é a visualização e controle dos acessos ao edifício?

Desfavorável - ☐☐☐☐☐ + Favorável não se aplica ☐

4. Como é a visualização e controle das áreas de circulação?

Desfavorável - ☐☐☐☐☐ + Favorável não se aplica ☐

5. Como é a visualização e controle das instalações esportivas?

Desfavorável - ☐☐☐☐☐ + Favorável não se aplica ☐

6. Os muros e cobertura são de fácil visualização?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

7. Há áreas vulneráveis nos muros e gradis?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Qual (is)?

8. Há componentes na fachada que possam ser escalados por intrusos?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Qual (is)?

9. Os acessos, áreas externas e a fachada tem boa iluminação, permitindo a visualização de eventuais intrusos?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

10. Há algum sistema de monitoramento ou segurança instalado?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Qual (is)?

CONTINUA...

CONTINUAÇÃO

11. A escola demarca de maneira eficiente sua territorialidade?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

12. Existem pichações nos muros e fachadas?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

13. Como é o estado de conservação do edifício (pintura, vidros, portas)?

Péssimo - ☐☐☐☐☐ + Ótimo não se aplica ☐

13. Existem vestígios que sugiram que o edifício foi invadido por intrusos?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Qual (is)?

14. Foi identificada a presença da polícia nos arredores da escola?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

15. Foi identificada a presença de vandalismo em algum(ns) dos itens abaixo?

Dentro da sala de aula: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

De qual natureza?

Na sala de informática: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

De qual natureza?

No refeitório: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

De qual natureza?

Nos banheiros: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

De qual natureza?

Nos itens de segurança contra incêndio:

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

De qual natureza?

Nas áreas externas do edifício:

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

De qual natureza?

Grelhas, ralos, torneiras, válvulas e instalações hidráulicas:

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

De qual natureza?

CONTINUA...

CONTINUAÇÃO

Mobiliário:

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

De qual natureza?

Gradis:

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

De qual natureza?

Plantas:

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

De qual natureza?

Janelas, vidros:

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

De qual natureza?

Cobertura:

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

De qual natureza?

Paredes externas:

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

De qual natureza?

Paredes internas:

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

De qual natureza?

Pátio:

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

De qual natureza?

16. Como é o clima predominante na escola?

Negativo - ☐☐☐☐☐ + Positivo não se aplica ☐

CONTINUA...

CONTINUAÇÃO

17. Os funcionários demonstram estar motivados?

Nada motivados - ☐☐☐☐☐ + Muito motivados não se aplica ☐

18. Os funcionários demonstram estar motivados?

Nada motivados - ☐☐☐☐☐ + Muito motivados não se aplica ☐

19. Os alunos demonstram estar motivados?

Nada motivados - ☐☐☐☐☐ + Muito motivados não se aplica ☐

20. Foram identificadas regras claras envolvendo comportamento e disciplina?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Observações:

21. Existem locais com chave para a guarda de pertences dos alunos?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Qual (is)?

22. Há rotas de fuga permanentemente desobstruídas para a utilização em caso de emergência?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

23. Existem elementos de comunicação visual demarcando as rotas de fuga estão demarcadas de forma clara?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

24. Como é o estado de conservação dos equipamentos de proteção ativa contra incêndio?

Precário - ☐☐☐☐☐ + Excelente não se aplica ☐

25. Como é o acesso aos ambientes de ensino, caso seja necessário um procedimento ou remoção de emergência?

Precário - ☐☐☐☐☐ + Excelente não se aplica ☐

26. As saídas de emergência estão distribuídas de forma eficiente?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

27. Existem gradis e portas trancadas ao longo de rotas de acesso prioritárias?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

CONTINUA...

CONTINUAÇÃO

28. No caso de uma emergência, caso não seja possível a evacuação pela rota de fuga principal, existe alguma alternativa possível?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Qual (is)?

29. Foram identificados elementos pontiagudos ou cortantes, que possam causar acidentes?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Qual (is)?

30. Foram identificadas áreas que possibilitem escaladas ou quedas?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Qual (is)?

31. Os acessos à escola estão bem sinalizados e oferecem segurança aos alunos?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

32. Foi identificado comportamento de risco entre os alunos?

sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Qual (is)?

Observações:

CONSERVAÇÃO E ADEQUAÇÃO AO USO

Checklist : Flexibilidade e condições de conservação

Escola _____

1. Quais são as condições das instalações quanto à implementação e modernização de sistemas de TI?

Precário - ☐☐☐☐☐☐ + Excelente não se aplica ☐

2. Qual(is) dos ambientes abaixo tem instalações para implantação de TI previstas em projeto:

Secretaria: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Diretoria: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Sala dos professores: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Coordenação: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Salas de aula: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Sala de computação: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Salas de uso múltiplo: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Sala de Leitura/ Biblioteca: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Cozinha: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Outros [Qual(is)?]

3. Qual(is) dos ambientes abaixo tem instalações para implantação de TI adaptadas pelos usuários:

Secretaria: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Diretoria: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Sala dos professores: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Coordenação: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Salas de aula: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Sala de computação: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Salas de uso múltiplo: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Sala de Leitura/ Biblioteca: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Cozinha: sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

CONTINUA...

CONTINUAÇÃO

Outros [Qual(is)?]

4. É possível realizar alterações de leiaute, com qualidade, nos ambientes abaixo?

Secretaria:	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Diretoria:	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Sala dos professores:	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Coordenação:	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Salas de aula:	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Sala de computação:	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Salas de uso múltiplo:	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Sala de Leitura/ Biblioteca:	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐
Cozinha:	sim ☐ não ☐ não se aplica ☐

Outros [Qual(is)?]

5. Qual é o estado de conservação de:

Pintura:	Precário - ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ + Excelente não se aplica ☐
Janelas :	Precário - ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ + Excelente não se aplica ☐
Portas:	Precário - ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ + Excelente não se aplica ☐
Equipamento de combate a incêndio:	Precário - ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ + Excelente não se aplica ☐
Elevadores:	
Pisos:	Precário - ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ + Excelente não se aplica ☐
Paredes:	Precário - ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ + Excelente não se aplica ☐
Cobertura:	Precário - ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ + Excelente não se aplica ☐
Banheiros:	Precário - ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ + Excelente não se aplica ☐
Ralos:	Precário - ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ + Excelente não se aplica ☐
Torneiras:	Precário - ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ + Excelente não se aplica ☐
Observações:	

ANEXO 7 – CD-ROM