

Fernanda Cristina Ferreira

**Procedimento de avaliação de conforto ambiental e eficiência
energética aplicado a um caso típico da Rede Estadual de
Escolas Públicas de Minas Gerais**

Belo Horizonte
Escola de Arquitetura da UFMG
2006

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

FICHA CATALOGRÁFICA

F383p

Ferreira, Fernanda Cristina

Procedimento de avaliação de conforto ambiental e eficiência energética aplicado a um caso típico da Rede Estadual de Escolas Públicas de Minas Gerais / Fernanda Cristina Ferreira - 2006

256f. : il.

Orientadora: Eleonora Sad de Assis
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Arquitetura – Aspectos ambientais 2. Arquitetura e conservação de energia 3. Instalações escolares – Minas Gerais (MG) I. Assis, Eleonora Sad de II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura III. Título

CDD : 720.47

Fernanda Cristina Ferreira

Procedimento de avaliação de conforto ambiental e eficiência energética aplicado a um caso típico da Rede Estadual de Escolas Públicas de Minas Gerais

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Área de Concentração: Teoria e Prática do Projeto de Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Eleonora Sad de Assis.
Universidade Federal de Minas Gerais.

Belo Horizonte
Escola de Arquitetura da UFMG
2006

Dedico este trabalho aos meus pais Sebastião e Júlia, à minha querida irmã e amiga incondicional Flávia, aos meus irmãos Ricardo e Rodrigo, e ao meu amado esposo Antônio, pelo incentivo e apoio em tempo integral.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos às pessoas e instituições que me apoiaram na realização deste trabalho:

À professora Doutora Eleonora Sad de Assis, da EAUFMG, pela orientação, dedicação e amizade demonstrada;

À professora Doutora Roberta Vieira Gonçalves de Souza, da EAUFMG, pelas preciosas colaborações durante a realização deste trabalho e por aceitar participar de minha banca;

À Doutora Antônia Sonia Alves Cardoso Diniz, da CEMIG, por aceitar participar de minha banca;

À Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) pelo financiamento do Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento CEMIG 4020000010: Abordagem Integrada da Eficiência Energética e Energia Renováveis, onde se insere este trabalho;

À Sra. Vanessa Guimarães Pinto, Secretária de Educação do Estado de Minas Gerais, pela colaboração na seleção do estudo de caso;

Ao Arquiteto Márcio Lutzosa, ex-funcionário da CARPE, pelas informações concedidas sobre a criação do padrão CARPE;

Ao arquiteto Cleber José da Costa, do DEOP, pelas informações concedidas sobre o padrão CARPE e o padrão NEEC;

À Lúcia Vieira Braga e Arlete Nunes Vasconcelos Santos, diretora e vice-diretora da Escola Estadual Pero Vaz de Caminha, por permitirem a realização deste trabalho;

Aos professores, funcionários e alunos da Escola Estadual Pero Vaz de Caminha, pela colaboração com o desenvolvimento dessa pesquisa;

À professora Doris C. C. K. Kowaltowski, da Unicamp, pelo fornecimento dos exemplares do Manual de Conforto Ambiental;

Ao professor César Gualtiere, da EAUFMG, pela oportunidade de exercer monitoria na disciplina Projeto IV, do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo;

À Sílvia Viera Gondin, aluna do curso de Arquitetura e Urbanismo da EAUFMG, pela colaboração durante os levantamentos;

À arquiteta Rejane Magig Loura, pela amizade e colaboração nas simulações com o programa *Energyplus*[®];

Ao arquiteto Marcelo Barreto, pela colaboração nas simulações com o *AutodeskViz*[®];

À Aleida Soares, pela colaboração no tratamento estatístico dos dados levantados junto aos usuários da Escola Estadual Pero Vaz de Caminha;

À Dra. Daniela Vieira de Aguiar, médica oftalmologista da Clínica de Olhos da Santa Casa de Belo Horizonte, pela amizade e importante colaboração na elaboração das questões referentes ao conforto luminoso no questionário apresentado aos usuários da Escola Pero Vaz de Caminha;

À Melissa Nascimento de Castro, pela amizade e informações cedidas.

Ao Sr. Wuberdan Gonçalves Pereira, coordenador do Programa de Gestão Energética do Estado de Minas Gerais, pelas informações cedidas a respeito do consumo energético do setor de escolas públicas do estado.

"A cada dia que vivo, mais me convenço de que o desperdício da vida está no amor que não damos, nas forças que não usamos, na prudência egoísta que nada arrisca, e que, esquivando-se do sofrimento, perdemos também a felicidade."

(C. Drummond de Andrade)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	24
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	
	2.1 Estudos Precedentes	34
	2.1.1 Panorama das pesquisas internacionais	34
	2.1.2 Estudos Brasileiros	35
	2.2 Políticas de Redução do Consumo de Energia Elétrica	44
	2.2.1 Os casos dos EUA e da França	44
	2.2.2 O Caso Brasileiro	46
	2.2.3 O Caso da Califórnia - EUA	50
	2.3 Técnicas empregadas em APO	53
	2.3.1 Variáveis envolvidas em APO	55
	2.3.2 Definição do Estudo de Caso	57
	2.3.3 Coleta de dados	58
	2.3.4 Técnicas de Amostragem	61
	2.3.5 Pré-teste	64
	2.3.6 Definição da Escala de Valores	64
	2.3.7 Análise dos dados	65
	2.3.8 Simulação computacional	65
	2.3.9 Diagnóstico	72
3	ESTUDO DE CASO	
	3.1 Breve histórico sobre a arquitetura escolar em Minas Gerais	74
	3.2 Definição do Estudo de Caso	79
	3.3 Descrição do Estudo de Caso	82
	3.3.1 Características de Projeto e de Ocupação	82
	3.3.2 Descrição do Sistema Construtivo Predominante	85
	3.3.3 Características dos Usuários	87
	3.4 Definição das Variáveis	88
4	METODOLOGIA	
	4.1 Considerações Gerais	92
	4.2 Fluxograma da pesquisa	93
	4.3 Levantamento local de dados	95

4.3.1	Levantamento do projeto e dos dados construtivos do edifício	95
4.3.2	Levantamento do consumo e regime de utilização das inst. elétricas	96
4.3.3	Levantamento dos níveis de satisfação dos usuários	97
4.3.4	Levantamento das iluminância nas salas de aula	102
4.4	Processamento dos dados	103
4.4.1	Equalização dos dados demográficos	103
4.4.2	Macroanálise energética e identificação dos consumos desagregados ..	105
4.4.3	Tratamento estatístico dos dados levantados junto aos usuários	108
4.5	Simulação de desempenho	110
4.6	Análise dos resultados	113
5	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	
5.1	Apresentação dos dados demográficos e macroanálise energética	117
5.2	Análise do consumo desagregado	120
5.3	Análise do potencial de redução do consumo energético	126
5.4	Análise de conforto térmico	129
5.5	Análise de conforto luminoso	140
5.6	Análise de conforto acústico	146
5.7	Análise funcional	147
6	CONCLUSÕES	152
	REFERÊNCIAS	160
	APÊNDICE A Projetos e fotos da E. E. Pero Vaz de Caminha	168
	APÊNDICE B Tabelas de rotinas e consumo desagregado estimado	180
	APÊNDICE C Questionários de satisfação dos usuários	195
	APÊNDICE D Gráficos e tabelas da análise estatística dos questionários	207
	APÊNDICE E Gráficos da análise de conforto térmico	215
	APÊNDICE F Formulários levados a campo nas medições de iluminâncias	227
	APÊNDICE G Outras imagens das simulações de iluminação	232
	ANEXO A Tabelas de seleção de amostra em APO	235
	ANEXO B Projeto de uma das tipologias proposta para o NEEC	237
	ANEXO C Tabelas com os consumos da Escola E. Pero Vaz fornecidas pela CEMIG	

para os anos de 1999 à 2004	240
ANEXO D Dados demográficos da Escola E. Pero Vaz para os anos 2002 a 2004 fornecidos pela direção da escola	242
ANEXO E Vista área da Escola E. Pero Vaz	243
ANEXO F Relação das escolas públicas de Belo Horizonte	244

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 Variáveis internas e externas de uma APO energética	56
FIGURA 02 Planta do 1º. pavimento do Padrão Carpe	75
FIGURA 03 Planta do 2º. pavimento do Padrão Carpe	75
FIGURA 04 Foto do sistema construtivo do Padrão Carpe	76
FIGURA 05 Foto da circulação das salas de aula do Padrão Carpe	76
FIGURA 06 Imagem ilustrativa do Padrão NEEC	77
FIGURA 07 Fluxograma da pesquisa	94
FIGURA 08 Proj. luminot. das salas de aula antes e depois da proposta de <i>retrofit</i>	127
FIGURA 09 Diagrama de Givoni para o município de Belo Horizonte	130
FIGURA 10 Vista geral da Escola E. Pero Vaz	168
FIGURA 11 Vista pátio entre os blocos 01 e 02 da Escola E. Pero Vaz	168
FIGURA 12 Vista bloco 01 e acesso da Escola E. Pero Vaz	168
FIGURA 13 Vista blocos 01, 02, 03 e 04 da Escola E. Pero Vaz	168
FIGURA 14 Vista escada de acesso ao 2º. pavimento da Escola E. Pero Vaz	168
FIGURA 15 Vista da escada a partir do 2º. pavimento da Escola E. Pero Vaz	168
FIGURA 16 Vista da circulação do bloco 01 da Escola E. Pero Vaz	169
FIGURA 17 Vista da circulação do bloco 02 da Escola E. Pero Vaz	169
FIGURA 18 Vista do fundo de uma das salas da Escola E. Pero Vaz	169
FIGURA 19 Vista da frente de uma das salas da Escola E. Pero Vaz	169
FIGURA 20 Vista do acesso de pedestres à Escola E. Pero Vaz	169
FIGURA 21 Vista geral do refeitório da Escola E. Pero Vaz	168
FIGURA 22 Planta movimento de terra da Escola E. Pero Vaz	170
FIGURA 23 Planta de implantação da Escola E. Pero Vaz	170
FIGURA 24 Corte Trans. e Fachada Lat. blocos 01 e 02 Escola E. Pero Vaz	170
FIGURA 25 Planta geral I pavimento blocos 01 e 02 da Escola E. Pero Vaz	171
FIGURA 26 Planta layout I pavimento blocos 01 e 02 Escola E. Pero Vaz	172
FIGURA 27 Planta luminotécnica I pavimento blocos 01 e 02 Escola E. Pero Vaz ...	173
FIGURA 28 Planta geral II pavimento blocos 01 e 02 da Escola E. Pero Vaz	174
FIGURA 29 Planta layout II pavimento blocos 01 e 02 Escola E. Pero Vaz	175
FIGURA 30 Planta luminotécnica II pavimento blocos 01 e 02 Escola E. Pero Vaz ..	176
FIGURA 31 Planta de cobertura dos blocos 01 e 02 Escola E. Pero Vaz	177
FIGURA 32 Fachadas e Corte Long. blocos 01 e 02 Escola E. Pero Vaz	178

FIGURA 33 Plantas dos blocos 03 e 04 da Escola E. Pero Vaz	179
FIGURA 34 Planta pontos de medição de luminâncias da sala 03	227 e 228
FIGURA 35 Planta pontos de medição de iluminâncias da sala 12	229 e 230
FIGURA 36 Planta pontos de medição de luminâncias noturna	231
FIGURA 37 Imagem renderizada da sala 03 pela manhã	232
FIGURA 38 Imagem renderizada da sala 03 pela tarde	232
FIGURA 39 Imagem renderizada da sala 03 no período da noite	232
FIGURA 40 Imagem renderizada da sala 12 pela manhã	233
FIGURA 41 Imagem renderizada da sala 12 pela tarde	233
FIGURA 42 Imagem renderizada da sala 12 no período da noite	233
FIGURA 43 Planta do pavimento térreo do padrão NEEC	237
FIGURA 44 Elevação frontal e lateral direita do padrão NEEC	237
FIGURA 45 Planta do pavimento tipo do padrão NEEC	238
FIGURA 46 Elevação lateral esquerda e corte do padrão NEEC	238
FIGURA 47 Vista externa do edifício do padrão NEEC	239
FIGURA 48 Vista interna do edifício do padrão NEEC	239
FIGURA 49 Perspectiva ilustrativa do exterior do padrão NEEC	239
FIGURA 50 Perspectiva ilustrativa do interior do padrão NEEC	239
FIGURA 51 Vista aérea da Escola E. Pero Vaz	243

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 Consumo estimado desagregado por usos da Escola E. Pero Vaz	121
GRÁFICO 2 Consumo estimado desagregado por usos para o bloco 01	122
GRÁFICO 3 Consumo estimado desagregado por usos para o bloco 02	123
GRÁFICO 4 Consumo estimado desagregado por usos para o bloco 04	123
GRÁFICO 5 Consumo estimado desagregado por setor para iluminação	124
GRÁFICO 6 Consumo estimado desagregado por setor para equipamento	124
GRÁFICO 7 Consumo estimado desagregado dos blocos 01 e 02 - Excel	125
GRÁFICO 8 Consumo estimado desagregado dos blocos 01 e 02 - <i>Energyplus</i> [®]	125
GRÁFICO 9 Comparativo consumo sit. atual, pot. instalado e a prop. de retrofit	128
GRÁFICO 10 Comparativo cons. sit. atual, pot. Inst. e a prop. de retrofit por bloco ..	129
GRÁFICO 11 Temperatura média do ar para a sala 08	131
GRÁFICO 12 Temperatura média radiante para a sala 08	131
GRÁFICO 13 Umidade relativa do ar para a sala 08	132
GRÁFICO 14 Temperatura média do ar para a sala 08 versus temp. externa	134
GRÁFICO 15 Balanço térmico da sala 08	134
GRÁFICO 16 Cargas térmicas devido as fonte internas	135
GRÁFICO 17 Taxa de renovação do ar para a sala 08	137
GRÁFICO 18 Opinião alunos relativo ao conforto térmico no inverno	139
GRÁFICO 19 Opinião alunos relativo ao conforto térmico no verão	139
GRÁFICO 20 Iluminância da sala 03 manhã c/ dados medidos	142
GRÁFICO 21 Iluminância da sala 03 tarde c/ dados medidos	142
GRÁFICO 22 Iluminância da sala 03 manhã a partir do modelo	142
GRÁFICO 23 Iluminância da sala 03 tarde a partir do modelo	142
GRÁFICO 24 Iluminância da sala 12 manhã c/ dados medidos	143
GRÁFICO 25 Iluminância da sala 12 tarde gerado c/ dados medidos	143
GRÁFICO 26 Iluminância da sala 12 manhã a partir do modelo	143
GRÁFICO 27 Iluminância da sala 12 tarde a partir do modelo	143
GRÁFICO 28 Opinião alunos - Iluminação natural	145
GRÁFICO 29 Opinião alunos - Iluminação natural + artificial	146
GRÁFICO 30 Opinião professores - principais ambientes da escola	148
GRÁFICO 31 Opinião alunos - principais ambientes da escola	148
GRÁFICO 32 Opinião professores - principais ambientes da escola	207

GRÁFICO 33 Opinião alunos - principais ambientes da escola	207
GRÁFICO 34 Opinião professores - conforto luminoso	209
GRÁFICO 35 Temperatura média do ar - sala 03	215
GRÁFICO 36 Umidade relativa do ar - sala 03	215
GRÁFICO 37 Temperatura média radiante - sala 03	216
GRÁFICO 38 Taxa de renovação do ar - sala 03	216
GRÁFICO 39 Temperaturas médias diárias do ar e radiante - sala 03	217
GRÁFICO 40 Médias diárias da umidade relativa do ar - sala 03	217
GRÁFICO 41 Temperatura média do ar - sala 07	218
GRÁFICO 42 Umidade relativa do ar - sala 07	218
GRÁFICO 43 Temperatura média radiante - sala 07	219
GRÁFICO 44 Taxa de renovação do ar - sala 07	219
GRÁFICO 45 Temperaturas médias diárias do ar e radiante - sala 07	220
GRÁFICO 46 Médias diárias da umidade relativa do ar - sala 07	220
GRÁFICO 47 Temperatura média do ar - sala 08	221
GRÁFICO 48 Umidade relativa do ar - sala 08	221
GRÁFICO 49 Temperatura média radiante - sala 08	222
GRÁFICO 50 Taxa de renovação do ar - sala 08	222
GRÁFICO 51 Temperaturas médias diárias do ar e radiante - sala 08	223
GRÁFICO 52 Médias diárias da umidade relativa do ar - sala 08	223
GRÁFICO 53 Temperatura média do ar - sala 12	224
GRÁFICO 54 Umidade relativa do ar - sala 12	224
GRÁFICO 55 Temperatura média radiante - sala 12	225
GRÁFICO 56 Taxa de renovação do ar - sala 12	225
GRÁFICO 57 Temperaturas médias diárias do ar e radiante - sala 12	226
GRÁFICO 58 Médias diárias da umidade relativa do ar - sala 12	226
GRÁFICO 59 Iluminância em perspectiva - sala 03 pela manhã	232
GRÁFICO 60 Iluminância em perspectiva - sala 03 pela tarde	232
GRÁFICO 61 Iluminância em perspectiva - sala 03 no período da noite	232
GRÁFICO 62 Iluminância em perspectiva - sala 12 pela manhã	233
GRÁFICO 63 Iluminância em perspectiva - sala 12 pela tarde	233
GRÁFICO 64 Iluminância em perspectiva - sala 12 no período da noite	233

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 Parâmetros Urbanísticos Estabelecidos pela Lei 8.137/00	83
TABELA 02 Relação de Alunos por Turma e por Turno na Escola E. Pero Vaz	88
TABELA 03 Regime de Utilização das Instalações e Equipamentos	97
TABELA 04 Relação dos Consumos Desagregados Finais para o Bloco 01	108
TABELA 05 Equalização dos Usuários	117
TABELA 06 Consumos Sazonais, Parciais e Totais em kWh	117
TABELA 07 Resumo de Macroanálises	119
TABELA 08 Relação dos Consumos Desagregados Finais para o Bloco 02	120
TABELA 09 Relação dos Consumos Desagregados Finais para o Bloco 04	121
TABELA 10 Síntese dos dados de medição de iluminância	141
TABELA 11 Opinião alunos sobre dificuldade de enxergar no quadro e carteira	144
TABELA 12 Opinião de professores e alunos sobre o conforto acústico	146
TABELA 13 Opinião de professores e alunos quanto à origem do barulho	146
TABELA 14 Opinião sobre a falta de algum espaço na escola	150
TABELA 15 Rotinas cantina - manhã e tarde	180
TABELA 16 Consumo desagregado estimado - cantina	180
TABELA 17 Rotinas refeitório - manhã e tarde	180
TABELA 18 Consumo desagregado estimado - refeitório	180
TABELA 19 Rotinas banho feminino - manhã e tarde	181
TABELA 20 Consumo desagregado estimado - banho feminino	181
TABELA 21 Rotinas banho masculino - manhã e tarde	181
TABELA 22 Consumo desagregado estimado - banho masculino	181
TABELA 23 Rotinas I.S. - manhã e tarde	181
TABELA 24 Consumo desagregado estimado - I.S.	181
TABELA 25 Rotinas sala 01 - manhã e tarde	182
TABELA 26 Consumo desagregado estimado - sala 01	182
TABELA 27 Rotinas sala merenda - manhã e tarde	182
TABELA 28 Consumo desagregado estimado - sala merenda	182
TABELA 29 Rotinas circulação 1º pavto bloco 01 - manhã e tarde	182
TABELA 30 Consumo desagregado estimado - circulação 1º pavto bloco 01	182
TABELA 31 Rotinas sala 08 - manhã e tarde	183
TABELA 32 Consumo desagregado estimado - sala 08	183

TABELA 33 Rotinas sala 09 - manhã e tarde	183
TABELA 34 Consumo desagregado estimado - sala 09	183
TABELA 35 Rotinas sala 10 - manhã e tarde	183
TABELA 36 Consumo desagregado estimado - sala 10	183
TABELA 37 Rotinas sala supervisora - manhã e tarde	184
TABELA 38 Consumo desagregado estimado - sala supervisora	184
TABELA 39 Rotinas sala 11 - manhã e tarde	184
TABELA 40 Consumo desagregado estimado - sala 11	184
TABELA 41 Rotinas sala 12 - manhã e tarde	184
TABELA 42 Consumo desagregado estimado - sala 12	184
TABELA 43 Rotinas circulação 2º. pavto bloco 01 - manhã e tarde	185
TABELA 44 Consumo desagregado estimado – circulação 2º. pavto bloco 01	185
TABELA 45 Rotinas sala vice diretora - manhã e tarde	185
TABELA 46 Consumo desagregado estimado – sala vice diretora	185
TABELA 47 Rotinas sala diretora - manhã e tarde	185
TABELA 48 Consumo desagregado estimado - sala diretora	185
TABELA 49 Rotinas secretaria - manhã e tarde	186
TABELA 50 Consumo desagregado estimado - secretaria	186
TABELA 51 Rotinas sala 02 - manhã e tarde	186
TABELA 52 Consumo desagregado estimado - sala 02	186
TABELA 53 Rotinas sala áudio visual - manhã e tarde	186
TABELA 54 Consumo desagregado estimado – sala áudio visual	186
TABELA 55 Rotinas baleiro - manhã e tarde	187
TABELA 56 Consumo desagregado estimado - baleiro	187
TABELA 57 Rotinas sala serviço pedagógico - manhã e tarde	187
TABELA 58 Consumo desagregado estimado - sala serviço pedagógico	187
TABELA 59 Rotinas I.S. professores - manhã e tarde	187
TABELA 60 Consumo desagregado estimado - I.S. professores	187
TABELA 61 Rotinas depósito limpeza - manhã e tarde	188
TABELA 62 Consumo desagregado estimado – depósito limpeza	188
TABELA 63 Rotinas circulação setor pedagógico - manhã e tarde	188
TABELA 64 Consumo desagregado estimado - circulação setor pedagógico	188
TABELA 65 Rotinas hall professores - manhã e tarde	188
TABELA 66 Consumo desagregado estimado - hall professores	188

TABELA 67 Rotinas almojarifado - manhã e tarde	189
TABELA 68 Consumo desagregado estimado - almojarifado	189
TABELA 69 Rotinas sala dos professores - manhã e tarde	189
TABELA 70 Consumo desagregado estimado - sala dos professores	189
TABELA 71 Rotinas circulação 1º. pavto bloco 02 - manhã e tarde	189
TABELA 72 Consumo desagregado estimado - circulação 1º. pavto bloco 02	189
TABELA 74 Rotinas sala 03 - manhã e tarde	190
TABELA 75 Consumo desagregado estimado - sala 03	190
TABELA 75 Rotinas sala 04 - manhã e tarde	190
TABELA 76 Consumo desagregado estimado - sala 04	190
TABELA 77 Rotinas sala 05 - manhã e tarde	190
TABELA 78 Consumo desagregado estimado - sala 05	190
TABELA 79 Rotinas sala 06 - manhã e tarde	191
TABELA 80 Consumo desagregado estimado - sala 06	191
TABELA 81 Rotinas sala 07 - manhã e tarde	191
TABELA 82 Consumo desagregado estimado – sala 07	191
TABELA 83 Rotinas circulação 2º. pavto bloco 02 - manhã e tarde	191
TABELA 84 Consumo desagregado estimado – circulação 2º. pavto bloco 02	191
TABELA 85 Rotinas biblioteca - manhã e tarde	192
TABELA 86 Consumo desagregado estimado - biblioteca	192
TABELA 87 Rotinas I.S. 01 e 02 biblioteca - manhã e tarde	192
TABELA 88 Consumo desagregado estimado - I.S. 01 e 02 biblioteca	192
TABELA 89 Rotinas sala administração - manhã e tarde	192
TABELA 90 Consumo desagregado estimado - sala administração	192
TABELA 91 Rotinas depósito bloco 03 - manhã e tarde	193
TABELA 92 Consumo desagregado estimado - depósito bloco 03	193
TABELA 93 Rotinas I.S. 03 - manhã e tarde	193
TABELA 94 Consumo desagregado estimado - I.S. 03	193
TABELA 95 Rotinas I.S. 04 - manhã e tarde	193
TABELA 96 Consumo desagregado estimado - I.S. 04	193
TABELA 97 Rotinas enfermaria - manhã e tarde	193
TABELA 98 Consumo desagregado estimado - enfermaria	193
TABELA 99 Rotinas laboratório - manhã e tarde	194
TABELA 100 Consumo desagregado estimado - laboratório	194

TABELA 101 Caracterização dos 87 alunos entrevistados	207
TABELA 102 Caracterização dos 12 professores entrevistados	207
TABELA 103 Opinião professores sobre tamanho dos ambientes	208
TABELA 104 Opinião alunos sobre tamanho dos ambiente	208
TABELA 105 Opinião alunos/turno sobre escola, sala de aula e vídeo	209
TABELA 106 Opinião alunos/turno sobre refeitório, pátio e biblioteca	209
TABELA 107 Opinião alunos/professores sobre escola, sala de aula e vídeo	209
TABELA 108 Opinião alunos/professores sobre refeitório, pátio e biblioteca	210
TABELA 109 Opinião alunos quanto ao conforto luminoso	210
TABELA 110 Opinião professores quanto ao conforto luminoso	210
TABELA 110 Opinião professores quanto ao conforto luminoso	211
TABELA 111 Opinião alunos quanto ao conforto luminoso/bloco	211
TABELA 112 Opinião sobre dificuldade de enxergar no quadro e carteira	211
TABELA 113 Opinião prof. sobre dif. dos alunos em enxergar no quadro e cart.	212
TABELA 114 Opinião alunos sobre qualidade da luz em casa	212
TABELA 115 Opinião professores/alunos quanto ao conforto térmico - inverno	212
TABELA 116 Opinião professores/alunos quanto ao conforto térmico - verão	212
TABELA 117 Sensações associadas ao conforto térmico - alunos e professores	212
TABELA 118 Opinião alunos quanto ao conforto térmico/bloco e turno	213
TABELA 119 Sugestões professores e alunos para melhoria da escola	213
TABELA 120 Reclamações dos professores e alunos	214
TABELA 121 Opinião professores sobre alterações no desempenho dos alunos	214
TABELA 122 Iluminâncias medidas para a sala 03 pela manhã	227
TABELA 123 Iluminâncias medidas para a sala 03 pela tarde	228
TABELA 124 Iluminâncias medidas para a sala 12 pela manhã	229
TABELA 125 Iluminâncias medidas para a sala 12 pela tarde	230
TABELA 126 Iluminâncias medidas para a sala 08 no período da noite	231
TABELA 127 Variável normal padronizada	235
TABELA 128 Níveis de confiança e valores de $\alpha/2$ correspondentes	235
TABELA 129 Amostras causais simples para nível de confiança de 95,5%	235
TABELA 130 Consumos Escola E. Pero Vaz - 1999	240
TABELA 131 Consumos Escola E. Pero Vaz - 2000	240
TABELA 132 Consumos Escola E. Pero Vaz - 2001	240
TABELA 133 Consumos Escola E. Pero Vaz - 2002	241

TABELA 134 Consumos Escola E. Pero Vaz - 2003	241
TABELA 135 Consumos Escola E. Pero Vaz - 2004	241
TABELA 136 Dados demográficos da Escola E. Pero Vaz - 2002 a 2004	242
TABELA 137 Relação das escolas públicas do Município de Belo Horizonte	244

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

3D - Três dimensões

ABEE - Associação Brasileira de Eficiência Energética

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

A_E - Alunos Equivalentes

ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica

APO - Avaliação Pós-Ocupação

BEN - Balaço Energético Nacional

BLAST - *Building Loads Analysis Thermodynamics*

CEFET/MG - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica da Eletrobrás

CHPS - Collaborative for High Performance Schools

CICE - Comissão Interna de Conservação de Energia

CO - Monóxido de Carbono

CO₂ - Dióxido de Carbono

CONFEA - Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia

CUASO - Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira

DEOP - Departamento Estadual de Obras Públicas

E - Leste

E.M.E.I. - Escola Emir Macedo Nogueira e para a Praça Elis Regina

E2 - Programa para auditoria energética em edificações

E2-AC - E2-Ar Condicionado

EAUFMG - Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais

ECO - Estratégia de Conservação de Energia.

ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras

EMPD - Modelo de Penetração Efetiva de Umidade

EPUSP/Civil – Dep. de Engenharia Civil da Escola Politécnica da USP

EUA - Estados Unidos da América

FAUUSP Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP

F_E - Funcionários Equivalentes

IAB - Instituto dos Arquitetos do Brasil

LABCON/UFMG - Laboratório de Conforto da Escola de Arquitetura da UFMG

LABEEE - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da UFSC

LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*

MME - Ministério de Minas e Energia

N - Norte

NE - Nordeste

NO_x - Óxido de Nitrogênio

NW - Noroeste

PBH - Prefeitura Municipal de Belo Horizonte

PCH - Pequenas Centrais Hidrelétricas

P_E - Professores Equivalentes

PGEE - Programa de Gestão Energético do Estado de Minas Gerais

PMSS - Programa de Modernização do Setor de Saneamento

PNCDA - Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água

PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

RN - Rio Grande do Norte

S - Sul

SE - Sudeste

SEE/MG - Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais

SEPLAG - Secretaria de Planejamento e Gestão do Estado de Minas Gerais

SIN - Sistema Interligado Nacional

SO_x - Óxido de Sódio

SW - Sudoeste

TMY - *Typical Meteorological Year*

TRY - *Test Reference Year*

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

USGBC - *U.S. Green Building Council*

USP - Universidade de São Paulo

USP-SC Universidade de São Paulo Unidade São Carlos

W - Oeste

ZAP - Zona de Adensamento Preferencial

RESUMO

A proposta deste trabalho foi criar um procedimento de avaliação pós-ocupação com abordagens quali-quantitativas, focado na questão energética e no conforto ambiental dos edifícios aplicado ao Estudo de Caso do Edifício da Escola Estadual Pero Vaz de Caminha. O exame das recentes publicações sobre o assunto mostrou que, normalmente, a análise energética não é acompanhada da análise de conforto, e isso se deve ao fato desta última envolver, tradicionalmente, grandes equipes e longos períodos dedicados a medições, o que, muitas vezes, inviabiliza sua realização. Por este motivo, essa pesquisa teve como objetivo criar um procedimento expedito de avaliação do desempenho dos edifícios através de simulação computacional, utilizando-se da estrutura da APO para os levantamentos técnicos e os levantamentos junto aos usuários, focando aspectos de conforto ambiental e eficiência energética. A análise dessa escola mostrou que os edifícios escolares do Estado de Minas Gerais seguem uma tendência verificada em outros estados brasileiros, na qual mais de 50% do gasto energético é devido à iluminação artificial. Viu-se ao longo deste trabalho que a arquitetura desempenha um papel fundamental quando o assunto é conservação de energia. As pesquisas de APO vêm mostrando que medidas simples de redução ao desperdício já alcançam resultados surpreendentes, entretanto, quando esse conceito acompanha a vida do edifício desde a fase de projeto, os percentuais de economia são ainda maiores. Sobre o procedimento proposto, observou-se que a utilização das técnicas utilizadas em APO associada à simulação computacional alcançou os resultados esperados principalmente na análise de conforto térmico. A simulação da escola no programa *Energyplus*[®] possibilitou desenvolver uma avaliação suficientemente precisa, permitindo comparar a análise técnica com as respostas dos usuários. Contudo, no caso da análise do conforto luminoso, as medições não devem ser descartadas, pois, apesar do software *AutodeskViz*[®] ser uma das melhores ferramentas de simulação de iluminação, ele apresentou algumas limitações, que poderiam comprometer os resultados. De qualquer forma, observou-se que os avanços dos programas de simulação têm contribuído bastante para a simplificação das metodologias de APO. Além disso, o estudo do padrão CARPE trouxe à tona as principais limitações colocadas à padronização de projetos, todavia, como afirmou o arquiteto Márcio Lustoza: “a padronização é uma solução forçada e, do ponto de vista da bioclimatologia, está longe de ser a solução ideal”.

ABSTRACT

This paper had the purpose to create a procedure in order to evaluate post occupation through quantity and quality approaches, targeting the energy issue as well as the environmental comfort in buildings, applied to the case study of the Edifício da Escola Estadual Pero Vaz de Caminha. Recent reports on the subject showed that usually the energy analyses are not followed by analyses on comfort due to the fact that this one traditionally requires large amounts of people and long periods of time dedicated to collecting measurements, which often make them difficult to be performed. Therefore, this research was conducted as to create a procedure to evaluate the performance of buildings through computer simulation, and the APO structure for technical survey and data collection with users, focusing on comfort environment and energy efficiency. This analysis showed that school buildings in Minas Gerais have the same tendency seen in other Brazilian states, in which more than 50% of energy spending is due to artificial illumination. It was made clear, throughout this study, that architecture plays an essential role when it comes to saving energy. The researches conducted with APO have been showing that simple actions towards decreasing energy waste have reached outstanding results. Moreover, when this concept follows through the construction process since ground plan, the saving percentages are higher. Regarding the conduction suggested, it was observed that the association of the techniques and computer simulation applied in APO reached expected results, especially in the analyses of comfort environment. The school's simulation in the *Energyplus* program allowed an evaluation precise enough to be used as the bases to compare both technical analyses and the users feedback. Although, in the analysis of illumination comfort, the measurements shouldn't be discarded due to the fact that, though the *AutodeskViz*[®] software is one of the best tools on simulation in illumination, it showed some limitations that could compromise the results. Anyway, it was seen that the developments in simulation programs have been contributing to simplify the APO methodologies. Besides this, the study of the CAPE standards has brought up the main limitations to standardize the projects. Nevertheless, as stated by the architect Márcio Lustoza: “the standardization is a forced solution and from the bioclimatology point of view, it's far from being the ideal solution”.

CAPÍTULO I
INTRODUÇÃO

1 Introdução

Testemunhamos, mais uma vez, o surgimento de novas questões ao exercício da arquitetura, que vêm retomando o debate acerca do fazer arquitetônico, do ensino de projeto e do processo de criação. De acordo com Montaner (2001), assistimos ao ressurgimento da sensibilidade para arquiteturas ecológicas. Reaparecem arquiteturas que primam pela busca de um sentimento comum tectônico, presente no uso rigoroso e asséptico dos materiais, na utilização de formas volumétricas e geométricas simples, na economia de materiais e energias, e na integração com o entorno. Diante da superabundância e da dúvida, opta-se pelo mínimo e pelo relacionado ao meio ambiente.

Conceitos como sustentabilidade ou, mais especificamente, eficiência energética estão forçando os profissionais a reverem, mais uma vez, todo o processo de produção dos edifícios e sua inserção nas cidades. Cada vez mais, fala-se da necessidade de desenvolver projetos sustentáveis, poupadores de energia e de recursos naturais. Entretanto, a grande questão do momento é: como fazer essa arquitetura sustentável? O que vem a ser uma arquitetura sustentável? McDonough (1992) definiu sustentabilidade como: qualidade de satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazer as suas próprias. Segundo Yeang (1999), para projetar de uma maneira ecologicamente responsável e sensível, é preciso adotar um planejamento holístico e globalizador. Para este autor, em primeiro lugar, é preciso estudar e analisar holisticamente o ecossistema no qual se implantará o projeto, a fim de que se possam compreender detalhadamente todos seus componentes e processos (por ex. as transformações energéticas) e sua suscetibilidade à mudança. Paralelamente a isto, o planejamento ecológico também exige a análise do sistema projetado com o objetivo de entender e prevenir as mudanças que este provocará na estrutura e funcionamento do ecossistema onde será implantado, ou seja, as possíveis influências da edificação sobre os ecossistemas circundantes também devem formar parte de todo o conjunto de considerações (YEANG, 1999).

Essa concepção holística de planejamento ainda não faz parte do contexto brasileiro. Entretanto, percebe-se, a partir do crescente número de avaliações pós-ocupação, que nossos arquitetos começam a tomar consciência sobre o assunto. As recentes pesquisas de avaliação do ambiente construído indicam uma série de problemas que resultam em um desempenho muito aquém do esperado por parte dos edifícios em uso. Esses estudos

demonstram que o atual parque edificado brasileiro é bastante ineficiente quando o assunto é qualidade ambiental e eficiência energética. A grande maioria dos edifícios aqui implantados é extremamente dependente de recursos artificiais, sejam para climatização ou iluminação dos ambientes.

Segundo a composição setorial do consumo de eletricidade para o ano de 2004, disponível no Balanço Energético Nacional (BRASIL, 2005), 47,9% de toda a energia elétrica gasta no Brasil foi consumida pelo setor industrial; 21,9% pelo setor residencial; 13,9% pelo setor comercial; 8,4% pelo setor público; e os 8% restantes pelos setores agropecuário, de transporte e energético. Segundo Souza (2005b), um dos grandes desafios que o Brasil enfrenta é justamente a necessidade de equacionar adequadamente o balanço energético do país, de forma a dar continuidade aos processos produtivos e de crescimento a que faz frente. Ou seja, além da ampliação do sistema de fornecimento de energia elétrica, é necessário propor medidas que diminuam o desperdício, pois o custo do kW economizado é significativamente menor do que o necessário para gerar essa mesma quantidade de energia.

No Estado de Minas Gerais, o setor público é responsável por 6,32% do total de energia elétrica consumida (CEMIG, 2006). Diagnósticos energéticos realizados pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) demonstram que é grande o desperdício de energia elétrica no mesmo. Dentro do conjunto de edificações presentes no setor público, destacam-se os edifícios escolares, pois representam a grande maioria das edificações públicas estaduais (JOTA; MIRANDA, 2005).

Todavia, apesar de se ter a consciência do grande desperdício nesse setor, os estudos de avaliação da Rede Estadual de Escolas Públicas de Minas Gerais ainda não são suficientes para a proposição de intervenções que visem à otimização do consumo de seus edifícios. Dentre os poucos trabalhos publicados sobre o assunto, destaca-se um estudo desenvolvido pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), que, através da análise do perfil de uso energético das escolas estaduais, a partir de parâmetros como: número de alunos, área construída, número de salas de aula, de turnos, entre outros, buscou avaliar a eficiência energética das mesmas. Num primeiro momento, essa análise se focalizou na relação entre o número de alunos e o consumo final verificado. Nessa primeira abordagem, observou-se que o consumo de energia cresce ao aumentar o corpo discente escolar, confirmando a correlação dessas variáveis (JOTA *et al*, 2005). Mais adiante, em uma segunda etapa, Souza (2005a)

buscou correlacionar, também, o consumo energético com o número de salas e turnos. Contudo, os dois casos se basearam simplesmente em dados estatísticos, e o edifício propriamente dito, assim como seus usuários, não foram alvo de análise. Ou seja, trata-se de uma pesquisa que teve como objetivo propor uma macroanálise do setor, sem, contudo, promover uma avaliação detalhada das escolas.

Analisando o cenário nacional, constata-se que avaliação pós-ocupação, seja em edificações escolares ou não, é uma prática recente. De acordo com Romero (2003: 26), “embora uma parcela significativa das falhas ocorra na etapa de projeto [...] os trabalhos estão, no momento, mais voltados à execução e à fabricação de materiais e de componentes, visando o aumento de produtividade da mão-de-obra e à redução de desperdícios”. As pesquisas que consideram todo processo de produção dos edifícios, começando pela etapa de projeto, passando pela construção e vida útil dos mesmos, estão começando a tomar corpo.

Nos últimos anos, essas pesquisas se multiplicaram a procura de indicadores de qualidade ambiental como, por exemplo: conforto térmico, luminoso e acústico; funcionalidade; ergonomia; eficiência energética; entre outros. Entretanto, elas ainda não são suficientes quando se pretende analisar a influência desses indicadores em todo o processo de concepção arquitetônica. O que se pode perceber até o momento é que a componente energética possui a particularidade de estar presente em todas as etapas desse processo. Como afirma Fernandez (1998), a componente energética acompanhará todo o processo de concepção de projeto, desde sua relação com o terreno até a instalação de equipamentos, passando pela escolha de formas e componentes e, finalmente, pela discussão de todos os critérios da concepção.

Essa abordagem já representa um grande salto para o desenvolvimento de uma arquitetura sustentável. Como foi visto nos parágrafos acima, a grande discussão colocada à disciplina é, justamente, a necessidade de rever todo o processo de projeto através da inserção de novos valores, nos quais os indicadores mencionados acima estejam presentes desde a escolha do terreno até o desenvolvimento do projeto executivo. Percebe-se hoje em dia que os arquitetos brasileiros possuem a consciência da necessidade de levar em consideração essas questões. Entretanto, o que se vê, geralmente, é uma grande distância entre o discurso e a prática desses profissionais.

Dessa forma, entende-se que a importância de se avaliar as principais tipologias de edifícios atualmente em uso consiste justamente em identificar os problemas mais

freqüentes, evitando-se a constante repetição dos mesmos. Essa avaliação deve estar focada no conforto ambiental dos edifícios, considerando toda sua abrangência, não simplesmente a economia de energia. Neste sentido, é de extrema importância que ela envolva tanto processos quantitativos como processos qualitativos. Esse é o grande desafio colocado às pesquisas de avaliação pós-ocupação, pois a abordagem qualitativa, quando conduzida de maneira incorreta, pode levar a grandes distorções dos resultados.

Segundo Ornstein (1992), as pesquisas avaliativas, no campo das ciências sociais, objetivam coletar, analisar e interpretar sistematicamente informações a propósito da implementação e eficiência de quaisquer intervenções humanas, para otimizar condições sociais e comunitárias. Para ela, o processo e os resultados da aplicação dessas pesquisas são uma atividade política, sendo assim, a avaliação do ambiente construído pode ser técnica, envolvendo ensaios ou medições *in loco*; e/ou comportamental, ou seja, a partir do ponto de vista dos usuários.

Diversas áreas do conhecimento científico têm se apropriado da investigação com abordagem qualitativa enquanto instrumento para retroalimentação de seus saberes e suas práticas. Trata-se de uma modalidade de pesquisa na qual a compreensão dos fenômenos sociais é o eixo central de seu desenvolvimento. De um modo geral, os focos dessas pesquisas revelam a preocupação do pesquisador com problemas do cotidiano, sobretudo os que envolvem o modo de vida das pessoas. Através dela, a compreensão de situações no campo da prática profissional, por exemplo, pode desencadear intensas modificações em ações futuras, a partir da reflexão, por parte dos sujeitos participantes. Em vista do seu grande potencial em aprofundar a compreensão da experiência humana, pesquisas com abordagem qualitativa têm despertado o interesse de parcela cada vez maior de público.

Acompanhando essa tendência, alguns estudiosos brasileiros já começam a se apropriar desse instrumento em pesquisas de avaliação do ambiente construído. Aos poucos eles vão tomando consciência da necessidade de inserir a percepção do usuário nessa análise, na medida em que sua relação com o edifício influencia diretamente no desempenho do mesmo. Além disso, essa abordagem qualitativa, associada às técnicas tradicionais de avaliação quantitativa, facilita a proposição de intervenções, na medida em que ela permite a eleição de prioridades em função das necessidades deste usuário.

Contudo, as metodologias empregadas em APO, por aqui, sejam elas baseadas em técnicas qualitativas ou não, geralmente envolvem grandes equipes, apresentam custos

elevados e, no caso de APO ligada ao conforto ambiental, demandam um período relativamente grande de tempo dedicado a medições e levantamentos técnicos. Esse fato apresenta-se como um grande empecilho à sua disseminação. Apesar da discussão acerca do tema sustentabilidade representar um importante estímulo ao avanço dessas pesquisas, suas contribuições ainda não são sentidas pela sociedade brasileira, pois elas estão muito concentradas no âmbito das universidades, e seus resultados ainda estão muito distantes do usuário final.

Por esse motivo, é de extrema importância que sejam desenvolvidas pesquisas de aprimoramento das metodologias de Avaliação Pós-Ocupação, a fim de que elas façam parte do processo de produção dos edifícios. Segundo Bechtel (1987), um aspecto nem sempre bem compreendido das APO's é que elas devem ser parte de um ciclo de estudo e aplicação de projeto que resulte em prédios cada vez melhores. Para este autor, para uma APO funcionar como deve, ela precisa fazer parte de uma operação contínua em um escritório de arquitetura ou órgãos governamentais que coordenam ou participam ativamente na produção de edifícios públicos ou não.

O problema colocado neste momento é antes de tudo metodológico. Desenvolver uma avaliação pós-ocupação, com o grau de confiabilidade necessário à proposição de intervenções e recomendações de retrofit, a partir das técnicas atualmente disponíveis, requer tempo e investimento financeiro que nem sempre estão acessíveis aos profissionais que lidam com projeto. Esse é o grande desafio colocado à APO: propor uma simplificação de suas metodologias de maneira que ela se apresente de forma mais atrativa aos profissionais e também às grandes incorporadoras presentes neste mercado, podendo se tornar uma importante ferramenta de avaliação dos próprios trabalhos e, acima de tudo, agregar valor aos novos edifícios.

Pensando nisso, essa pesquisa teve como objetivo propor um procedimento de avaliação do desempenho energético dos edifícios através de simulação computacional, utilizando-se da estrutura da Avaliação Pós-Ocupação para os levantamentos técnicos e os levantamentos junto aos usuários, focando aspectos de conforto ambiental (térmico e luminoso) e eficiência energética. Analisando as recentes publicações sobre o assunto, percebeu-se que, normalmente, a análise energética nem sempre é acompanhada da análise de conforto e vice-versa. O propósito deste trabalho foi criar um procedimento de avaliação que pudesse ser aplicado de maneira expedita e, além disso, pudesse estabelecer uma hierarquia nas intervenções a serem feitas no edifício a partir da análise

do nível de satisfação dos usuários.

A importância de um trabalho dessa natureza consiste em oferecer à sociedade mecanismos de controle e de avaliação dos espaços que ela usufrui e com que se relaciona. Hoje, percebe-se que essa tomada de consciência parte, inclusive, dos administradores públicos, que começam a propor medidas de redução de despesas com energia elétrica para os edifícios estatais. Em outubro de 2001, o Governo Federal publicou a Lei nº 10.205, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia Elétrica. Nesta lei, que será apresentada mais adiante, delega-se ao Poder Executivo o desenvolvimento de mecanismos que promovam a eficiência energética nas edificações construídas no país. Do mesmo modo, em 11 de dezembro de 2003, o atual Governo do Estado de Minas Gerais instituiu o Decreto nº 43.696, no qual dispõe sobre a otimização da demanda e do consumo de energia elétrica no âmbito da administração pública do estado.

Além da criação de instrumentos legais que têm como objetivo propor mecanismos de controle para uma utilização mais racional da energia elétrica, foi criado em 2004, dentro do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), o programa PROCEL Edifica, que prevê um enfoque multissetorial com o objetivo de promover a conservação e o uso eficiente da energia elétrica nos edifícios.

Diante do que foi exposto, optou-se, nesta pesquisa, por avaliar a Rede Estadual de Escolas Públicas de Minas Gerais pelo fato de a Secretaria Estadual de Educação ser responsável por cerca de 50% de todo o custo de energia destinada à Administração Pública do estado (MINAS GERAIS, 2006) e, além disso, possuir uma política de implementação de projetos a partir da utilização e repetição de tipologias padrão. Ou seja, a análise de um padrão, que fosse representativo dentro do universo total de escolas implantadas, possibilitaria seu desdobramento para um número significativo de unidades. Além disso, como foi mencionado anteriormente, o setor de edifícios públicos apresenta grandes índices de desperdício, tornando inadiável a avaliação dos mesmos.

O exame dos estudos precedentes permitiu a formulação da primeira hipótese para este trabalho, que, de certa forma, conduziu o desenvolvimento da metodologia. Ou seja, constatou-se que a maior parte do gasto energético em edificações escolares é devido à iluminação. Dessa forma, acredita-se que essa tipologia seguirá a mesma tendência. A segunda hipótese surgiu a partir do primeiro contato com o edifício selecionado para estudo de caso, no qual verificou-se a ausência de interferência do entorno, sendo assim,

supõe-se que a ênfase na iluminação natural em edifícios dessa natureza poderá assegurar grande economia de energia ainda na fase de projeto.

No trabalho desenvolvido no CEFET-MG, mencionado acima, Souza (2005a) buscou caracterizar o setor de escolas públicas do estado de Minas Gerais através de índices de desempenho energético que permitissem avaliar o comportamento desses edifícios no que diz respeito à eficiência energética e que, ao mesmo tempo, pudessem servir de base para proposição de medidas de racionalização dos seus consumos. Para isso, ela tomou como estudo de caso algumas escolas públicas (estaduais e municipais) do Município de Itabira, distante aproximadamente 100 km da capital do Estado. Entretanto, após exaustivos levantamentos e tratamento estatístico dos dados, a análise indicou algumas características próprias do setor, como, por exemplo, o alto nível de dispersão desses dados, que reforçaram a necessidade de estudos mais aprofundados.

Ou seja, Souza não conseguiu estabelecer uma correlação precisa entre as variáveis analisadas que pudesse servir de base para intervenções estruturais capazes de reduzir o consumo energético dessas escolas. Acredita-se que esse problema é bem mais complexo, e que, além do número de alunos, de salas, ou mesmo de turnos; parâmetros de projeto como sistema construtivo, inserção do edifício no terreno, posição das aberturas, especificação de matérias e equipamentos, entre outros, também interferem no consumo final observado.

Analisando outros estudos brasileiros relacionados à avaliação dos edifícios segundo conforto ambiental e eficiência energética, percebe-se uma certa generalidade das metodologias empregadas. Entretanto é necessário tomar cuidado com essas generalidades, pois algumas sutilezas presentes nas mesmas podem distorcer os resultados da pesquisa. Por exemplo, ao se aplicar um questionário de aferição do nível de satisfação em determinada população de usuários, é necessário adequá-lo à faixa etária e ao nível sócio econômico que se está estudando, a fim de que mal-entendidos não comprometam a análise. Outras vezes, observa-se que a análise de conforto e a análise energética são feitas de forma desconexa, e esse fato pode implicar intervenções com custos elevados e pouco produtivas do ponto de vista da eficiência energética.

A sugestão de uma metodologia de avaliação expedita é bastante relevante, pois, como foi mencionado anteriormente, avaliação pós-ocupação no Brasil ainda não é prática de mercado; as metodologias empregadas até o momento são bastante onerosas e envolvem grandes equipes em levantamento de dados anuais referentes à temperatura, umidade

relativa, disponibilidade de luz, etc. Acredita-se que uma avaliação pós-ocupação baseada na utilização de técnicas do tipo walkthrough e as-built, além de levantamento de nível de satisfação dos usuários através de questionários e entrevistas, associada à simulação computacional, pode reduzir consideravelmente os custos, o tempo gasto e o número de profissionais envolvidos na análise, mantendo-se, no entanto, precisa para servir de base às intervenções necessárias e às recomendações a novos projetos.

O propósito deste trabalho é apresentar uma metodologia desembaraçada de avaliação pós-ocupação focada na análise energética e de conforto ambiental, de maneira que uma análise não exclua a outra, permitindo estabelecer uma hierarquia para as intervenções necessárias a partir da análise do nível de satisfação dos usuários. A seguir, cada parte da dissertação é apresentada de maneira sucinta.

Primeiramente, no capítulo um, serão identificados alguns estudos precedentes de avaliação pós-ocupação, tanto no Brasil como no exterior, onde será exposta uma breve cronologia a respeito dessas pesquisas no âmbito das experiências internacionais. Mais adiante, serão apresentados alguns trabalhos brasileiros que também tiveram como objetos de estudo edificações escolares, buscando analisar as metodologias empregadas na coleta de dados, assim como no tratamento dos mesmos. Além disso, ainda neste capítulo, serão expostas as principais políticas de redução do consumo de energia elétrica aqui no Brasil, estabelecendo um paralelo entre as políticas americana e francesa e, a título de comparação, será apresentado o programa destinado à efficientização energética para as escolas do Estado da Califórnia, nos EUA. Fechando a parte de revisão bibliográfica, ao final do capítulo, serão submetidas à apreciação as técnicas mais comumente utilizadas em pesquisas de avaliação pós-ocupação: as variáveis envolvidas nesse tipo de estudo, os procedimentos utilizados na coleta de dados, tipos de amostragem, escalas de valores, simulação computacional, entre outras.

No segundo capítulo, dedicado ao Estudo de Caso, será apresentado um rápido histórico sobre a produção de escolas públicas, no município de Belo Horizonte, com o objetivo de contextualizar o padrão que será alvo de avaliação nesta pesquisa. Posteriormente, serão expostos os procedimentos adotados para a definição do estudo de caso, seguido de uma descrição detalhada de suas principais características construtivas, como sistema estrutural, pisos, alvenarias, coberturas, instalações elétricas, etc., e da caracterização de seus usuários. Ainda neste capítulo, serão apresentadas e definidas as principais variáveis envolvidas na avaliação deste estudo de caso.

No capítulo três, pretende-se explicar sobre as metodologias utilizadas nas diversas etapas desta pesquisa, passando pelo levantamento dos dados de projeto e dos dados construtivos do edifício, pelo levantamento do consumo e regime de utilização das instalações e equipamentos elétricos presentes no mesmo, assim como os níveis de iluminâncias de seus ambientes e os níveis de satisfação de seus usuários. Mais adiante, serão descritos os procedimentos utilizados no processamento desses dados, nas simulações de desempenho e, também, na análise dos resultados.

No capítulo quatro, os resultados obtidos a partir dos levantamentos técnicos e das análises dos níveis de satisfação dos usuários serão comparados com as respostas dos programas de simulação computacional, buscando aferir se a metodologia de Avaliação Pós-ocupação proposta neste trabalho é suficiente para garantir um diagnóstico confiável que poderá servir de base para a proposição de intervenções ao edifício.

Finalmente, nas conclusões, além de figurar as deduções tiradas dos resultados obtidos ao longo deste trabalho, evidenciar-se-ão seus aspectos mais importantes, a fim de confirmar ou não as hipóteses levantadas e se foi possível alcançar os objetivos propostos. Nesse capítulo, os problemas que ficaram sem solução serão apontados, a fim de que, no futuro, possam ser alvo de outros estudos, dando prosseguimento a esta pesquisa.

CAPÍTULO II
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Estudos Precedentes

2.1.1 Panorama das experiências internacionais

As primeiras pesquisas que relacionavam ambiente e comportamento surgiram por volta de 1950, primeiramente, nos EUA e, posteriormente, foram se difundindo pelos demais países desenvolvidos. Mais tarde, já por volta de 1970, é que começaram a surgir os primeiros estudos nos países em desenvolvimento. Inicialmente, as pesquisas (normalmente desenvolvidas por psicólogos) buscavam investigar a influência do ambiente sobre o comportamento humano. Nesse período, grande parte dessas pesquisas utilizou como estudo de caso conjuntos habitacionais (alguns deles projetados durante o Modernismo) e dormitórios de universidades americanas. Em 1972, Philippe Boudon publica *Lived-in Architecture*, avaliação do conjunto habitacional Pessac, próximo a Bourdeaux, França, projetado por Le Corbusier na década de 20 (ORNSTEIN, 1992). Ao longo da década de 1970, as pesquisas – tanto lá fora como aqui no Brasil – se concentram preferencialmente em edificações habitacionais. Essas pesquisas buscavam correlacionar, dentre outras coisas, forma, implantação e circulação com a incidência de crimes no entorno estudado. A partir da década de 1980, começaram a surgir os primeiros congressos relacionados ao tema e, no Brasil, foram defendidas as primeiras teses sobre o assunto.

Ao longo dos anos 90, as pesquisas de avaliação pós-ocupação começaram a focar aspectos mais técnicos dos edifícios e, nesse momento, o controle de qualidade e a gestão de projeto passaram a fazer parte do contexto da construção civil. Hoje, tanto nos EUA como em grande parte dos países europeus, esse processo já se encontra bastante avançado. Nesses países, as novas construções passam por um severo controle de qualidade e, em alguns deles, os edifícios recebem, inclusive, certificação.

Recentemente, foi desenvolvida uma série de pesquisas para edificações escolares americanas que teve como objetivo investigar a relação entre a iluminação natural e outros aspectos relacionados ao ambiente construído de salas de aula com o aprendizado dos alunos (HESCHONG MAHONE GROUP - HMG, 2006). O estudo utilizou uma análise retrospectiva para comparar, através de modelos estatísticos, a performance de mais de 8000 estudantes da 3ª a 6ª série do ensino fundamental de 450 salas de aula do *Fresno Unified School District*, localizado na Califórnia. Modelos estatísticos foram utilizados para examinar a relação entre a presença de iluminação natural nas salas e a

melhora no desempenho dos alunos em testes, sendo ainda consideradas variáveis como, as características demográficas dos professores e alunos. Outras características físicas das salas de aula, como a ventilação, qualidade interna do ar, conforto térmico, acústica, iluminação artificial e a tipologia da sala, também foram investigadas.

Em uma das etapas do trabalho, que envolveu três estados americanos, realizada para a empresa *Pacific Gás and Electric* (HMG, 1999), foi descoberto que estudantes em salas com maior exposição à iluminação natural tiveram notas de 7% a 18% mais altas do que aqueles com menor exposição. Na Califórnia, foi visto que estudantes de salas com maior iluminação progrediram 20% mais rápido nas provas de matemática e 26% foram mais rápido na leitura dos testes do que os alunos que tinham menor exposição ao sol.

As principais conclusões desta pesquisa foram: a importância do visual para a aprendizagem dos alunos - verificou-se que uma vista ampla de uma janela para uma área de vegetação ajudam no aprendizado; pontos de ofuscamento são muito negativos para os alunos, principalmente em aulas de matemática, onde as explicações normalmente são muito visuais e feitas no quadro-negro; insolação direta causa ofuscamento e desconforto térmico nos alunos, o que piora o seu rendimento; situações que desconcentram os alunos, tais como sons de equipamentos, ecos dentro de sala, ou barulho excessivo também afetam o aprendizado. As condições de ventilação e qualidade do ar também foram analisadas, entretanto foi ressaltado que a priorização deste recurso pode interferir na acústica ou na insolação direta, fazendo com que os professores tenham que escolher qual privilegiar; e, por fim, concluiu-se também que as características físicas das salas de aula são capazes de interferir no aprendizado dos alunos tanto quanto outros fatores que são mais discutidos, como o número de professores, de computadores entre outros.

2.1.2 Estudos Brasileiros

No Brasil, as primeiras pesquisas que utilizaram as técnicas de avaliação pós-ocupação surgiram a partir da década de 1970, e foi a partir da década de 1990 que foram desenvolvidos os primeiros trabalhos com o foco mais direcionado à análise do conforto ambiental e da eficiência energética d

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP – Civil), entre os anos de 1987 e 1989. Essa pesquisa teve um caráter inédito, pois, pela primeira vez os dados comportamentais foram comparados com os levantamentos técnicos. As avaliações técnicas abrangeram levantamentos de dados relativos ao sistema construtivo, condições, conforto ambiental e funcionalidade. Essas avaliações se deram em nível macro (análise do edifício como um todo); micro (análise dos espaços individualmente) e em nível dos equipamentos (análise dos mobiliários e dos fatores ergonômicos).

O levantamento dos dados comportamentais foi feito em três etapas: levantamento da população amostral e seleção dos ambientes representativos do edifício; elaboração e aplicação de questionários junto aos usuários; e, por fim, organização, tabulação e análise dos dados. Os resultados foram apresentados através de diagramas de Pareto divididos por extratos da população amostrada: alunos, professores, funcionários e também pela equipe técnica envolvida na análise. O diagrama de Pareto é um instrumento bastante eficaz em pesquisas qualitativas, pois ele permite identificar rapidamente os itens pesquisados com desempenho insuficiente (itens com

constituiu-se em um trabalho de curtíssimo prazo, baseado em metodologias de avaliação pós-ocupação do tipo *walkthrough*.

Para a realização dos levantamentos físicos, foi elaborado um roteiro padronizado nos moldes de um *check-list*, que deveria ser seguido e preenchido por todas as equipes de modo homogêneo. Esse roteiro contemplava informações sobre os usuários, o projeto, o sistema construtivo, o conforto ambiental e a funcionalidade dos edifícios, bem como os itens de desempenho eficiente e ineficiente nestas áreas abordadas. Para a avaliação qualitativa dos itens analisados, foi utilizada uma escala de quatro pontos: ótimo, satisfatório, insatisfatório e ruim, e todas as questões foram preenchidas exclusivamente pelos pesquisadores.

Dentre as conclusões, destaca-se a verificação da ausência de programas de manutenção antecipadamente previstos na fase de projeto, bem como programas de treinamento e conscientização dos futuros usuários (desde os próprios mantenedores e administradores até os alunos). Além disso, os autores também puderam observar a necessidade de revisão dos critérios de projeto atrelados a uma maior compreensão das relações biunívocas “ambiente *versus* comportamento”, tais como o conforto térmico e a insuficiência dimensional de ambientes para bibliotecas, locais para leitura e almoçarifados.

O estudo, que teve um caráter bastante amplo, analisou os edifícios de uma maneira ampla, levando em consideração desde aspectos construtivos até aspectos de conforto ambiental. Como os próprios autores salientaram, ele não pretendeu dar ênfase ao nível de satisfação dos usuários. Por esse motivo, seus resultados devem ser avaliados com critério, pois ele está focado apenas no ponto de vista do pesquisador. Contudo, considerando as limitações impostas ao mesmo, seus resultados conseguiram alcançar os objetivos propostos, ou seja, apresentar um panorama geral das condições ambientais das edificações escolares do Estado de São Paulo.

Em 1995, esses mesmos autores (ORNSTEIN *et al*, 1995) deram prosseguimento a essa pesquisa, entretanto, buscando um aprofundamento maior nas análises sobre a satisfação dos usuários. Nessa fase, foram avaliadas vinte e quatro escolas da região metropolitana, nas quais foram analisados (agora de maneira mais detalhada) aspectos referentes ao sistema construtivo, as condições de conforto ambiental e de funcionalidade, bem como as relações entre ambiente construído, comportamento humano, manutenção e atos de vandalismo. A aplicação da APO foi dividida em duas

etapas: na primeira, foram feitas entrevistas com os diretores, abordando aspectos relativos à quantidade de usuários, funcionalidade, conforto ambiental, segurança, manutenção, vandalismo, prestação de serviços à comunidade e reclamações quanto ao desempenho do edifício. Em

demandas (série histórica mínima de 12 meses) e comparação entre as demandas registradas e demandas contratadas; c) levantamento de dados demográficos e das áreas totais construídas; d) tabulação de macro dados: consumo e demanda por unidade de área, área construída anualmente e população; e) levantamento dos dados amostrais: levantamento para cada uso final das potências instaladas, das perdas de potência dissipada, do regime de utilização, dos rendimentos, dos consumos finais mensais, etc; e, finalmente, f) análise dos dados amostrais. Esta última foi feita através da comparação dos dados levantados com as medições realizadas pela concessionária local. Já os dados levantados junto aos usuários, além de contribuírem para a definição das rotinas e dos perfis de utilização das instalações e equipamentos elétricos presentes nos edifícios, também apontaram os níveis de satisfação dos mesmos em relação ao conforto ambiental e a funcionalidade. Na etapa seguinte, foram elaborados os diagnósticos e definidas as ECO's – Estratégias de Conservação de Energia.

Diferentemente da pesquisa realizada para a Rede Estadual de Ensino da Grande São Paulo, esse trabalho teve o foco centrado na questão energética e, pelo fato de possuir um caráter quali-quantitativo, a metodologia de análise empregada possibilitou quantificar o potencial de conservação de energia do estudo de caso, uma vez que as ECO's propostas fossem implantadas. Esse estudo contou com uma grande equipe para o desenvolvimento de todas as etapas e, por esse motivo, pôde utilizar uma gama bem variada de técnicas associadas a APO, desde aplicação de entrevistas e questionários a medições e simulações computacionais dos ambientes analisados. Por esse motivo, trata-se de um trabalho que obteve resultados bastante confiáveis. O grande êxito dessa pesquisa se encontra na possibilidade de sua extrapolação para outros estudos de caso.

Outra pesquisa, desenvolvida por Araújo (2001), teve como objeto de estudo o conforto térmico dos usuários de edificações escolares da cidade de Natal, RN, no nordeste brasileiro, cujas sensações estão associadas com o ritmo de trocas de calor entre o corpo e o meio ambiente, considerando a função das variáveis do meio e das variáveis do indivíduo adaptado à sua região e, portanto, sob a influência dos usos e costumes da população. O objetivo dessa pesquisa foi determinar as variáveis ambientais que propiciam o conforto térmico, a partir da técnica de avaliação pós-ocupação junto aos usuários e da medição simultânea dessas variáveis, confrontando os resultados com os índices e zonas de conforto térmico comumente utilizados no país.

De acordo com a metodologia adotada, primeiramente, a autora identificou e definiu

dois grupos de variáveis que influem no conforto térmico: as psicofisiológicas (atividade, vestuário, sexo, idade, peso e altura) e as ambientais (temperatura do ar, umidade relativa, temperatura radiante média e velocidade do ar). Posteriormente, ela apresentou e analisou os dados obtidos, testando as hipóteses formuladas e, ao final, definiu os parâmetros de conforto térmico.

O questionário utilizado nesse trabalho focalizou apenas o aspecto do conforto térmico. Primeiramente, o usuário respondia um cabeçalho, no qual ele identificava o nome de sua escola, sua sala de aula, além de dados pessoais, como sexo, idade, peso e altura. No item seguinte, ele respondia uma questão sobre conforto térmico, que foi elaborada utilizando uma escala de cinco pontos: muito quente, quente, confortável, frio e muito frio. Na última questão, ele indicava as sensações associadas à sua resposta na questão anterior, por exemplo: pouca transpiração, muita transpiração, impaciência, necessidade de agasalhos, etc. Nessa questão, ele marcava todas as sensações que estivesse sentindo no momento em que respondia o questionário (ARAÚJO, 2001).

A originalidade desse trabalho se pauta na preocupação da autora em incluir questões que tiveram como objetivo validar a resposta do usuário para a principal pergunta do questionário, ou seja, a pergunta sobre o conforto térmico. Essa validação era de extrema importância para sua pesquisa, pois o objetivo da mesma era discutir a adequação dos índices e zonas de conforto comumente utilizados no país para a região estudada. Entretanto, apesar de a autora ter alcançado os objetivos propostos, ela mesma coloca como possibilidade de estudos futuros a inclusão das características construtivas dessas edificações, buscando correlacionar os dados encontrados com a inércia térmica das edificações pesquisadas, no sentido de comprovar as recomendações de projeto adotadas para a região de estudo (ARAÚJO, 2001).

Em 2003, Romero e Ornstein apresentaram outra APO, entretanto, para edificações habitacionais (ROMERO; ORNSTEIN, 2003) e o estudo de caso da mesma foi o Conjunto Habitacional Jardim São Luis. Esse trabalho desenvolveu uma pesquisa teórico-prática, com a aplicação dos conceitos e dos procedimentos metodológicos de avaliação pós-ocupação, com o objetivo de aperfeiçoar esses procedimentos e de experimentar técnicas pouco empregadas em APO's que possibilitassem a obtenção de resultados mais precisos e abrangentes.

Os procedimentos adotados foram os seguintes: aplicação de questionários junto aos usuários; entrevistas com técnicos da companhia habitacional; mapas comportamentais;

vistorias técnicas; medições *in loco* e grupos focais. Foram avaliados os seguintes aspectos: funcionais; construtivos; econômicos e aspectos relativos ao conforto ambiental. A escola presente no condomínio foi analisada separadamente. Trata-se, mais uma vez, de um trabalho abrangente. Entretanto, como cada aspecto foi destinado a equipes distintas, que utilizaram metodologias específicas, esse estudo possibilitou um aprofundamento maior nas análises técnicas e, conseqüentemente, resultados mais precisos. Por exemplo, a análise do conforto ambiental foi desenvolvida por meio de cartas solares para avaliação dos horários de insolação, e traçado de máscaras para avaliação dos efeitos das obstruções externas; simulações das condições de iluminação natural para os distintos ambientes das habitações por meio do software denominado Day-light, do Department of the Built Environment da Anglia Polytechnic, Inglaterra; medições dos níveis de iluminamento internos e externos; simulações das condições térmicas por meio do software ARQUITROP, desenvolvido pelos professores Maurício Roriz (UFSCar) e Ademir Basso (USP-SC); e utilização de algoritmos matemáticos para avaliação do conforto térmico das componentes da edificação, basicamente paredes e coberturas. Os demais aspectos foram analisados com o mesmo grau de profundidade por um corpo técnico capacitado para tal.

As equipes não identificaram nenhum problema crônico de ordem tipológica, apenas problemas de especificações e de arranjos internos, típicos nesse tipo de construção. Após a execução dos diagnósticos, foram apresentadas seis propostas de intervenção, assim como seus custos. Os resultados obtidos, a partir desse estudo de caso, permitiram identificar algumas falhas, que ocorreram no processo de produção desses edifícios, que foram responsáveis por onerar significativamente seu custo de manutenção. Assim como a pesquisa realizada para a Cidade Universitária Armando Sales de Oliveira (CUASO), esse trabalho também contou com uma grande equipe, que trabalhou em frentes distintas (funcionalidade, patologias construtivas, conforto ambiental, etc) e, por isso, ele também alcançou resultados bastante confiáveis, a ponto de poder contribuir para discussões a respeito da criação e aperfeiçoamentos de normas técnicas.

Recentemente, outro estudo de avaliação pós-ocupação para edifícios escolares (MUELLER *et al*, 2004) utilizou um recurso bastante útil e pouco utilizado para a aferição do grau de satisfação dos usuários frente às características do edifício: o grupo focal. A utilização dessa técnica buscou avaliar a percepção e a maneira como crianças, em idade escolar inferior a cinco anos, se relacionam com o ambiente construído. Esse

estudo foi desenvolvido para a pré-escola E.M.E.I. Emir Macedo Nogueira e para a Praça Elis Regina, ambas localizadas no município de São Paulo. A maior limitação colocada ao mesmo foi o tempo. Por esse motivo, a equipe que o coordenou optou por utilizar o *workshop* como instrumento para envolver a comunidade local e apresentar as atividades que seriam desenvolvidas em um único dia: aplicação de questionários, entrevistas, *walkthroughs*, recreação com as crianças, medições e levantamento fotográfico.

Nesse trabalho foram analisados aspectos relativos à funcionalidade, ao conforto ambiental (térmico e luminoso), à segurança e à manutenção do edifício. Ao invés de utilizar questionários e entrevistas com as crianças da pré-escola, a equipe optou pela utilização do grupo focal, empregando o desenho como instrumento de avaliação. Foram elaboradas duas perguntas que deveriam ser respondidas com desenhos. Ao final do processo, observou-se que o *workshop* atingiu a dinâmica almejada, uma vez que as equipes realizaram diferentes atividades simultaneamente, envolvendo de fato toda a comunidade. Por outro lado, notou-se que a coleta de dados referentes às medições das variáveis de conforto deveria ser feita em outras estações do ano e em horários diversos, a fim de se obter dados comparativos e conclusivos (MUELLER *et al*, 2004).

Sua grande contribuição foi mostrar como a utilização do grupo focal, que, como foi dito anteriormente, é um recurso pouco utilizado em APO no Brasil, pode contribuir para a avaliação do nível de satisfação dos usuários quando se trata de um público constituído basicamente de crianças em idade escolar inferior a cinco anos. A utilização do desenho como instrumento de coleta de dados, de certa forma, alcançou os objetivos propostos, que foi sensibilizar as crianças para as características dos principais ambientes que elas utilizam na escola.

Em um estudo recente sobre a Rede Mineira de Escolas Públicas, mencionado no capítulo anterior, Souza (2005a) buscou caracterizar o setor de escolas públicas do estado de Minas Gerais através de índices de desempenho energético, tomando como estudo de caso as escolas do Município de Itabira. Para tal, foi feita uma análise estatística dos dados de consumo específico, onde foram calculados médias, desvios padrões, medianas e faixas de variação, com o objetivo de, através de um modelo matemático, traçar o perfil do consumidor nessa categoria. Além disso, ela buscou identificar o índice mais adequado que permitisse caracterizar o uso da energia nesse setor e que, ao mesmo tempo, pudesse servir de base para o acompanhamento de ações

de eficiência energética no mesmo. Os levantamentos abrangeram: histórico de contas de energia, números de alunos, de salas, de turnos, de turmas e calendários de todas as escolas públicas do município estudado.

Para avaliar o perfil do uso de energia nas escolas estudadas, a autora utilizou quatro tipos de índices de desempenho energético: energia gasta por aluno kWh/aluno; energia gasta por turno kWh/turno; energia gasta por sala kWh/sala; e, finalmente, energia gasta por turma kWh/turma.

Uma vez concluídas todas as correlações possíveis, verificou-se a impossibilidade de se analisar as escolas a partir de um único índice. Por esse motivo, a autora propôs um ranqueamento dos mesmos. Assim, ela estabeleceu um ranking para cada índice e a combinação

por esse motivo ela tem que ser desenvolvida como algo viável economicamente. Caso contrário, esse exercício não sairá do âmbito das instituições universitárias e não se tornará uma prática corrente. A simplificação das metodologias de avaliação aliadas à formulação de novas normas e legislações que regulem a qualidade dos edifícios acarretará no surgimento de projetos economicamente viáveis, mais comprometidos com as necessidades dos usuários, e, acima de tudo, em projetos comprometidos com as novas questões ambientais.

2.2 Políticas de redução do consumo de energia elétrica

2.2.1 Os casos do EUA e da França

Em 1995, Ornstein apresentou um estudo sobre o comportamento e os programas de incentivo à redução do consumo tomando como exemplo os casos dos Estados Unidos e da França. Nesse estudo, ela identificou dois tipos de abordagem para o problema da conservação de energia e os classificou como: o das reduções espontâneas, e aqueles de reduções não espontâneas – induzidos por elevação de tarifas, regulamentos e legislações.

As reduções espontâneas podem ser divididas em dois grupos. No primeiro estão as “dependentes de uma atitude inicial”, como, por exemplo: tarifas diferenciadas, promoções e benefícios, campanhas de conscientização, opção de utilização de equipamentos mais eficientes, utilização de sensores e atenção às recomendações existentes. No segundo estão as “não dependentes de uma atitude inicial”, como compra de imóveis com tecnologias passivas e ativas mais eficientes.

O estudo e a comparação desses dois casos mostrou que as medidas de reduções espontâneas baseadas em programas de conscientização, tarifas diferenciadas, promoções e benefícios, como, a premiação do consumidor com descontos e bônus, não obtiveram grandes percentuais de redução de consumo. Apesar disso, essas estratégias vêm sendo utilizadas regularmente por alguns países, como a França, e em alguns estados americanos, como os estados da Costa Oeste e a Carolina do Norte.

Por outro lado, a utilização de equipamentos mais eficientes apresentou resultados bastantes positivos nos países desenvolvidos. Segundo Ornstein, a introdução no mercado dessas tecnologias mostrou-se altamente satisfatória em alguns países, desde o momento em que foram lançadas, como é o caso dos EUA, e com pouco sucesso em

outros, devido principalmente ao seu custo elevado e os longos prazos de amortecimento do capital investido, como é o caso do Brasil. Nos EUA, os reatores eletrônicos, lançados no mercado em 1988, possuíam, no final de 1991, 10% do mercado e, ao final de 1995, a previsão era de 50%. Entretanto, apesar dessa resistência inicial, percebe-se que, atualmente, mesmo os países em desenvolvimento vêm aos poucos substituindo seus equipamentos e lâmpadas antigos e pouco produtivos por outros mais eficientes.

Ainda dentro das reduções espontâneas dependentes de uma atitude inicial, a autora cita a estratégia de se prestar atenção às recomendações existentes para projetos de edificações. Entretanto ela observa “a existência de displicência e de certa forma algum desconhecimento por parte dos projetistas quanto às questões relativas ao conforto térmico e ao consumo de energia” (ORNSTEIN, 1995: 134), apesar da quantidade de material técnico disponível, resultado de inúmeras pesquisas na área de conservação de energia e da quantidade de recomendações sobre o assunto. Segundo ela, as experiências de alguns países, como Estados Unidos, França, Espanha, Portugal, entre outros, mostraram que a existência de recomendações não provocou reduções significativas ao consumo de energia.

Já as reduções não espontâneas, aquelas nas quais o usuário é de alguma forma forçado a reduzir o consumo de energia, como os Regulamentos, as Legislações e as elevações tarifárias, têm sido até o momento as mais eficazes nos países em que foram implantadas, principalmente no setor residencial, onde o impacto dessas medidas é sentido diretamente pelo usuário final. Como lembra Ornstein, essas medidas, do ponto de vista da criatividade, estão longe de serem restritivas, pelo contrário, a intenção inicial é regulamentar determinados índices de desempenho que devem ser alcançados, cabendo aos projetistas envolvidos desenvolver seus projetos, utilizando o máximo da sua criatividade, de forma a adequar o programa do projeto aos regulamentos existentes. Atitudes como estas foram tomadas em países como a França, Inglaterra e Estados Unidos, entre outros.

Observou-se que, tanto nos EUA como na França, esses dois tipos de medidas (Regulamentos e Tarifas) têm surtido grande efeito, chegando-se a uma redução do consumo de energia da ordem de 50% para as novas edificações. Na França, por exemplo, entrou em vigor, a partir de 1974, a primeira medida legal sobre o assunto, que ficou conhecida como o coeficiente “G”. Este coeficiente limita e regulariza as

perdas e ganhos de calor pela envolvente e pela ventilação dos edifícios na estação de inverno. Posteriormente, em 1982, entrou em vigor outro coeficiente, que não anula o primeiro, conhecido como coeficiente “B”. Este segundo propõe um balanço entre perdas e ganhos de energia pelo edifício, estabelecendo uma quantidade de energia limite calculada em termos de perdas menos ganhos. Assim como o primeiro, verificou-se reduções da ordem de 25% no consumo final. Sete anos depois, a legislação tornou-se ainda mais restritiva, com a entrada do coeficiente “C”, que também não anula os anteriores e acrescenta, além das perdas e dos ganhos de calor pela envolvente, limites de consumo energético para equipamentos de aquecimento, condicionamento e ventilação artificial.

A conclusão que se chegou após a comparação e a análise desses dois estudos de caso foi o impacto e o peso que medidas não espontâneas têm na redução do consumo de energia elétrica. Segundo Ornstein (1995:139), “as reduções espontâneas não atingiram os resultados esperados, ou seja, enquanto o poder de decidir ficou somente a cargo do usuário, não houve mudanças significativas. Na medida em que o usuário deixou de poder optar, [...] começaram a ser alcançados os resultados esperados”.

2.2.2 O caso Brasileiro

As políticas de redução do consumo de energia elétrica no Brasil ainda são incipientes se comparadas ao contexto internacional. Enquanto os países desenvolvidos estão adotando desde medidas punitivas ao desperdício até adoção de certificação para edifícios e equipamentos, o Brasil começa, de maneira muito tímida, a trabalhar essas questões através da criação de decretos, leis e programas que buscam promover a redução ao desperdício, além da criação de fontes alternativas de energia.

Uma das primeiras iniciativas brasileiras nesse sentido foi a criação do PROCEL. O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A., 1985) foi Instituído no Brasil em dezembro de 1985 e implantado no ano seguinte. Este programa é coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, cabendo à Eletrobrás o controle de sua execução. Em 18 de julho de 1991, o PROCEL foi transformado em Programa de Governo, tendo suas abrangência e responsabilidade ampliadas. Seu principal objetivo é promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, para que se eliminem os desperdícios e se reduzam os custos e os investimentos setoriais. As metas de longo prazo do PROCEL estão

consignadas no Plano 2015 (BRASIL, 2006) e prevêm uma redução de demanda da ordem de 130 bilhões de kWh em 2015.

Dentre as metas estabelecidas pelo programa, destacam-se: redução nas perdas técnicas na transmissão e distribuição da energia pelas concessionárias para um valor próximo aos 10%; racionalização do uso da energia elétrica e aumento da eficiência energética em aparelhos elétricos, através da adoção do Selo PROCEL - instrumento promocional do programa concedido anualmente, desde 1994, aos equipamentos que apresentam os melhores índices de eficiência energética dentro de sua categoria - também na ordem de 10%.

Desde de 2002, o PROCEL conta com importantes parcerias, como, o Movimento das Donas de Casa de Minas Gerais e a Câmara de Arquitetos e Consultores de São Paulo. Essas parcerias se dão através de convênios e treinamento dos associados, além de divulgação dos conceitos de conservação de energia elétrica por meio de cursos de atualização profissional, voltados para novas tecnologias, tendências e conceitos aplicados às edificações.

As áreas de atuação do PROCEL vão desde o setor comercial, o de saneamento, o de educação e, até, o industrial. No primeiro, o principal objetivo é combater o desperdício. Para isso, trabalha fornecendo suporte aos seus diversos segmentos, buscando otimizar o desempenho energético de suas instalações. O Programa Comercial do PROCEL vem sendo desenvolvido através de parcerias com as associações de classe (hotéis, shopping centers, supermercados, bancos e grandes prédios de escritórios) e as associações comerciais estaduais. Ele inclui atividades nas áreas de treinamento técnico e gerencial, com o suporte do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPTEL - da Eletrobrás, objetivando capacitar profissionais nas empresas comerciais, nos agentes financeiros e nas empresas de consultoria. Já na área de saneamento, a Eletrobrás, por intermédio do PROCEL, vem desenvolvendo o PROCEL Sanear – Programa Nacional de Eficiência Energética em Saneamento Ambiental, que atua de forma conjunta com o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA – e o Programa de Modernização do Setor de Saneamento – PMSS.

O PROCEL nas Escolas é um projeto interdisciplinar, da Eletrobrás/PROCEL e das Concessionárias de Energia Elétrica do País, e funciona na área de educação, dentro do tema transversal meio ambiente, envolvendo professores de todas as disciplinas aplicadas nas escolas. O canal de comunicação é a "Educação Ambiental", através da

metodologia "A Natureza da Paisagem - Energia - Recurso da Vida". O material didático/pedagógico, desenvolvido especificamente para este projeto, é disponibilizado gratuitamente para as escolas que ingressam neste projeto.

A operacionalização do PROCEL nas Escolas cabe às Concessionárias de Energia Elétrica, que recebem treinamento específico para o trabalho, e, em seguida, estabelece com a área de Educação um relacionamento institucional para a implementação do projeto. As escolas interessadas devem se dirigir ao seu órgão superior que, por sua vez, entrará em contato com a concessionária local. Além de abranger escolas de ensino básico e fundamental, este programa também trabalha em parceria com escolas técnicas e universidades brasileiras com o objetivo de disseminar a disciplina "Conservação e Uso Eficiente de Energia" entre seus cursos.

Para o setor industrial, responsável pelo maior consumo de energia elétrica do país, cerca de 44% do consumo global (BRASIL, 2005), a Eletrobrás, no âmbito do PROCEL Indústria, Programa de Eficiência Energética Industrial, vem celebrando convênios com as Federações das Indústrias Estaduais, visando a desenvolver o programa, tendo como foco a redução de perdas nos sistemas motrizes. A finalidade é promover a eficiência energética em empresas do setor industrial, além de treinar e capacitar seus profissionais.

Além de programas de incentivo à redução do desperdício, o governo brasileiro começa a criar alguns instrumentos legais que também têm como objetivo a otimização do uso da energia elétrica. Em outubro de 2001, o governo federal publicou a Lei nº 10.205, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia Elétrica (BRASIL, 2001b). Nesta lei, que entrou em vigor na data de sua publicação, 17 de outubro de 2001, delega-se ao Poder Executivo o desenvolvimento de mecanismos que promovam a eficiência energética nas edificações construídas no país. Posteriormente, no Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001, que regulamenta a referida lei, ele prevê a criação de um Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações do país, que contará, dentre outros integrantes, com um representante de universidade brasileira especialista em matéria de edificação e energia; um representante do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CONFEA; um representante do Instituto dos Arquitetos do Brasil - IAB; e um representante da Câmara Brasileira da Indústria de Construção.

Seguindo o exemplo do governo federal, o governo do Estado de Minas Gerais instituiu o Decreto nº 43696, em 11 de dezembro de 2003, no qual dispõe sobre a otimização da demanda e do consumo de energia elétrica no âmbito da administração pública do estado (MINAS GERAIS, 2003b). Nesse decreto, os órgãos e entidades da administração pública devem fazer análise de adequação da estrutura tarifária e da demanda contratada, visando a opção pela melhor modalidade tarifária. A meta de redução de despesas com energia elétrica para os órgãos, autarquias, fundações e empresas estatais dependentes de recursos públicos é de 15% (quinze por cento) da média verificada em 2003. Para participarem do programa de otimização energética, os

- conscientizar profissionais que podem influenciar o planejamento de uma cidade, na concepção de projetos e na construção de prédios eficientes;
- elaborar guias técnicos, incluindo a revisão de publicações existentes;
- apoiar a realização de projetos-demonstração;
- divulgar boas práticas nos projetos e construções que agreguem conceitos de conforto ambiental e eficiência energética (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A., 2004).

Além dos programas citados acima, que têm como metas promover o consumo mais racional da energia elétrica, o governo federal também prevê medidas com o objetivo de criar alternativas para geração de energia elétrica através de outras fontes, como opção ao sistema predominante atual. O Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA - foi criado em 26 de abril de 2002 como um instrumento para a diversificação da matriz energética nacional. Este programa, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), estabelece a contratação de 3.300 MW de energia no Sistema Interligado Nacional (SIN), produzidos por fontes eólica, biomassa e pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), sendo 1.100 MW de cada fonte.

Em março do mesmo ano, o presidente da República assinou o decreto que regulamentou o PROINFA. Espera-se que o PROINFA seja um instrumento de complementaridade energética sazonal à energia hidráulica, que hoje é responsável por mais de 90% da geração do país. Na região Nordeste, a energia eólica servirá como complemento ao abastecimento hidráulico, já que o período de chuvas é inverso ao de ventos. O mesmo ocorrerá com a Biomassa nas Regiões Sul e Sudeste, onde a colheita de safras propícias à geração de energia elétrica (cana de açúcar e arroz, por exemplo) ocorre em período diferente do chuvoso (CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A., 2002).

2.2.3 O Caso da Califórnia - EUA

- Collaborative for High Performance Schools (CHPS)

Analisando a literatura internacional sobre políticas específicas de redução de gastos com energia elétrica em edifícios escolares, cham

possuem programas específicos para implementação de medidas que visam a otimizar o consumo de seus edifícios escolares. O Estado da Califórnia é responsável pela educação de um em cada oito estudantes americanos e vem, nos últimos anos, tendo umas das maiores taxas de matrícula do país, cerca de quatro vezes maior que a média nacional (*CALIFORNIA ENERGY COMMISSION*, 2001). Suas escolas gastam mais com energia do que com livros e materiais escolares juntos, em um tempo em que a preocupação com os gastos energéticos está crescendo a cada dia. Nesse contexto, foi criada, através de parcerias entre órgãos do Governo da Califórnia com a iniciativa privada e organizações não-governamentais, uma nova tipologia de edifícios escolares que melhoram o ambiente de aprendizado enquanto economizam energia, o CHPS.

O Collaborative for High Performance Schools (CHPS) tem como objetivo viabilizar o projeto de escolas de Alta Performance, edificações que, além de serem eficientes energeticamente, possuem ambientes termicamente confortáveis, bem iluminados e com toda a infra-estrutura pra um ensino de qualidade. Nesse “modelo”, cada elemento da edificação - janelas, paredes, materiais, entre outros - é considerado, desde o início do processo do projeto, como parte integrante de um sistema. Analisando detalhadamente essa iniciativa do Governo da Califórnia, percebe-se que, na verdade, trata-se mais de um procedimento de projeto do que a criação de um padrão propriamente dito. Ou seja, os projetos para essa nova tipologia são flexíveis para permitir certa liberdade aos arquitetos na hora de adequá-las às condições climáticas locais, ao orçamento disponível e ao desempenho educacional.

Como forma de auxiliar as escolas e os arquitetos, o CHPS vem desenvolvendo outros serviços, que também têm como objetivo otimizar o consumo de energia, como a criação de um certificado que irá estabelecer os critérios para a seleção das escolas de Alta Performance. Outro produto desenvolvido pelo CHPS é um manual de referência para escolas de Alta Performance na Califórnia. O manual é dividido em quatro partes: a primeira é direcionada às escolas e inclui informações como vantagens, processo e questões financeiras associadas a esse tipo de projeto. A segunda parte consiste de um guia com detalhes técnicos para os profissionais que irão desenvolver os projetos contendo informações sobre sistema construtivo e recomendações relacionadas à eficiência dos sistemas de iluminação natural, qualidade do ar, manutenção, etc. A terceira aborda como funciona o sistema de certificação do CHPS. E, por fim, a última e quarta parte é direcionada aos usuários dos novos edifícios, ou seja, versa sobre a

manutenção do edifício, além de apresentar as vantagens de se utilizar esse tipo de edificação.

Além destes serviços, o CHPS também oferece *workshops* educacionais para profissionais que desejam saber mais sobre o programa, incentivos financeiros para municípios que estão construindo ou reformando escolas de Alta-Performance. Novas escolas estão sendo construídas em todo Estado para demonstrar para projetistas e moradores as vantagens deste modelo, além do desenvolvimento e construção de projetos que melhoram as condições da qualidade do ar e do consumo energético das salas de aula.

- *Bright School Program*

Além do CHPS, em 2004, foi criado o *Bright Schools Program (CALIFORNIA ENERGY COMMISSION, 2004)*, que, ao contr0.50023 528.1998t Sc2u34ri2 314.1553 629.5940983Tm(EN

Para as escolas que desejam modernizar suas instalações, de maneira a se adequar aos padrões de eficiência energética, o *Bright Shchools Program* pode auxiliar na condução de um diagnóstico energético da edificação, ou analisando propostas de novos projetos, fornecendo as especificações para compra de equipamentos e auxiliando na escolha do empreiteiro que irá conduzir a obra.

Para participar do Programa, as escolas interessadas devem enviar, além do formulário de inscrição, outras informações (se disponíveis) como, por exemplo, diagnósticos energéticos já realizados, planejamentos preliminares, entre outras. O interessante é que a escola deve provar que está realmente comprometida com a execução do planejamento proposto pelo Programa, apresentando um cronograma físico-financeiro para as intervenções necessárias e propostas de financiamentos. Além disso, o governo local também deverá atestar sobre o comprometimento da mesma.

Como o Programa se desenvolve juntamente com o Escritório de Construção de Escolas Públicas (*Office of Public School Construction*), a Divisão de Arquitetos do Estado (*Division of the State Architect*) e o Departamento de Educação (*Department of Education*), fica garantido que as recomendações propostas para determinada escola estejam em conformidade com outros programas, legislações e normas estaduais. Isso facilita inclusive na obtenção de empréstimos para o financiamento, senão de todo, de parte dos recursos necessários para implementação do projeto de adequação energética.

Em linhas gerais, o Programa segue a seguinte metodologia: primeiramente a escola interessada manda a inscrição, explicitando que tipo de assistência deseja. Depois que os técnicos do *Bright Schools Program* verificam o seu comprometimento com o programa, a comissão pode pedir uma visita à escola, para discutir o projeto e o planejamento apresentado. Posteriormente, a equipe do *Energy Comission* determina se a escola está apta ou não a participar. O financiamento dos projetos poderá partir da iniciativa pública, privada ou de uma parceria entre as duas. Por fim, os consultores do Programa podem auxiliar na especificação de equipamentos, na seleção de empreiteiros para a obra, revisão dos projetos e, além disso, prestar consultoria durante toda a construção, caso a os administradores da escola julguem necessário.

2.3 Técnicas empregadas em APO

O estudo das relações bidirecionais entre pessoa e ambiente foi, e ainda é, alvo de

discussão entre vários críticos de arquitetura. Tuan (1983) já alertava para o fato de que, quando um operário cria um mundo, ele não apenas modifica seu próprio corpo como (também) a natureza exterior. Segundo o autor, uma vez terminado, o edifício torna-se um meio ambiente capaz de afetar as pessoas que nele vivem, ou seja, o espaço construído pelo homem pode aperfeiçoar a sensação e a percepção humana. Dessa forma, o resgate do estudo dessas relações é de extrema importância para o aperfeiçoamento do processo de projeto, assim como para o avanço das metodologias de avaliação pós-ocupação. Essa análise fundamentada na perspectiva do usuário obriga o arquiteto a repensar sobre o real significado da arquitetura, ou seja, a escala humana, as proporções e ritmos do ambiente construído dela decorrentes, o conforto ambiental, os fatores psico-comportamentais, os fatores culturais, dentre outros (ORNSTEIN, 1992). Ao avaliar o edifício sob essa ótica, as pesquisas de APO encurtam a distância desse usuário com o profissional que trabalha para atender suas necessidades.

De acordo com Ornstein (1992), as pesquisas de avaliação pós-ocupação podem ser classificadas segundo três categorias: a primeira, que pode ser chamada de indicativa ou de curto prazo, proporciona, através de rápidas visitas exploratórias ao ambiente e entrevistas com usuários-chave, indicação dos principais aspectos positivos e negativos do objeto de estudo. A segunda, investigativa ou de médio prazo, trata-se do nível anterior, acrescido da explicitação de critérios referenciais de desempenho. E a terceira, identificada como diagnóstico ou de longo prazo, define detalhadamente critérios de desempenho e utiliza técnicas sofisticadas de medidas correlacionando aquelas características físicas com as respostas dos usuários, tendo-se em mente a estrutura organizacional da entidade. Para tanto exige recursos bem maiores do que os utilizados nos níveis anteriores.

O primeiro passo antes de iniciar qualquer APO, é investigar na literatura específica os resultados dos trabalhos mais relevantes para o tipo de abordagem que se pretende dar. Devido a limitações técnicas ou mesmo financeiras, grande parte das pesquisas de avaliação pós-ocupação possuem o foco centrado em apenas alguns aspectos do edifício. Entretanto, conforme afirma Bechtel (1987), mesmo a mais limitada das APO's sempre pressupõe que projeto e comportamento não podem ser separados; ou seja, uma boa avaliação pós-ocupação tenta medir os sucessos e as falhas de um projeto com base nos comportamentos que ele favorece ou prejudica. Geralmente, tipo de edifício, população envolvida e aspectos específicos de projeto são os conceitos chave usados

para a pesquisa bibliográfica.

A seguir serão apresentadas as principais técnicas presentes em todas as etapas de uma APO. Primeiramente serão identificadas as variáveis envolvidas nesse tipo de pesquisa, assim como as metodologias empregadas na definição do Estudo de Caso em função do tipo de abordagem pretendida. Mais adiante, serão expostas as técnicas de coleta de dados, de amostragem, o pré-teste e a escolha de escalas de valores. Finalmente, serão apresentadas as etapas de análise dos dados, simulação computacional e diagnóstico.

2.3.1 Variáveis envolvidas em APO

Segundo Ornstein (1992), as variáveis envolvidas em uma APO podem ser divididas em cinco categorias, dependendo do tipo de avaliação a ser feita. São elas:

- Avaliação técnico-constructiva e de conforto ambiental. Essa avaliação é detalhada pela equipe de pesquisadores, visando ao reconhecimento especializado do ambiente/estudo de caso, o qual fornecerá, por sua vez, subsídios para a interpretação da avaliação do ponto de vista dos usuários (comportamental). As variáveis envolvidas na primeira são: solos e fundações, estrutura linear, estruturas especiais, estruturas mistas, juntas de dilatação, cobertura, drenagem de águas pluviais, impermeabilização, segurança contra incêndio, alvenarias, divisórias leves, revestimentos, forros, pinturas, acabamentos (rodapés, soleiras, cordões, frisos de forro, etc.), caixilharia, vidraçaria, instalações elétricas/proteções por pára-raios, instalações eletromecânicas (elevadores, pontes rolantes, escadas rolante, etc.), instalações hidro-sanitárias, telefonia e paisagismo. Já na segunda, as variáveis envolvidas são: conforto térmico, ventilação natural, condicionamento do ar e ventilação artificial, iluminação natural, iluminação artificial, conforto acústico e conservação de energia.
- Avaliação técnico-funcional: Diz respeito à avaliação do projeto arquitetônico proposto originalmente e daquele construído. Trata-se fundamentalmente da avaliação realizada pelos pesquisadores quanto ao desempenho funcional dos espaços resultantes.
- Avaliação técnico-econômica: Refere-se a índices econômicos extraídos da produção (projeto de construção) e uso (uso, operação e manutenção) do ambiente construído que podem determinar parâmetros para se medir a eficiência do ambiente construído.
- Avaliação técnico-estética: Esta variável (a mais difícil de ser avaliada em países em

desenvolvimento) pretende aferir formas, volumes, *o belo*, a questão do estilo e da percepção ambiental, do ponto de vista do avaliador-arquiteto e do usuário.

- Avaliação comportamental: Trata-se da variável básica da APO, pois lida com o ponto de vista de várias categorias ou estratos de usuários. É analisada a partir de procedimentos estatísticos compatíveis. Evidentemente que, no tratamento do comportamento humano, seja individual ou em grupo, está se tratando de aspectos culturais e psico-sociais. Embora esses usuários observem o mesmo objeto de estudo segundo um repertório distinto dos pesquisadores/arquitetos, o ponto de vista daqueles é bastante significativo na avaliação.

Como foi dito anteriormente, embora as pesquisas de avaliação do ambiente construído ainda estejam em processo de evolução e aprimoramento no Brasil, sabe-se que a variável energética encontra-se em todo o processo de produção dos edifícios, desde a fase de projeto, passando pela fase de construção, uso e operação. “Fundamentalmente a metodologia e o escopo de uma APO energética, é o mesmo adotado nas avaliações pós-ocupação aplicadas com um caráter mais abrangente. Todavia, uma vez definidos os pressupostos, torna-se necessário o detalhamento mais específico do método” (ORNSTEIN, 1995: 139).

Baseada em um estudo desenvolvido na Califórnia para um conjunto habitacional de interesse social para idosos, Ornstein apresenta e define o conceito de variáveis externas e variáveis internas que deve estar presente em uma APO energética.

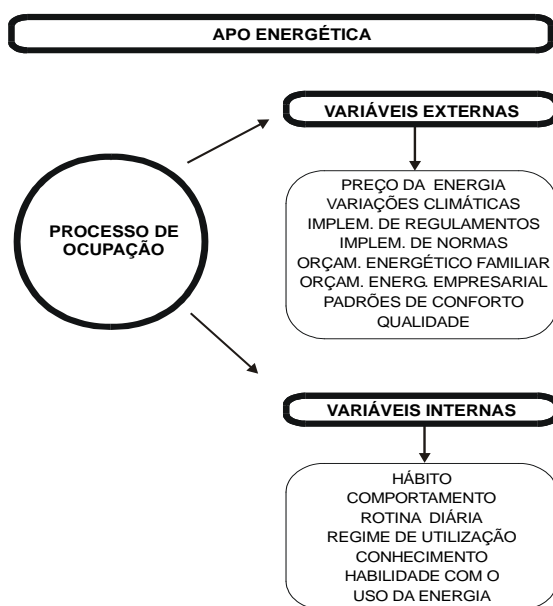


FIGURA 1: Variáveis externas e Variáveis internas
Fonte: ORNSTEIN, 1995:128.

2.3.2 Definição do Estudo de Caso

Quando se pretende investigar uma determinada classe de edifícios, a etapa de definição do(s) estudo(s) de caso(s) deve ser feita com bastante critério. Essa etapa vai resultar do tipo de abordagem que se pretende fazer, ou de quais são os objetivos que se pretende alcançar. Conforme afirma Bruyne (1982), existem três tipos de estudos de caso: no primeiro, estão aqueles que têm o intento de exploração e tentam descobrir problemáticas novas, renovar perspectivas existentes ou sugerir hipóteses fecundas, preparando assim o caminho para pesquisas ulteriores. No segundo, estão aqueles que são essencialmente descritivos, empenhando-se em descrever toda a complexidade de um caso concreto sem absolutamente pretender obter o geral. E, finalmente, no terceiro tipo, ele coloca aqueles estudos de caso que perseguem um objetivo prático e freqüentemente utilitário, seja porque visam a estabelecer o diagnóstico de uma organização ou a fazer sua avaliação, seja porque procuram prescrever uma terapêutica ou mudar uma organização.

A escolha de um ou mais estudos de caso está diretamente relacionada com a complexidade da pesquisa ao qual faz parte. Por exemplo, quando se pretende fazer um diagnóstico generalizado de uma determinada tipologia, levantando os principais problemas (construtivos ou tipológicos) relacionados à mesma, ou seus aspectos positivos e negativos, ou até mesmo seus perfis de uso e ocupação, deve-se, primeiramente, levantar o universo total de edifícios e, posteriormente, definir quantos e quais deles serão analisados, a partir de técnicas estatísticas de amostragem que serão descritas mais adiante. Este tipo de avaliação se enquadra no primeiro caso proposto por Bruyne, ou seja, possui um caráter exploratório preparando o terreno para outros estudos posteriores.

Contudo, outro tipo bastante comum de APO, e tão importante quanto à apresentada acima, é aquela baseada no exame mais detalhado de apenas um estudo de caso. Nesse contexto se enquadram o segundo e o terceiro tipo apresentados por Bruyne. Esses estudos, normalmente, são focalizados em apenas alguns aspectos do edifício (por exemplo: o conforto ambiental e a eficiência energética, ou manutenção e atos de vandalismo, etc) pretendo-se um diagnóstico mais preciso sobre as relações que esses aspectos mantêm entre si; ou, até mesmo, a elaboração de uma metodologia detalhada para análise dos mesmos. Pode-se também, chegar a um diagnóstico detalhado para o edifício em questão com a proposição de intervenções de curto, médio e longo prazo.

Nesse tipo de abordagem, é necessário que o estudo de caso seja definido com bastante critério a fim de que ele seja um exemplo representativo de todo o universo que se pretende estudar. Podendo-se, dessa forma, extrapolar suas conclusões para outros edifícios semelhantes.

2.3.3 Coleta de dados

A fase de coleta de dados é constituída basicamente de seis etapas. Num primeiro momento, deve ser feito o levantamento da memória de projeto e de construção, assim como o levantamento das áreas totais construídas do estudo de caso em análise. Esse levantamento consiste em identificar e categorizar os usuários do(s) edifício(s) alvo da pesquisa, sua evolução no decorrer do tempo e a existência de outros estudos que envolveram a mesma edificação. Ou seja, nessa primeira etapa, os pesquisadores iniciam o processo de familiarização com o edifício e com a população a serem avaliados. Segundo Bechtel (1987), uma conversa com moradores e com o pessoal de administração e de manutenção é o meio mais apropriado de se iniciar essa familiarização. Os resultados dessas conversas devem compor uma primeira imagem do ambiente como um todo.

No caso de uma avaliação energética, o levantamento dos dados demográficos é útil, pois, como lembra Ornstein (1995), ele permite comparar a evolução da população com a evolução de outros indicadores, como: consumo, demanda e área construída, entre outros. Além disso, permite extrair índices energéticos e construtivos *versus* a quantidade de usuários, agregados ou desagregados por estrato.

Posteriormente, deve ser feito o cadastro atualizado dos ambientes construídos (*as-built*). Nele devem constar todas as modificações (aí se incluem os acréscimos e demolições) sofridas pelo edifício, identificando quando e por que essas modificações foram feitas. Algumas dessas mudanças podem significar contenções de custo, outras podem representar adaptações feitas pelos próprios usuários às suas necessidades. Essa atualização deve ser feita tanto no projeto arquitetônico como nos projetos complementares, especialmente instalações elétricas e hidráulicas.

De maneira semelhante, a fase de coleta de dados também deve abranger o levantamento do mobiliário e dos equipamentos existentes em todos ambientes do edifício analisado. Pois, como lembra Ornstein (1992), os ambientes privados e públicos possuem um conjunto mobiliário fixo, móvel e equipamentos algumas vezes bastantes

heterogêneos. Os avaliadores devem ter conhecimento do repertório deste mobiliário e equipamentos em uso para propor qualquer alteração nos mesmos. Muitas vezes, a proposição de modificações ao *layout* pode implicar em descontentamento por parte dos usuários.

Feito isso, a próxima etapa funda-se no levantamento e tabulação de informações coletadas junto aos usuários; além da seleção dos ambientes que serão analisados detalhadamente e submetidos à medição física, quando necessário. A coleta de informações junto aos usuários deve ser feita primeiramente através de contatos rápidos com alguns usuários-chave do ambiente construído, visando tão somente a obter uma noção geral dos problemas mais relevantes.

Outra forma de abordar aspectos relevantes a respeito da edificação é através da utilização de grupos focais, que consistem em discussões em grupo através de análises verbais e visuais, em que os participantes comentam os seus pontos de vista dando as

suar 12tsui(ação eo er fodandidaviatesEsse()Tj0.0911 Tc 0.32921 Tw 12 0 0 1293640.0008 478.99939 7

hipóteses.

Outra técnica que também pode ser utilizada em APO, mas que não é freqüente aqui no Brasil, é o mapa comportamental. A observação atenta dos movimentos dos usuários em ambientes, por arquitetos, planejadores e outros especialistas, pode sugerir soluções para problemas físicos emergentes, especialmente no que se refere a áreas de trabalho, de circulação e aos aspectos ergonômicos. Entretanto, conforme afirma Ornstein, (1992), a observação do comportamento humano não pode ser causal, mas sim sistemática. Ou seja, o avaliador deve adotar planilhas de campo, bem formuladas, nas quais deve constar, além de um esquema (planta) do local em observação, data, horário, dia da semana, temperatura e estação do ano, o conjunto de atividades em observação, tipos de atividade, relação dos locais em observação e atrelamento de todas as informações a uma escala de valores a ser preenchida pelo observador. No caso de uma APO energética, o pesquisador deve estar atento aos hábitos e comportamentos individual e grupal referentes às questões de conforto e de conservação de energia. Por exemplo, períodos em que são acionados os sistemas artificiais de condicionamento térmico (ventiladores e ar condicionado) ou o sistema de iluminação artificial, etc.

A quinta etapa da coleta de dados compõe-se do levantamento técnico-constructivo, de conforto ambiental e funcional. Como foi visto no item acima, o levantamento técnico-constructivo nada mais é do que a descrição do sistema constructivo adotado: solos e fundações, superestrutura, cobertura, drenagem de águas pluviais, impermeabilização, segurança contra incêndio, alvenarias, revestimentos, forros, pinturas, acabamentos, etc. Já o levantamento de conforto ambiental envolve a utilização de tecnologias ativas e passivas na obtenção do conforto térmico, luminoso, acústico e conservação de energia. Vale ressaltar que, no caso de APO com ênfase na eficiência energética, é necessário incluir neste item o levantamento de consumos e demandas referentes a uma série histórica mínima de 12 meses (1 ano). Com isso será possível verificar os comportamentos dos mesmos nos períodos de inverno, verão e meia-estação.

Finalmente, na sexta e última etapa, deverá ser feito o levantamento de normas, códigos, especificações técnicas existentes, legislações a nível municipal, estadual e federal; ou, no caso de não existirem normas, o estabelecimento de critérios e padrões, os quais deverão ser formulados com base na experiência profissional dos membros da equipe técnica. O objetivo é propor uma comparação dos critérios estabelecidos nesses instrumentos com o julgamento feito pelos usuários e pelos técnicos envolvidos na

pesquisa. Além disso, o levantamento desses códigos e normas será importante na verificação da adequação do edifício às mesmas.

2.3.4 Técnicas de Amostragem

Quando se trabalha com aplicação de questionários e ou formulários, em APO, dependendo do porte do edifício, ou do nível de complexidade da pesquisa, torna-se necessário selecionar uma parcela da população e dos ambientes a serem analisados a fim de se reduzir custos e tempo de pesquisa. A esse processo dá-se o nome de amostragem.

Existem dois tipos de amostragem: a probabilística ou aleatória, cuja característica primordial é poder ser submetida a tratamento estatístico, e a não probabilística, que, ao contrário da primeira, não pode ser objeto de certos tipos de tratamento estatístico. Em se tratando de pesquisa científica, aconselha-se procurar sempre trabalhar com a amostragem probabilística, pois, além de garantir representatividade e significância da amostra, permite compensar erros amostrais.

Lakatos e Marconi (2006) classificam a amostragem probabilística ou aleatória em oito tipos: aleatória simples; sistemática; aleatória de múltiplo estágio; por área; por conglomerados ou grupos; de vários degraus ou estágios múltiplo; de fases múltiplas, multifásica ou em várias etapas; e, finalmente, a estratificada. A seguir serão apresentados os dois tipos de amostragem utilizados nesta pesquisa:

- Aleatória Simples – a escolha de um indivíduo é feita ao acaso, e cada membro da população tem a mesma probabilidade de ser escolhido. O processo de amostragem aleatória simples lança mão da tabela de números aleatórios. Essas tabelas são obtidas através de cálculos estatísticos e fornecem uma amostra inteiramente ao acaso, quando usada corretamente. O procedimento é o seguinte: numeram-se todos os componentes da população, dando a cada um deles apenas um número. A seguir determina-se o total de componentes da amostra e, utilizando a tabela de números aleatórios, selecionam-se os elementos a serem pesquisados.
- Estratificada - ao contrário dos conglomerados, grupos já existentes na população e freqüentemente já cadastrados como tal, os estratos são formados pelo pesquisador, segundo a necessidade de seu estudo. Ao formar os estratos, deve-se atentar para que todos os elementos da população estejam enquadrados neles e que nenhum indivíduo

possa ser colocado em dois estratos diferentes, relativos ao mesmo atributo. Convém também não esquecer que o número de estratos a serem utilizados em cada estudo depende, até certo ponto, da amostra total: uma amostra relativamente pequena, se subdividida por vários estratos, redundará em um número de elementos em cada estrato que pode deixar de ser significativo; por outro lado, a extração de um número suficiente de unidades de cada estrato, para que a amostra seja representativa, acabará por aumentar em demasia o tamanho da amostra, o que aumenta a duração e o custo da pesquisa.

Uma vez determinado o tipo de amostra, deve-se definir seu tamanho, o intervalo de confiança e a margem de erro capazes de controlar suas propriedades, ou seja, esses critérios devem garantir que os resultados da mesma sejam representativos da população que se está estudando. No caso de avaliação pós-ocupação, deve-se considerar amostras de espaços, salas e compartimentos de um dado ambiente construído (edifício, por exemplo) e, também, da população usuária desse ambiente, dividida em estratos.

Moreira (1984) apresenta a metodologia utilizada para se definir, dentro de determinados intervalos de confiança e margem de erro, o tamanho da amostra em pesquisas de avaliação pós-ocupação. Segundo esse autor, para uma população com média μ desconhecida e uma amostra dessa população com média \bar{x} conhecida, \bar{x} certamente estará um pouco acima ou um pouco abaixo de μ . Ou seja, o intervalo de confiança é expresso por:

$$\mu = \bar{x} \pm \text{um erro de amostragem.}$$

Os limites de confiança para a média amostral são dados por:

$$\mu = \bar{x} \pm z \delta / \sqrt{n}, \text{ onde } z \text{ é o coeficiente de confiança.}$$

A porcentagem de confiança é freqüentemente denominada nível de confiança, e os números dos limites de confiança são denominados coeficientes de confiança e representados por $z\alpha/2$. Para o cálculo da amostra casual, utiliza-se a fórmula:

$$n = \frac{(z\alpha/2)^2 \times p \times q}{e^2}$$

onde,

n = tamanho da amostra.

$(z\alpha/2)$ = variável normal padronizada para um intervalo para um dado nível de

confiança. Esta variável também pode ser obtida a partir da Tabela 128 presente no ANEXO A.

p = proporção de elementos com característica estudada. Caso esta proporção seja desconhecida, adota-se como hipótese $p = 50\%$ ou $0,50$.

q = é o complemento de p , isto é, $q = 1-p$, ou seja, 50% ou $0,50$ para hipótese $p=50\%$.

e = margem de erro.

Segundo Moreira, as porcentagens de confiança mais freqüentemente adotadas em pesquisas sociais encontram-se no intervalo de 1 a 10%. A TAB. 127, também presente no ANEXO A, indica os valores de z em função das áreas sob a curva normal reduzida $z\alpha/2$.

Por outro lado, a TAB. 128 (ver ANEXO A) nos dá os valores de $z\alpha/2$, correspondentes aos níveis de confiança mais adotados na prática.

Extraindo-se da TAB. 128 o limite de confiança de $95,5\%$, ou seja, $z\alpha/2 = 2,00$, e considerando-se $p = 0,5$ e $q = 0,50$, tem-se a mesma fórmula simplificada, visando a obtenção da margem de erro (e):

$$e = \sqrt{\frac{(2)^2 \times 0,5 \times 0,5}{n}}, \quad \text{ou} \quad e = \sqrt{\frac{1}{n}}$$

sendo o limite de confiança = $95,5\%$

onde,

e = margem de erro

n = tamanho da amostra.

Relaciona-se, assim, em função dos objetivos da pesquisa, o tamanho da amostra, o intervalo de confiança e a margem de erro. No caso de APO, o intervalo de confiança de $95,5\%$ é bastante utilizado e pode-se, com base na fórmula simplificada $e = \sqrt{1/n}$, construir uma tabela de amostras casuais simples (ver TAB. 129 presente no ANEXO A), adotada por muitos estatísticos. A tabela em questão fornece o tamanho da amostra para faixas populacionais fixas e margens de erro de 1% , 2% , 3% , 4% , 5% e 10% . Essa leitura direta facilita ainda mais os cálculos.

Analisando a TAB. 129 do ANEXO A, verifica-se que quanto menor for o tamanho da amostra, maior será a margem de erro. Segundo Ornstein, nos EUA é comum se adotar uma margem de erro de 5% em APO, contudo, em grande parte das pesquisas realizadas

aqui no Brasil, adota-se 10%.

2.3.5 Pré-teste

Uma vez elaborados os instrumentos de pesquisa, torna-se necessário averiguar a validade dos mesmos. O procedimento mais utilizado nessa validação é o pré-teste. De acordo com Lakatos (2006), o teste preliminar ou pré-teste consiste em testar os instrumentos da pesquisa sobre uma pequena parte da população do *universo* ou da amostra, antes de serem aplicados definitivamente, a fim de evitar que a pesquisa chegue a um resultado falso. O pré-teste é uma etapa necessária antes do uso de qualquer questionário. Além de checar a formulação das questões e sua abrangência, o pré-teste também é usado para checar se a ordem de apresentação das questões é adequada ou se precisa ser alterada. Seu objetivo, portanto, é verificar até que ponto esses instrumentos têm, realmente, condições de garantir resultados isentos de erros.

Dessa forma, constrói-se o pré-teste a partir dos objetivos da APO, das entrevistas feitas com as pessoas-chave e das observações do avaliador no decorrer das visitas exploratórias. Na verdade, o pesquisador constrói o questionário, que pretende aplicar junto à população amostral, e o aplica em cerca de 10% do tamanho estimado para a amostra (Bechtel, 1987). Desse teste, poderá surgir a necessidade de alteração da estrutura de certas perguntas e, até mesmo, a eliminação e/ou substituição de outras.

2.3.6 Definição da Escala de Valores

A definição da escala de valores a ser usada nos questionários é outro ponto que merece cuidado em pesquisas que buscam aferir nível de satisfação de usuário. A utilização de técnicas escalares permite transformar uma série de dados qualitativos em dados quantitativos. Lakatos (2006) define três tipos de escalas de mensuração: nominal, ordinal e de intervalo. Na escala nominal, as categorias são diferentes umas das outras e não podem ser hierarquizadas. Na escala ordinal, os objetos podem ser categorizados e colocados em ordem, ou seja, eles podem ser dispostos em determinada ordem em relação a uma dada propriedade a fim de se verificar se os fenômenos reais têm as características de ordem dos números. E, finalmente, na escala de intervalo, pode-se determinar empiricamente a igualdade de intervalos. Segundo Lakatos, “a escala de intervalo têm uma unidade constante, permitindo a realização de operações de adição e subtração, chegando-se a resultados significativos”. E ele cita como exemplo os

termômetros Fahrenheit e Centígrado.

Ainda segundo essa mesma autora (LAKATOS, 2006), em pesquisa de opinião, a escala de intervalo é construída por meio de proporções que medem posições que variam do mais desfavorável, passando pelo neutro, ao mais favorável. Em pesquisas de avaliação pós-ocupação, a escolha de uma determinada escala vai depender do tipo de resultado que se deseja obter. Para tanto deverão ser selecionados os conceitos ou aspectos dos ambientes a serem estudados e, posteriormente, deverão ser atribuídos valores numéricos (notas) a um conjunto de adjetivos relacionados àqueles conceitos. Em países desenvolvidos, as escalas de valores mais utilizadas são as de 7 pontos, já no Brasil, as escalas mais freqüentes em APO apresentam um número de divisões que variam de 4 a 6 pontos (ORNSTEIN, 1992). Alguns pesquisadores não recomendam a utilização de escalas de valores ímpares (por exemplo, 5 ou 7 pontos), pois a presença do fator neutro pode induzir a resposta do entrevistado. Contudo, conforme foi dito anteriormente, essa escolha vai depender dos objetivos da pesquisa.

2.3.7 Análise dos dados

Uma vez terminada a etapa da coleta de dados, parte-se para a fase de análise e interpretação dos mesmos. Nessa etapa, deve-se verificar as relações entre todas as variáveis, assim como suas relações com o fenômeno estudado. Conforme afirma Lakatos (2006), na análise, o pesquisador entra mais em detalhes sobre os dados decorrentes do trabalho estatístico, a fim de conseguir respostas às suas indagações, e procura estabelecer as relações necessárias entre os dados obtidos e as hipóteses formuladas. Estas são comprovadas ou refutadas, mediante análise. Já a interpretação dos dados consiste em comparar os resultados obtidos na pesquisa com outros estudos, buscando dar um significado mais amplo às respostas, vinculando-as a outros conhecimentos.

A etapa de análise e interpretação dos dados deve ser feita com muito critério, a fim de que uma tabulação descuidada dos dados, ou a aceitação como fato de alguma afirmação que não foi comprovada, ou, até mesmo, um envolvimento com o problema analisado por parte do pesquisador, não comprometam os resultados da pesquisa.

2.3.8 Simulação computacional

Outra técnica bastante utilizada em pesquisas de avaliação do ambiente construído é a

simulação do mesmo através de programas computacionais. Por meio dessas simulações, é possível alterar uma série de características dos edifícios, de forma a testar soluções para os diversos problemas encontrados. Segundo Bruyne (1982), o objetivo da simulação não é o de reproduzir o funcionamento real de um sistema, mas de programar em computador certos processos teóricos e observar que gênero de comportamento eles geram, para comparar resultados obtidos com os dados empíricos recolhidos. As simulações através de programas computacionais também podem servir de suporte para a experimentação de comportamentos de determinada organização, fornecendo um ambiente controlável, ou mesmo servir de substituto para métodos de experimentação onde estes não são praticáveis. No quadro da pesquisa, os modelos simulados respondem, entretanto, a vários objetivos possíveis.

Dentre os programas mais utilizados em pesquisas de avaliação pós-ocupação no Brasil, podemos destacar alguns desenvolvidos para análises de desempenho térmico dos ambientes, outros na área de iluminação e de eficiência energética. O Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina disponibiliza para *download* alguns desses programas, com o objetivo de auxiliar os profissionais de arquitetura e engenharia a adequarem seus projetos a essa nova concepção de arquitetura ecológica. A seguir serão apresentados três programas, desenvolvidos para simulações de eficiência energética e de iluminação, dos quais dois serão utilizados nesta pesquisa.

- *Energyplus*

O Programa *Energyplus*, desenvolvido pelo departamento de energia dos Estados Unidos (*U.S. Department of Energy*), tem suas raízes nos programas BLAST (*Building Loads Analysis Thermodynamics*) e DOE-2. Estes *softwares* foram desenvolvidos e lançados, no final dos anos 1970 e no início dos anos 1980, como ferramentas de simulação energética e de carga térmica com o objetivo de auxiliar arquitetos e engenheiros no dimensionamento do sistema de ar-condicionado, desenvolvimento de estudos de *retrofit*, otimização de desempenho energético, etc. Criados a partir da crise energética do início dos anos 1970, ambos tinham como objetivo resolver promover a eficiência energética a partir de abordagens distintas.

Como os programas em que foi baseado, o *Energyplus* é um simulador de carga térmica e de energia. Ele funciona a partir de uma base na qual os dados referentes aos seus

sistemas construtivos, elétricos, sistemas mecânicos, entre outros, são inseridos juntamente com as rotinas de utilização dos mesmos. O programa calcula as cargas de aquecimento e resfriamento necessárias para manter o controle térmico pré-determinado, as condições de funcionamento de um segundo sistema de ar-condicionado e calefação, e o consumo energético de equipamentos primários. Além disso, ele também permite a execução de diversas outras simulações que poderão avaliar o desempenho do edifício analisado frente a diversos parâmetros de conforto térmico. Muitas das características destas simulações foram herdadas dos programas BLAST e DOE-2. Abaixo estão listadas algumas das aplicações do programa *Energyplus*, que dão uma noção de sua utilidade para várias situações de simulação.

- Soluções integradas para edificações onde a resposta da edificação e seus diversos sistemas (de iluminação, ventilação, condicionamento do ar, etc.) estão interligados, sendo que estas interações podem ser testadas quando necessário.
- Interações entre as zonas térmicas e o ambiente com intervalos de tempo ajustados pelo próprio usuário, assim como intervalos de tempo ajustados para promover a interação entre as zonas térmicas e o sistema de condicionamento artificial.
- Utilização de bases de dados climáticos que permitem a simulação das condições climáticas a cada hora (ou menos), e geração de relatórios a partir de saídas definidas pelos próprios usuários.
- Soluções baseadas no balanço de todas as cargas térmicas presentes na edificação, que permitem o cálculo simultâneo da energia radiante e convectiva, tanto no interior quanto no exterior da superfície durante cada espaço de tempo definido.
- Condução de calor provisória entre elementos do edifício, tais como paredes, telhados, pisos e etc. usando as funções da transferência por condução.
- Modelos de transferência de massa de calor que levam em conta a absorção/perda de umidade tanto através da análise da interação quanto entre camadas que participam da condução ou fazendo um modelo de penetração efetiva de umidade (EMPD).
- Modelos de conforto térmico baseados na atividade, temperatura interna de

bulbo seco, umidade entre outros.

- Modelo de céu anisotrópico para cálculos mais precisos de iluminação difusa em superfícies inclinadas.
- Cálculos avançados da penetração de carga térmica através das janelas, que consideram cortinas controláveis, vidraças tratadas, balanço térmico de cada camada, que permite saber a quantidade de energia absorvida pelas janelas, e uma biblioteca de desempenho de diversas janelas existentes no mercado americano.
- Controle da luz do dia, incluindo o cálculo da iluminância no interior dos ambientes, simulação e controle da claridade, além dos efeitos da iluminação artificial no aquecimento e resfriamento da edificação.
- Sistemas de ar-condicionado convencionais e radiantes, que permitem que o usuário modele os sistemas típicos ou sistemas ligeiramente modificados sem perder o código fonte do programa.
- Cálculos de poluição atmosférica, que prevêm o volume de partículas de CO₂, SO_x, NO_x, CO e hidrocarbonetos produzidos tanto no local quanto em conversões remotas de energia.
- Links para outros programas populares de simulação, tais como o WINDOW5, COMIS (modelo de ventilação), TRNSYS e SPARK, para permitir uma análise mais detalhada dos componentes da edificação.

É importante ressaltar que nenhum programa ainda é capaz de lidar com todo tipo de simulação, simultaneamente. O *Energyplus* procura lidar com várias opções de sistemas de ar-condicionado e ventilação, através de *links* com outros programas, permitindo calcular as cargas térmicas e/ou o consumo energético para um dia ou para um espaço de tempo determinado, sendo possível simular até por mais de um ano. Por enquanto, as versões do *Energyplus* estão direcionadas para os aspectos térmicos da edificação, mas nas futuras versões do programa será possível abordar outras questões importantes para o ambiente construído, como, por exemplo, dimensionamento dos sistemas de captação de água, sistemas elétricos, etc.

Em recente trabalho desenvolvido no Departamento de Engenharia Nuclear da Escola de Engenharia da UFMG, Loura (2006) verificou que os resultados da simulação de iluminação a partir do *software Energyplus* não foram satisfatórios, por esse motivo,

nesta pesquisa, optou-se por utilizar outro programa para a avaliação do conforto luminoso.

- E2: Programa para auditoria energética em edificações

O E2 é um pacote de programas desenvolvidos pelo LabEEE que tem como objetivo auxiliar na auditoria energética de edificações públicas, comerciais e industriais. Eles foram desenvolvidos para permitir análises rápidas, visando à melhoria na eficiência energética de edificações, incluindo: sistemas de iluminação, equipamentos, condicionamento de ar e motores; além da análise das tarifas de energia elétrica, de acordo com a legislação da ANEEL. O pacote possui ainda programas que permitem a análise de sistemas de geração de energia elétrica ou térmica, utilizando fontes alternativas e convencionais, além da cogeração como proposta para o uso racional de energia.

Segundo informações disponíveis no site do LabEEE (LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES DA UFSC, 2002), a proposta inicial do projeto E2 consistia em desenvolver um programa de cinco módulos sobre cada tópico abordado e mais um módulo multimídia. Os cinco módulos previstos inicialmente eram: E2-Edifício - analisa o consumo de energia elétrica de edificações comerciais, incluindo seus sistemas de iluminação, ar-condicionado e demais equipamentos; devido sua alta complexidade, este módulo foi dividido em 3 outros (E2-Iluminação, E2-Tarifas e E2-ArCondicionado); E2-Iluminação - permite o desenvolvimento de projetos de sistemas de iluminação interna a partir de uma base de dados com mais de 1000 equipamentos disponíveis no mercado nacional, podendo-se definir alternativas de projeto mais eficientes para a edificação; E2-ArCondicionado (E2-AC), permite obter todos os relatórios de carga térmica, temperatura interna e consumo de energia da edificação para um ano inteiro, utilizando o *Energyplus* como ferramenta de simulação horária, pode-se analisar, por exemplo, o impacto de aspectos construtivos (tipo de cobertura, paredes e piso, cores externas...) no consumo de energia da edificação; E2-Tarifas - desenvolve análises sobre o faturamento de energia elétrica de edificações de acordo com a legislação brasileira - o programa possui uma base de dados de tarifas de diversas concessionárias e permite a simulação de alternativas de contrato de demanda e mudança de tarifa; E2-Cogeração - apresenta a cogeração como alternativa de projeto para uso racional de energia, identifica alternativas de projetos que possam corresponder às necessidades energéticas do usuário e permite a simulação

simplificada de casos típicos (indústria têxtil, cerâmica e papel) onde se aplicam sistemas de cogeração; E2-Motores - aux

inua

Esse *software* permite importar qualquer arquivo desenvolvido em programas gráficos que possam ser salvos com extensão em *dwg*. O *AutodeskViz*[®] é, na verdade, uma evolução do antigo *Lightscape*[®], e muitas das modificações introduzidas no mesmo vieram do *software Autodesk 3ds Max*[®] versão 8.0.

A inserção de dados nesse programa consiste em, primeiramente, informar as coordenadas geográficas da localidade: latitude e longitude. A partir dessas informações, ele gera, através do *Daylight sistem*, os três tipos de céu para aquela localidade (encoberto, parcialmente encoberto e claro), para tal, ele utiliza uma calculadora geográfica com a posição das principais cidades do mundo, dividida por continentes. Nas versões anteriores, era o usuário que definia a condição de céu, a partir de uma escala que variava de 0 a 100 na qual se ajustava a nebulosidade do céu; na última versão, o programa oferece apenas essas três possibilidades, e o usuário escolhe uma entre elas. A única variável que pode ser ajustada pelo usuário é a quantidade de radiação da fonte luminosa - em imagens publicitárias (cujo principal objetivo é vender determinado produto), o nível de radiação recomendado é de 50%; para simulações mais técnicas, esse parâmetro deve ser cuidadosamente definido pelo usuário, pois, caso contrário, ele poderá superestimar a condição real, comprometendo a análise. Para gerar os dados de iluminação artificial, o programa utiliza o sistema de iluminação noturna, além das opções básicas da linha Max, o *Photometric sistem*, que permite a escolha do tipo de lâmpada desejada e a inserção das propriedades conforme especificação do fabricante. A partir daí, definem-se as características de projeto, como posição do norte geográfico, dados referentes ao projeto luminotécnico, assim como as especificações técnicas de todos os materiais empregados na obra.

A digitalização dos materiais aplicados no modelo é feita mediante a utilização de imagens, e as propriedades físicas dos mesmos, tais como: cor, reflexão, rugosidade, transparência, refração, entre outras, também são inseridas conforme especificação do fabricante, ou, na falta delas, esses dados também podem ser ajustados pelo próprio usuário. Uma vez especificadas todas essas características, o usuário deve informar o dia, a hora e o tipo de céu para os quais as simulações serão feitas.

O programa *AutodeskViz*[®] oferece soluções integradas que permitem ao usuário ajustar o modelo da maneira que lhe for mais conveniente. Para certos projetos, é necessário uma visualização 3D mais avançada, em outros, o detalhamento da construção é mais importante, já em simulações mais técnica, é possível solicitar saídas em gráficos de

iluminâncias, em duas ou três dimensões, assim como, valores absolutos para diferentes pontos do ambiente. Esse tipo de saída permite comparar valores simulados com valores medidos.

2.3.9 Diagnóstico

Uma vez coletados, analisados, interpretados os dados e feitas as simulações possíveis, parte-se para a fase de diagnóstico. Com base nos levantamentos realizados e segundo técnicas de avaliação, através das quais usuários e pesquisadores atribuem juízos de valor às distintas variáveis envolvidas no processo de avaliação, são diagnosticados os principais aspectos positivos e negativos do ambiente construído objeto da APO. Esse diagnóstico é a etapa mais importante da APO, devendo ser cuidadosamente dimensionado. A partir dele que serão extraídas as recomendações de curto, médio e longo prazos.

CAPÍTULO III
ESTUDO DE CASO

3.1 Breve histórico sobre a arquitetura escolar em Minas Gerais

Analisando a história da produção de escolas públicas no município de Belo Horizonte, é possível destacar quatro momentos: no primeiro, que vai desde a fundação desta capital até a década de 1960, a construção de novos edifícios acontecia num ritmo lento, segundo a necessidade da época, e os projetos eram destinados a arquitetos renomados (como foi o caso do edifício da Escola Estadual Governador Milton Campos – mais conhecida como “Estadual Central” - projetada por Oscar Niemeyer e finalizado em 1956) ou a arquitetos pertencentes ao próprio corpo técnico do Departamento Estadual de Obras Públicas, o DEOP. Grande parte destes edifícios apresenta uma profunda relação de identidade com a cidade e com o período em que foram construídos, conformando-se como referências importantes para a história da educação neste município.

No segundo momento, que começa a partir dos anos sessenta e vai até meados da década de 1980, foi criada a CARPE (Comissão de Construção Ampliação e Reconstrução de Prédios Escolares do Estado), com o objetivo de propor uma tipologia padrão para edificações escolares que fosse capaz de responder à crescente demanda por instituições públicas de ensino e que pudesse ser repetido por todo o estado. O “padrão CARPE”, como o próprio nome indica, foi criado por uma comissão de arquitetos do Estado e tinha como premissa básica aliar qualidade ambiental a baixo custo.

Seu projeto consiste, basicamente, em dois blocos paralelos, de dois pavimentos cada, ligados por um terceiro bloco de circulação vertical (ver FIG. 02 e 03). No primeiro pavimento, ficam dispostos os sanitários, o refeitório, a cantina, o setor administrativo, o setor pedagógico e três salas de aula, sendo uma para apresentação de vídeos e as outras duas para as aulas do período introdutório. No segundo pavimento, ficam dispostas as salas de aula do ensino básico e fundamental. O espaço entre os dois blocos, com cerca de 10,00 metros de largura, é utilizado como pátio de recreação. Além deste pátio, normalmente, essas escolas contam ainda com uma quadra de esportes que é utilizada nas aulas de educação física.

Na concepção original do projeto, esses dois blocos deveriam ser implantados com as maiores fachadas orientadas para Norte e Sul, sendo a fachada Sul a das maiores aberturas. A circulação entre as salas deveria ser feita pela face norte do edifício, através de varandas que se prolongam por toda a extensão do mesmo. Essas varandas são

protegidas pela projeção do beiral (com balanço de 2,00 metros) e por um guarda-corpo de 105cm de altura. O objetivo de se propor uma circulação aberta foi garantir a ventilação cruzada nos diversos ambientes da escola. O sistema construtivo adotado no projeto original, e que ainda vêm sendo utilizado, é composto basicamente por estrutura pré-fabricada em concreto armado, tijolo cerâmico e cobertura em telha cerâmica (ver FIG 04 e 05).

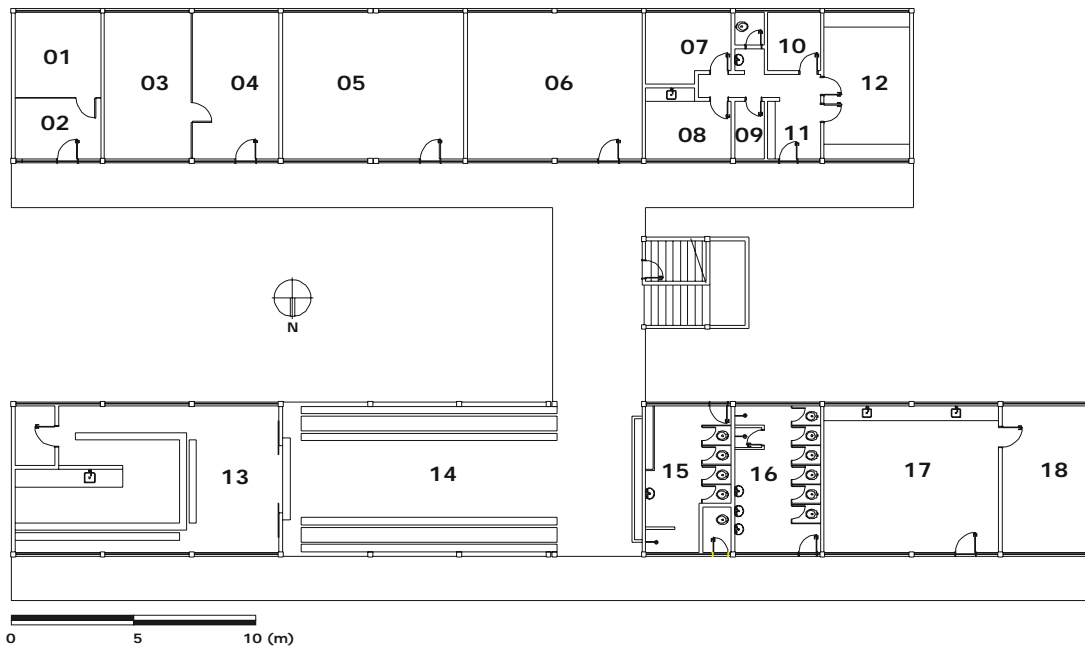


FIGURA 02: Planta 1º pavto Padrão Carpe – 01 à 04 diretoria e secretaria; 05, 06 e 17 salas de aula; 07 à 12 setor pedagógico; 13 cantina, 14 refeitório, 15 e 16 vestiários e 18 sala da merenda.

FONTE: Digitalização de levantamento executado pela autora.

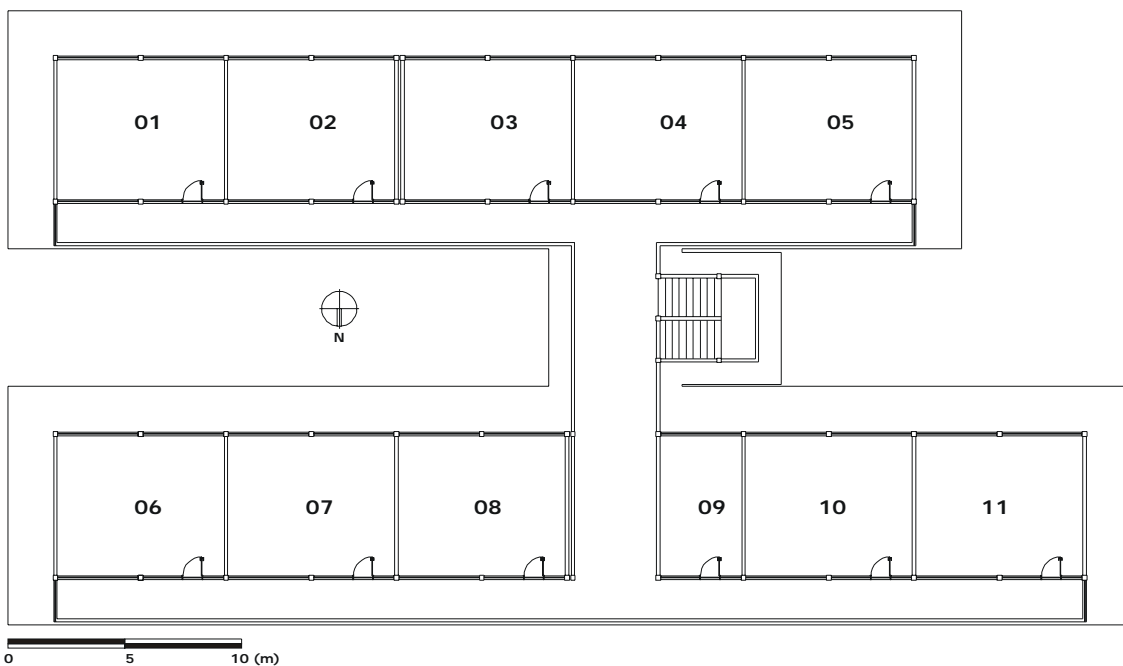


FIGURA 03: Planta 2º pavto Padrão Carpe – 01 à 08, 10 e 11 salas de aula; 09 orientação educacional.

FONTE: Digitalização de levantamento executado pela autora.

Percebe-se, claramente, que a intenção original era conceber uma tipologia dentro dos princípios bioclimáticos. Entretanto, a grande limitação desse projeto, assim como em grande parte de projetos padronizados, era compatibilizar o terreno com a proposta arquitetônica. Para garantir as condições ambientais favoráveis, era necessário que o terreno fosse grande o suficiente para que a escola pudesse ser implantada conforme as recomendações propostas pela comissão. Quando isso não acontecia, os arquitetos responsáveis lançavam mão de um projeto especial, cuja volumetria permitia maior flexibilidade na implantação. Entretanto, esse projeto nem sempre correspondia à demanda local. Mais adiante, na descrição do Estudo de Caso, o padrão CARPE será apresentado em detalhes.

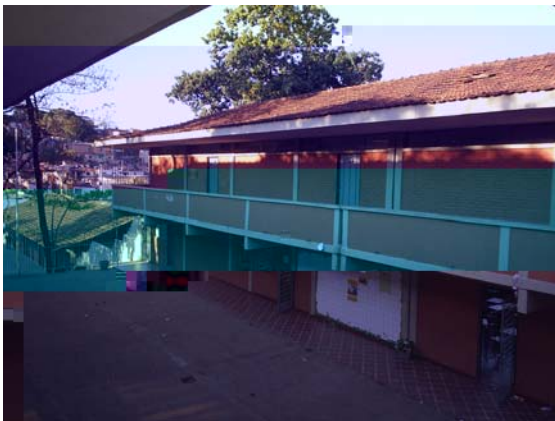


FIGURA 04: Sistema construtivo Padrão Carpe e vista do pátio, secretaria / diretoria e salas de aula.
FONTE: Levant. fotográfico realizado pela autora.



FIGURA 05: Circulação aberta das salas de aula e vista fachada que deveria ser orientada para Sul.
FONTE: Levant. fotográfico realizado pela autora.

Em 1988, durante o Governo de Newton Cardoso, foi criado o NEEC (Núcleo de Ensino e Extensão Comunitária), que consistiu em novo padrão para edifícios escolares em substituição ao padrão CARPE. Os NEEC's representaram uma nova forma de composição arquitetônica, a partir de um bloco principal, no qual eram dispostas as principais atividades da escola, em composição com outros que abrigavam atividades de diversas naturezas, com o objetivo de atender à demanda pedagógica do local onde fossem inseridos. Do ponto de vista da concepção arquitetônica, a proposta consistia em agrupar ambientes afins em blocos que permitissem compor alternativas de escolas em resposta à diversificação de estruturas operacionais, solicitadas por projetos pedagógicos específicos de acordo com realidades locais.

Cada unidade do NEEC poderia ser formada por um bloco tipo A (ver FIG 06, abaixo, e projeto arquitetônico presente no ANEXO B), de dois ou três pavimentos, em composição com um ou mais blocos anexos, tipo B, C, D e E, todos de um único

pavimento, ambientados pelas áreas externas. Os blocos tipo A contavam, basicamente, com os seguintes espaços: salas de aula, espaços técnicos e administrativos, varandão com quadra poliesportiva, sanitários e vestiários. Nos blocos tipo B, estavam dispostos a biblioteca, a sala de primeiros socorros, o refeitório e os serviços de apoio. Já nos blocos tipo C, encontravam-se os ambientes para práticas semi-profissionalizantes e, nos tipo D, salas de aula para acréscimo futuro. Finalmente, nos blocos tipo E, estavam os ambientes para práticas do lar e creche.



FIGURA 06:

NEEC, com seus respectivos anexos e áreas externas, tinha que apresentar: situação correta em relação à demanda e acessos dentro de percursos máximos de 500 metros, para alunos de 1^a. à 4^a. (ensino básico), e 1500 metros, para alunos de 5^a. à 8^a. (ensino fundamental), sem travessia de rodovia, via urbana de tráfego intenso, linha férrea ou de barreira geográficas naturais. Além disso, a área demarcada deveria ser função da capacidade da escola e de seu horizonte de ampliação, conforme quadro de “Áreas de Ocupação” presente no Manual do NEEC.¹

O sistema construtivo adotado foi estrutura metálica aparente, vedos em alvenaria e cobertura em telhas metálicas com venezianas nas laterais. O razão pela qual se optou pela estrutura metálica foi promover a industrialização máxima da construção, permitindo a sua produção em série e a redução do seu tempo de obra, resultando numa efetiva redução de custos. A utilização do aço foi, também, uma opção conceitual e tinha como objetivo reforçar a marca do programa e estabelecer uma identidade entre o projeto e o Governo do Estado de Minas Gerais.

Inicialmente, a proposta desse governo era construir cerca de 1000 escolas em todo o estado. Entretanto, devido ao seu alto custo inicial (cerca de três vezes o valor do seu antecessor) e de manutenção, o número de escolas construídas em todo o estado não ultrapassou a casa dos 40, sendo três delas em Belo Horizonte. Além disso, a aceitação deste novo modelo por parte dos usuários não foi boa, por esse motivo foram necessários alguns ajustes em grande parte das escolas construídas, a fim de que elas se adequassem melhor às necessidades dos mesmos².

¹ Chama atenção a quantidade de critérios estabelecidos para a escolha do terreno. Além dos que foram citados acima, destacam-se também: “possibilidade de inscrição de um retângulo com a área mínima estabelecida, guardando a relação de 1 para 2 entre largura e comprimento, sem a presença de obstáculos físicos representados por valas, barrancos, adutoras ou escoamento de águas e linhas de transmissão; declividade máxima de 10% para áreas com curvas de nível predominantemente na direção norte-sul e declividade máxima de 15% para áreas com curvas de nível predominantes na direção leste-oeste” (MINAS GERAIS, 1988).

² Informações cedidas pelo arquiteto do DEOP e ex-funcionário da CARPE, Cleber José da Costa, em entrevista concedida no dia 17 de outubro de 2004. Segundo este funcionário, os problemas mais frequentes nas escolas do padrão NEEC eram: corrosão nas estruturas por falta de um detalhamento adequado no tratamento desses componentes; falhas no encontro da alvenaria com a estrutura, causando fissuras e infiltrações nas mesmas; impossibilidade de limpeza das treliças da cobertura devido ao pé direito muito alto, entre outros. Além desses problemas, a posição da quadra de esportes, adjacente ao bloco de salas de aula, sob a mesma cobertura, inviabilizava a utilização simultânea desses ambientes, devido aos altos índices de ruídos gerados durante as atividades de recreação. Dentre as modificações mais solicitadas, destaca-se a construção de outra quadra de esportes afastada do bloco original. No projeto original, a ventilação e a iluminação das salas de aula eram feitas através de grandes vãos que iam do piso ao teto, fechados por portas pivotantes e protegidos por meio de um guarda-corpo tubular. Devido à falta de manutenção e à falta de segurança, esses guarda-corpos tiveram que ser substituídos por outros de alvenaria, implicando a descaracterização do projeto.

Comparando o padrão NEEC com o padrão CARPE, percebe-se, mais uma vez, que a escolha do terreno é um dos maiores limites impostos à padronização de projetos. Nesse novo modelo, os critérios estabelecidos para escolha do mesmo eram de tal ordem, que acredita-se, inclusive, que esse fato possa ter contribuído para o fracasso deste projeto.

Finalmente, no período que vai desde o princípio dos anos noventa até os dias de hoje, apesar da demanda ter diminuído significativamente e da CARPE ter sido extinta, os novos edifícios destinados ao funcionamento de escolas públicas voltaram a ser construídos com base no padrão CARPE. Seu custo relativamente baixo, associado a uma boa aceitação por parte de seus usuários, foi o motivo para se voltar a adotar este padrão. Entretanto, esses edifícios, assim como todos os outros pertencentes à Rede Estadual de Escolas Públicas, nunca passaram por uma avaliação mais cuidadosa. Sua boa aceitação por parte dos usuários foi verificada pelos técnicos do DEOP, através das visitas a essas escolas para manutenção ou para a construção de acréscimos e outras melhorias.

Dessa forma, a proposição de uma metodologia para avaliação dessa tipologia é fundamental para a análise de toda a rede de escolas públicas do estado de Minas Gerais, pois ela representa uma parcela significativa do universo total de edifícios aqui implantados.

Como vimos no capítulo anterior, a avaliação de determinada organização, através de estudos de caso, pode ter um caráter de exploração, onde são levantadas problemáticas novas e algumas hipóteses úteis a pesquisas posteriores, ou, como é o caso desta pesquisa, pode também, através de um único estudo de caso, perseguir um objetivo prático e utilitário visando a estabelecer um diagnóstico detalhado para o edifício analisado, ou propor uma metodologia de avaliação da organização como um todo.

3.2 Definição do Estudo de Caso

O censo escolar realizado em 2003 levantou um número total de 3.925 escolas em todo o Estado de Minas Gerais. A Rede Estadual de Escolas Públicas atende a 2.600.610 alunos, sendo que 37.610 pertencem à pré-escola; 1.758.647 ao Ensino Fundamental; 794.115 ao Ensino Médio. Além disso, deste total, 10.238 alunos estão matriculados em Ensino Especial e 4.558 no Ensino Profissionalizante. Para o município de Belo Horizonte, o censo de 2003 levantou um número total de 249 escolas. Estas 249 escolas

estaduais atendem 263.112 alunos, sendo 7.686 da pré-escola; 158.768 do Ensino Fundamental; 94.106 do Ensino Médio; 2.106 do Ensino Especial e 446 do Ensino Profissionalizante.

A fim de definir um estudo de caso que fosse representativo dentro do universo total de escolas estaduais deste município, procurou-se criar uma metodologia de agrupamento dessas escolas a partir da classificação das mesmas segundo critérios como: ano de inauguração, número de alunos, etc. A princípio, pensou-se classificar as escolas segundo o ano de inauguração com objetivo de propor uma comparação entre os períodos de maior produção. Entretanto, a Secretaria Estadual de Educação não possui essa informação sistematizada, e o arquivo do DEOP, além de não estar informatizado, encontra-se bastante desorganizado. Os catálogos de busca estão incompletos, e os projetos de grande parte das escolas foram perdidos.

Diante disso, optou-se por fazer uma pré-classificação das escolas em função do número de alunos (informação fornecida pela Secretaria de Educação). A utilização desse critério possibilitou fixar uma das variáveis envolvidas na análise, ou seja, a área construída, pois o tamanho da escola é função do número de alunos.

Sabe-se que o número total de escolas em Belo Horizonte é igual a 249. O número total de alunos matriculados nessas escolas varia de 109 alunos (menor número) a 4.513 alunos (maior número). Sendo assim, tem-se um número total de classes (K) igual a:

$$K = \sqrt{n} \quad \Rightarrow \quad K = \sqrt{249} = 15,77$$

onde n = número de escolas no município de Belo Horizonte.

Ou seja, para um total de 249 escolas, teremos quinze classes. O tamanho (T) das classes será dado pela divisão da amplitude do número de alunos (4.513 menos 109) pelo número de classes K:

$$T = \frac{A}{K} \quad \Rightarrow \quad T = \frac{4.404}{15} = 293,6$$

Arredondando este valor, temos o tamanho da classe igual a 300 alunos. A partir da análise do histograma (gráfico de distribuição de freqüência) dos dados acima, concluiu-se que a classe de maior freqüência varia de 400 a 700 alunos e possui um total de 48 escolas (ver relação das escolas presente no ANEXO F).

Como o objetivo deste procedimento era extrair uma escola que pudesse representar o

universo analisado, foi feita uma nova classificação das mesmas, entretanto trabalhando-se apenas com as 48 tiradas a partir da primeira. Pelo fato de se tratar de um número significativamente menor, nessa etapa foi possível fazer a classificação em função do ano de inauguração das escolas. Esse segundo corte teve como objetivo restringir a amostra a um determinado período. O acesso a essa informação se deu da seguinte forma: primeiramente foi feita uma consulta diretamente com as escolas, pois a informação do DEOP é referente ao projeto e nem sempre o ano de projeto coincide com a data de inauguração. Entretanto, em algumas escolas, não foi possível fazer contato, e outras se recusaram ou não sabiam dar essa informação. Assim, essa primeira busca forneceu dados referentes a apenas dezessete escolas.

Diante da dificuldade em se obter a informação junto às escolas, optou-se por recorrer novamente ao arquivo do DEOP. Contudo, a informação obtida refere-se ao ano presente nos projetos das mesmas. Essa segunda busca nos forneceu dados de mais de 18 escolas, ou seja, foi preciso desconsiderar, do total de 48, 13 escolas, por falta de acesso à informação desejada.

Repetindo o mesmo procedimento de classificação, porém utilizando como critério o ano de inauguração ou o ano de projeto, obtém-se um número total de observações igual a 35 escolas, nas quais o período considerado varia de 1909 a 1999. Assim, o número de classes (K) será igual a:

$$K = \sqrt{n} \quad \Rightarrow \quad K = \sqrt{35} = 5,91$$

Ou seja: 6 classes. O tamanho (T) das classes é dado por:

$$T = \frac{A}{K} \quad \Rightarrow \quad T = \frac{90}{6} = 15$$

Considerando o tamanho da classe igual a 15 anos, o ano 1999 ficaria fora desta classificação, assim foram considerados 16 anos. A análise do histograma dos dados acima mostra que a classe de maior frequência vai do ano de 1969 ao ano de 1985 e possui um total de 15 escolas.

O terceiro corte foi feito em função da tipologia padrão utilizada no projeto arquitetônico. Na verdade, as 15 escolas selecionadas a partir do segundo corte pertencem ao padrão CARPE, entretanto, existem algumas diferenciações em função do número de salas ou de pequenas modificações introduzidas ao projeto original. A partir deste terceiro corte, foram selecionadas cinco possíveis escolas para o estudo de caso. A

definição do mesmo se deu em função da facilidade de acesso à escola (três das escolas selecionadas foram descartadas por estarem situadas em favelas de difícil acesso), da ausência de grandes intervenções ao projeto original e da disposição da diretoria em colaborar com a pesquisa. Dessa forma, foi eleita para este estudo a Escola Estadual Pero Vaz de Caminha, localizada no bairro Cachoeirinha, região nordeste de Belo Horizonte.

3.3 Descrição do Estudo de Caso

Nos subitens seguintes, serão apresentadas, primeiramente, as características de projeto e de ocupação da Escola Estadual Pero Vaz de Caminha³. Posteriormente, serão descritos e avaliados os principais elementos construtivos (tipologias e materiais) que foram utilizados na construção dos quatro blocos que constituem a escola e, por último, será exposta uma breve caracterização dos usuários da mesma.

3.3.1 Características de Projeto e de Ocupação

A Escola E. Pero Vaz está localizada na Rua Pacajá, número 200 do Bairro Cachoeirinha, Município de Belo Horizonte. O Bairro Cachoeirinha fica na Região Nordeste do município, com acesso pela Avenida Presidente Antonio Carlos e Avenida Bernardo de Vasconcelos. Trata-se de um bairro tipicamente residencial, cuja população apresenta níveis de renda que variam de média a baixa. É um bairro predominantemente horizontal, com lotes de 200 a 300 metros quadrados, ocupados basicamente por residências unifamiliares (ver vista aérea presente no ANEXO E).

A fundação da Escola E. Pero Vaz data de abril de 1977, ou seja, anterior à primeira Lei de Uso e Ocupação do Município de Belo Horizonte – Lei 2.662/78⁴. Sendo assim, essa escola não é obrigada a se enquadrar nos parâmetros da mesma e, muito menos, das que entraram em vigor após essa data. Contudo, como este padrão ainda é utilizado neste município, segue a TAB. 01, a título de comparação, onde são apresentados os parâmetros urbanísticos de sua atual Lei de Uso e Ocupação - Lei 8.137/00 (alteração da Lei 7.166/96), que entrou em vigor a partir de 2000.

³ Nos itens seguintes, será adotada uma simplificação do nome da Escola Estadual Pero Vaz de Caminha para Escola E. Pero Vaz, com o objetivo de facilitar a leitura.

⁴ Em 25 de março 1985, entrou em vigor a primeira modificação da Lei 2662/78, a partir desta data todos os projetos deveriam estar em conformidade com a nova Lei: 4034/85.

O terreno onde se localiza a escola possui área equivalente a 4.800 metros quadrados. Somando a área de todos os blocos que constituem a escola, ela apresenta 2.355,40 metros quadrados de área bruta e 2.325,40 metros quadrados de área líquida⁵. Observando a tabela abaixo, nota-se que, se a escola tivesse sido construída a partir da data de vigência da atual Lei de Uso e Ocupação do Solo, ela atenderia a quase todos os parâmetros estabelecidos pela mesma para a zona na qual se encontra, a única exceção seria o número mínimo de vagas para estacionamento.

TABELA 01: Parâmetros urbanísticos estabelecidos pela Lei 8.137/00

Parâmetro *	Lei 8.137/00	Escola E. Pero Vaz
Coefficiente de aproveitamento	1,7	0,49
Quota de terreno por unidade habitacional	25m ² /un	-
Taxa de Ocupação **	-	-
Taxa de permeabilidade (mínimo)	20%	47%
Altura na divisa (máxima)	5,00m	0,00m
Afastamentos laterais (mínimo)	2,55m	6,17m
Estacionamento (mínimo)	1 vg/75m ² A. Liq.	1 vg/190m ² A. Liq.

FONTE: BELO HORIZONTE, 2000.

* Parâmetros para a Zona de Adensamento Preferencial (ZAP) na qual a escola se insere.

** Para ZAP esse parâmetro não se aplica.

Ainda sobre o terreno, analisando a topografia do mesmo (ver implantação da escola presente no APÊNDICE A), observa-se que ele apresenta uma declividade de aproximadamente 10% ao longo da Rua Pacajá. Para implantar a escola, foi necessário a criação de dois platôs, sendo um na cota 795,50, onde foram implantados os blocos 01 e 02, e o outro na cota 791,50, onde foram implantados os blocos 03 e 04. O acesso para pedestres é feito pelo refeitório presente no bloco 01 e o para veículos é feito pela esquina da Rua Pacajá com a Rua Sambeatiba.

Os quatro blocos foram implantados com as maiores fachadas (onde se encontram as aberturas de todos os ambientes) voltadas para a maior dimensão do terreno, que coincide com a orientação Leste – Oeste, ou seja, em desconformidade com as orientações propostas pela CARPE. No caso específico dos blocos 01 e 02, a fachada com as maiores aberturas (peitoril de 1,00m) está voltada para a orientação Leste, e a fachada oposta, na qual as aberturas apresentam peitoril de 2,30m, está voltada para a orientação Oeste. O bloco 03 possui as maiores aberturas voltadas para Oeste, e as menores para Leste. No Bloco 04, todas as aberturas são do tipo bascula e possuem

⁵ As definições de áreas bruta e líquida não seguem uma única regra. Cada município as definiu como bem entende. No caso da Escola E. Pero Vaz, foram utilizados para esse cálculo os parâmetros estabelecidos pela Lei de Uso e Ocupação de Belo Horizonte (BELO HORIZONTE, 2000), atualmente em vigor.

peitoril com alturas a partir de 1,60m, essas aberturas também estão localizadas nas fachadas orientadas para Leste e Oeste (ver FIG. 04 e 05).

A composição dos diversos ambientes da escola se deu da seguinte forma: bloco 01 – cantina, refeitório, sanitários, sala do Introdutório I e sala da merenda no primeiro pavimento, e salas 08 a 12 no segundo pavimento; bloco 02 – diretoria, secretaria, sala do Introdutório II, sala de vídeo, baleiro, setor pedagógico e sala dos professores no primeiro pavimento, e salas 03 a 07 no segundo pavimento; bloco 03 – salas 13 a 17 (essas salas funcionaram somente durante o período que vai de 1992 a 2000, atualmente, esse bloco encontra-se desativado por falta de manutenção); e, finalmente, no bloco 04, encontra-se a biblioteca (os demais ambientes do bloco 04 também foram desativados em 2000). O dimensionamento desses ambientes está em conformidade com o Código de Obras do Município de Belo Horizonte – Decreto-Lei Nº. 84 de 21 de Dezembro de 1940. Neste Decreto fica estabelecido que a área mínima para ambientes de uso prolongado deve ser igual a 8,00 m².

A circulação entre as salas de aula presentes no segundo pavimento dos blocos 01 e 02 é feita através de corredores abertos, com 2,00m de largura, posicionados nas fachadas oeste dos respectivos blocos. Esses corredores são protegidos por um beiral que acompanha a projeção do mesmo e por um guarda-corpo de alvenaria de 1,05m de altura. Como foi mencionado anteriormente, o objetivo de se propor uma circulação aberta foi garantir a ventilação cruzada em todos os ambientes da escola. O afastamento entre os blocos é de aproximadamente 10,00m e foi dimensionado de maneira que um não projetasse sombra no outro. Este espaço é utilizado como pátio de recreação. Além dele, existe uma quadra de esportes, adjacente aos blocos 03 e 04 que é utilizada para prática de educação física.

O bloco 03, mencionado nos parágrafos acima, funcionou somente durante o período que vai de 1992 até 2000. Nesse período, ele foi utilizado para aulas do turno da noite. Com o fim do curso noturno, ele foi desativado. Atualmente ele encontra-se em total estado de abandono, apresentando infiltrações em todo o telhado e problemas nas instalações elétricas. Na sala localizada ao lado dos sanitários dos alunos (bloco01), chegou a funcionar um laboratório de computação. O laboratório foi ativado em meados de 2002 e funcionou até o final do mesmo ano, quando houve uma invasão na escola e todas as máquinas foram roubadas. Atualmente, essa sala é utilizada no turno da tarde pelos alunos do período introdutório, após a obrigatoriedade do mesmo nas escolas

estaduais.

O projeto original não contemplava nenhuma proposta paisagística, entretanto, os próprios funcionários da escola, na tentativa de melhorar o desconforto causado pelo calor, plantaram algumas árvores ao longo do afastamento frontal da Rua Pacajá e no fundo do lote, onde se encontra o estacionamento. As árvores situadas ao longo da Rua Pacajá possuem, em geral, copas com densidade e altura médias, já as do fundo do lote possuem copas mais densas.

3.3.2 Descrição do Sistema Construtivo Predominante

- Sistema Estrutural – O sistema estrutural adotado nos blocos 01 e 02 da Escola E. Pero Vaz, assim como em todas as escolas da CARPE, consiste em estrutura aparente, composta por vigas e pilares pré-fabricados em concreto armado, e laje pré-fabricada, composta por vigotas de concreto espaçadas por uma fiada de tijolo cerâmico, armação e uma pequena camada de concreto. Já nos blocos 03 e 04, o sistema estrutural utilizado foi alvenaria auto-portante.
- Pisos – Tanto no primeiro como no segundo pavimento dos blocos 01 e 02, o piso utilizado foi ladrilho hidráulico de 20x20 centímetros em tom de vinho. Esse piso, instalado na época de inauguração da escola, encontra-se em ótimo estado de conservação em grande parte da escola. Somente nos banheiros, onde a frequência de manutenção é maior, foram identificadas algumas avarias. Nos pátios e passeios ao redor dos quatro blocos foi utilizado cimento grosso e, no interior dos blocos 03 e 04, o cimento queimado, ambos em bom estado de conservação.
- Alvenarias e Divisórias – No que se refere às alvenarias, tanto nos blocos 01 e 02 como nos blocos 03 e 04, foi utilizado tijolo cerâmico maciço. Nos primeiros, as faces internas das paredes perpendiculares à maior dimensão do edifício receberam emboço e pintura na cor branca, nas faces internas das demais paredes, assim como nas externas, foi aplicada apenas uma tinta, na cor cerâmica. As faces internas e externas das paredes do bloco 03 também receberam apenas pintura na cor cerâmica; já no bloco 04, as paredes foram emboçadas tanto interna como externamente. Entretanto, por dentro, elas foram pintadas de branco e, por fora, elas receberam pintura na cor cerâmica. A maioria das paredes pintadas de branco está precisando de manutenção, elas se encontram bastante rabiscadas e encardidas; já nas pintadas com tinta de cor cerâmica, a manutenção não é tão urgente. Não foram verificados problemas relacionados a trincas

e umidades nas alvenarias dos quatro blocos.

- Forros e Coberturas – O tipo de cobertura utilizada nos blocos 01, 02 e 04 foi laje pré-fabricada, pintada internamente com tinta de cor branca, e telhado cerâmico de quatro águas (blocos 01 e 02) e de duas águas (bloco 04). Já no bloco 03, existe apenas telhado cerâmico de duas águas, apoiado diretamente na alvenaria e sem nenhum tipo de forro. Em todos os quatro blocos, foi verificada a presença de infiltrações nos telhados. Na época do regime de chuvas, esse problema se agrava, prejudicando inclusive o funcionamento das instalações elétricas. Segundo relato dos próprios funcionários, todas as lâmpadas presentes nos corredores de circulação foram retiradas, pois a água que percolava através das lajes queimava as boquilhas, impedindo o funcionamento das lâmpadas.

- Caixilhos e Vidros – Esses elementos construtivos, assim como as coberturas, também apresentaram desempenho bastante ineficiente. Acredita-se que esse fato se deva à falta de manutenção dos mesmos. A grande maioria dos caixilhos, compostos por perfis de metalon, encontra-se com problemas de corrosão, desgaste nas pinturas e dificuldade de manuseio. A manutenção e a limpeza dos vidros também é feita em intervalos muito grandes, chegando a comprometer a acuidade visual da sala. Além disso, a reposição dos mesmos nem sempre é feita com material adequado (vidros lisos e transparentes – conforme projeto original); esse fato, além de comprometer a estética do edifício, também contribui para a diminuição dos níveis de luz natural no interior dos ambientes. O dimensionamento das aberturas atende com bastante folga aos critérios estabelecidos pelo Código de Obras do Município de Belo Horizonte⁶, no qual a soma das áreas de todas as aberturas deve ser igual ou maior a um sexto (1/6) da área de piso; e a altura máxima de pelo menos uma das vergas deve ser igual a um sexto (1/6) do pé direito do ambiente. As portas das salas de aula são constituídas por chapas de metalon dobradas e pintadas na cor cinza. O péssimo estado de conservação das esquadrias assim como das portas coloca em risco a segurança da escola que, como foi relatado, já foi invadida várias vezes.

- Instalações Elétricas – A avaliação das instalações elétricas, principalmente da parte luminotécnica, foi outro ponto que mereceu uma análise mais cuidadosa. O sistema de iluminação artificial dos ambientes da escola é constituído basicamente por luminárias

⁶ Para mais informações ver: BELO HORIZONTE. Decreto-Lei N°. 84. Belo Horizonte, 1940. Disponível em <www.pbh.gov.br>. Acesso em 25 de julho de 2006.

compostas por duas lâmpadas fluorescentes de 40W nas salas de aula, salas do setor administrativo, pedagógico, cantina, refeitório e sanitários dos alunos, com o mínimo de um circuito por ambiente, podendo chegar a três, sempre dispostas perpendicularmente à janela (ver projeto luminotécnico presente no APÊNDICE A). Nas áreas de circulação, depósitos, almoxarifados, banheiros dos professores e funcionários, foram previstas luminárias compostas por uma lâmpada incandescente de 60W ou 40W. Todavia, como foi mencionado anteriormente, devido a problemas de infiltração nas coberturas, todas as luminárias das áreas de circulação externa foram retiradas, a fim de evitar pequenos curtos e as constantes substituições de lâmpadas e boquilhas. Além disso, verificou-se ser freqüente a interrupção completa do fornecimento de energia elétrica, nesta escola, por períodos prolongados, a ponto de interferir no calendário escolar dos alunos. No período que vai de 23 de junho de a 06 de julho de 2005, alguns setores da escola ficaram sem luz devido a um roubo de parte da fiação elétrica da mesma. Posteriormente, no período que vai de 26 de julho a 22 de agosto do mesmo ano, a escola foi invadida novamente e, como esse segundo episódio ocorreu antes mesmo que o reparo nas instalações fosse feito, o funcionamento das mesmas ficou comprometido, obrigando a direção a desligar o quadro geral de energia até que a Secretaria de Educação providenciasse o reparo. Em março deste ano, o fornecimento de energia foi interrompido novamente por duas semanas, contudo, o motivo foi interferência entre as instalações hidráulicas e elétricas nas proximidades dos bebedouros dos alunos. Enquanto a Secretaria não liberou a verba para os serviços de manutenção, o fornecimento de energia foi interrompido novamente, a fim de evitar acidentes com os alunos.

3.3.3 Características dos Usuários

A composição das categorias de usuários da Escola E. Pero Vaz para o ano vigente se dá da seguinte forma: no turno da manhã, estão matriculados 293 alunos no Ensino Fundamental, ou seja, os períodos que vão da 5^a. a 8^a. série; o quadro de funcionários da escola conta com 18 professores, 02 secretárias, 01 supervisora, 02 cozinheiras e 03 funcionários de serviços gerais. No turno da tarde, são 309 alunos matriculados no Período Introdutório e Ensino Básico (1^a. a 4^a. séries), 12 professores, 02 secretárias, 01 supervisora, 02 cozinheiras e 03 funcionários de serviços gerais. Além desses funcionários, a escola conta também com mais três funcionários que trabalham em período integral: a diretora e a vice-diretora e uma orientadora pedagógica.

Analisando a legislação nos níveis municipal, estadual e federal, não foi possível encontrar nenhum instrumento legal que estabelecesse a área mínima por aluno em salas de aula. Entretanto, Ornstein (1993), ao investigar a Rede Estadual de Ensino de São Paulo, compara as escolas avaliadas com os índices estabelecidos pela Fundação para o Desenvolvimento da Educação (F.D.E.), órgão que é responsável pela arquitetura das escolas paulistas. De acordo com este órgão, a área mínima por aluno em salas de aula do ensino básico e fundamental deve ser de aproximadamente 1,00m² por aluno. Na Escola E. Pero Vaz, a sala que apresentou maior densidade possui um total de 40 alunos, ou seja, atende aos padrões mínimos estabelecidos por este órgão. A seguir, na TAB. 02, é apresentada a relação de alunos por turma e por turno para o ano de 2006.

TABELA 02: Relação de alunos por turma e por turno na Escola E.Pero Vaz

Turma	Turno	Total de alunos
Introdutório II	Tarde	19
Introdutório I	Tarde	19
Primeira I	Tarde	33
Primeira II	Tarde	36
Segunda I	Tarde	33
Segunda II	Tarde	31
Terceira I	Tarde	29
Terceira II	Tarde	28
Quarta I	Tarde	26
Quarta II	Tarde	30
Quarta III	Tarde	25
Quinta I	Manhã	30
Quinta II	Manhã	33
Quinta III	Manhã	29
Sexta I	Manhã	31
Sexta II	Manhã	34
Sétima I	Manhã	39
Sétima II	Manhã	40
Oitava I	Manhã	26
Oitava II	Manhã	31

FONTE: Dados fornecidos pela direção da escola.

Os dados demográficos da Escola Estadual Pero Vaz De Caminha referentes aos anos de 2002 a 2004 encontram-se no ANEXO D. Já os referentes ao ano de 2005 não serão considerados na análise energética da mesma, pois os incidentes, relatados no item anterior, responsáveis pela interrupção do fornecimento de energia elétrica, comprometem o comportamento médio do edifício.

3.4 Definição das Variáveis

As variáveis envolvidas em avaliações pós-ocupação focadas nas análises de conforto e eficiência energética podem ser divididas em: variáveis climáticas e variáveis de

projeto. As variáveis de projeto, ao contrário das climáticas, têm a particularidade de poderem ser controladas pelos profissionais envolvidos no processo de construção dos edifícios proporcionando um melhor desempenho do mesmo. O conforto ambiental depende da capacidade do projetista em tirar partido das condições climáticas do entorno no momento em que ele dá forma ao edifício, assim como na especificação dos materiais que serão empregados na obra.

Contudo, como vimos no capítulo anterior, Ornstein (1992) classifica as variáveis envolvidas em APO's Energéticas como variáveis internas e variáveis externas. No primeiro grupo, além das variáveis climáticas, ela inclui o preço da tarifa no momento de aplicação da APO, normas e regulamentos que controlam o consumo de energia pela edificação e os padrões de consumo dos usuários. No segundo, ela coloca as variáveis que estão relacionadas com a maneira como o usuário se apropria do espaço, como

Definidas as variáveis climáticas, parte-se para a descrição das variáveis de projeto. Aqui, estão incluídas desde a implantação do edifício no terreno, volumetria, tamanho e posição das aberturas, até a especificação de materiais e componentes, assim como sistemas de iluminação, ventilação, aquecimento, entre outros. A relação dessas variáveis com as características climáticas do local, o entorno imediato ao projeto, o tipo de uso e ocupação do mesmo, é determinante para a qualidade e eficiência do edifício.

A análise da Escola E. Pero Vaz será pautada na observação de todas essas variáveis. Como foi visto, este projeto faz parte de um padrão que foi concebido para atender aos requisitos mínimos de uma arquitetura bioclimática, entretanto, algumas recomendações ao projeto não foram seguidas, e isso pode ter implicado prejuízos ao conforto de seus usuários. Além disso, espera-se que o estudo dessas variáveis, da maneira como será proposto no capítulo seguinte, possa contribuir para a criação de um procedimento de avaliação pós-ocupação expedito que possa ser extrapolado para outras tipologias de edifícios.

CAPÍTULO IV
METODOLOGIA

4.1 Considerações preliminares

Considerando o objetivo de integrar as análises técnicas e a opinião dos usuários em pesquisas de avaliação pós-ocupação, utilizou-se neste trabalho uma metodologia quali-quantitativa no levantamento e na análise dos dados, a fim de se chegar a um diagnóstico confiável e o mais preciso possível para o edifício analisado.

A proposta deste trabalho foi apresentar um procedimento expedito de avaliação para edificações escolares, com o objetivo transformar a APO em um instrumento palpável a todos os profissionais envolvidos no processo de produção desses edifícios. Dessa forma, o cerne desta pesquisa encontra-se justamente na necessidade de simplificação dessas metodologias, de maneira que a APO se torne parte integrante deste processo.

Nos itens seguintes, serão descritas todas as etapas que fizeram parte deste trabalho. Primeiramente, após a apresentação do fluxograma metodológico da pesquisa, serão expostas as técnicas que foram utilizadas no levantamento dos dados necessários à identificação dos consumos energéticos desagregados por setores e por tipo (iluminação, equipamentos, refrigeração, etc.) e, também, no levantamento dos dados necessários à modelagem e simulação (através dos softwares *Energyplus* e *AutodeskViz*[®]) de todo o edifício, assim como dos ambientes que foram analisados separadamente.

Algumas informações sobre as rotinas e o histórico de utilização das instalações e equipamentos do edifício foram obtidas através de observação direta intensiva por meio de duas técnicas: observação sistemática⁷ e entrevista padronizada e estruturada. Segundo Lakatos e Marconi (2006), a observação é uma técnica de coleta de dados que utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade, ela consiste em ver, ouvir e examinar fatos ou fenômenos que se deseja estudar. Já a entrevista padronizada e (ou) estruturada, é aquela em que o entrevistador segue um roteiro previamente estabelecido e padronizado, de maneira que as respostas dos entrevistados possam ser comparadas.

Como poderá ser visto mais adiante, essas entrevistas foram realizadas com o auxílio de uma planilha elaborada para cada ambiente, na qual eram registradas as rotinas de

⁷ “Na observação sistemática o observador sabe o que procura e o que carece de importância em determinada situação; deve ser objetivo, reconhecer possíveis erros e eliminar sua influência sobre o que vê ou recolhe” (LAKATOS, *et al.*, 2006: 90).

utilização de suas instalações e equipamentos elétricos, assim como as principais características desses equipamentos.

No item 4.3 será descrita a etapa de levantamento dos níveis de satisfação dos usuários. Neste momento serão apresentados os procedimentos envolvidos na elaboração dos questionários, na execução do pré-teste, assim como as técnicas utilizadas para seleção da amostra avaliada.

Finalmente, nos itens 4.4 ao 4.6, referentes ao processamento e análise dos resultados, será mostrado como foi feito o tratamento dos dados, estes foram levantados de tal forma que a análise técnica pudesse ser comparada com a análise qualitativa e com as saídas dos programas de simulação utilizados.

4.2 Fluxograma da pesquisa

Como pode ser visto na FIG. 07, referente ao fluxograma a partir do qual se desenvolveu esta pesquisa, optou-se neste trabalho por apresentar uma alternativa às metodologias tradicionais comumente utilizadas em APO aqui no Brasil, baseada em pesquisa de opinião e simulação computacional, verificando sua viabilidade através de um estudo de caso.

Em linhas gerais, a proposta consistiu em estabelecer uma estrutura metodológica através de procedimentos quali-quantitativos, focando a análise na eficiência energética e no conforto ambiental dos edifícios. Primeiramente, após a revisão das principais pesquisas sobre o assunto, assim como o estudo das características da Rede Estadual de Escolas Públicas de Minas Gerais, pôde-se definir algumas hipóteses (apresentadas no capítulo um) que conduziram os rumos da investigação. Na etapa seguinte, foi feito um levantamento tanto das técnicas qualitativas como das técnicas quantitativas relacionadas à APO, além do estudo das estruturas dos *softwares* que seriam utilizados, identificando os dados de entrada solicitados e o tipo de saída que eles oferecem.

Após a seleção do estudo de caso, checkou-se o potencial de aplicação das técnicas selecionadas e, posteriormente, partiu-se para o trabalho de campo. Nessa etapa, foram levantados os dados referentes aos projetos da escola, as rotinas de utilização de seus diversos ambientes, assim como os níveis de satisfação de seus usuários e os níveis de iluminação nas salas de aula. Durante o processamento dos dados, foi possível, a

partir da equalização dos dados demográficos, seguir para a macroanálise energética da escola e a estimativa de seu consumo desagregado. O tratamento estatístico dos dados levantados junto aos usuários também foi feito na etapa de processamento dos dados.

A etapa seguinte consistiu na simulação da escola nos dois programas selecionados para esta pesquisa: *Energyplus* e *AutodeskViz*[®]. Uma vez testada essa metodologia na Escola E. Pero Vaz e, após a análise e discussão dos resultados, pôde-se extrair um modelo de avaliação, além de subsídios a futuros projetos.

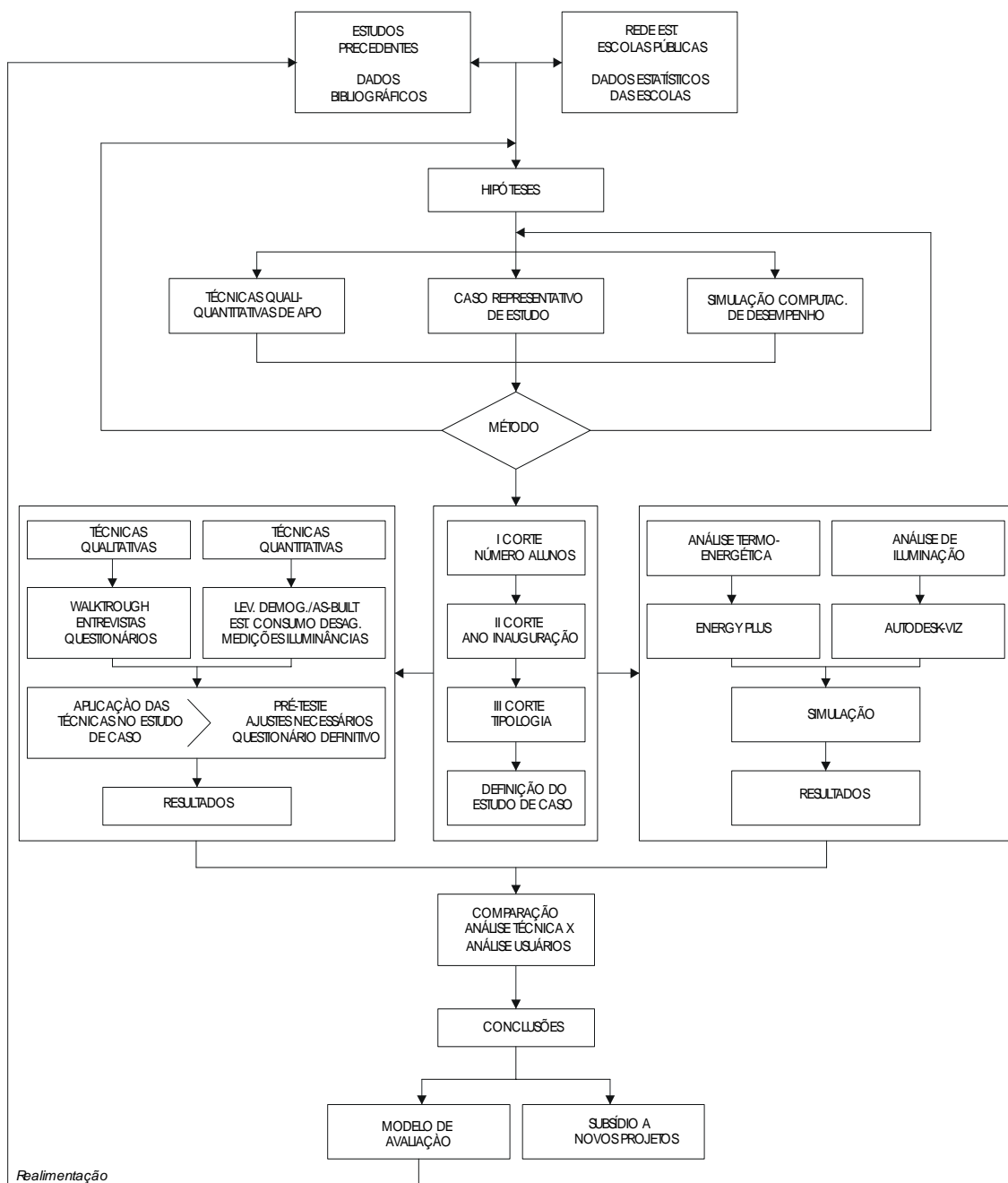


FIGURA 07: Fluxograma metodológico da pesquisa
FONTE: Elaborado pela própria autora.

4.3 Levantamento local de dados

4.3.1 Levantamento do projeto e dos dados construtivos do edifício

Uma vez definido o estudo de caso, foi necessário fazer uma nova visita ao DEOP em busca dos projetos de arquitetura e das instalações elétricas da Escola Estadual Pero Vaz de Caminha. Entretanto, só foi possível encontrar a prancha referente à implantação e ao movimento de terra. Como as cópias estavam muito apagadas, ambas tiveram que ser digitalizadas através do programa *AutoCad*[®] (ver APÊNDICE A), pois elas serviriam de base para a etapa seguinte: o levantamento *as-built*.

A partir desse levantamento, foi possível refazer todos os desenhos perdidos (plantas, cortes, elevações, etc.) e identificar todos os materiais que foram empregados na obra. Em linhas gerais, o levantamento *as-built* consiste em, primeiramente, medir, com o auxílio de uma trena manual⁸ (normalmente graduada em centímetros podendo ter de 1 à 20 metros), todas as dimensões do edifício, tanto em planta como em altura, verificando as espessuras das paredes internas e externas, localização dos vãos de aberturas (portas e janelas), alturas de peitoris e vergas, dentre outras. Feito isso, parte-se para a identificação de todos os materiais empregados na obra. Essa etapa deve ser feita com o auxílio de uma planilha elaborada nos moldes de *check-list*, onde são listados os materiais utilizados em todos os componentes construtivos dos diversos ambientes do edifício: piso, alvenarias de vedação, cobertura, caixilharia, etc. Nesta pesquisa, esse levantamento foi feito com a ajuda de uma bolsista de graduação do curso de arquitetura e urbanismo da Escola de Arquitetura da UFMG, por um período equivalente a, aproximadamente, duas semanas. Durante as medições, foi feito um registro fotográfico da construção, o que ajudou bastante na digitalização das informações. Os desenhos também foram digitalizados com o auxílio do software *AutoCad*[®], e as planilhas, com a relação dos materiais, foram separadas por blocos, permitindo uma comparação entre os mesmos. A importância desta etapa consistiu em reunir todas as informações necessárias à modelagem dos edifícios.

Além do projeto arquitetônico e das instalações elétricas, foi feito também o levantamento do mobiliário dos principais ambientes da escola para uma futura

⁸ Atualmente é bastante freqüente a utilização de trenas digitais em levantamentos *as-built*, entretanto, seu manuseio requer mais cuidado, pois sua utilização incorreta pode comprometer a precisão das medições.

verificação da funcionalidade dos mesmos. Apesar de esse não ser o foco da pesquisa, como se tratava de um trabalho com abordagem qualitativa, acreditou-se que essa informação pudesse ser útil durante a análise dos dados obtidos junto aos usuários. Caso o problema fosse levantado pelos mesmos, a informação já estava registrada.

Neste primeiro contato com o edifício e com alguns de seus “usuários chave”, como a diretora, a vice-diretora, a secretária e os encarregados pela manutenção da escola nos períodos da manhã e da tarde, foi possível, também, registrar informações relativas à frequência de manutenção na escola, períodos de greve, datas de ativação e desativação de alguns ambientes, entre outras.

4.3.2 Levantamento do consumo e regime de utilização das instalações elétricas

A segunda etapa do levantamento consistiu na obtenção dos dados de consumo e demanda de energia da escola analisada, medidos pela concessionária local (CEMIG). A informação foi repassada através de planilhas onde estavam tabulados os meses referentes a leituras, consumos em quilowatt-hora e valores pagos. Não foi possível obter os valores referentes a demandas contratadas e registradas. A série histórica enviada se referia aos anos de 1999 a 2004.

Segundo Ornstein (1995), a análise energética de um determinado edifício necessita de dados referentes a uma série histórica mínima de 12 meses (1 ano). Com isso é possível verificar os comportamentos dos consumos e das demandas nos períodos de inverno, verão e meia-estação e, em se tratando de escolas, durante os períodos letivos e os períodos de férias escolares.

Assim, de posse desses valores, partiu-se para o levantamento dos dados necessários para a determinação dos consumos desagregados por usos finais. Esse procedimento foi aplicado em todos os espaços cobertos ou descobertos que possuíam aparelhos ou qualquer instalação elétrica, mesmo que alguns desses espaços fossem usados somente esporadicamente.

Como foi dito nas considerações preliminares, o levantamento do regime de utilização das instalações e equipamentos elétricos da escola foi feito através de entrevistas estruturadas com os usuários chave de seus diversos ambientes, onde as informações obtidas eram registradas em uma planilha, na qual esses equipamentos eram listados e, ao lado, eram anotadas suas potências unitárias, assim como as horas de utilização dos

mesmos para cada dia da semana. A título de exemplificação, a TAB. 03 apresenta a rotina semanal de utilização das instalações e equipamentos elétricos da cantina no período da manhã. As informações contidas nesta tabela foram fornecidas pelas duas cozinheiras responsáveis por esse turno.

TABELA 03: Regime De Utilização Das Instalações e Equipamentos

Ambiente: Cantina											Bloco: 01	
Usuário 02: Elizabeth / Aparecida											Tempo de Trab.: 4 anos / 18 anos	
Período: Manhã												
Itens	Dados		Período de utilização							Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Un (W)	seg (h)	ter (h)	qua (h)	qui (h)	sex (h)	sáb (h)	dom (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (kWh)
Lâmp. Fluor.	6	40	5	5	5	5	5	0	0	25	652,5	26,1
Reatores	10	0	5	5	5	5	5	0	0	25	1088	0
Lâmp. Inc.	1	60	1	1	1	1	1	0	0	5	21,75	1,31
Geladeira	1	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liquid.	1	360	0	1	0	1	0	0	0	2	8,7	3,13
Ebulidor	1	1000	3	3	3	3	3	0	0	15	65,25	65,25
											Total (kWh): 297,93	

FONTE: Elaborada pela autora.

Esse levantamento, que foi baseado em uma metodologia empregada na avaliação energética da Escola de Arquitetura da UFMG (LUGDERO; ASSIS, 2005), foi importante tanto na etapa do cálculo dos consumos desagregados por usos finais como na simulação energética da escola, através do programa *Energyplus*.

Nos ambientes administrativos e operacionais do edifício, as informações foram cedidas pelos usuários mais antigos. Já no caso das salas de aula, esse critério não pode ser utilizado, pois, há uma rotatividade anual dos usuários desses ambientes. Nesse caso, no período da manhã (horário de aulas dos alunos que cursam o ensino médio), a planilha foi preenchida a partir de informações cedidas pelos próprios alunos, pois são eles que permanecem na sala de aula durante a maior parte do tempo, uma vez que, os professores se revezam de um horário para outro. No período da tarde (horário de aulas dos alunos que cursam o ensino básico), a planilha foi preenchida com o auxílio dos professores, pois eles não trocam de sala e, além disso, os alunos desse horário são muito novos, dessa forma, a resposta do professor se mostrou mais confiável. No APÊNDICE B, estão presentes as tabelas dos diversos ambientes analisados.

4.3.3 Levantamento dos níveis de satisfação dos usuários

A etapa seguinte consistiu na elaboração dos questionários que seriam aplicados junto aos usuários. Foram elaborados três tipos de questionários, sendo um para alunos, outro

para professores e outro para funcionários. Entretanto, eles seguiam a mesma estrutura, ou seja, seis tópicos, nos quais os usuários opinaram sobre temas como: funcionalidade e conforto ambiental - térmico, luminoso e acústico. O primeiro item referia-se às características do entrevistado; os itens dois ao cinco referiam-se aos temas relacionados acima, e o item seis era destinado a sugestões e reclamações.

Entende-se por funcionalidade a relação que o espaço mantém com seu usuário, ou seja, a adequação de suas dimensões ao número de ocupantes, a adequação de seu mobiliário à população que utiliza os diversos ambientes, a maneira como foi pensada a circulação, assim como os diversos fluxos entre um ambiente e outro, a flexibilidade dos espaços, segurança contra acidentes e roubo, entre outras coisas.

Já o conforto ambiental está relacionado à adequação do espaço às exigências fisiológicas do homem. Por exemplo, segundo Frota (1999), as exigências humanas de conforto térmico estão relacionadas com as trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente: quando essas trocas ocorrem sem maiores esforços, a sensação do indivíduo é de conforto. Ao contrário, se essas trocas causam no indivíduo sensações de frio ou calor, significa que ele está perdendo mais ou menos calor do que deveria para manter sua temperatura interna próxima dos 37° C. Da mesma forma, o conforto luminoso de um ambiente refere-se à disponibilidade de luz no mesmo para o desenvolvimento da atividade à qual se destina, e o conforto acústico está relacionado com os níveis de ruído no interior desse ambiente, de maneira que tanto o ruído externo como o ruído gerado internamente não interfiram na execução das tarefas.

Nos tópicos relacionados ao conforto térmico e conforto luminoso, foram inseridas algumas questões de controle, apresentadas mais adiante, que tiveram como objetivo garantir a confiabilidade na resposta do usuário. Normalmente, em pesquisas de avaliação pós-ocupação que envolvem aplicação de questionários, as perguntas são diretas e não existe esse tipo de preocupação. Entretanto, em uma pesquisa sobre os parâmetros de conforto térmico para usuários de edificações escolares no litoral nordestino brasileiro, Araújo (2001) se utilizou-se desse recurso e, dessa forma, ela obteve precisão em seus resultados. Baseado em sua metodologia, este trabalho também contou com esse tipo de controle tanto na análise de conforto térmico como na análise de conforto luminoso, fazendo as adaptações necessárias.

Como se tratava de uma população com crianças a partir de seis anos de idade, procurou-se trabalhar com opções de respostas que fossem as mais diretas possíveis. Por

exemplo, nas perguntas relativas ao conforto térmico, ao invés de se trabalhar com uma escala subjetiva variando de ótimo a péssimo, foram utilizadas as seguintes opções de resposta: muito quente, quente, agradável, frio, muito frio. Dessa forma, para cada item analisado, foi elaborada uma escala apropriada para o tipo de questão proposta.

Como foi mencionado anteriormente, no item um do questionário, o entrevistado respondia a perguntas referentes ao número da sala, idade, turno e tempo que estuda (ou trabalha) na escola. O objetivo foi certificar se esse usuário conhecia o comportamento da mesma nos diferentes períodos do ano.

O item dois, referente à funcionalidade da escola, foi o único que abordou vários ambientes na mesma questão; nos demais, as perguntas referiam-se ao ambiente em que o usuário permanecia por mais tempo (mencionado no item um). Procurou-se, então, relacionar os principais ambientes utilizados pelos alunos, evitando-se, dessa forma, um questionário muito extenso. São eles: a escola em geral, a sala de aula, a sala de vídeo, o refeitório, os pátios e a biblioteca. A escala de resposta utilizada foi: muito grande, grande, suficiente, pequena e muito pequena. Abaixo, em uma questão aberta, o usuário respondia se sentia falta de espaço para desenvolver alguma outra atividade que não fazia parte das opções de recreação da escola e identificava qual.

Já no item três, referente ao conforto luminoso, primeiramente foram abordadas as seguintes questões: frequência em que as luzes da sala ficam acesas, quais lâmpadas ficam acesas, opinião em relação à luz natural e opinião sobre a luz artificial – sempre procurando adequar a pergunta ao nível de instrução dos usuários. Posteriormente, o aluno respondia se a luz do sol refletia em sua carteira ou no quadro negro e se isso o incomodava. O objetivo foi aferir se havia ofuscamento na sala e se ele chegava a prejudicar o desempenho dos alunos. Na penúltima questão, o aluno deveria identificar algumas sensações que pudessem comprometer a qualidade de sua informação (questão de controle). São elas: dificuldade de enxergar no quadro, dificuldade de enxergar na carteira, vermelhidão nos olhos e sonolência. Essas opções foram formuladas a partir de informações cedidas pela Dra. Daniela Viera de Aguiar (Médica Oftalmologista da Clínica de Olhos da Santa Casa de Belo Horizonte) sobre como fazer uma anamnese em crianças, com o objetivo de identificar possíveis problemas de vista. Finalmente, na última questão, o aluno respondia se as condições de iluminação de sua sala de aula eram melhores, iguais ou piores às de sua casa (outra questão de controle). O objetivo foi evitar que, estando acostumado a condições muito ruins, este aluno classificasse sua

sala como muito boa pelo simples critério de comparação.

Durante a aplicação do pré-teste, observou-se a necessidade de ajustes em algumas questões deste item. As perguntas sobre a frequência de utilização das lâmpadas, por exemplo, foram retiradas. Na verdade, a presença delas era desnecessária, pois esse dado já tinha sido recolhido durante o levantamento das rotinas de utilização das instalações elétricas. Já as questões que buscavam aferir se havia ofuscamento na sala e se a criança tinha algum problema de vista foram associadas a fim de facilitar o entendimento do aluno.

No item quatro, além das questões referentes ao nível de satisfação sobre o conforto térmico nos períodos de verão e de inverno, também foi incluída uma questão na qual o entrevistado relacionava algumas sensações que pudessem estar associadas a problemas de aclimação ou, mesmo, a algumas doenças que poderiam comprometer a análise (questão de controle). Por exemplo, se, na questão referente ao conforto térmico para o inverno (período em que foi aplicado o questionário), alguns usuários respondessem que estavam suando muito ou com vontade de se abanar, esse percentual deveria ser indicado na tabulação desta questão, pois poderia ser um indício que aquele usuário não estava devidamente aclimatado no momento em que ele respondia ao questionário.

Nas questões referentes ao conforto acústico, primeiramente, o usuário respondia como ele classificava seu ambiente de estudo (ou trabalho) em relação ao barulho e, posteriormente, ele identificava de onde vinha o barulho que o perturbava. A escala de resposta utilizada na primeira pergunta foi: muito calma, calma, barulhenta e muito barulhenta. Já a segunda questão era aberta no questionário do pré-teste e, no definitivo, foram dadas como opções as respostas mais frequentes do pré-teste. Tanto os questionários do pré-teste como os definitivos encontram-se no APÊNDICE C.

Por se tratar de um público predominantemente de crianças, a grande preocupação na elaboração desses questionários foi garantir seu perfeito entendimento por parte da população envolvida. Por esse motivo, na fase que precedeu a aplicação do pré-teste, foi elaborado um pôster a partir do Manual de Conforto Ambiental (KOWALTOWSKI *et. al.*, [200-]), no qual foram apresentados, de maneira bem lúdica, alguns conceitos como: conforto ambiental, eficiência energética, dentre outros. O objetivo do pôster foi promover uma familiarização dos usuários com os temas da pesquisa, garantindo maior confiabilidade às respostas.

Durante o pré-teste, o questionário foi aplicado em duas salas por turno - na primeira não houve apresentação do pôster. Na segunda, o mesmo questionário foi aplicado após sua apresentação. O objetivo dessa diferenciação foi aferir se o mesmo influenciaria nas respostas dos usuários. Entretanto, observou-se, na verdade, que a apresentação do pôster não alcançou os objetivos propostos. Os alunos ficaram muito dispersos e grande parte deles não prestou atenção no que estava sendo exposto. Na turma em que ele foi apresentado, a aplicação dos questionários foi mais demorada e os alunos não levaram a pesquisa tão a sério quanto os da sala em que ele não foi exposto.

Após o pré-teste, foram levantados alguns pontos positivos e outros negativos, a partir dos quais foram feitos os ajustes ao questionário definitivo:

- Demora em responder os questionários - cerca de 30 a 40 minutos por sala. Isso gerou impaciência por parte dos professores, que começaram a perder a boa vontade em colaborar com a pesquisa.
- A primeira questão gerou muita dúvida, alguns alunos marcavam apenas a primeira pergunta e deixavam as outras sem resposta, outros escolhiam alguma para responder e também deixavam as demais sem resposta. Acredita-se que isso possa ter ocorrido devido à formatação da questão ter sido pouco clara.
- No período da tarde, os resultados não foram tão proveitosos quanto no período da manhã. Grande parte desses alunos ainda não sabe ler e, apesar de quererem participar da pesquisa, não conseguiam entender o que estava sendo pedido. Isso gerou frustração na turma.
- Em algumas salas, a demora era tanta, que foi necessário aplicar o questionário de forma dirigida (as perguntas eram lidas em voz alta), para que os alunos ficassem mais atentos e o preenchimento fosse mais rápido.
- Em geral, os alunos se comprometeram com a pesquisa e responderam aos questionários com boa vontade. Os professores também colaboraram solicitando atenção e comprometimento por parte dos alunos.

Uma vez tabulados os dados do pré-teste, foram feitos todos os ajustes necessários e, logo em seguida, partiu-se para a aplicação do questionário definitivo. A idéia inicial era aplicar em toda a população da escola. Entretanto, devido aos problemas mencionados acima, houve uma mudança na metodologia e, ao invés de entregar o questionário ao aluno, ele foi aplicado sob a forma de formulário. Sendo assim, foi

necessário extrair uma amostra da população de alunos, pois, caso contrário, o tempo necessário à aplicação dos mesmos tornaria a pesquisa inviável.

Como a população analisada abrangia usuários de diferentes idades, o tipo de amostragem utilizada foi a aleatória estratificada, onde cada estrato correspondia à metade de cada sala. Ou seja, cada sala foi dividida ao meio, através de uma linha imaginária paralela às janelas que saía do quadro e ia até a parede oposta. Optou-se por considerar dois estratos por sala para aumentar a probabilidade de a amostra conter alunos localizados próximos às janelas. Como o pré-teste foi aplicado em todos os usuários das salas selecionadas, observou-se que grande parte dos alunos sentados próximos às janelas se queixavam da presença de luz solar no quadro. Sendo assim, se o estrato abrangesse a sala toda, esse problema poderia não aparecer pelo simples fato de que nenhum desses alunos fora selecionado. Isso comprometeria a análise.

Uma vez estabelecidos os estratos, partiu-se para a seleção da amostra. A fim de garantir a aleatoriedade da mesma, foram utilizadas tábuas de números aleatórios que, como foi visto no capítulo dois, tratam-se de tabelas onde são relacionadas algumas séries de números obtidos a partir de cálculos estatísticos que, se usados corretamente, fornecem uma amostra inteiramente ao acaso.

A definição do tamanho da amostra seguiu a metodologia apresentada por Ornstein (1992), também mencionada no capítulo dois. Assim, trabalhando-se com um nível de confiança de 90% e margem de erro igual a 10% (freqüentemente utilizada em pesquisas de avaliação pós-ocupação no Brasil), para uma população de 602 alunos, tem-se uma amostra igual a 87 (ver TAB. 129 – ANEXO A). Como o número de alunos por sala variava de 26 a 40⁹ (ver TAB. 02 na página 88), esse total foi dividido proporcionalmente entre as mesmas, de maneira que o número da amostra fosse correspondente ao número de alunos por sala.

4.3.4 Levantamento dos níveis de iluminância nas salas de aula

Concluída a etapa de aplicação dos questionários, partiu-se para as medições das iluminâncias no interior dos ambientes da escola. Para tal, foram selecionadas duas salas de aula que, posteriormente, foram simuladas no software *AutodeskViz*[®], com o

⁹ As duas salas referentes ao período introdutório não foram consideradas pelo fato de os alunos serem muito novos e não compreenderem o que estava sendo proposto na pesquisa.

objetivo de estabelecer uma comparação entre as respostas do programa e os resultados das medições. Optou-se por avaliar apenas duas salas de aula, pois, além delas apresentarem comportamento semelhante, pelo fato de todas possuírem a mesma orientação, a modelagem de todos ambientes e a simulação dos mesmos demandaria muito tempo extrapolando o cronograma.

Assim, foram selecionadas as salas 12 e 03 dos blocos 01 e 02, respectivamente. A escolha dessas duas salas se deu pelo fato de ambas estarem em extremidades opostas dos respectivos blocos, e também porque, durante os levantamentos técnicos, verificou-se que a sala 12 era a mais prejudicada em relação às condições de iluminação natural.

As medições foram feitas nos dias 06 e 11 do mês de julho deste ano, segundo a Norma NBR 15215-4 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005), que especifica os métodos para a verificação experimental das condições de iluminância e luminância de ambientes internos. O equipamento utilizado foi o luxímetro da marca Minipa MLM-1010, fornecido pelo Laboratório de Conforto da Escola de Arquitetura da UFMG, adquirido no princípio de 2006 e, por isso, devidamente calibrado. No dia 06 foram feitas as medições do período da tarde, no intervalo de 15:00 às 15:45 horas, e a condição de céu verificada foi de céu encoberto. Já as medições do período da manhã, ocorreram no dia 11 no intervalo de 10:00 às 10:40, a condição de céu verificada nesse dia foi de céu claro. A medição da iluminação artificial também foi feita no dia 06, segundo a Norma NBR 5382, que fixa o modo pelo qual se faz a verificação da iluminância de áreas retangulares, através da iluminância média sobre um plano horizontal, proveniente da iluminação geral (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1985).

4.4 Processamento dos dados

4.4.1 Equalização dos dados demográficos

A etapa de processamento dos dados deve ser bastante criteriosa, a fim de que seus resultados possam ser analisados corretamente, comparados uns com os outros e com resultados de pesquisas semelhantes. Em avaliações de desempenho energético para edifícios escolares, por exemplo, os dados demográficos não devem ser simplesmente resultado do somatório dos valores totais de cada estrato, porque, como lembra Ornstein

(1995), nessa tipologia, a maioria dos usuários não permanece durante todo o dia no interior dos edifícios, e, no caso da escola estuda, isso é válido para alunos, professores e grande parte dos funcionários.

Para que os dados dos três estratos possam ser tabulados uniformemente, comparados entre si, multiplicados por indicadores energéticos e finalmente comparados com outros resultados, é necessário equalizá-los e torná-los equivalentes. Esta equivalência é estimada em termos de horas de utilização dos espaços do edifício. Assim, seguindo a metodologia apresentada por ela na pesquisa desenvolvida para a Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira (CUASO), foi introduzido o conceito de população equivalente, que consiste no somatório de um universo populacional desagregado, constituído, no caso da Escola E. Pero Vaz, pelos seguintes estratos: Alunos Equivalentes (A_E), os Professores Equivalentes (P_E) e Funcionários Equivalentes (F_E). Estes, somados, forneceram o número de Usuários Equivalentes (U_E). Esses cálculos foram obtidos através das seguintes equações:

Alunos equivalentes:

$$A_E = \sum_{i=1}^n \frac{a_i \times h_{ai}}{40}$$

Onde:

A_E = alunos equivalentes;

a_i = alunos por regime de estudo;

h_{ai} = n.º de horas despendidas pelos alunos na escola por semana;

40 = carga horária máxima semanal para efeito de aferição.

Professores equivalentes:

$$P_E = \sum_{i=1}^n \frac{p_i \times h_{pi}}{40}$$

Onde:

P_E = professores equivalentes;

p_i = professores por regime de estudo;

h_{pi} = n.º de horas despendidas pelos professores na escola por semana;

40 = carga horária máxima semanal para efeito de aferição.

E, finalmente, funcionários equivalentes:

$$F_E = \sum_{i=1}^n \frac{f_i \times h_{fi}}{40}$$

Onde:

F_E = funcionários equivalentes;
 f_i = funcionários por regime de estudo;
 h_{ai} = n_o. de horas despendidas pelos funcionários na escola por semana;
 40 = carga horária máxima semanal para efeito de aferição.

Considerando que o universo total de usuários corresponde ao somatório dos estratos dos professores, alunos e funcionários, a expressão matemática para o cálculo do número de usuários equivalentes é a seguinte:

$$U_E = \sum_{i=1}^n \frac{a_i \times h_{ai}}{40} + \sum_{i=1}^n \frac{p_i \times h_{pi}}{40} + \sum_{i=1}^n \frac{f_i \times h_{fi}}{40}$$

Onde:

U_E = Usuários equivalentes;
 a_i = alunos por regime de estudo;
 p_i = professores por regime de trabalho;
 f_i = funcionários por regime de trabalho;
 h_{ai} = n_o. de horas despendidas pelos alunos na escola por semana;
 h_{pi} = n_o. de horas despendidas pelos professores na escola por semana;
 h_{fi} = n_o. de horas despendidas pelos funcionários na escola por semana.
 40 = carga horária máxima semanal para efeito de aferição.

Posteriormente, os resultados obtidos foram lançados em uma tabela síntese (ver TAB. 05 da página 116), a qual foi utilizada na macroanálise energética do edifício. Vale lembrar que, a direção da escola forneceu apenas os dados referentes aos anos de 2002 a 2004 e 2006, como o levantamento dos dados foi finalizado em 2005, nas etapas seguintes foi considerado apenas o período de 2002 a 2004.

4.4.2 Macroanálise energética e identificação dos consumos desagregados

Na etapa de processamento dos dados de consumo e demandas registradas para o edifício analisado, é muito importante identificar também o procedimento utilizado no cálculo das áreas que serão consideradas. O levantamento desses dados é útil em avaliações como esta, principalmente, porque:

- Permite comparar a evolução da população com a evolução de outros indicadores, como: consumo, demanda, área construída, entre outros;
- Permite extrair índices energéticos e construtivos *versus* a quantidade de usuários agregados ou desagregados por estrato;
- Permite que os índices referentes aos consumos e demandas sejam comparados com outros dados levantados em estudos de caso do mesmo setor ou de outros setores, como o setor residencial ou de grupo de escritórios do setor comercial (ORNSTEIN, 1995:144).

O conceito de área construída, entretanto, pode variar de um lugar para outro, dependendo de uma série de fatores. Por exemplo, a Lei de Uso e Ocupação do Município de Belo Horizonte considera como área bruta construída toda e qualquer área coberta do edifício, independentemente do tipo de uso a que o espaço se destine.

Entretanto, para efeito de cálculo do coeficiente de aproveitamento, ela permite descontar algumas áreas desse montante, e a área resultante corresponde à área líquida considerada. Neste trabalho, seguindo as metodologias comumente empregadas em pesquisas de avaliação energética de edifícios, adotou-se como área total construída o somatório de todas as áreas cobertas ou descobertas que possuíssem alguma forma de energia dissipada ou instalada.

Além da área construída, é também nessa etapa que são processados os dados referentes aos consumos e demandas do(s) edifício(s) analisado(s). Entretanto, no caso da Escola E. Pero Vaz, só foram fornecidos os valores cobrados e os consumos mensais para uma série histórica que vai de 1999 a 2004 (ver tabelas presentes no ANEXO C). Sendo assim, nos cálculos apresentados a seguir, os valores referentes às demandas contratadas e demandas registradas não foram considerados. Para efeito de comparação com o consumo estimado, foram utilizados os valores médios mensais referentes aos anos de 2002 a 2004. Os anos de 1999 a 2000 apresentaram valores muito mais altos do que a série considerada, pois, nesse período, ainda funcionava o curso noturno. Já o ano de 2001, apesar de apresentar valores inferiores aos verificados entre 1999 e 2000 e funcionar apenas nos períodos da manhã e da tarde, se comparado com os anos de 2002 a 2004, também apresenta consumos elevados. Acredita-se que isso se deva ao fato de, a partir de 2001, os padrões de consumo dos brasileiros terem mudado em função do “apagão” ocorrido naquele ano.

Por se tratar de uma edificação escolar, primeiramente, foram calculados os consumos sazonais, com o objetivo de observar seu comportamento nos períodos de inverno, verão, períodos letivos e férias escolares. Dessa forma, ainda segundo metodologia proposta por Ornstein (1995), o período anual foi dividido em cinco grupos: (G-1) abrange os meses de janeiro e fevereiro – meses referentes às férias de verão; (G-2) abrange os meses de março, abril, maio e junho – meses referentes ao primeiro semestre letivo, possuem características climáticas de meia-estação; (G-3) mês de julho – referente às férias de inverno; (G-4) abrange os meses de agosto a novembro – meses referentes aos segundo semestre letivo e que também possuem características de meia-

estação; e, finalmente, (G-5) mês de dezembro – também referente às férias de verão. Para cada grupo, foram calculadas as médias mensais e, para cada ano, o consumo total anual e o consumo médio mensal.

Em posse dos dados de consumo, das áreas totais construídas e dos dados demográficos, partiu-se para a tabela resumo de macroanálise. Esta tabela forneceu, entre outras coisas, os consumos médios mensais e anuais por unidade de área construída, o consumo médio mensal por usuário, etc. Ou seja, a partir dela, foi possível obter um primeiro parecer sobre o comportamento energético do estudo de caso.

Seguindo o cronograma da pesquisa, na etapa seguinte foi feita a desagregação do consumo do edifício, que consistiu no processamento dos dados referentes às rotinas de utilização dos equipamentos e instalações do mesmo. Esses dados foram levantados nas duas primeiras semanas de setembro de 2005. Os consumos foram categorizados em: iluminação, equipamentos, chuveiros elétricos, condicionamento do ar e refrigeração de alimentos. Essa categorização foi baseada na metodologia proposta por Ludgero e Assis (2005), na avaliação do edifício da EAUFMG, e ajustada em função do que foi observado nas primeiras visitas à escola. Durante essas visitas, verificou-se que existia um aparelho de ar condicionado em uma das salas do bloco 01 e ventiladores de teto em duas salas do bloco 02, além disso, foi observada também a presença de dois chuveiros elétricos, sendo um no banheiro dos funcionários e outro no vestiário masculino. Entretanto, foi comprovado que nenhum desses equipamentos estava funcionando, mas, como as planilhas já estavam montadas, eles permaneceram na etapa de análise dos resultados, porém com valores sempre iguais a zero. Os computadores da escola foram incluídos na categoria equipamentos, pois existiam apenas dois em uso, sendo um na sala da vice-diretora e outro na secretaria, descartando a necessidade de se criar uma categoria para equipamentos de informática. Os refrigeradores de alimentos foram colocados em uma categoria exclusiva, pois, durante os levantamentos, observou-se que eles tinham uma participação bastante significativa no consumo final da escola.

A TAB. 04, a seguir, mostra como foram condensados todos os dados levantados para cada bloco do edifício. A partir desse levantamento, foi possível estabelecer o consumo por ambiente, por categoria, assim como por bloco. Esses dados foram comparados com a média dos consumos calculados para os grupos 2 (G-2) e 4 (G-4) – referentes aos dois períodos letivos anuais –, nos anos de 2002 a 2004. O dado de 2005 não foi fornecido e, mesmo que tivesse sido fornecido, ele não seria utilizado, pois poderia estar

comprometido, devido aos incidentes ocorridos na escola em julho e agosto deste ano, que acarretaram na interrupção do fornecimento de energia.

Em pesquisas de avaliação pós-ocupação com ênfase na eficiência energética, realizadas aqui no Brasil, as técnicas aplicadas na desagregação dos consumos é feita normalmente apenas por sistemas e equipamentos, seguindo a metodologia proposta pelos engenheiros eletricitistas. No caso deste trabalho, além da desagregação por sistemas e equipamentos, foi feita também a desagregação espacial desse consumo, a fim de identificar as maiores fontes consumidoras, assim como os locais de maior ou menor consumo e, dessa forma, obter um diagnóstico mais preciso. Essa metodologia foi testada, na EAUFMG, por Lugdero e Assis (2005), onde o diagnóstico energético foi elaborado a partir da organização dos resue43o Tm(f5661291 0 0 12.00591 591 476.05 650.53806 Tm(en

consistiu em relacionar todas as perguntas em colunas e cada usuário em uma linha. Nas questões fechadas cada opção de resposta recebeu um número (que poderia ir de 1 a 7), e as respostas nulas ou sem informação recebiam os números 8 e 9, respectivamente. Nas questões abertas, foram observadas as respostas mais frequentes, as quais foram transformadas em opções, seguindo a mesma metodologia proposta para a análise das questões fechadas.

A análise estatística desses dados foi feita a partir das técnicas da Estatística Descritiva. As variáveis foram organizadas em tabelas de frequências, que relacionavam o número de indivíduos em cada categoria de resposta e o respectivo percentual em relação ao total de respondentes. Alguns resultados foram expressos em gráficos de barras, outros em tabelas.

Foram propostos alguns cruzamentos entre as diversas perguntas e categorias de usuários, a fim de identificar diferenças entre o comportamento dos mesmos. O primeiro cruzamento comparou as respostas referentes ao tamanho dos diversos ambientes avaliados, fazendo uma diferenciação por turno e por categoria, com o objetivo de observar se a faixa etária dos usuários influenciava na percepção do espaço. Essa comparação também foi proposta para as questões referentes ao conforto térmico e luminoso, entretanto, com o objetivo de aferir se existiam variações significativas nas condições de conforto ao longo do dia, que contribuísse para que um turno tivesse melhores condições do que o outro.

Além da comparação por turno e por categoria de usuário, optou-se por avaliar também, nas questões relativas ao conforto (térmico e luminoso), se havia alguma diferença na percepção dos entrevistados para os diferentes blocos do edifício. Apesar de eles estarem implantados com a mesma orientação, e possuírem as mesmas características construtivas, acreditava-se ser possível que fatores externos, como as árvores situadas ao longo do afastamento frontal entre o terreno e a Rua Pacajá (que não foram consideradas nas simulações por motivos técnicos), pudessem contribuir para que os mesmos tivessem comportamentos distintos.

Com relação às questões de controle, optou-se por tratá-las de forma diferenciada para o conforto térmico e para o conforto luminoso. No primeiro, a questão buscava aferir se o respondente estava devidamente aclimatado às condições térmicas do dia em que foi feita a pesquisa (dia típico de inverno, com temperatura variando de, aproximadamente, 18 à 25 °C). Se, durante a aplicação do questionário, fossem observadas respostas

contraditórias entre a questão de controle e a que buscava aferir a opinião sobre o conforto térmico daquele dia, esse usuário era automaticamente descartado e substituído por outro (apenas dois foram descartados – um porque estava muito gripado, e o outro porque respondia incoerentemente). No segundo, eram duas questões de controle, as quais buscavam aferir se o aluno tinha algum problema de vista que pudesse comprometer sua resposta e se, pelo fato de esse aluno estar acostumado a condições de iluminação muito ruins em casa, ele pudesse entrar em contradição em relação às respostas dos demais. Nesse caso, esses alunos não foram descartados de imediato. Todos os dados foram tabulados normalmente. Se o percentual de respostas dentro das condições apresentadas acima fosse significativo, essas respostas seriam eliminadas da análise, caso contrário, o processamento dos dados seguiria adiante.

4.5 Simulação de desempenho

Foram utilizados dois programas na simulação da escola. Primeiramente, no programa *AutodeskViz*[®], foram avaliadas as condições de iluminação do edifício, procurando verificar as iluminâncias no interior dos ambientes analisados (salas 03 e 12) e como o sol incidia sobre as principais fachadas dos blocos 01 e 02, observando os horários que um projetava sombra sobre o outro.

A simulação desses ambientes foi feita nos mesmos dias e horários em que foram realizadas as medições. O objetivo foi avaliar se este programa seria suficiente para as análises de iluminação, eliminando-se, dessa forma, a etapa de medições, que demanda tempo e a utilização de equipamentos que nem sempre são acessíveis aos profissionais que lidam com esse tipo de avaliação.

Tanto as imagens das simulações internas como das simulações externas foram reproduzidas primeiramente com a aplicação do material, mostrando as superfícies com incidência de luz direta, assim como as superfícies sombreadas e, em uma segunda fase, os mesmos ambientes foram simulados novamente, mas as imagens foram extraídas em formato de gráficos de iluminâncias através de uma escala em lux. Essas simulações foram feitas em perspectiva e também em planta para que pudessem ser comparadas com os resultados das medições.

Já no programa *Energyplus*, foram avaliadas as condições de conforto térmico da Escola E. Pero Vaz, assim como o seu desempenho no que diz respeito à eficiência energética.

No primeiro caso, foram consideradas quatro salas de aula, sendo uma em cada extremidade dos blocos 01 e 02 (optou-se pelas salas das extremidades pelo fato de elas possuírem três fachadas voltadas para o exterior, estando, dessa forma, mais vulneráveis às variações climáticas) e, no segundo, foi considerado todo o edifício, buscando estabelecer uma comparação com o consumo estimado desagregado e com as médias de consumo fornecidas pela concessionária de energia.

Como foi visto no capítulo um, os dados de entrada para simulação com o programa *Energyplus* são basicamente as coordenadas do projeto (em três dimensões), a especificação de todos os materiais empregados na obra (desde sistema construtivo, sistemas elétricos, mecânicos, entre outros), assim como as rotinas de utilização do edifício pelos seus usuários ao longo do ano. O programa conta com uma biblioteca de materiais com todos os índices e coeficientes necessários nas simulações de conforto e, além disso, permite ao usuário entrar com outros materiais que não façam parte de seu banco de dados.

A base de dados climáticos utilizada nesta pesquisa está disponível para *download* no *site* do LabEEE, da Universidade Federal de Santa Catarina. Essa base de dados, desenvolvida a partir de um modelo criado nos EUA, denominado *Typical Meteorological Year*¹⁰ - TMY (CROWLEY; HUANG, 1997). O TMY, na verdade, é uma evolução do TRY (*Test Reference Year*), foi uma das primeiras bases de dados disponíveis para uso em simulações de edificações e é baseada em dados, como: temperatura de bulbo seco, úmido e do ponto de orvalho; direção e velocidade do vento; pressão barométrica, umidade relativa e nebulosidade. Basicamente, o método utilizado para obtenção do TRY consiste na seleção de um ano típico a partir de uma série histórica de aproximadamente 27 anos, onde os anos que apresentam condições extremas, tanto para altas quanto para baixas temperaturas, são eliminados, até que se obtenha um ano considerado médio nesse período.

Já o TMY possui, além dos dados incluídos no TRY, dados referentes à insolação horizontal e direta. Os dados presentes neste modelo consistem de 12 meses, selecionados a partir de uma série histórica de, aproximadamente, 23 anos. O método empregado é similar ao usado no TRY, com a diferença de ser obtido a partir da

¹⁰ O *Typical Meteorological Year* (TMY) foi criado pelo *National Climatic Data Center* (NCDC), juntamente com o *Sandia National Laboratory*, como uma forma de lidar com as limitações do TRY, principalmente a falta de dados solares.

eliminação de meses individuais, ao invés de anos inteiros.

Outra alternativa à utilização do TMY ou TRY¹¹, como base de dados climática, seria: simular para o ano ou período no qual foram realizadas as medições ou a aplicação da pesquisa de opinião. Entretanto, isso implicaria solicitar, junto à estação meteorológica local, os dados de temperatura, umidade relativa, insolação, entre outros e, a partir deles, montar a base de dados para aquele período.

Todavia, como o questionário buscou aferir genericamente como o usuário se sente em relação aos períodos mais críticos do ano (inverno e verão), optou-se pela utilização de uma base de dados climáticos também genérica ao invés da simulação para um dia específico, cujos dados pudessem ser obtidos a partir de medição. Assim, a simulação foi feita para o ano inteiro (TMY de Belo Horizonte), assim como para as saídas automáticas dessa base de dados: a semana de temperaturas máximas (26/02 à 04/03 que está dentro do período de verão – 21/12 à 21/03), a semana de temperaturas mínimas (20/08 à 26/08 que está dentro do período de inverno – 21/06 à 21/09), a semana típica do período seco e a semana típica do período úmido, também referentes aos períodos de inverno e verão, respectivamente. Como se trata de um ano meteorológico típico, por mais que as duas primeiras semanas representem temperaturas extremas, elas não podem ser consideradas críticas, pois essas condições já foram eliminadas na própria montagem da base de dados. A calibração do modelo foi feita a partir da comparação das respostas do programa com as respostas dos usuários. O objetivo foi verificar se havia correspondência entre elas e se, a utilização desses dois recursos - simulação computacional e pesquisa de opinião - seria suficiente para obter um diagnóstico confiável do edifício.

O módulo de ventilação utilizado na simulação foi o *AirflowNetwork model*, que possibilita a simulação de sistemas artificiais e naturais integrados e calcula o fluxo de ar através das zonas da edificação tanto de ventilação natural como infiltração. Foi verificado, em outro estudo desenvolvido para o edifício do CPEI (Centro de Pesquisa em Energia Inteligente) do CEFET-MG (LOURA, 2006), que o programa não apresenta

¹¹ O formato TMY deu origem a diversas outras bases de dados nos EUA, como, por exemplo, o *California Thermal Zones (CTZ)* nos anos 1970, e o *CTZ2*, nos anos 1990; o *Weather Year for Energy Calculations (WYEC)*, de 1980 também foi baseado no modelo TMY; e também em outros países da Europa e no Canadá. Entretanto, segundo Crowley e Huang (1997), diversas pesquisas realizadas nos EUA mostraram que nenhum dos métodos de selecionar os dados típicos, tanto TRY quanto TMY, é muito melhor do que o outro, ambos têm suas vantagens e limitações.

resposta satisfatória para simulação com renovação de ar somente por infiltração, por este motivo, as janelas basculantes foram consideradas abertas durante todo o período de simulação e, durante os horários de ocupação das salas, tanto as janelas como as portas foram consideradas totalmente abertas. Os coeficientes usados para "setar" o modelo foram tirados do livro *Natural ventilation in buildings: a design handbook* (ALLARD, 1998).

4.6 Análise dos resultados

A análise dos resultados evoluiu da seguinte forma: inicialmente, foram tratados os dados demográficos e, a partir deles, foi feita a macroanálise energética do edifício. Nessa macroanálise, os resultados encontrados para a Escola E. Pero Vaz foram comparados com outros estudos que trabalharam com tipologias semelhantes.

Uma vez checados os níveis de confiança e margem de erro estabelecidos para esta pesquisa, a partir do confronto dos dados levantados com os dados medidos pela concessionária local, partiu-se para a análise do consumo desagregado da escola. Esta foi feita segundo três etapas: primeiramente, examinou-se o consumo desagregado de toda a escola, fazendo a diferenciação por usos de equipamentos e iluminação; posteriormente, foi feita a mesma análise, entretanto, considerando cada bloco em separado; e, finalmente, os consumos brutos de iluminação e equipamentos foram analisados por setor: administrativo (inclui as salas da diretoria e secretaria); salas de aula; pedagógico (inclui salas da pedagoga, dos professores e sala da disciplina); cantina e afins (inclui cantina, refeitório, sala da merenda e baleiro); biblioteca; e diversos (inclui sanitários, vestiários, depósito e almoxarifado).

Os percentuais do consumo desagregado também foram comparados com as respostas da simulação energética do edifício, com o objetivo de verificar se, uma vez de posse das rotinas de utilização das instalações e equipamentos, assim como de suas potências unitárias, era possível obter o consumo desagregado da escola (com boa aproximação em relação aos resultados obtidos) simplesmente através da simulação computacional, e qual metodologia (simulação através do *Energyplus* ou processamento dos dados em planilhas do tipo Excel) era mais eficaz nesse tipo de análise. Entretanto, essa análise comparou apenas os dados referentes aos blocos 01 e 02, pois, como a análise de conforto térmico foi feita apenas para salas de aula, os blocos 03 e 04 não foram

modelados, pois não existem salas de aula em uso nos mesmos.

Na análise de conforto térmico do edifício, a proposta deste trabalho consistiu em verificar se as respostas do programa *Energyplus* eram compatíveis com as análises dos usuários e se a utilização desses dois instrumentos, pesquisa de opinião e simulação computacional, seria suficiente para estabelecer um diagnóstico confiável, assim como para propor melhorias de curto, médio e longo prazos, a partir de uma hierarquia estabelecida pelos próprios usuários. Para tal, primeiramente, foi feita uma análise técnica do edifício a partir dos gráficos gerados para os dados de saída solicitados ao programa e, também, a partir do Diagrama de Givoni - índice de conforto comumente utilizado em análises de conforto térmico. Posteriormente, essa análise técnica foi confrontada com a opinião dos usuários, checando as potencialidades e limitações do programa nesse tipo de investigação.

Na análise do conforto luminoso, primeiramente os dados medidos foram comparados com os níveis mínimos exigidos pela norma brasileira NBR-5413, que estabelece os valores de iluminâncias por classe de tarefas visuais. Posteriormente, na análise técnica, esses dados foram confrontados com as imagens geradas a partir da simulação do modelo no programa *AutodeskViz*[®] e, seguindo o que foi proposto para a avaliação do conforto térmico, essa análise técnica foi comparada com as respostas dos usuários. A etapa de medição das iluminâncias, nesse caso, serviu para confirmar se a utilização do programa, por si só, seria suficiente para se obter um diagnóstico confiável a respeito das condições de iluminação do edifício. Como já foi mencionado, essa medição foi feita apenas para as salas 03 e 12, pelo fato de todas as salas da escola possuírem as mesmas características físicas (orientação e tamanho das aberturas, dimensões, materiais). A metodologia e os instrumentos utilizados durante a medição foram descritos no item 4.3.

A análise de conforto acústico foi feita a partir da comparação das respostas dos usuários com a percepção da equipe técnica durante os levantamentos. Não foram feitas medições para esse parâmetro, pois não se tratava do foco da pesquisa. Na verdade, a intenção foi fazer uma avaliação geral sobre o desempenho acústico das salas de aula e checar se o mesmo representaria um problema que merecesse mais atenção.

A avaliação funcional da escola teve como objetivo verificar se o programa estabelecido originalmente para o padrão CARPE atendia às necessidades de seus usuários e, ao mesmo tempo, verificar se a escola sofreu algum tipo de modificação ou acréscimo,

com o objetivo de ajustar os espaços às necessidades dos usuários. Assim como a avaliação do conforto acústico, essa análise também foi feita a partir da comparação das respostas dos usuários com a percepção da equipe técnica. Nessa etapa, foram avaliadas questões relativas ao dimensionamento dos principais ambientes da escola, circulações horizontais e verticais, adequação a portadores de deficiência física e comunicação visual. Todavia, uma avaliação funcional detalhada envolve outras variáveis, como ergonomia, flexibilidade dos espaços, armazenamento, entre outras, mas, como esse não era o foco da pesquisa, a análise se ateve aos itens mencionados acima.

CAPÍTULO V
ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 Apresentação dos dados demográficos e macroanálise energética

A seguir, na TAB. 05, são apresentados os valores equalizados para cada estrato da população da Escola E. Pero Vaz para os anos de 2006, 2002, 2003 e 2004. Entretanto, como foi mencionado no capítulo anterior, nas próximas etapas, serão considerados apenas os dados referentes aos anos de 2002 a 2004. Os anos de 2005 e 2006 não foram considerados pelo fato de o primeiro ter apresentado um consumo atípico, e o segundo não fazer parte da série histórica fornecida pela CEMIG.

TABELA 05: Equalização dos usuários

Estrato	Ano	Regime 25h	Regime 40h	Dado equiv.
Alunos	2006	602	-	376,25
Professores		30	-	18,75
Funcionários		16	03	13
Usuários		648	03	408
Alunos	2002	662	-	413,75
Professores		29	-	18,13
Funcionários		16	03	13
Usuários		707	03	444,86
Alunos	2003	661	-	413,13
Professores		29	-	18,13
8gFuncionários		16	03	13
Usuários		706	03	444,25
Alunos	2004	668	-	417,50
Professores		31	-	19,38
Funcionários		16	03	13
Usuários		715	03	449,86

FONTE: Elaborada pela autora a partir de dados fornecidos pela escola.

Concluída esta etapa, partiu-se para o cálculo dos consumos sazonais, parciais e totais, a partir da série histórica de consumo fornecida, seguindo metodologia descrita no capítulo anterior. A TAB. 06 apresenta esses valores para os anos de 2002 a 2004.

TABELA 06: Consumos sazonais, parciais e totais em kWh.

Ano	Mês	Grupo (GP)	Consumo Mensal	Consumo Médio GP	Consumo Total Anual	Consumo Médio Mensal
2002	J	G-1	760	740	16600	1383,33
	F		720	DP=20		
	M		1320			
	A	G-2	1400	1520		
	M		1400	DP=256		
	J		1960			
	J	G-3	1320	1320		
	A		1800			
	S		1840	1680		
	O	G-4	1320	DP=209		
	N		1760			
	D	G-5	1000	1000		

FONTE: Elaborada pela autora a partir de dados fornecidos pela escola.

Continua na próxima página.

TABELA 06: Consumos sazonais, parciais e totais em kWh. (continuação ...)

Ano	Mês	Grupo (GP)	Consumo Mensal	Consumo Médio GP	Consumo Total Anual	Consumo Médio Mensal			
2003	J	G-1	440	820	13240	1103,33			
	F		1200	DP=380					
	M		1240						
	A	G-2	1200	1140					
	M		1080	DP=82					
	J		1040						
	J	G-3	800	800					
	A		1520						
	S		G-4	1280			1400		
	O	1560		DP=141					
	N	1240							
	D	G-5	640	640					
	2004	J	G-1	280			640	14000	1166,67
		F		1000			DP=360		
		M		1280					
A		G-2	1200	1320					
M			1560	DP=141					
J			1240						
J		G-3	880	880					
A			1160						
S			G-4	1880	1380				
O		1200		DP=291					
N		1280							
D		G-5	1040	1040					

FONTE: Elaborada pela autora a partir de dados fornecidos pela CEMIG.

Obs: Foi feito um ajuste nos valores fornecidos pela CEMIG, pois os valores registrados referiam-se à data da leitura, correspondendo ao mês anterior (ver tabelas do Anexo 03). Aqui, nesta tabela, o consumo registrado corresponde ao período medido e não à data da leitura.

Com os dados obtidos nas TAB. 05 e 06 foi possível extrair alguns índices de consumo, como, por exemplo, consumo anual por metro quadrado, consumo mensal por metro quadrado, consumo per capita - muito úteis em macroanálises energéticas.

Analisando a TAB. 07, a seguir, observa-se que a Escola E. Pero Vaz apresenta um consumo estimado por unidade de área igual a 0,59 kWh/m².mês para o ano de 2002, 0,47 kWh/m².mês para o ano de 2003 e 0,50 kWh/m².mês para o ano de 2004. Comparando estes dados com os resultados encontrados por Souza (2005a), verifica-se que, nas três escolas estaduais por ela levantadas, esses valores variaram de 0,96 kWh/m².mês a 1,51 kWh/m².mês, enquanto, nas três escolas municipais, ela encontrou uma variação de 1,75 kWh/m².mês a 2,65 kWh/m².mês. Acredita-se que o baixo consumo verificado na Escola E. Pero Vaz se deva ao fato de ela funcionar muito aquém de seu potencial. Observando o levantamento luminotécnico dessa escola, percebe-se que a maioria das salas possui luminárias faltando lâmpadas ou com lâmpadas queimadas, e, além disso, o número de equipamentos de informática presentes

na escola poderia ser bem maior, caso o laboratório de informática ainda estivesse funcionando.

TABELA 07: Resumo de Macroanálises

ANO	1	2	3	4	5	6	7
2002	2355,40	2355,40	16600	445	7,05	0,59	3,11
2003	2355,40	2355,40	13240	444	5,62	0,47	2,49
2004	2355,40	2355,40	14000	450	5,94	0,50	2,59

FONTE: Elaborada pela autora.

Onde:

1. Área construída ano (m^2) – A
2. Área construída acumulada (m^2) – B = A + acréscimos ao longo do ano
3. Consumo total anual (kWh) – C
4. Quantidade de usuários equivalentes (Ue) – D
5. Consumo anual ($kWh/m^2 \cdot ano$) – $C/B = E$
6. Consumo mensal ($kWh/m^2 \cdot mês$) – $E/12$
7. Consumo per capita ($kWh/usuario \cdot mês$) – $(C/12)/D$

Para a análise do consumo estimado per capita, primeiramente, foi necessário refazer os cálculos acima segundo a metodologia desenvolvida por Souza, a fim de que os dados pudessem ser comparados. Como foi mencionado no capítulo dois, essa autora calculou o consumo per capita a partir do dado bruto referente ao número de usuário, ou seja, ela não fez a equalização dos mesmos. Dessa forma, os consumos per capita referentes aos anos de 2002, 2003 e 2004 para a Escola E. Pero Vaz foram: 1,96; 1,56 e 1,63 kWh/usuário.mês, respectivamente. Esses valores são ligeiramente inferiores aos encontrados por Souza para as escolas estaduais (2,51; 2,11 e 2,41 kWh/usuário.mês) e bem menores aos encontrados para as escolas municipais, onde ela verificou uma variação de 3,45 kWh/usuário.mês a 6,70 kWh/usuário.mês.

Entretanto, fazendo a equalização dos usuários, os consumos per capita verificados para a Escola E. Pero Vaz, nos anos de 2002 a 2004, foram 3,11; 2,49 e 2,59 kWh/usuário.mês – nesta ordem (ver TAB. 07), ou seja, ligeiramente maiores aos encontrados por Souza para as escolas estaduais. A distorção entre os dados apresentados acima se deve a problemas metodológicos, fato esse que reforça a importância em se saber adequar as técnicas utilizadas em APO à população envolvida na análise, pois o uso inadequado do método pode levar a resultados equivocados. Neste trabalho, a metodologia utilizada baseou-se na proposta apresentada por Ornstein (1995), na qual a autora propõe uma equivalência das diversas categorias de usuários em função do regime de horas dispensadas por eles na escola objeto de estudo.

5.2 Análise do consumo desagregado

Analisando a TAB. 06 referente aos consumos sazonais parciais e totais para os anos de 2002 a 2004, verifica-se, para o grupo G-2 (primeiro semestre letivo), consumos médios equivalentes a 1520, 1140 e 1320 kWh; e, para o grupo G-4 (segundo semestre letivo), 1680, 1400 e 1380 kWh. Fazendo a média dos períodos letivos para cada ano, obteve-se, para o ano de 2002, 2003 e 2004, respectivamente, consumos médios iguais a 1600, 1270 e 1350 kWh. Desses três valores, tem-se um consumo médio, para o período, igual a 1407 kWh. Comparando esse valor com o consumo estimado a partir do levantamento das fontes consumidoras de energia elétrica e da observação dos seus perfis de uso – 1410,40 kWh (esse valor refere-se ao somatório dos consumos totais estimados para os blocos 01, 02 e 04, apresentados nas TAB. 04, 08 e 09) – temos uma variação inferior a 1%. A semelhança entre esses dois valores permitiu desenvolver a análise estimativa do consumo desagregado dentro da margem de erro e nível de confiança estabelecidos para este trabalho, ou seja, 10% e 90%, respectivamente.

A seguir, serão apresentadas as TAB. 08 e 09, referentes aos consumos finais para os blocos 02 e 04, respectivamente. A TAB. 04, referente ao bloco 01, foi apresentada no capítulo anterior (ver página 108). Como o bloco 03 encontra-se desativado desde 2000, ele não foi considerado neste cálculo.

TABELA 08: Relação dos consumos desagregados finais para o Bloco 02

Ambiente	Tipo de Consumo (kWh)					Total (kWh)
	Iluminação	Equipamentos	Chuveiros	Condicionadores de Ar	Refrigeradores	
Sala Vice Dir.	1,74	15,01	0	0	0	16,75
Sala Diretora	18,27	6,45	0	0	0	24,72
Secretaria	95,70	48,25	0	0	0	143,95
Sala 02	5,22	0	0	0	0	5,22
Sala Vídeo	21,66	10,20	0	0	0	21,66
Baleiro	5,22	0	0	0	92,40	97,62
Serviço Pedag.	0,87	0	0	0	0	0,87
I.S. Professoras	4,79	0	0	0	0	4,79
Depósito	3,48	0	0	0	0	3,48
Circ. Pedag.	2,18	0	0	0	0	2,18
Hall Prof.	1,74	0	0	0	0	1,74
Almoxarifado	1,74	0	0	0	0	1,74
Sala dos Prof.	34,80	0	0	0	0	34,80
Circ. I Pavto	0	0	0	0	0	0
Sala 03	53,60	0	0	0	0	53,60
Sala 04	39,13	0	0	0	0	39,13
Sala 05	26,62	0	0	0	0	26,62
Sala 06	31,95	0	0	0	0	31,95
Sala 07	21,51	0	0	0	0	21,51
Circ. II Pavto	0	0	0	0	0	0
Total (kWh):	370,10	69,70	0	0	92,40	542,50
Total (%):	69,55	13,09	0	0	17,36	100

FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

Como foi dito anteriormente, as categorias estabelecidas para a desagregação do consumo foram: iluminação, equipamentos (e aqui foram incluídos os equipamentos de informática), chuveiros elétricos, condicionadores de ar (ar condicionado e ventiladores) e refrigeradores de alimento. Lembrando que, os consumos referentes aos chuveiros, aos ventiladores e ao ar condicionado foram sempre iguais a zero, pelo fato de estarem desativados durante os levantamentos. Os ambientes com consumo total igual a zero se encontram desativados ou tiveram as lâmpadas retiradas por questão de segurança.

TABELA 09: relação dos consumos desagregados finais para o Bloco 04

Ambiente	Tipo de Consumo (kWh)					Total (kWh)
	Iluminação	Equipamentos	Chuveiros	Condicionadores de Ar	Refrigeradores	
Biblioteca	111,80	0	0	0	0	111,80
I.S. 01 e 02	0,87	0	0	0	0	0,87
Sala Administração	0	0	0	0	0	0
Depósito	0	0	0	0	0	0
I.S. 03	0	0	0	0	0	0
I.S. 04	0	0	0	0	0	0
Enfermaria	0	0	0	0	0	0
Laboratório	0	0	0	0	0	0
Total (kWh):	112,67	0	0	0	0	112,67
Total (%):	100	0	0	0	0	100

FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

Do consumo desagregado estimado por uso final nos blocos 01, 02 e 03, representado pelo GRAF. 01, observa-se que o sistema de iluminação artificial é responsável por 60% de toda a energia consumida pela escola, em segundo lugar, encontram-se os refrigeradores de alimentos com 29% e, por último, estão os equipamentos de informática, áudio e vídeo, eletrodomésticos portáteis, entre outros, que somam, juntos, um consumo equivalente a 11%.

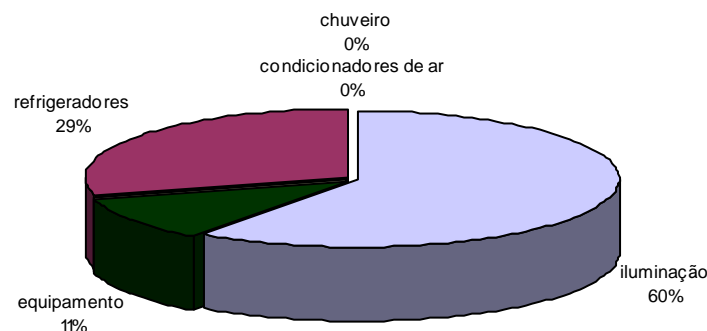


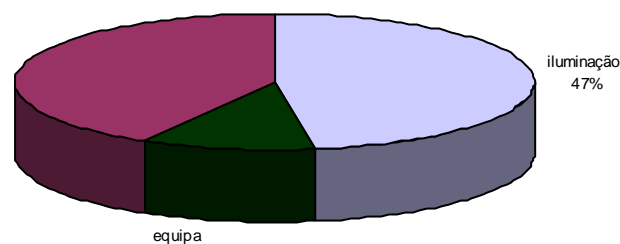
GRÁFICO 01: Consumo estimado desagregado por usos da Escola Estadual Pero Vaz de Caminha.

FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

As pesquisas de avaliação pós-ocupação mencionadas neste trabalho para escolas

públicas de ensino básico e fundamental¹², mesmo as que envolveram análise energética¹³, não chegaram a esse nível de detalhe, não sendo possível, dessa forma, estabelecer uma comparação. Na verdade, a metodologia aqui proposta se baseou em trabalhos destinados a avaliar escolas de ensino superior. Entretanto, em uma recente publicação referente a uma pesquisa sobre efficientização energética em instituições de ensino, realizada por alunos do curso de engenharia elétrica da Universidade Federal de Juiz de Fora (GUIMARÃES *et al*, 2005), pôde-se constatar um comportamento semelhante para três escolas estaduais (estudos de caso dessa pesquisa), principalmente no que diz respeito ao consumo destinado à iluminação. Dos dados levantados para as três escolas analisadas (todas pertencentes ao Estado de Minas Gerais), pôde-se verificar que, em média, a demanda verificada para a iluminação corresponde a 54,5% da demanda total das mesmas.

Na pesquisa realizada para a Escola de Arquitetura da UFMG (LUDGERO; ASSIS, 2005), foi verificado que 50% de todo o consumo corresponde a iluminação, 1% corresponde ao sistema de condicionamento de ar, e os 48% restantes correspondem aos demais equipamentos da escola (sendo 32% correspondente aos equipamentos de informática). Conforme a afirmação das próprias autoras, o resultado percentual referente à iluminação artificial é semelhante aos dados obtidos pelo estudo de Ornstein (1995), seguindo a tendência constatada neste e em outros estudos desenvolvidos para edificações escolares.



de energia elétrica com refrigeradores de alimentos quase se equipara ao consumo com iluminação artificial, devido à presença da cantina e da sala de merenda, que contam com um refrigerador e um freezer, respectivamente. Já o bloco 02 apresenta um consumo mais próximo do que foi verificado para a escola como um todo. E, finalmente, no bloco 04, 100% do consumo refere-se à iluminação artificial. O GRAF. 02, apresentado acima, e os GRAF. 03 e 04, a seguir, correspondem aos consumos desagregados por usos finais para os blocos 01, 02 e 04, respectivamente.

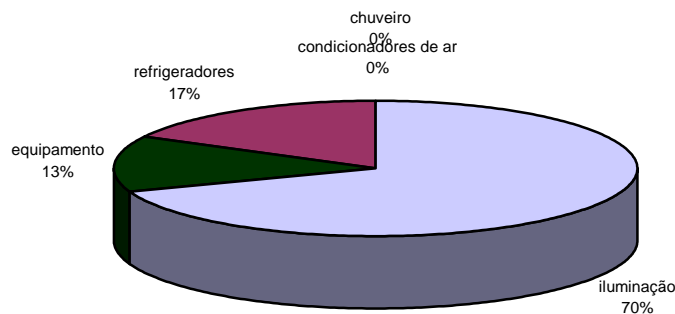


GRÁFICO 03: Consumo estimado desagregado por usos para o bloco 02
 FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software Excel*®.

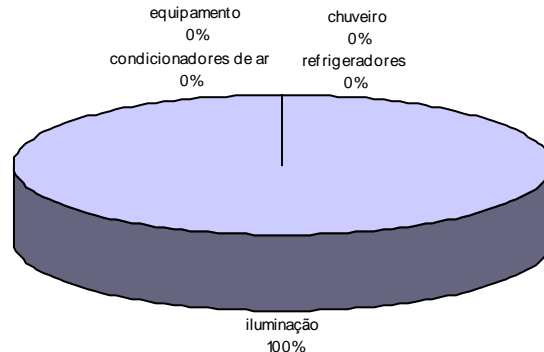


GRÁFICO 04: Consumo estimado desagregado por usos para o bloco 04
 FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software Excel*®.

Analisando os resultados do consumo desagregado estimado por uso final para os setores discriminados no capítulo anterior (administrativo, salas de aula, pedagógico, cantina e afins, biblioteca e diversos), distintamente para iluminação e equipamentos, observa-se que o setor de salas de aula é o que mais consome energia com iluminação artificial, com 59%, seguido da administração, com

Comparando o GRAF. 07 - referente ao consumo estimado dos blocos 01 e 02, obtido a partir do processamento dos dados levantados em planilhas do tipo Excel[®] - com o GRAF. 08, também referente ao consumo estimado, entretanto, obtido a partir da simulação no programa *Energyplus*, percebe-se que os resultados são bem próximos. Assim, numa análise preliminar de determinado edifício, o processo de desagregação por uso final poderia ser obtido simplesmente através da correta inserção dos dados levantados no programa, eliminando a etapa de processamento dos mesmos através de planilhas, simplificando ainda mais o processo. Contudo, para se obter o consumo desagregado por uso final de forma setORIZADA, como foi proposto nesta pesquisa, é preferível fazer o processamento desses dados a partir do software Excel[®], pois, o tratamento dos mesmos a partir do *Energyplus*, implicaria em rever todo o zoneamento do modelo, o que levaria muito mais tempo.

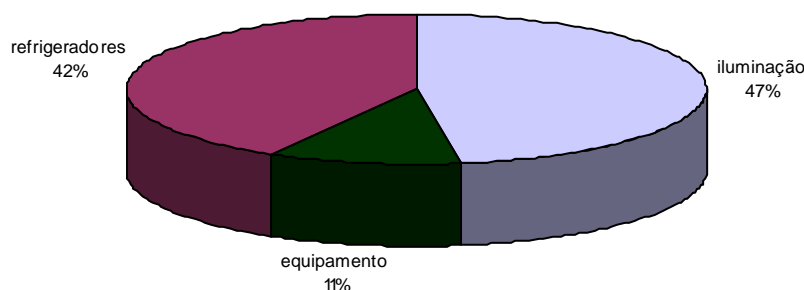


GRÁFICO 07: Consumo estimado desagregado por usos dos blocos 01 e 02 obtido a partir do processamento dos dados levantados em planilhas do tipo Excel.

FONTE: Elaborado pela autora.

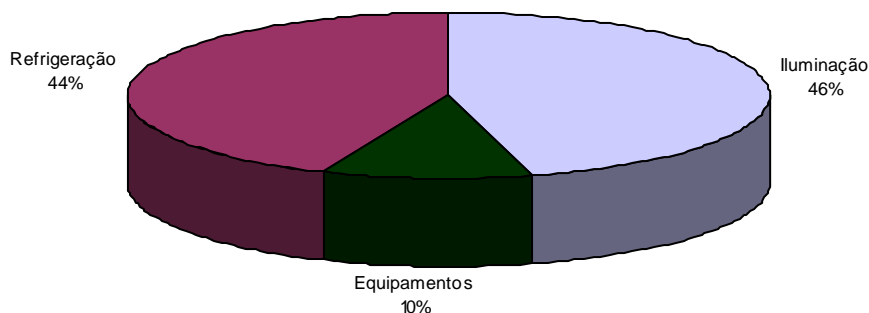


GRÁFICO 08: Consumo estimado desagregado por usos dos blocos 01 e 02 obtido a partir do processamento dos dados, gerados através da simulação no programa *Energyplus*[®], no software Excel[®].

FONTE: Elaborado pela autora.

5.3 Análise do potencial de redução do consumo energético

Como foi mostrado no capítulo I, um dos motivos que levou à elaboração deste trabalho, a partir de um edifício da rede estadual de escolas públicas, foi justamente o fato de o Governo Estadual, através do Decreto nº 43.696, impor a toda administração pública uma meta de redução de despesas com energia elétrica da ordem de 15% (quinze por cento) para a média verificada em 2003. Todavia, o procedimento de avaliação de edifícios, aqui proposto, leva em consideração, além da redução do consumo energético, a priorização das condições de conforto para seus usuários. Ou seja, ele busca promover uma racionalização do uso da energia elétrica sem, contudo, perder de vista a qualidade ambiental do espaço.

Vimos no item anterior que a Escola Estadual Pero Vaz de Caminha apresenta um consumo energético muito baixo quando comparado a outras escolas estaduais citadas neste trabalho. Vimos também que esse consumo poderia ser muito maior caso fosse levado em consideração todo o seu potencial de iluminação instalado. Sendo assim, a análise do potencial de redução do consumo energético dessa escola deve atentar para as questões acima, caso contrário, qualquer intervenção acarretaria em prejuízo aos seus usuários.

Com o objetivo de identificar esse potencial de redução do consumo, e utilizando a mesma planilha que gerou os gráficos do consumo desagregado estimado, primeiramente, foi calculado o consumo desagregado potencial da escola considerando todas as luminárias completas e todas as lâmpadas funcionando em perfeito estado, mantendo, contudo, os dados referentes aos equipamentos e refrigeradores, assim como as rotinas de utilização dos mesmos. Posteriormente, foi feita uma simulação, a partir de uma proposta de *retrofit*, na qual as atuais luminárias de baixo desempenho foram trocadas por outras mais eficientes com lâmpadas de 32 e 16 watts de potência em substituição às de 40 e 20 watts, e os refrigeradores antigos foram substituídos por outros mais novos e econômicos (os demais equipamentos foram mantidos, pois a substituição dos mesmos não acarretaria em uma economia significativa). Nesta proposta, foi sugerida também uma modificação ao projeto luminotécnico dos ambientes com mais de um circuito, de tal forma que os mesmos funcionassem de maneira complementar à iluminação natural (ver FIG. 08 que compara o projeto luminotécnico atual das salas de aula e a solução proposta). Entretanto, a influência dessa modificação não poderá ser quantificada, pois ela alteraria as rotinas de utilização

desses ambientes uma vez que os circuitos seriam acionados em função da disponibilidade de luz natural. Ou seja, para medir seu impacto na redução do consumo, seria necessário fazer essa alteração em pelo menos um desses ambientes e ver como os usuários se comportariam em relação a ela. Nesta proposta, deveria ser criado também um circuito independente para iluminar exclusivamente o quadro negro que só seria acionado quando necessário.

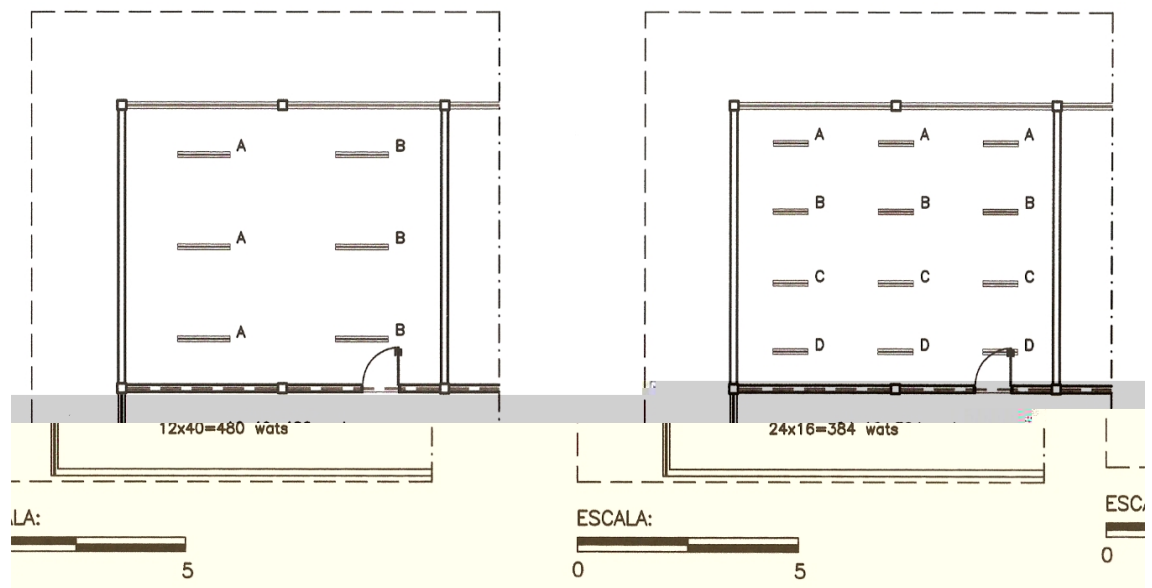


FIGURA 08: Projeto Luminotécnico atual e proposta de *retrofit*. Sendo o primeiro composto por dois circuitos de três luminárias e seis lâmpadas de 40 wats cada (sendo duas lâmpadas por luminária), dispostos perpendicularmente às janelas – totalizando 480 wats instalados; e o segundo composto por quatro circuitos de três luminárias e seis lâmpadas de 16 wats cada (também duas lâmpadas por luminária), dispostos paralelamente às janelas – totalizando 384 wats instalados.

energia estabelecido pelo Governo não pode ser generalizado para todos os edifícios públicos, pois, como aconteceu com a Escola E. Pero Vaz, a obtenção desta meta prejudicaria as condições de conforto de seus usuários.

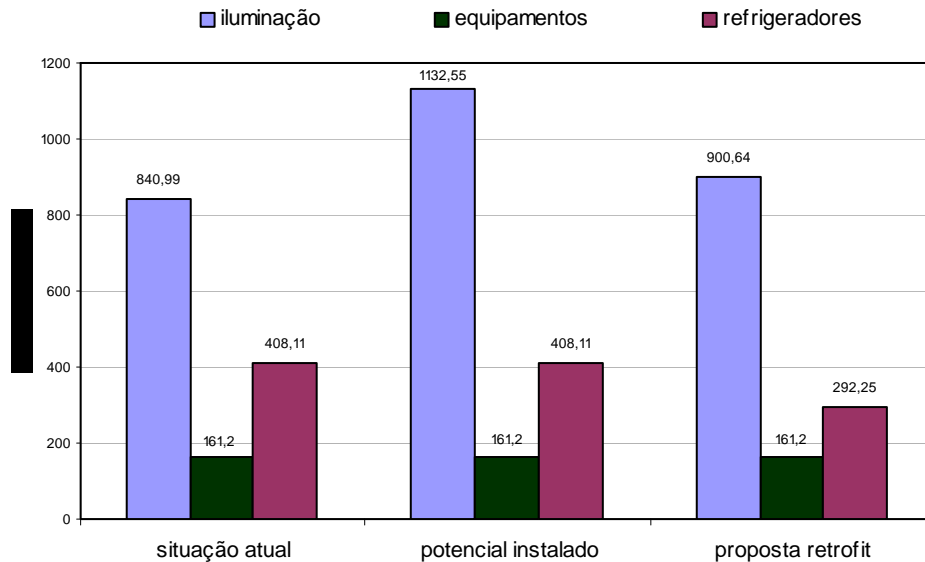


GRÁFICO 09: Comparativo do consumo desagregado para a situação atual, potencial instalado e a proposta. de *retrofit*. FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

Vale lembrar que, o consumo estimado para a proposta de *retrofit* poderia ser ainda menor caso as modificações sugeridas ao projeto luminotécnico assim como as intervenções propostas nos itens 5.4 e 5.5 (ver a seguir, nas análises do conforto térmico e luminoso, outras sugestões de intervenções que também tiveram como objetivo reduzir o consumo de energia elétrica e melhorar as condições de conforto dos usuários – como, por exemplo, alteração das cores internas das salas) também fossem executadas. No primeiro caso, a adoção de quatro circuitos nas salas de aula e salas administrativas dispostos paralelamente às janelas, permitiria o acionamento dos mesmos de forma independente na medida em que a disponibilidade de luz natural fosse diminuindo. Ou seja, em dias de céu claro a sala poderia funcionar com apenas um ou dois circuitos ligados durante a maior parte do tempo. Já a adoção de cores claras para as paredes internas e o piso das salas de aula implicaria em um aumento da reflexão interna da luz, aumentando a eficiência da iluminação natural.

Além da economia de energia, o novo projeto luminotécnico iria contribuir também para uma melhor distribuição da luz no interior das salas, problema esse que foi verificado tanto pelos usuários como pela equipe técnica e que será discutido mais adiante.

A título de informação, o GRAF. 10 apresenta os consumos desagregados separados por blocos - 01, 02 e 04 - considerando a situação atual, o potencial instalado e a proposta de *retrofit* sugerida.

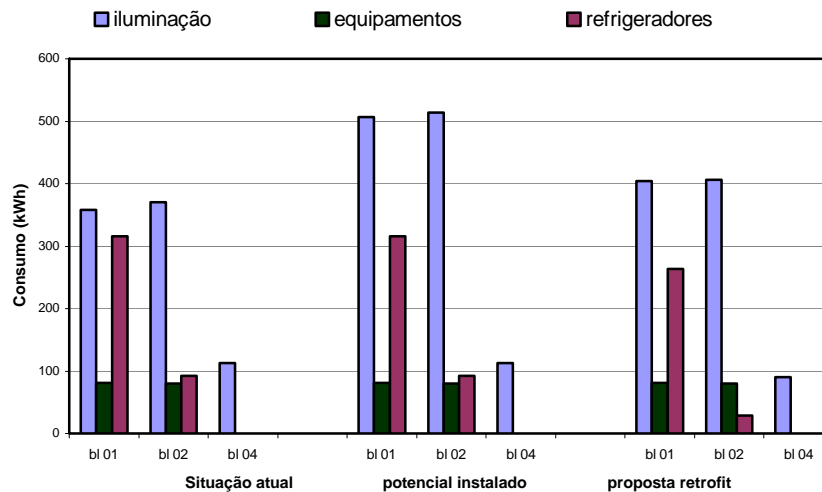


GRÁFICO 10: Comparativo do consumo desagregado por bloco para a situação atual, potencial instalado e a proposta de *retrofit*.

FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel[®].

5.4 Análise de conforto térmico

Como foi descrito no capítulo anterior, a simulação no programa *Energyplus* foi feita para as salas 03 e 07, do bloco 02, e as salas 08 e 12, do bloco 01 (ver plantas, presentes no APÊNDICE A). Foi considerada uma ocupação média de 31 alunos por sala (média extraída a partir da TAB. 02 presente no capítulo 3¹⁴). Os dados de saída solicitados ao programa para esses ambientes foram: temperatura média do ar (que também pode ser obtida através de medições com o termômetro de bulbo seco, comumente utilizada para determinar a condição de conforto); temperatura média radiante (resultante das emissões de radiação infravermelha do entorno, como, por exemplo, pessoas, lâmpadas, envoltórias e o entorno construído); umidade relativa e taxa de renovação do ar.

Ao examinar os gráficos dos quatro ambientes avaliados, percebe-se que a variação entre o comportamento dos mesmos, no que diz respeito ao conforto térmico, é mínima (ver APÊNDICE E). Acredita-se que isso se deva ao fato de todas as salas apresentarem ocupação semelhante, mesma orientação em relação às aberturas e possuírem os mesmos materiais de revestimento em suas envoltórias. Sendo assim, para que a análise não se tornasse muito longa, foram apresentados apenas os resultados referentes à sala

¹⁴ As duas salas do período introdutório não foram consideradas neste cálculo.

08, pelo fato de ela não possuir obstrução alguma às suas fachadas¹⁵.

De posse dos resultados da simulação termo-energética, partiu-se para a análise técnica. Nesta etapa, recomenda-se a utilização de algum índice de conforto térmico, a fim de caracterizar as condições de conforto para a população aclimatada à região de estudo. Dessa forma, optou-se por utilizar o Diagrama de Givoni, pelo fato de ser o índice mais adaptado às condições climáticas de Belo Horizonte¹⁶. Givoni desenvolveu a determinação da zona de conforto sobre um diagrama psicrométrico, onde estão representados os limites de conforto para usuários aclimatados, em repouso ou em atividade sedentária (GIVONI, 1976). No caso desta pesquisa, os dados plotados no diagrama foram gerados a partir da base de dados climáticos TMY, utilizada na simulação do modelo.

Primeiramente serão apresentados os gráficos gerados a partir das saídas solicitadas ao programa e, mais adiante, esses dados serão comparados com o Diagrama de Givoni. Segundo esse autor (GIVONI, 1976), a condição de conforto térmico está associada à interdependência entre temperatura e umidade. Ou seja, a avaliação térmica implica em saber correlacionar essas variáveis, e não analisá-las separadamente.

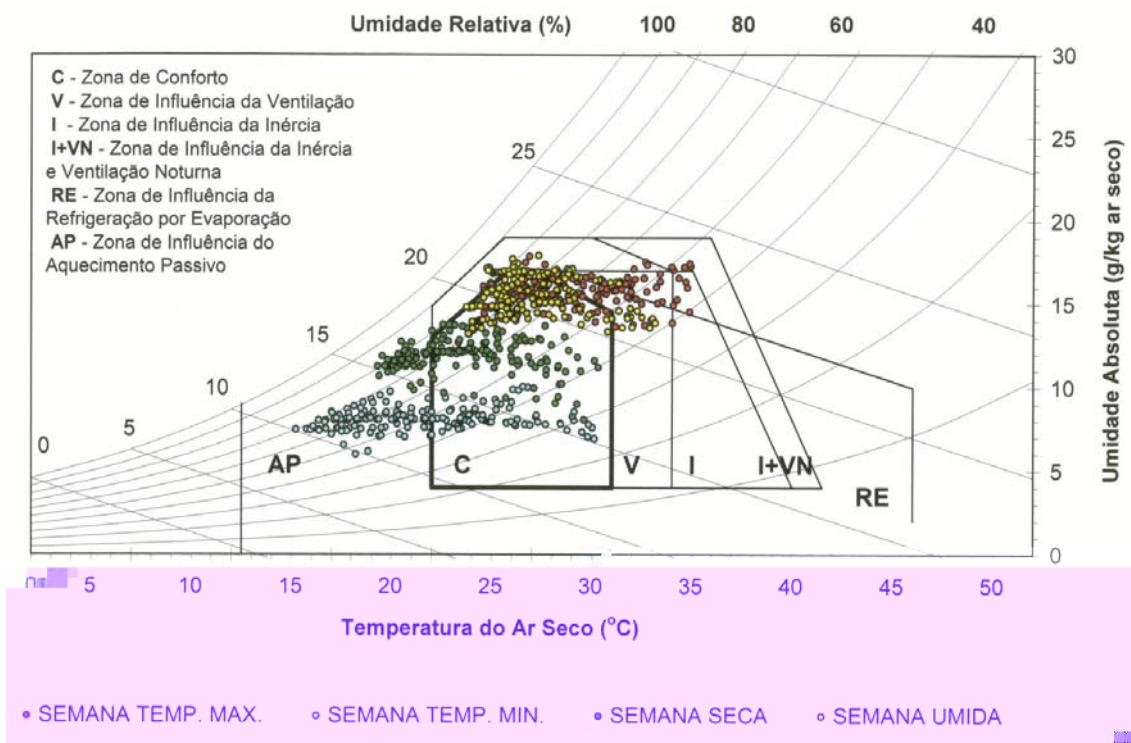


FIGURA 09: Diagrama de Givoni para o Município de Belo Horizonte.

FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®

¹⁵ Os demais gráficos da análise de conforto térmico da sala 08, assim como todos os gráficos das salas 03, 07 e 12 encontram-se no APÊNDICE E.

¹⁶ Ver mais sobre o assunto em: GONÇALVES (2000).

A partir da FIG. 09, acima, observa-se que as temperaturas de conforto para Belo Horizonte encontram-se no intervalo entre 20°C e 29°C. Observando os dados plotados para as quatro semanas avaliadas, percebe-se que a semana de temperaturas mínimas e a semana típica seca encontram-se nas zonas de conforto e de influência do aquecimento passivo. Já a semana de temperaturas máximas e a semana típica úmida, encontram-se nas zonas de conforto e zona de influência da ventilação.

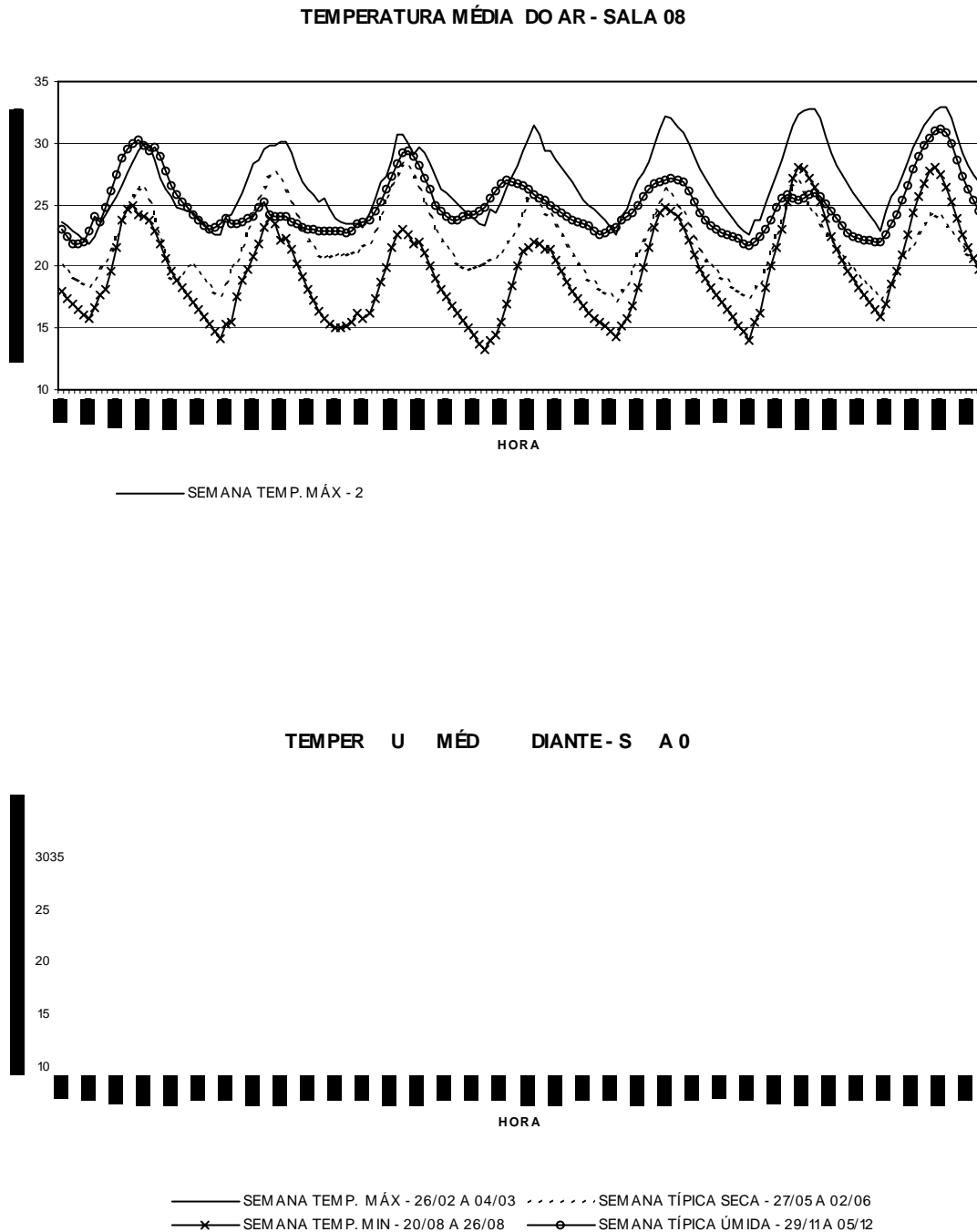


GRÁFICO 12: Temperatura média radiante para a sala 08, do bloco 01, para as semanas de temperaturas máximas e mínimas, e para as semanas típicas do período seco e do período úmido, gerado a partir da base de dados TMY (*Typical Meteorological Year*) para o município de Belo Horizonte.

FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel® com dados gerados pelo *Energyplus*®.



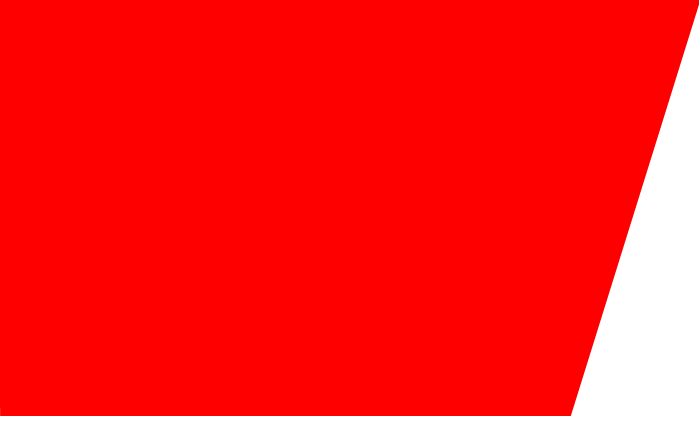
sala em questão, entretanto, inserindo os dados de temperatura externa. O objetivo foi avaliar o desempenho de suas envoltórias e a influência da ocupação na temperatura interna da sala. Essa análise foi baseada na comparação entre as duas curvas de temperaturas (externa e interna) para as quatro semanas analisadas.

Examinando o GRAF 14, percebe-se que, durante a semana mais quente do ano, as temperaturas internas da sala 08 permaneceram maiores que as temperaturas externas para quase todos os dias analisados, quando muito se igualaram. E isso foi observado até mesmo durante as horas em que a sala permanece desocupada. O mesmo foi verificado também para a semana mais fria e para as semanas típicas dos períodos seco e úmido. No período de inverno, esse fato não representa um problema, pelo contrário, ele contribui para diminuir o desconforto gerado pelas baixas temperaturas. Entretanto, no verão, essa constatação pode ser um indício de que o desempenho das envoltórias do ambiente está muito aquém do esperado ou que há falha na taxa de ventilação. Em climas que apresentam períodos bem definidos (seco – correspondente ao inverno e chuvoso – correspondente ao verão), como o de Belo Horizonte, recomenda-se: construções orientadas segundo eixo longitudinal leste-oeste; coberturas leves e bem isoladas; paredes maciças com tempo de transmissão térmica superior a oito horas; aberturas nas paredes norte-sul, à altura do corpo humano, que permitam circulação de ar permanente e vãos entre 25 e 40% das fachadas¹⁷.

Todavia, a partir da análise da implantação do edifício no terreno, verificou-se que ela está em desconformidade com as orientações de projeto propostas para esse tipo de clima (e em desconformidade também com as orientações propostas pela própria CARPE, como foi mencionado no capítulo 2), ou seja, maiores fachadas voltadas para norte-sul. Ao contrário, as maiores fachadas de todos os blocos do edifício, nas quais se encontram todas as aberturas, estão voltadas para leste-oeste. Esse fato, certamente, contribui para redução da eficiência de suas envoltórias principalmente no verão.

Com relação ao dimensionamento das aberturas, verificou-se que: na fachada leste, as esquadrias representam 48,5% da superfície da parede, entretanto, a área de ventilação corresponde à metade desse valor; na fachada oeste, as esquadrias representam 11% da superfície da parede, e a área de ventilação, 5,5%. Ou seja, os vãos destinados à ventilação das salas são inferiores aos recomendados nas tabelas de Mahoney.

¹⁷ Recomendações geradas a partir das tabelas de Mahoney para o clima de Belo Horizonte.



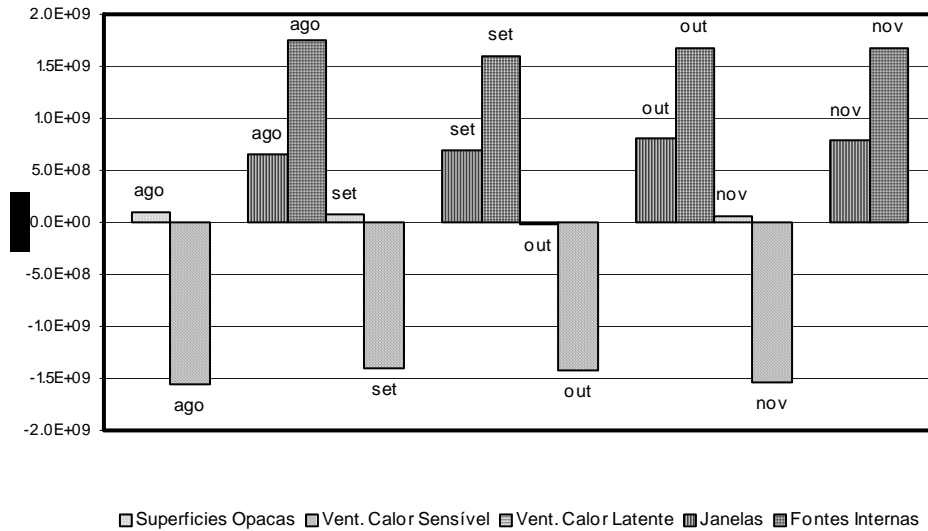


GRÁFICO 15-B: Balanço térmico da sala 08 para os meses letivos do 2º semestre do ano simulado.
 FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel® com dados gerados pelo *Energyplus*®.

A partir do GRAF. 16, referente ao ganho térmico devido às fontes internas, percebe-se que a ocupação representa sozinha cerca de 90% desse total. Voltando ao GRAF. 14, observa-se que o intervalo entre as curvas das temperaturas internas (representadas pelas linhas cheias) e as curvas das temperaturas externas (representadas pelas linhas tracejadas), nas quatro semanas analisadas, diminui consideravelmente durante o período de ocupação da sala (07:00 às 12:00 horas).

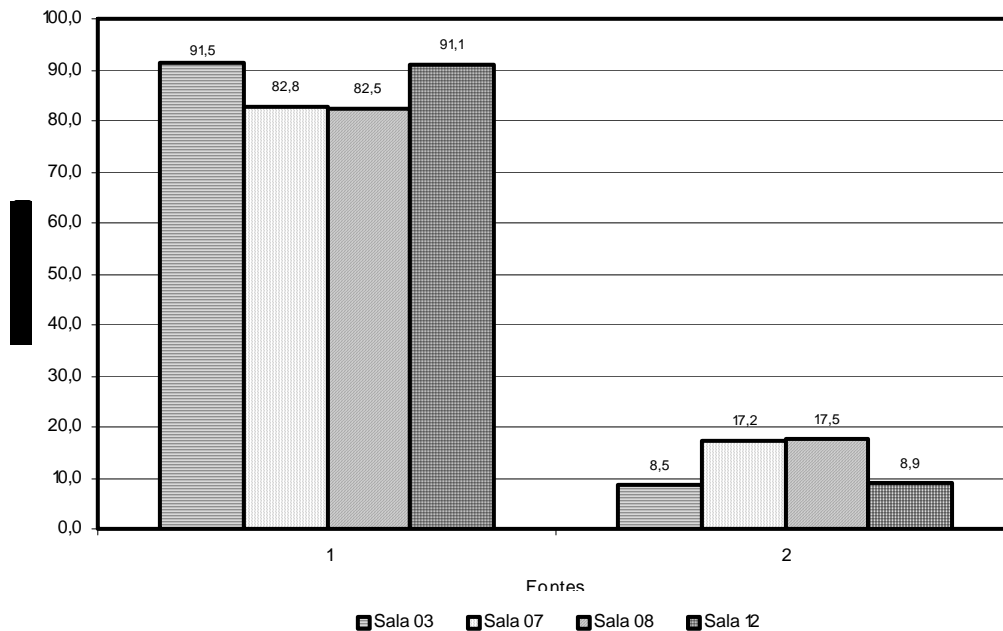


GRÁFICO 16: Cargas térmicas devido às fontes internas: sendo o número 1 referente à ocupação e o número 2 referente à iluminação. As salas 07 e 08 apresentam ligeira distorção em relação às salas 03 e 12, pelo fato de as primeiras possuírem número menor de usuários que as segundas.

FONTE: Elaborado pela autora, a partir do *software* Excel® com dados gerados pelo *Energyplus*®.

Isso ocorre por causa do aumento da temperatura interna da sala devido às radiações emitidas pelos seus ocupantes. Por outro lado, a orientação também influencia no ganho de calor, pois o segundo item de maior relevância no balanço térmico é representado pelas superfícies translúcidas. Acredita-se que, se a escola tivesse sido orientada corretamente, com as maiores fachadas voltadas para norte/sul, e, além disso, houvesse um detalhamento mais cuidadoso das esquadrias, esse problema poderia ser bem menor.

Os GRAF. 15-A e 15-B deixam claro que a soma dos ganhos de calor é maior do que a perda obtida através da ventilação, ou seja, o fato desses vãos estarem subdimensionados implicou desconforto, principalmente no verão. Uma maneira de atenuar esse problema seria propor mecanismos de proteção à radiação solar incidente nas janelas e, além disso, fazer a substituição das atuais esquadrias de correr (modelo que reduz a área de ventilação pela metade) por esquadrias de máximo ar ou esquadrias pivotantes verticais, que, além de permitir a utilização de até 100% do vão para ventilação, também permitem o redirecionamento do vento no interior do ambiente¹⁸.

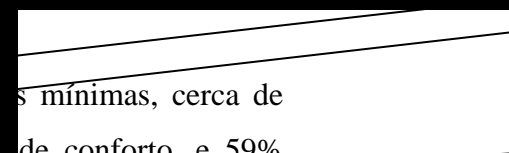
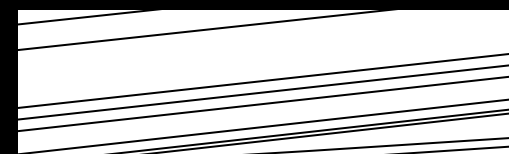
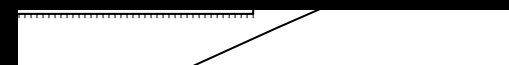
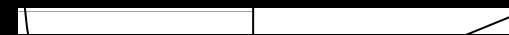
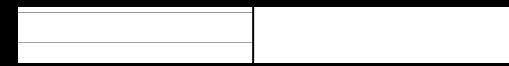
Além das variáveis apresentadas acima, referentes ao conforto térmico, outra, que não deve faltar nesse tipo de análise, é a relativa à taxa de renovação do ar no interior dos ambientes avaliados. Pelo GRAF. 15, observou-se que a ventilação tem um papel importante no balanço térmico das salas, entretanto, é necessário quantificar essa taxa de renovação do ar, a fim de checar se as aberturas propostas no projeto são suficientes para fazer, pelo menos, a ventilação higiênica desses ambientes.

Como não existe nenhuma norma brasileira que regulamente a ventilação no interior dos edifícios, o parâmetro utilizado para verificar se a sala atendia aos requisitos mínimos de ventilação e taxa de renovação do ar foi extraído de uma tabela proposta pela ASHRAE (American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers), citada por Mesquita (1985: 154). Nesta tabela, a faixa de trocas sugerida para ventilação de controle de odores para salas de aula deve estar entre 10 a 30 renovações por hora.

Observando o GRAF. 17, referente à taxa de renovação do ar para a sala 08, verifica-se que, durante o período em que a sala é ocupada, no qual as janelas permanecem abertas, o número de trocas observado se manteve muito abaixo do mínimo sugerido, durante todos os dias das quatro semanas analisadas. O volume máximo verificado para esses dias foi de aproximadamente 110 m³/hora, no dia 29 de novembro, às 14:00 horas.

¹⁸ Infelizmente, por causa de limitações de tempo, essa condição não pôde ser simulada.

e o número de trocas
garantir a ventilação
ocupantes), na qual o
de oito (MESQUITA
maioria dos usuários
-se que esse dado
ocorrido durante a
n a base de dados
maiores janelas das
em Belo Horizonte.
rava-se que a taxa de



s mínimas, cerca de
de conforto, e 59%

A semana típica seca

apresenta a mesma tendência verificada para a semana de temperaturas mínimas, entretanto, com um percentual maior de horas na zona de conforto. O mesmo foi observado para a semana típica úmida, entretanto, sua similitude ocorre com a semana de temperaturas máximas. Ou seja, no período de inverno, quando a amplitude térmica diária é maior devido às baixas taxas de umidade relativa, recomenda-se a utilização do aquecimento passivo a fim de alcançar a condição de conforto térmico. Por outro lado, no período de verão, quando as temperaturas registradas são maiores e a amplitude térmica diária é menor (devido às altas taxas de umidade relativa), a condição de conforto é alcançada através da utilização da ventilação como estratégia de projeto.

Seguindo a metodologia proposta no capítulo anterior, a segunda etapa da análise de conforto térmico consiste em comparar a análise técnica com as respostas dos usuários, verificando se existe uma correlação entre as duas. Contudo, antes de apresentar os resultados obtidos através do tratamento estatístico dos questionários, será feita uma breve explicação sobre como foram tratadas as questões de controle deste item.

Como já foi relatado, a aplicação do questionário ocorreu no período de inverno. Sendo assim, as respostas esperadas para a questão de controle relativa ao conforto térmico eram: vontade de se agasalhar, calafrios ou tremendo e suando pouco. Observando a TAB. 119, presente no APÊNDICE D, nota-se que apenas 4,6% dos alunos responderam vontade de se abanar; as respostas dos demais, assim como dos professores, corresponderam às expectativas para aquele período. Os alunos, mencionados acima, não foram eliminados, pois, apesar de suas respostas divergirem do esperado, os mesmos mantiveram coerência ao responder o restante do questionário. Ao contrário, os usuários que não demonstraram coerência ao responder à questão de controle e à questão que aferia sua opinião sobre o conforto térmico, assim como os que estavam gripados, foram automaticamente eliminados e substituídos.

Comparando as saídas do programa com as respostas dos alunos e professores da escola, percebe-se que as observações colocadas durante a análise técnica foram confirmadas pelos mesmos. O GRAF. 18 mostra a opinião dos alunos com relação ao conforto térmico para o período de inverno. Observa-se que, no período da manhã, tanto no bloco 01 como no bloco 02, mais de 50% dos alunos consideram a sala fria, e cerca de 8% dos alunos do bloco 01 e 18% dos alunos do bloco 02 consideram a sala muito fria. No período da tarde, a situação é um pouco diferente: no bloco 01, cerca de 46% dos alunos consideram a sala agradável, 34% consideram a sala quente e menos de 20%

consideram a sala fria; e, no bloco 02, mais de 60% dos alunos consideram a sala agradável, cerca de 23% consideram a sala quente e pouco mais de 10% consideram a sala fria. Acredita-se que essa diferença se deve ao fato de o bloco 01 estar orientado para oeste sem qualquer proteção solar. Ao contrário, o bloco 02 é sombreado pelo primeiro (ver FIG. 15 e 16 presentes no APÊNDICE A).

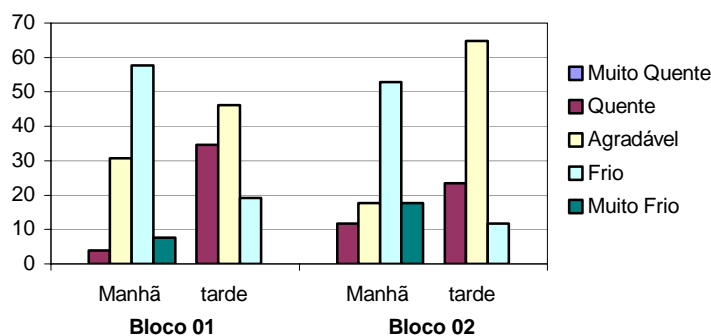


GRÁFICO 18: Opinião dos alunos com relação ao conforto térmico no inverno.

FONTE: Elaborado pela autora, a partir do *software* Excel®.

O período de inverno em Belo Horizonte, realmente, caracteriza-se por apresentar baixas temperaturas principalmente pela manhã. Na semana de temperaturas mínimas, por exemplo, quase 60% das horas observadas encontram-se na zona de aquecimento passivo (ver FIG. 08). Observando o GRAF. 14, é possível verificar a variação da temperatura externa ao longo do dia, ou seja, como foi dito anteriormente, a amplitude térmica diária, neste período, é grande. Por isso, à tarde, a maior parte dos alunos considera a sala variando de agradável à quente.

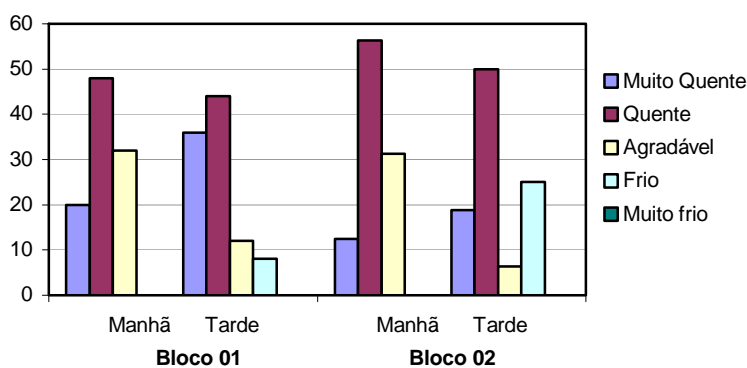


GRÁFICO 19: Opinião dos alunos com relação ao conforto térmico no verão.

FONTE: Elaborado pela autora, a partir do *software* Excel®.

No verão, a situação se inverte, ou seja, a maior parte dos usuários está insatisfeita com o desempenho das salas no que diz respeito ao conforto térmico. Observando o GRAF.

19, nota-se que, pela manhã, cerca de 20% dos entrevistados do bloco 01 consideram a sala muito quente e mais de 45% a consideram quente. À tarde essa condição se agrava: cerca de 36% dos usuários responderam a primeira opção (muito quente) e 44% responderam a segunda (quente). No bloco 02, também é alto o percentual de pessoas que marcaram as opções muito quente e quente, e, assim como no bloco 01, o percentual de pessoas satisfeitas no período da manhã gira em torno dos 32%. À tarde, esse percentual para o bloco 01 é de aproximadamente 20% e, para o bloco 02, 30%.

As respostas dos usuários em relação ao período de verão também corresponderam ao que foi verificado pela equipe técnica. Analisando, mais uma vez, o Digrama de Givoni, percebe-se que, tanto na semana de temperaturas máximas como na semana típica úmida (ambas referentes ao período de verão) grande parte das horas observadas se encontram nas zonas de influência da inércia térmica e de ventilação. Além disso, a partir do GRAF. 14, observa-se picos de temperatura acima dos 30° durante todos os dias da semana de temperaturas máximas.

5.5 Análise de conforto luminoso

A norma brasileira NBR-5413 estabelece que os níveis de iluminância para atividades em salas de aula devem ser de 300 lux para tarefas de média precisTj-0e ves

TABELA 10: Síntese dos dados de medição de iluminância

Amb./período	Dia/hora	Tipo de céu	Ilumin. Luz Natural (lux)			Ilumin. Luz Natural e Artificial (lux)		
			Média	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima
Sala 03 / manhã	11 jul/10:24	Claro	403,31	935	153	536,88	1200	280
Sala 03 / tarde	06 jul/15:30	Encoberto	253,50	567	100	341,38	579	163
Sala 12 / manhã	11 jul/10:45	Claro	188,69	470	63	281,19	506	107
Sala 12 / tarde	06 jul/15:45	Encoberto	168,25	387	50	288,38	460	170

FONTE: Elaborado pela autora, a partir dos dados medidos em campo.

Entretanto, apesar de as médias registradas para a sala 03 atenderem à NBR-5413, analisando os valores máximos e mínimos registrados em todas as situações avaliadas, observa-se que não existe uniformidade na distribuição da iluminação natural, e esse fato gera áreas de sombras no fundo das salas e ofuscamento nas proximidades das janelas. Ou seja, se for analisado ponto a ponto (ver APÊNDICE F), vemos que, na verdade, ambas as salas não se encontram em condições de conforto visual.

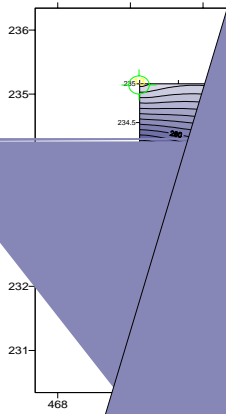
Com relação à iluminação artificial, observou-se que o projeto luminotécnico das salas de aula (ver APÊNDICE A) possui dois circuitos dispostos perpendicularmente às janelas e paralelamente ao quadro. Do ponto de vista do uso, essa disposição não está incorreta²⁰, entretanto, do ponto de vista da eficiência energética, o ideal seria que os circuitos fossem paralelos às janelas. Dessa forma, o acionamento dos mesmos aconteceria de forma gradual na medida que a quantidade de luz natural fosse diminuindo, começando pelo mais distante das janelas até o mais próximo. No caso da escola analisada, a solução para esse problema poderia ser a criação de um terceiro circuito para iluminar exclusivamente o quadro e redistribuir os outros dois, de modo que a iluminação artificial funcionasse de maneira complementar à iluminação natural (HOPKINSON *et al*, 1966).

Foram feitas medições também durante a noite com o objetivo de verificar qual seria a real contribuição da iluminação artificial nas salas de aula. O critério utilizado para escolha do ambiente foi a integridade das luminárias e das lâmpadas instaladas. A única sala que possuía todas as luminárias e lâmpadas especificadas no projeto era a sala 08. Observando o formulário levado a campo, presente no APÊNDICE F, percebe-se que a iluminância média verificada para a sala foi de 183,54 lux. Conclui-se, a partir desse dado, que, caso esta sala fosse utilizada para aulas noturnas, este projeto teria que ser revisto, pois, da forma como está, ele não atende à norma.

²⁰ Observar que a NBR-5413 estabelece níveis de iluminância mais altos para a região do quadro negro, sendo assim, percebe-se que este projeto procurou atender a esses critérios.

grama *AutodeskViz*[®], estes
dos programas *Excel*[®] e
nos GRAF. 20 a 27, são
s e os gerados a partir da
manhã e da tarde. Os dias e
mesmos das medições de

índices de iluminâncias, ao p
ressaltar que tanto a medição
Acredita-se que essa disto
programa. Como foi menc
e longitude, o programa
localidade. É provável
vespertina) não corres
medição. Contudo, n
permitindo, nos doi
foram recolhidas a



tiva

lados; os últimos são m

aérea da escola presente no ANEXO E), que, possivelmente, afetam o desempenho da sala no que diz respeito à iluminação natural. Nos gráficos da tarde, ao contrário, não foi verificada essa distorção. Acredita-se que isso se deva ao fato de a medição da tarde ter sido feita em dia de céu encoberto, ou seja, a sombra das árvores não afetaria tanto o desempenho da iluminação natural como em dia de céu claro.

Concluída a análise técnica, partiu-se para a comparação com as respostas dos usuários. Como foi dito no capítulo anterior, as questões de controle referentes à análise do conforto luminoso buscaram aferir se o aluno tinha algum problema de vista e se, pelo fato de estar acostumado a condições precárias de iluminação em casa, ele pudesse nivelar sua percepção da sala de aula por cima. Com relação à primeira questão, como pode ser visto na TABELA 11, verificou-se que apenas 3,4% deles não enxergam bem de perto e 9,2% não enxergam bem de longe. Na segunda questão, sobre a opinião dos alunos com relação à qualidade da iluminação do ambiente de estudo em casa, também observou-se um percentual de 3,4% para os que consideram a qualidade da luz em casa inferior à da escola (ver TAB. 114, presente no APÊNDICE D). Nos dois casos, os percentuais apresentados foram baixos e estavam dentro da margem de erro estabelecida para esta pesquisa (10%), dessa forma, optou-se por não desconsiderar as respostas desses alunos para as demais questões presentes neste item.

TABELA 11: Opinião dos alunos sobre dificuldade de enxergar no quadro e na carteira.

Dificuldade de enxergar	Em caso afirmativo, motivo:	n	%
NO QUADRO			
Não		31	35,6
Sim		56	64,4
	Bate sol no quadro	42	48,3
	A luz da sala bate no quadro	16	18,4
	A luz da sala é fraca	6	6,9
	Não enxergo bem de longe	8	9,2
	Outros	0	0,0
NA CARTEIRA			
Não		61	70,1
Sim		26	29,9
	Bate sol em minha carteira	22	25,3
	Não enxergo bem as letras pequenas	3	3,4
	A luz da sala é fraca	3	3,4
	Outros	1	1,1
Total		87	100,0

FONTE: Elaborada pela autora.

A questão referente à tabela acima também buscou aferir o percentual de alunos com dificuldade de enxergar, tanto no quadro como na carteira, por outros motivos que não fossem problemas de vista. Confirmando o que foi verificado no pré-teste, o percentual de alunos incomodados com o reflexo do sol no quadro, assim como na carteira, é alto:

48,3% e 25,3%, respectivamente. Além disso, verifica-se que 18,4% dos alunos se queixam do ofuscamento no quadro provocado pelo reflexo da luz da própria sala. Com relação ao ofuscamento provocado pelo sol, observou-se que essas queixas foram mais freqüentes no período da manhã. Isso se deve ao fato de as janelas estarem orientadas para leste. Já o ofuscamento provocado pela luz da própria sala obteve a mesma proporção para os dois turnos.

Os GRAF. 28 e 29 referem-se à opinião dos alunos com relação à iluminação natural e à iluminação natural somada à artificial, respectivamente. A primeira análise que se pode tirar, a partir da observação dos mesmos, é que a opinião dos alunos está em conformidade com as análises técnicas, ou seja, quando as luzes das salas estão apagadas, suas condições de iluminação são bastante ruins (GRAF. 28).

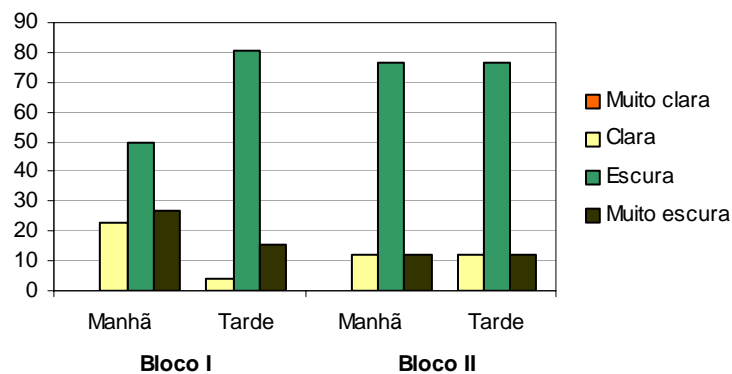


GRÁFICO 28: Gráfico sobre a opinião dos alunos com relação à Iluminação natural.

FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

Observando o GRAF. 29, percebe-se que, quando a iluminação artificial é acionada, a maioria dos alunos considera a sala clara e muito clara. Contudo, como os questionários foram aplicados sob a forma de entrevista para cada usuário em separado, foi possível observar que grande parte dos que consideram a sala muito clara, na verdade, prefere a sala com as luzes apagadas pelo fato de a iluminação artificial provocar ofuscamento no quadro. Ou seja, esses alunos atribuíram conotação negativa à condição muito clara. As condições de luminâncias da sala não foram medidas, inclusive à norma brasileira não trata deste assunto; contudo, pelo que foi verificado através da opinião dos usuários e da análise técnica, percebe-se que, além das salas não atenderem a norma brasileira que trata das iluminâncias, elas também apresentam desempenho insatisfatório com relação às luminâncias. Ou seja, a iluminação natural das mesmas não é suficiente para garantir níveis de iluminamento adequados, e a iluminação artificial, quando acionada, provoca ofuscamento nos alunos.

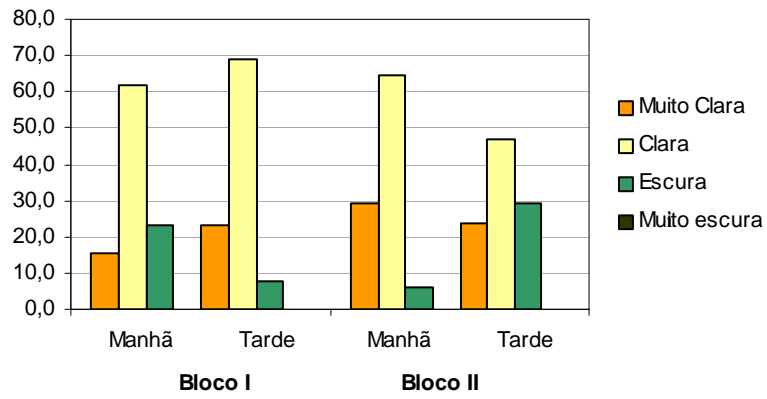


GRÁFICO 29: Gráfico sobre a opinião dos alunos com relação à Iluminação natural somada a artificial. FONTE:

mesma muito barulhenta. Contudo, a origem do barulho apontada por 58,6% desses alunos vem da própria sala, em segundo lugar vem o pátio, com 12,6%, e por último, as outras salas e corredores, com 5,7% e 3,4%, respectivamente.

Durante os levantamentos, observou-se que os horários de merenda são alternados, pelo fato de o refeitório não poder abrigar todos os alunos da escola ao mesmo tempo. Assim, a merenda é servida para duas salas de cada vez. Entretanto, os alunos que terminam de merendar primeiro e os que optam por não merendar, ficam perambulando pelo pátio superior (entre os blocos 01 e 02) e pelos corredores, incomodando as salas que estão em aula. A aula de educação física, ao contrário, é dada no pátio inferior (entre os blocos 03 e 04) e na quadra. Como esses ambientes estão distantes das salas de aula, o barulho gerado durante a prática de exercícios não incomoda os demais usuários.

Comparando as respostas dos professores com as observações da equipe técnica, observa-se que o ruído gerado pelos alunos, enquanto merendam, realmente incomoda, apontando um possível problema de setorização de ambientes. Por outro lado, analisando as respostas dos alunos, quando eles dizem que o barulho vem da própria sala, na verdade, eles estão se queixando da indisciplina de alguns colegas que atrapalham o desenvolvimento das aulas. Essa foi uma queixa bastante freqüente tanto no período da manhã como no período da tarde. Dessa forma, percebe-se que a solução para o problema de acústica desta escola está mais relacionada a uma mudança de postura dos professores frente aos alunos indisciplinados do que à necessidade de intervenções ao edifício.

5.7 Análise funcional da escola

Apesar de o padrão CARPE ser utilizado desde a década de 1960, ele nunca foi alvo de uma análise mais aprofundada. Por esse motivo, mesmo não sendo o foco dessa pesquisa, procurou-se avaliar também as condições de funcionalidade da escola a fim de verificar se, além de problemas relacionados ao conforto ambiental e a eficiência energética, ela apresentaria alguma deficiência reativa a esse parâmetro.

Primeiramente, comparando as especificações contidas no projeto e o que foi efetivamente construído observou-se que a escola praticamente não sofreu nenhuma grande intervenção em relação ao que foi proposto originalmente, somente pequenos reparos de manutenção.

Analisando os GRAF. 30 e 31, sobre a opinião dos professores e alunos em relação aos principais ambientes da escola, observa-se que, de uma maneira geral, eles estão satisfeitos com o tamanho da escola – apenas 16% dos alunos a consideram pequena e menos de 5% muito pequena.

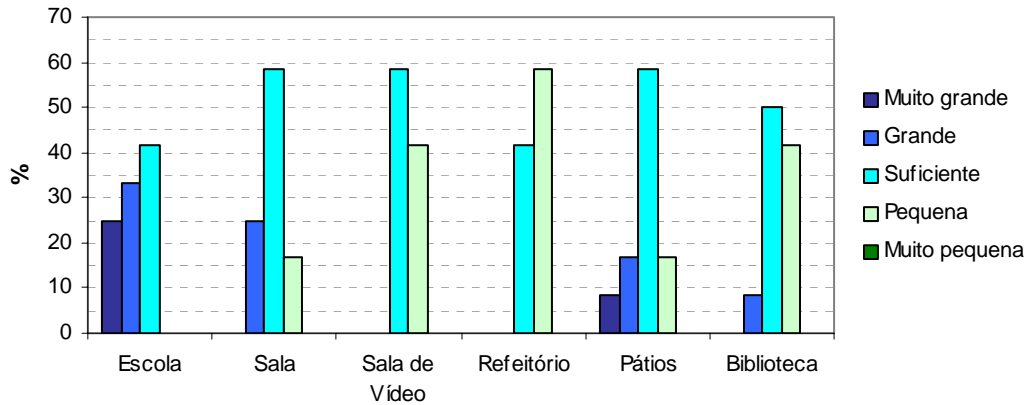


GRÁFICO 30: Gráfico sobre a opinião dos professores com relação aos principais ambientes da escola. FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

Observando apenas o GRAF. 30, referente à opinião dos professores, percebe-se que o refeitório, a sala de vídeo e a biblioteca (nesta ordem) foram os ambientes que apresentaram os maiores percentuais de resposta para a opção: pequena. Durante os levantamentos, verificou-se que esses espaços, normalmente, são utilizados por duas turmas simultaneamente. Para esta condição, eles realmente estão sub-dimensionados.

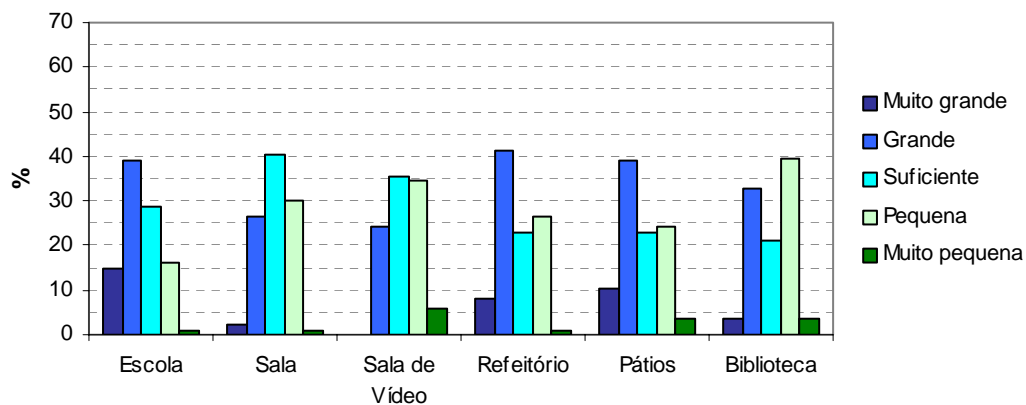


GRÁFICO 31: Gráfico sobre a opinião dos alunos com relação aos principais ambientes da escola. FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

De outra forma, analisando o gráfico referente à opinião dos alunos (GRAF. 31), os ambientes com os maiores percentuais de respostas – pequena e muito pequena – foram a biblioteca, a sala de vídeo e sala de aula (nessa ordem). Com relação ao refeitório e ao pátio, o número de alunos insatisfeitos também foi alto – cerca de 30%. Contudo, esses

dois gráficos deixam claro que, em praticamente todos os ambientes avaliados, mais de 50% dos usuários estão satisfeitos com o dimensionamento dos mesmos.

Outro item que deve ser considerado numa avaliação funcional é como ocorre a circulação de pessoas entre os diversos ambientes do edifício. Como pode ser visto no APÊNDICE A, o ingresso à escola é feito através do refeitório que se abre para o pátio. Dali são acessados os setores administrativo e pedagógico. O acesso ao segundo pavimento (onde estão localizadas as salas de aula) é feito através de uma escada que faz a conexão entre os blocos 01 e 02. Como pode ser observado, a partir das FIG. 12 e 13, presentes no APÊNDICE A, as condições de segurança desta escada são bastante precárias: a única lâmpada prevista no projeto foi retirada, e a iluminação natural (através dos cobogós) não é suficiente para garantir a boa visibilidade dos degraus. Além disso, não existe corrimão na mesma.

A circulação entre as salas é feita através de corredores abertos de 2,00 metros de largura e protegidos por um guarda-corpo de 1,05 metro de altura e um beiral que acompanha a projeção do guarda-corpo. Essa circulação faz parte do partido arquitetônico do padrão CARPE e tem como objetivo favorecer a ventilação cruzada no interior das salas de aula. Contudo, essa solução, apesar de bastante eficaz do ponto de vista do conforto térmico, aumenta a vulnerabilidade da escola à ação de vândalos e marginais. Vimos, no capítulo três, que essa escola foi invadida duas vezes nos dois últimos anos. Por esse motivo, uma das intervenções mais urgentes à mesma seria melhorar suas condições de segurança.

Com relação à adequação dos espaços a pessoas portadoras de deficiências físicas, percebe-se que a escola não cumpre com esse requisito. Para começar, a entrada dos alunos é feita exclusivamente através de uma escada localizada no afastamento frontal da Rua Pacajá, e não existe rampa para cadeirantes. Além disso, grande parte das salas de aula encontra-se no segundo pavimento dos blocos 01 e 02, e o único acesso às mesmas é através da escada mencionada nos parágrafos acima. Ou seja, o padrão CARPE não prevê alternativas de acessos para este tipo de usuários.

Finalmente, com relação à comunicação visual, o que pôde ser observado é que ela praticamente não existe. Até mesmo os números das salas foram retirados das portas. Entretanto, trata-se de uma escola pequena, sendo assim, a ausência de sinalização dos ambientes não chega a ser um problema; pelo contrário, nenhum dos usuários apresentou essa queixa.

Fechando o item referente à funcionalidade no questionário apresentado aos usuários, foi colocada uma questão aberta na qual eles deveriam responder se sentiam falta de algum espaço na escola e, em caso de resposta afirmativa, mencionar qual. A TAB. 14 apresenta os resultados obtidos para essa pergunta: 75% dos professores e 54% dos alunos responderam sim. Entre os professores, a resposta mais freqüente foi auditório e, entre os alunos, foi quadra poliesportiva.

TABELA 14: Opinião sobre a falta de algum espaço na escola

Falta espaço?	Em caso afirmativo, qual espaço?	Professores		Alunos	
		n	%	n	%
Não		3	25,0	39	44,8
Sim		9	75,0	47	54,0
	Piscina	0	0,0	7	8,0
	Laboratório	2	16,7	2	2,3
	Quadra de vôlei	0	0,0	6	6,9
	Quadra poliesportiva	1	8,3	24	27,6
	Sala de computadores	1	8,3	2	2,3
	Auditório	5	41,7	0	0,0
	Outros	0	0,0	7	8,0
Não sei		0	0,0	1	1,1
Total		12	100,0	87	100,0

FONTE: Elaborado pela autora, a partir do *software* Excel®.

CAPÍTULO VI
CONCLUSÕES

6. Conclusões

Vimos, ao longo deste trabalho, a importância da avaliação pós-ocupação quando se fala em sustentabilidade e gestão de qualidade em edifícios. A evolução das pesquisas relacionadas à APO, tanto no Brasil como no exterior, tem mostrado a necessidade de incluir mais essa etapa ao processo de projeto, a fim de se evitar que erros cometidos no passado sejam repetidos no presente e no futuro. Atualmente, a preocupação com eficiência energética tem conduzido grande parte das pesquisas de avaliação pós-ocupação. Todavia, ao avaliar um edifício com o foco na questão energética, deve-se ter em mente que este edifício, na verdade, é um grande sistema onde uma série de variáveis se relacionam, por esse motivo, sua análise também deve ser sistêmica e não se concentrar em um único aspecto.

Além disso, foi verificada também, a importância em incluir a percepção do usuário nesta avaliação, pois a maneira como ele se apropria do espaço arquitetônico influencia significativamente no desempenho do mesmo. Nesse sentido, as metodologias empregadas em pesquisas de avaliação pós-ocupação devem envolver tanto processos quantitativos como processos qualitativos.

Sendo assim, este trabalho buscou propor uma metodologia de avaliação pós-ocupação quali-quantitativa, com o foco na questão energética e no conforto ambiental, de maneira que uma análise não excluísse a outra. O exame das recentes publicações sobre o assunto mostrou que, normalmente, a análise energética quase nunca é acompanhada da análise de conforto e vice-versa. Por esse motivo, esta pesquisa teve como objetivo criar um procedimento de avaliação do desempenho energético dos edifícios através de simulação computacional, utilizando-se da estrutura da Avaliação Pós-Ocupação para os levantamentos técnicos e os levantamentos junto aos usuários, focando aspectos de conforto ambiental (térmico, luminoso e acústico) e eficiência energética. Dessa forma, seu propósito foi criar um procedimento de avaliação que pudesse ser aplicado de maneira expedita e, além disso, pudesse estabelecer uma hierarquia das intervenções necessárias a partir da análise do nível de satisfação dos usuários.

Este procedimento permite simplificar o processo de avaliação pós-ocupação em conforto ambiental e eficiência energética, identificando os aspectos do edifício a serem implementados. O procedimento, portanto, pode ser formulado do seguinte modo: primeiramente, deve ser feito o levantamento da memória de projeto e da construção,

identificando o projeto original, assim como todos os acréscimos feitos ao longo de sua utilização e os materiais utilizados em todos os componentes do edifício. Muitas vezes, nessa etapa, é necessário fazer o levantamento *as-built* do edifício, pois essas informações nem sempre estão documentadas. Nesses primeiros contatos com o edifício, deve-se, também, através de técnicas como walkthrough, observação sistemática e entrevistas com usuários-chave, recolher o máximo de informações sobre suas principais características e funcionamento, assim como de seus usuários, a fim de identificar as potencialidades e limitações de aplicação da metodologia proposta. Feito isso, parte-se para o levantamento das rotinas de utilização dos espaços propriamente ditos, assim como das instalações e todos os equipamentos elétricos presentes no edifício. Essa etapa é feita com o auxílio de uma planilha, elaborada para cada ambiente, onde são anotadas as rotinas semanais de utilização dos mesmos. Todas as informações recolhidas serão utilizadas, posteriormente, nos programas de simulação computacional selecionados para esse procedimento: *Energyplus* e *AutodeskViz*[®].

A etapa seguinte consiste no levantamento do nível de satisfação dos usuários em relação ao edifício. Para tal, é necessário, primeiramente, fazer as devidas adaptações ao questionário, de maneira que a população possa compreender os objetivos da pesquisa. No caso da Escola E. Pero Vaz, por exemplo, em vez de se usar as mesmas opções de respostas para os itens aferidos (técnica comumente utilizada em pesquisas dessa natureza), foi necessário relacionar a resposta a cada item do questionário. Sendo assim, na questão sobre conforto térmico, as opções de resposta eram: muito quente, quente, agradável, frio e muito frio; já na questão sobre o conforto luminoso, as opções foram as seguintes: muito claro, claro, escuro e muito escuro, o mesmo foi feito para os demais itens avaliados nesta pesquisa.

Posteriormente, deve-se medir os níveis de iluminação dos principais ambientes do edifício. Esse levantamento deve ser feito preferencialmente em dia de céu claro e com o auxílio de um luxímetro. Não foi o caso desta pesquisa, todavia, além das iluminâncias, também, nessa etapa, podem ser levantadas as luminâncias desses ambientes, pois esse dado indica possíveis pontos de ofuscamento nos mesmos.

Feito isso, parte-se para as simulações de conforto térmico (no *Energyplus*) e conforto luminoso (no *AutodeskViz*[®]) e, de posse dos resultados, inicia-se a etapa de processamento e análise dos resultados, seguindo a metodologia proposta no capítulo quatro. Uma vez fechado o diagnóstico do edifício, parte-se para as recomendações de

retrofit e aos futuros projetos.

Avaliando as potencialidades e limitações colocadas ao procedimento proposto, observou-se que a utilização das técnicas empregadas em APO durante os levantamentos técnicos e os levantamentos junto aos usuários, associadas à simulação computacional, alcançaram os resultados esperados principalmente na análise termoenergética. Observou-se que a simulação do modelo no programa *Energyplus*, calibrado a partir das respostas dos usuários, permitiu desenvolver uma análise técnica com grau de confiabilidade necessário para a proposição de medidas de *retrofit*, sem que fosse necessário o monitoramento do edifício através de medições ao longo do ano. Por exemplo, como pôde ser visto no item 5.4, a análise técnica mostrou que no período de verão a sensação térmica verificada nos diversos ambientes da escola foi de muito calor. Essa constatação foi confirmada pelos usuários, ou seja, o tratamento estatístico desses dados mostrou que, pela manhã, cerca de 20% dos entrevistados do bloco 01 consideram a sala muito quente e mais de 45% a consideram quente e, à tarde cerca de 36% responderam muito quente e 44% quente. No bloco 02, o percentual de pessoas que marcaram as opções muito quente e quente, foi de 68% pela manhã e 70% à tarde. Além disso, a metodologia proposta para o cálculo do consumo desagregado a partir do levantamento das rotinas e perfis de utilização das instalações e equipamentos da escola também apresentou resultados bastante confiáveis, visto que o consumo total estimado ficou muito próximo da média dos consumos medidos pela concessionária local - 1410,4 e 1407 kWh respectivamente.

Contudo, no caso da análise do conforto luminoso, a etapa de medições não deve ser descartada, pois, apesar de o programa selecionado ser uma poderosa ferramenta de simulação das condições de iluminação de determinado ambiente, ele apresentou algumas limitações que poderiam comprometer os resultados. Por exemplo, os valores verificados na simulação da tarde para a sala 03, cujo modelo de céu utilizado foi o encoberto, foram significativamente maiores aos verificados durante a medição. Acredita-se que o modelo de céu encoberto, fornecido pelo programa, não corresponde à condição real. Além disso, apesar de o programa permitir a entrada das especificações técnicas dos diversos materiais empregados na obra tais como rugosidade, transparência, refletância, entre outros, aqui no Brasil, são poucos os fabricantes que fornecem essas informações e, por este motivo, muitas vezes esses valores são estimados, o que também poderia comprometer a análise. Verificou-se que o programa,

por si só, não é suficiente para a análise de conforto luminoso, entretanto, uma vez calibrado o modelo com o auxílio dos valores medidos, ele poderá ser útil na etapa de proposição de intervenções ao projeto, através da comparação entre as simulações do projeto original e as simulações da nova proposta.

De qualquer forma, apesar das ressalvas colocadas à utilização do *AutodeskViz*[®], os avanços dos programas de simulação computacional de edifícios vêm contribuindo sim para a simplificação das metodologias de APO. Há pouco tempo atrás, a análise do conforto térmico era feita através do monitoramento do edifício por pelo menos um ano. Hoje, como pôde ser comprovado neste trabalho, a utilização de programas como o *Energyplus* permitem desenvolver um diagnóstico confiável num período muito menor e com um custo relativamente pequeno.

Como foi mencionado no capítulo um, optou-se por avaliar a rede estadual de escolas públicas pelo fato de esse setor representar grande parte do gasto com energia elétrica no contexto total de edifícios públicos existentes e, além disso, possuir uma política de implantação baseada na repetição de tipologias padrão. A análise dos estudos precedentes a respeito de avaliações pós-ocupação em edificações escolares mostrou que, normalmente, mais de 50% do gasto energético nesse tipo de edifício é devido à iluminação artificial. A análise da Escola Estadual Pero Vaz de Caminha mostrou que a afirmação acima também é válida para este Estado (no caso desta escola, o percentual foi de 60%), confirmando a primeira hipótese levantada para este estudo.

Vimos, ao longo deste trabalho, que a arquitetura desempenha um papel fundamental quando o assunto é conservação de energia. As pesquisas de avaliação pós-ocupação vêm mostrando que medidas simples de redução ao desperdício já alcançam resultados surpreendentes, entretanto, quando este conceito acompanha a vida do edifício desde a fase de projeto, os percentuais de economia são ainda maiores. Analisando o caso específico da Escola E. Pero Vaz, pôde-se perceber que, apesar dela apresentar um consumo relativamente baixo, é possível propor medidas de redução ao desperdício, através de mudanças de hábitos ou mesmo substituição de lâmpadas e equipamentos antigos e pouco eficientes por outros mais modernos e econômicos, melhorando, ainda, as condições de conforto ambiental. A simulação do consumo desta escola a partir da proposta de *retrofit* apresentada mostrou que, considerando todo o seu potencial instalado, seria possível obter uma redução em seu consumo de energia elétrica de aproximadamente 20% apenas com a substituição de instalações e equipamentos.

Entretanto, se for somado a isso as outras soluções propostas como, por exemplo, alteração do projeto luminotécnico de tal forma que os circuitos funcionassem de forma complementar à iluminação natural e alteração das cores das paredes internas das salas de aula por cores mais claras, esse percentual seria ainda maior.

Por outro lado, a análise desses resultados levantou outro problema, que reforça a preocupação acima: o consumo per capita verificado é muito baixo e isso se deve à subutilização do sistema de iluminação - verificou-se que, em grande parte das salas, existem luminárias faltando lâmpadas ou com lâmpadas queimadas (a análise do conforto luminoso mostrou que, por esse motivo, os níveis de iluminâncias verificados nas salas de aula estão abaixo do mínimo estipulado pela norma) e, nas áreas de circulação, assim como nas áreas abertas, todas as lâmpadas foram retiradas para evitar furtos. Além disso, foi verificado também falta de computadores para os alunos - a escola chegou a contar com um laboratório de informática, mas este funcionou apenas por dois meses, pois todas as máquinas foram roubadas. A comparação entre o consumo de energia elétrica verificado durante os levantamentos e o consumo médio verificado para o ano de 2003 (ano de referência utilizado pelo governo para obtenção da meta de 15% de economia) apontou a impossibilidade de se alcançar essa meta sem que isso significasse prejuízo aos usuários da escola. Dessa forma, o que se deve buscar, ao propor uma avaliação pós-ocupação com ênfase na eficiência energética, é a racionalização do consumo aliada à qualidade ambiental. Sendo assim, as intervenções propostas devem objetivar a eficiência, sem perder o foco no conforto dos usuários.

Como foi mencionado, a Escola E. Pero Vaz faz parte de um padrão que começou a ser utilizado a partir da década de 60 e vem sendo repetido até hoje. O padrão CARPE foi concebido dentro dos conceitos da arquitetura bioclimática e tinha, como objetivo, aliar qualidade ambiental a baixo custo. A avaliação desta escola mostrou que, do ponto de vista do conforto térmico, ela poderia ter um desempenho bem melhor caso tivesse sido implantada corretamente, seguindo as orientações da própria CARPE. Por outro lado, o partido arquitetônico adotado priorizou a ventilação natural, ao propor uma circulação aberta²¹ que favorecia a ventilação cruzada no interior das salas de aula, entretanto, faltou o mesmo cuidado no detalhamento e dimensionamento das esquadrias. A análise

²¹ Vale lembrar que, apesar de favorecer a ventilação cruzada nas salas de aula, a circulação aberta proposta ao padrão CARPE, de certa forma, aumentou a fragilidade desta tipologia com relação à segurança. Vimos, ao longo deste trabalho, que a Escola Pero Vaz de Caminha foi alvo de sucessivos ataques de vândalos durante o ano de 2005, que resultaram, inclusive, em interrupção do fornecimento da energia elétrica.

do balanço térmico da sala 08 identificou a ocupação como o item que mais contribuiu para aumentar a carga térmica em seu interior e, como foi mostrado, a esquadria proposta nesse modelo não atende às recomendações obtidas a partir das tabelas de Mahoney: 25 a 40% da superfície da fachada. Esse fato contribuiu para aumentar o desconforto térmico das salas de aula, principalmente no verão. Já o desempenho das superfícies opacas foi satisfatório, contudo, poderia ser melhor, caso as cores especificadas para as fachadas fossem mais claras. Diante do exposto, percebe-se que, quando implantado corretamente, com pequenas intervenções, seria possível obter um desempenho bem melhor desse padrão no que diz respeito ao conforto térmico.

Ao contrário, com relação ao conforto luminoso, os problemas verificados no padrão CARPE são bem mais complexos e se devem a escolhas tomadas durante o projeto e, no caso específico desta escola, ao fato de ela ter sido implantada de forma incorreta. As medições realizadas mostraram que a contribuição da iluminação natural ao projeto luminotécnico é mínima. Além disso, observou-se presença de ofuscamento nas proximidades das janelas e áreas de sombra no lado oposto às mesmas, ou seja, não existe uniformidade na distribuição da luz. O fato de a escola estar implantada de forma incorreta agrava esta situação, pois, durante a manhã, o sol penetra praticamente perpendicularmente à janela, daí a necessidade de instalação de cortinas. Ao mesmo tempo, a solução encontrada para favorecer a ventilação cruzada, através da circulação aberta, também diminui a incidência de luz natural no interior dos ambientes, pois o beiral de 2,00 metros de largura proposto com o objetivo de proteger a circulação da chuva, projeta sombra nas aberturas intensificando o problema mencionado acima. Considerando que a escola estivesse implantada conforme recomendações da CARPE (maiores fachadas voltadas para norte-sul), as janelas com peitoril de um metro estariam voltadas para sul e as janelas com peitoril de dois metros estariam voltadas para norte. Nessa situação, percebem-se dois equívocos na proposta deste beiral: primeiramente, na fachada sul, um beiral dessa largura não teria a menor função, pelo contrário, ele só contribuiria para aumentar a sombra no interior da sala; e, no caso da fachada norte, apesar dele fazer sentido, seria mais útil se, além de proteger do sol, ele pudesse aumentar a reflexão de luz natural no interior da sala. Para isso, ao invés de se

umentar a incidência de luz natural, de forma indireta, no interior dos ambientes.

Outro problema que agrava as condições de iluminação das salas é escolha dos materiais de revestimento interno. Verificou-se que tanto o piso como as paredes perpendiculares ao quadro possuem cores muito escuras. Apesar de não ter sido feita nenhuma simulação alterando as cores desses componentes, acredita-se que o desempenho da sala seria bem melhor caso elas fossem mais claras.

O estudo do padrão CARPE trouxe à tona as principais limitações colocadas à padronização de projetos: apesar de ele ter sido concebido dentro dos conceitos da arquitetura bioclimática, pôde-se observar que nem sempre é possível manter as condições propostas durante a implantação do modelo e, muitas vezes, os ajustes influenciam diretamente no desempenho do edifício. Baseado na constatação de Mascaró *et al.* (1992:39), na qual eles afirmam que, para Belo Horizonte, a melhor orientação das fachadas principais é a Norte/Sul, acredita-se que a inversão da orientação da escola no terreno implicou uma série de prejuízos tanto ao conforto térmico, como ao conforto luminoso. Entretanto, como o próprio arquiteto Márcio Lustoza afirmou²²: “a padronização é uma solução forçada e, do ponto de vista da bioclimatologia, está longe de ser a solução ideal”. No caso específico do padrão CARPE, o que motivou sua criação foi a necessidade de suprir uma grande demanda por instituições públicas e ensino num período curto de tempo. Nesse sentido, ele alcançou os resultados esperados e, de uma maneira geral, sua aceitação foi boa, pois, apesar de terem surgido outras tipologias ao longo desses anos (como o NEEC), é ele que vem sendo utilizado até os dias de hoje para as novas escolas estaduais.

Ao longo deste trabalho, vimos também que, no Brasil, a cultura de avaliação pós-ocupação ainda não está completamente disseminada, daí a necessidade de simplificação de suas metodologias, pois, assim como a escolha do terreno, do partido arquitetônico e do sistema construtivo a ser utilizado, ela também deve fazer parte do processo de projeto, indicando suas potencialidades e limitações. Entretanto, como lembra Bechtel (1987: 41) “a implementação de uma coisa nova e útil só será conseguida se não a evitarmos. Qualquer um que tente realizar uma avaliação pós-ocupação irá encontrar resistência de algum tipo e precisa estar preparado para lidar com isso ainda por algum tempo”.

²² Palavras do arquiteto Marcio Lustoza (integrante do corpo técnico que desenvolveu o Padrão CARPE) em entrevista concedida em novembro de 2004.

Finalmente, a partir dos limites constatados no desenvolvimento deste trabalho, foram desenvolvidas algumas recomendações para futuros trabalhos, a seguir:

- Avaliar qual o grau de distorção que uma base climática de uma estação não padrão (as bases de dados TMY disponíveis no site do LabEEE foram construídas com dados de estações meteorológicas de aeroporto – no caso de Belo Horizonte, os dados são da estação meteorológica do aeroporto da Pampulha) pode provocar no resultado de uma avaliação de conforto. Essa avaliação poderia ser feita, por exemplo, a partir da utilização de uma base de dados TRY, ou através da simulação da escola para o período em que foram aplicados os questionários.
- Avaliar qual a real capacidade do software AutodeskViz® em simular condições de céu compatíveis às situações reais em estudo.
- Avaliar o potencial da aplicação de modelos reduzidos nos estudos de iluminação natural desse tipo de edifício, inclusive, propondo alterações ao projeto e comparando com o padrão atual.
- Estender o estudo a outros casos do mesmo padrão, a fim de verificar se os resultados são compatíveis aos encontrados na Escola Estadual Pero Vaz de Caminha e se o grau de confiabilidade do procedimento proposto é suficiente para a proposição de medidas de *retrofit*, assim como sugestões a projetos futuros.
- Estender o estudo a outras tipologias de edificações escolares (como o padrão NEEC, por exemplo), verificando as principais potencialidades e limitações de cada um, objetivando realimentar o processo de criação desses edifícios.

REFERÊNCIAS

AKUTSU, M. et al. *Desempenho térmico de edificações habitacionais e escolares: manual de procedimentos para avaliação*. São Paulo: IPT, 1987.

ALLARD, Francis. *Natural ventilation in buildings: a design handbook*. London: James & James, 1998. 356p.

ALEXANDER, Christopher. *Ensayo sobre la síntesis de la forma*. Buenos Aires: Ediciones Infinito, 1969.

ALUCCI, Márcia P.. *Conforto térmico, conforto luminoso e conservação de energia elétrica: procedimentos para o desenvolvimento e avaliação de projeto de edificações*. 1992. 224f. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

ALVES, Tatiana Paula. *Análise energética de edifícios comerciais: estudo de caso – edifício júlio eoaes (Sede da CEMIG), Belo Horizonte, MG*. 2003. 178f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia) Departamento de Engenharia Nuclear, Universidade Federal de Minas Gerais, 2003..

ARAÚJO, Virgínia M. Dantas de A.. *Parâmetros de conforto térmico para usuários de edificações escolares*. Natal: Ed. UFRN, 2001. 135 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *NBR 15215-4 Iluminação natural Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – método de medição*. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *NBR 5382: Verificação de iluminância de interiores*. Rio de Janeiro, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *NBR 5413: Iluminância de interiores*. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *NBR 5461: Iluminação: terminologia*. Rio de Janeiro, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *Projeto de norma 02: 135.02-001 Iluminação natural Parte 1: conceitos básicos e definições*. Rio de

Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Projeto de norma 02: 135.02-001 Iluminação natural Parte 4: verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – método de medição. Rio de Janeiro, 2003.

BECHTEL, Robert B. *Avaliação pós-ocupação*. Natal: Dep. de Psicologia da UFRN, 1987. 43 p.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. *Decreto-lei n.º 84*. Belo Horizonte, 1940. Disponível em: <www.pbh.gov.br>. Acesso em 25 jul. 2006.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. *Lei 7166/96: Uso e Ocupação do Solo do Município de Belo Horizonte*. Belo Horizonte, 1996.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. *Lei 8137/00: Modificação da Lei 7166/96 - Uso e Ocupação do Solo do Município de Belo Horizonte*. Belo Horizonte, 2000.

BRASIL - Ministério das Minas e Energia. *Apresentação PDEE*. Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/pdee2015>>. Acesso em 26 ago. 2006.

BRASIL - Ministério das Minas e Energia. *BEN 2005 - Balanço Energético Nacional – ano base 2004*, Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em 17 jul. 2006.

BRASIL - Ministério das Minas e Energia. *Decreto n.º 4.059*. Brasília, 2001a. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/legislação/leis>>. Acesso em 23 jun. 2006.

BRASIL - Ministério das Minas e Energia. *Lei n.º 10.205*. Brasília, 2001b. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/legislação/leis>>. Acesso em 23 jun. 2006.

BROWN, G. Z.; DEKAY, Mark. *Sol, vento e luz: estratégias para o projeto de arquitetura*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004. 409 p.

BRUYNE, P.. *Dinâmica da pesquisa em ciências sociais: os pólos da prática metodológica*. 2. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves Editora, 1982. 251p.

CALIFORNIA ENERGY COMMISSION. *Bright School Program*. Califórnia, 2004. Disponível em: <<http://www.energy.ca.gov/efficiency/brightschoools>>. Acesso em 06 jun. 2005.

CALIFORNIA ENERGY COMMISSION. *CHPS: Collaborative for High Performance*

Schools. Califórnia, 2001. Disponível em: <<http://www.energy.ca.gov/efficiency/brightschools>>. Acesso em 06 jun. 2005.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. – ELETROBRÁS. *PROCEL edifica*. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com.br/programas/procel>>. Acesso em 23 jun. 2006.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. – ELETROBRÁS. *PROCEL*. Brasília, 1985. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com.br/programas/procel>>. Acesso em 23 jun. 2006.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. – ELETROBRÁS. *PROINFA*. Brasília, 2002. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com.br/programas/procel>>. Acesso em 23 jun. 2006.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS - CEMIG. *BEEMG 2005: Balanço energético do estado de Minas Gerais – ano base 2004*. Belo Horizonte, 2005. Disponível em: <<http://www.cemig.com.br>>. Acesso em 17 jul. 2006.

CROWLEY, Drury; HUANG, Y. Joe. Does it matter which weather data you use in energy simulations? In: *User News by Simulation Research Group*, Berkeley, v. 18, n. 439, p. 2-12, 1997.

ECO, Umberto. *Como se faz uma tese*. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 1986.

FERNANDEZ, Pierre. Integração das diretrizes energéticas no processo de concepção arquitetônica. In: Del Rio, V. (Org). *Arquitetura: pesquisa e projeto*. Rio de Janeiro: PRO-Editores, 1998. p. 25-35.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. *Manual de conforto térmico*. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1999. 243 p.

GIVONI, B.. Man, *Climate and architecture*. 2^a. ed. Londres: Applied Science Publishers, 1976.

GONÇALVES, Willi de Barros. *Estudo dos índices de conforto térmico avaliados com base em população universitária na região metropolitana de Belo Horizonte*. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.

GREEN BUILDING COUNCIL - USGBC. *LEED: Leadership in energy and*

environmental design. Washington, 2003. Disponível em: <<http://www.usgbc.org>>. Acesso em 23 jun. 2006.

GROPIUS, Walter. *Bauhaus: nova arquitetura*. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 1977. 223 p.

GUIMARÃES, Ronaldo *et al.* Eficientização energética em instituições de ensino. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, 2005, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: ABEE, 2005. p. 109-113.

HARVEY, David. *Condição pós-moderna*. 11. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2002. 349 p.

HESCHONG MAHONE GROUP - HGM, INC. *Daylighting in schools* – PG&E 1999. Disponível em: <<http://www.h-m-g.com/projects>>. Acesso em 21/07/2006.

HESCHONG MAHONE GROUP - HGM, INC. *Windows and Classrooms: A study of student performance and the indoor environment* – CEC PIER 2001 e 2003. Disponível em: <<http://www.h-m-g.com/projects>>. Acesso em 21/07/2006.

HOPKINSON, R. G.; PETHERBRIDGE P.; LONGMORE, J. *Iluminação natural*. 2. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1966. 776 p.

JOTA, Patrícia Romeiro da Silva; Filho, Ricardo Nunes de Miranda. Estudo Energético de Escolas Estaduais do Estado de Minas Gerais. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, 2005, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: ABEE, 2005. p. 97-102.

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K., *et al.* *Manual de conforto ambiental*. Campinas: Dep. de Arquitetura e Construção da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, [200-]. 54 p.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES DA UFSC - LabEEE. *E2: Programa para auditoria energética em edificações*, 2002. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br>>. Acesso em 27 jun. 2006.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. *Técnicas de pesquisa*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2006. 289 p.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. *Eficiência energética na arquitetura*. 2. ed. São Paulo: Pró Livros, 2004.

LARA, Fernando. Considerações sobre a autonomia do ensino de projeto. In: Lara e

Marques (Org.). *Projetar: desafios e conquistas da pesquisa e do ensino de projeto*. Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2003. p. 56-63.

LOURA, Rejane Magiag. *Avaliação de desempenho termo-energética de edificações: desenvolvimento de um procedimento*. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia) - Departamento de Engenharia Nuclear, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

LOURA, Rejane Magiag; ASSIS, Eleonora Sad. Variáveis e critérios para avaliação de desempenho termo-energético: estudo de caso. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA 2005, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: ABEE, 2005. p. 161-166.

LUGDERO, Jussara Grosch.; ASSIS, Eleonora Sad. Avaliação preliminar do consumo energético desagregado da Escola de Arquitetura da UFMG. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA 2005, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: ABEE, 2005. p. 11-16.

MASCARÓ, Juan Luis. *Energia na edificação: estratégia para minimizar seu consumo*. São Paulo: Parma, 1985. 135 p.

MASCARÓ, Juan Luis; MASCARÓ, Lúcia (Coord). *Incidência das variáveis projetivas e de construção no consumo energético dos edifícios*. Porto Alegre: PROPAR/Sagra-D. C. Luzatto, 1992.

MELHADO, S. B. Qualidade e avaliação de desempenho no processo de projeto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL NUTAU, 2004, São Paulo. [*Anais eletrônicos...*] São Paulo: FAUUSP, 2004. 1 CD-ROM.

MESQUITA, A. L. S.; GUIMARÃES, F. A., NEFUSSI, N.. *Engenharia de ventilação industrial*. São Paulo: CETESB/ASCETESB, 1985. 442 p.

MINAS GERAIS – Secretaria de Estado da Fazenda de Minas Gerais. *SIAF: Sistemas Integrados de Acompanhamento Financeiro*. Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <<http://www.fazenda.mg.gov.br>>. Acesso em 15 set. 2006.

MINAS GERAIS - Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. *Censo escolar 2003*. Belo Horizonte, 2003a. Disponível em: <<http://www. www.educacao.mg.gov.br>>. Acesso em 15 set. 2004.

MINAS GERAIS – Secretaria de Obras Públicas. *Manual do NEEC*. Belo Horizonte, 1988. 107 p.

MINAS GERAIS - Secretaria de Planejamento e Gestão do Estado de Minas Gerais. *Decreto n. 43696*. Belo Horizonte, 2003b. Disponível em: <<http://www.Planejamento.mg.gov.br>>. Acesso em 23 jun. 2006.

MONTANER, Josep Maria. *Depois do movimento moderno: arquitetura da segunda metade do século XX*. Barcelona: Gustavo Gilli, 2001. 271 p.

MOREIRA, Alberto L. *Princípios de engenharia de avaliações*. São Paulo: Pini, 1984.

MUELLER, Cecília Matos *et. al.* A avaliação pós-ocupação com ferramenta de projeto: o caso da Pré-escola E. M. E. I. Emir Macedo Nogueira e da Praça Elis Regina em São Paulo. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL NUTAU 2004, São Paulo. [*Anais eletrônicos...*] São Paulo: FAUUSP, 2004. 1 CD-ROM.

OLGYAY, Victor. *Arquitectura y clima: manual de diseno bioclimático para aquitectos y urbanistas*. 2. ed. Barcelona: Gustavo Gilli, 2002. 203 p.

ORNSTEIN, Sheila W.; ROMERO, Marcelo A. (col.). *Avaliação pós-ocupação do ambiente construído*. São Paulo: Studio-Nobel/Edusp, 1992. 223 p.

ORNSTEIN, Sheila Walbe; BRUNA, Gilda; ROMERO, Marcelo A. *Ambiente construído e comportamento: a avaliação pós-ocupação e a qualidade ambiental*. São Paulo: Studio-Nobel/FUPAM, 1995. 212 p.

ORNSTEIN, Sheila Walbe; NETO, José Borelli. *O desempenho dos edifícios da rede estadual de ensino: o caso da Grande São Paulo – avaliação técnica: primeiros resultados*. São Paulo: Dep. de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP, 1993. 72 p.

PEREIRA, Iraci Miranda. *Novas metodologias para simulação energética de edificações*. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia) - Departamento de Engenharia Nuclear, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

RHEINGANTZ, Paulo A. De corpo presente: sobre o papel do observador e a circularidade de suas interações com o ambiente construído. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL NUTAU, 2004, São Paulo. [*Anais eletrônicos...*] São Paulo: FAUUSP, 2004. 1 CD-ROM.

ROMERO, Marcelo A.; ORNSTEIN, Sheila W. *Avaliação pós-ocupação: métodos e técnicas aplicadas à habitação social*. Porto Alegre: ANTAC, 2003. (Coleção Habitare, v.2.).

SOARES, Francisco José *et al.* *Introdução à estatística*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998.

SOUZA, Anádia Patrícia Almeida de. *Uso da energia em edifícios: estudo de caso de escolas municipais e estaduais de Itabira, Minas Gerais*. 2005. 198 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005a.

SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves de. Iluminação Natural, uma fonte renovável para a eficiência energética: uma revisão. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA 2005, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: ABEE, 2005b. p. 146-150.

TUAN, Yi-Fu. *Espaço e lugar: a perspectiva da experiência*. São Paulo: DIFEL, 1983.

VALE, Brenda; VALE, Robert. *La casa autónoma: diseño y planificación para la autosuficiencia*. 2. ed. Barcelona: Gustavo Gilli, 1978.

YEANG, Ken. *Proyectar con la naturaleza: bases ecológicas para el proyecto arquitectónico*. Barcelona: Gustavo Gilli, 1999. 198p.

APÊNDICES

APÊNDICE A Fotos e projetos da Escola Estadual Pero Vaz de Caminha



FIGURA 10: Vista geral da escola mostrando no primeiro plano os bl. 03 e 04 e ao fundo os bl. 01 e 02.
 FONTE: Levant. fotográfico realizado pela autora.



FIGURA 11: Vista do pátio entre os blocos 01 e 02 e ao fundo bloco de circulação vertical.
 FONTE: Levant. fotográfico realizado pela autora.



FIGURA 12: Vista bloco 01, abaixo refeitório, acima salas 09 e 10 e ao fundo acesso de pedestres à escola.
 FONTE: Levant. fotográfico realizado pela autora.



FIGURA 13: Vista geral da escola mostrando no primeiro plano os blocos 01 e 02 e ao fundo 03 e 04.
 FONTE: Levant. fotográfico realizado pela autora.



FIGURA 14: Vista da escada que dá acesso ao segundo pavimento, à esquerda depósito.
 FONTE: Levant. fotográfico realizado pela autora.

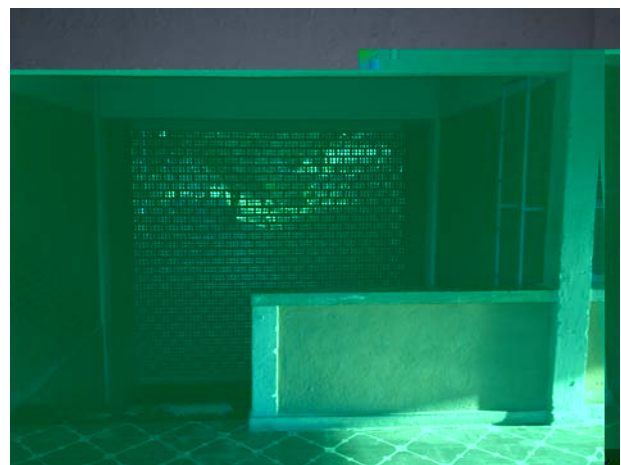


FIGURA 15: Vista da escada a partir do segundo pavimento.
 FONTE: Levant. fotográfico realizado pela autora.



FIGURA 16: Vista circulação do bloco 01, sala da orientadora e salas 11 e 12 ao fundo.
FONTE: Levant. fotográfico realizado pela autora.



FIGURA 17: Vista circulação do bloco 02, salas 03 e 04 e abaixo salas diretoria e secretaria.
FONTE: Levant. fotográfico realizado pela autora.



FIGURA 18: Vista interna de uma sala de aula mostrando o fundo da sala.
FONTE: Levant. fotográfico realizado pela autora.



FIGURA 19: Vista interna de uma sala de aula mostrando a frente da sala.
FONTE: Levant. fotográfico realizado pela autora.



FIGURA 20: Vista do acesso de pedestres à escola a partir do refeitório, à esquerda bebedouros.
FONTE: Levant. fotográfico realizado pela autora.



FIGURA 21: Vista geral do refeitório e ao fundo cantina.
FONTE: Levant. fotográfico realizado pela autora.

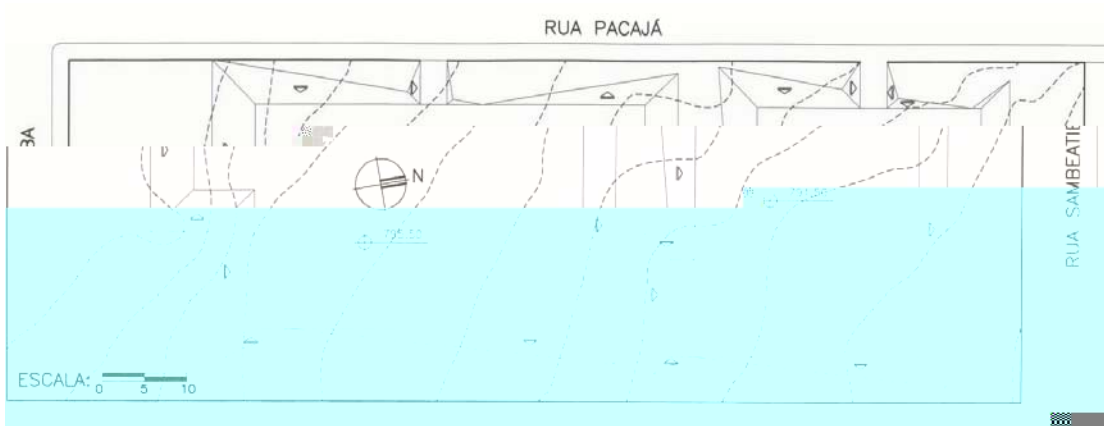


FIGURA 22: Planta de Movimento de Terra da Escola E. Pero Vaz.
 FONTE: Elaborado pela autora a partir de levantamento realizado em agosto de 2005.

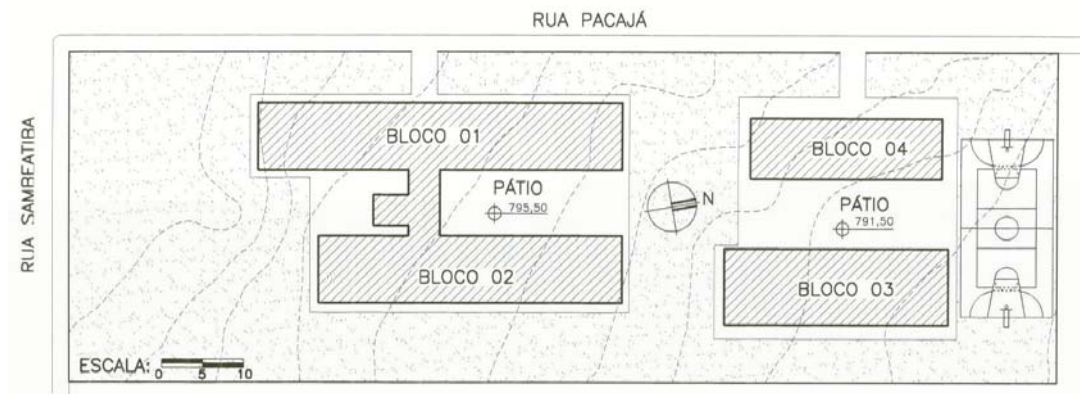


FIGURA 23: Planta de Implantação da Escola E. Pero Vaz.
 FONTE: Elaborado pela autora a partir de levantamento realizado em agosto de 2005.

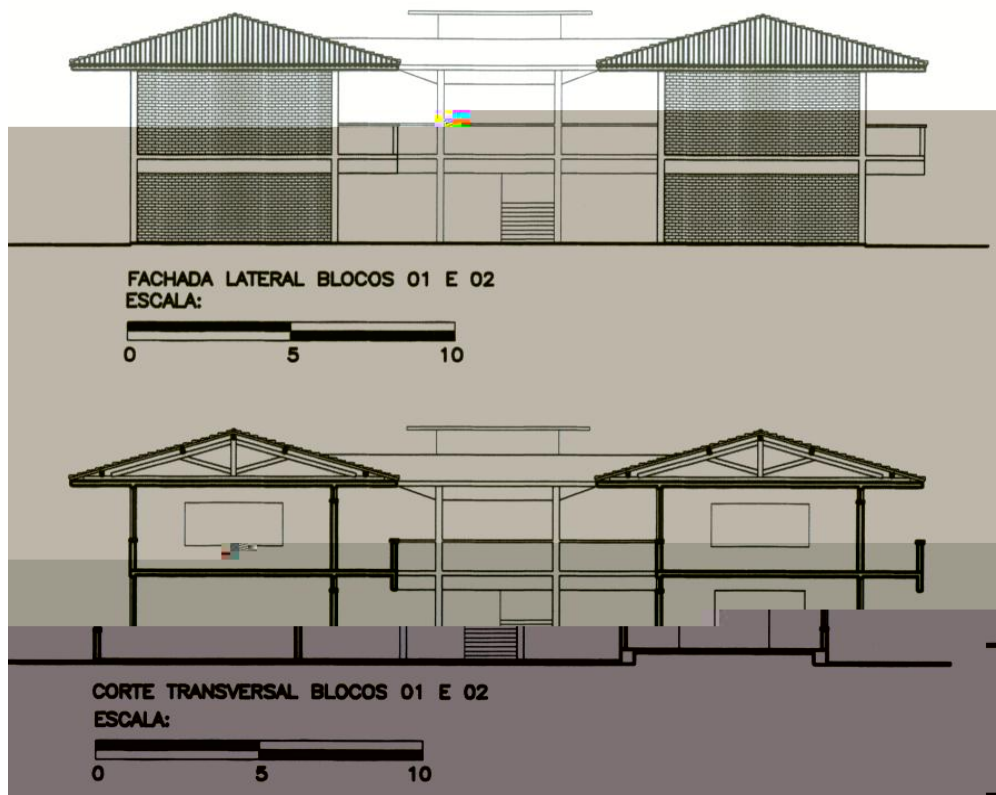


FIGURA 24: Fachada Lateral e Corte Transversal da Escola E. Pero Vaz.
 FONTE: Elaborado pela autora a partir de levantamento realizado em agosto de 2005.



FIGURA 25: Planta geral do primeiro pavimento dos blocos 01 e 02 da Escola E. Pero Vaz.
 FONTE: Elaborado pela autora a partir de levantamento realizado em agosto de 2005.



FIGURA 26: Planta de layout do primeiro pavimento dos blocos 01 e 02 da Escola E. Pero Vaz.
 FONTE: Elaborado pela autora a partir de levantamento realizado em agosto de 2005.



FIGURA 27: Planta luminotécnica do primeiro pavimento dos blocos 01 e 02 da Escola E. Pero Vaz.
 FONTE: Elaborado pela autora a partir de levantamento realizado em agosto de 2005.

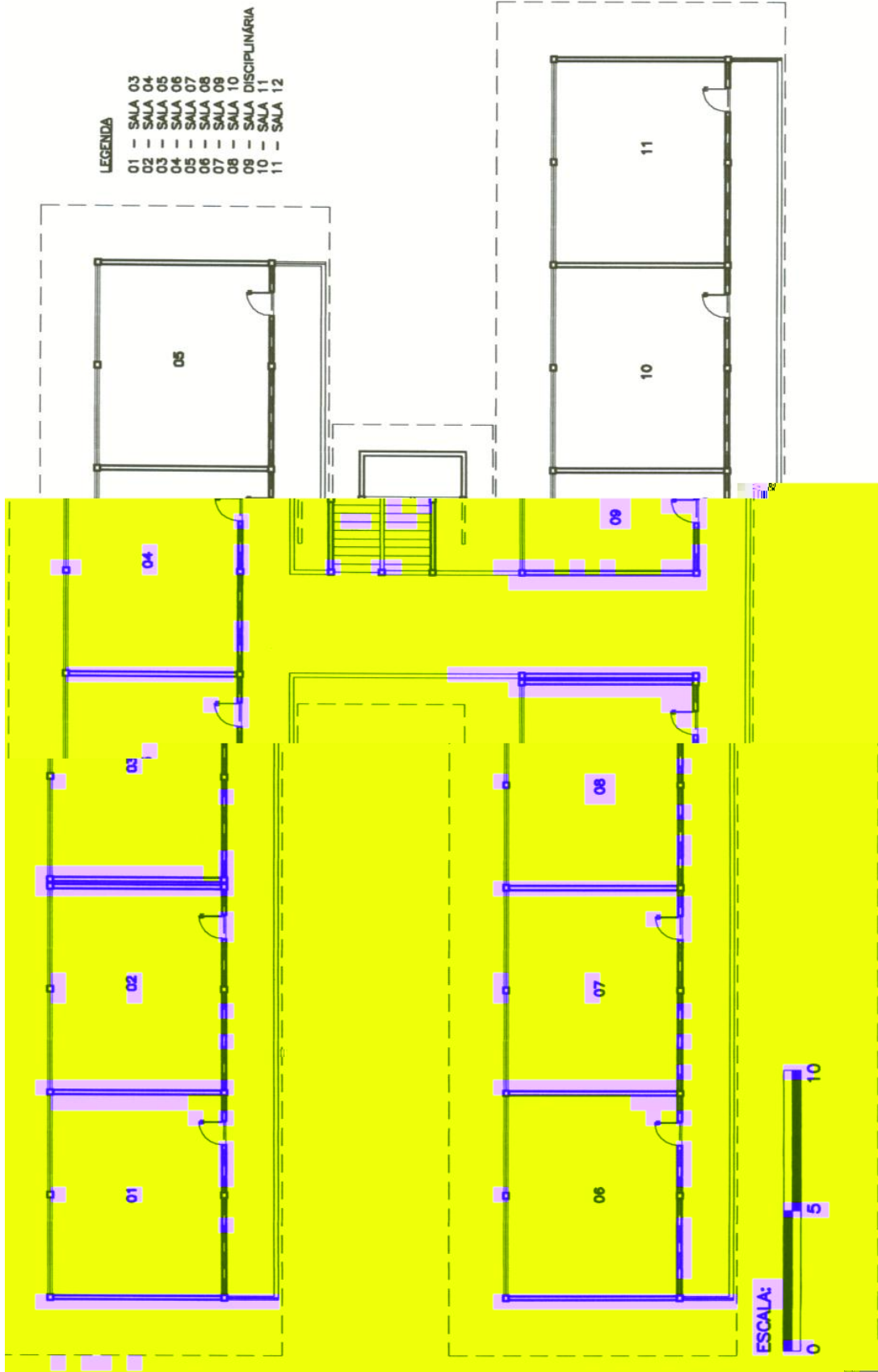


FIGURA 28: Planta geral do segundo pavimento dos blocos 01 e 02 da Escola E. Pero Vaz.
 FONTE: Elaborado pela autora a partir de levantamento realizado em agosto de 2005.

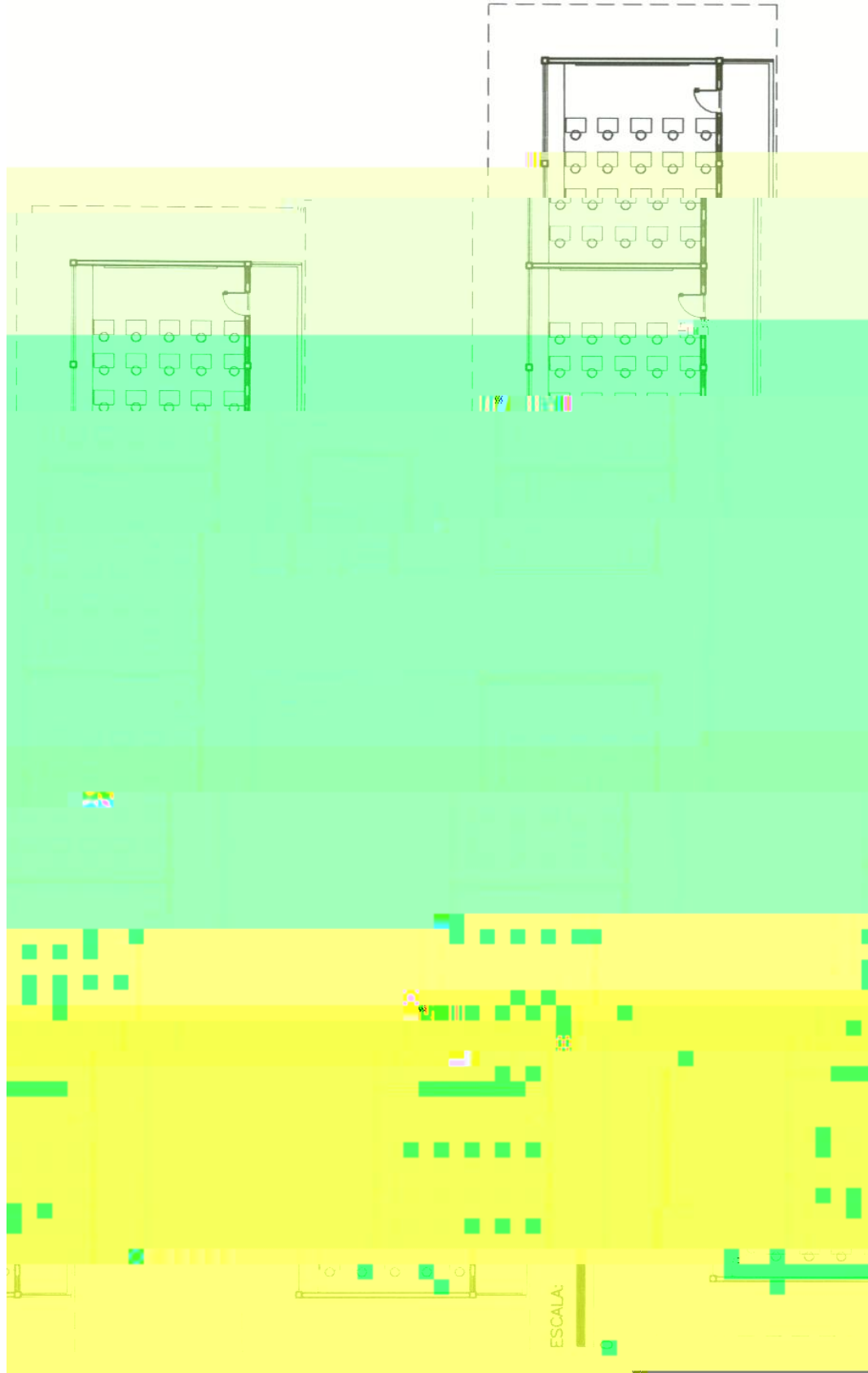


FIGURA 29: Planta de layout do segundo pavimento dos blocos 01 e 02 da Escola E. Pero Vaz.
FONTE: Elaborado pela autora a partir de levantamento realizado em agosto de 2005.

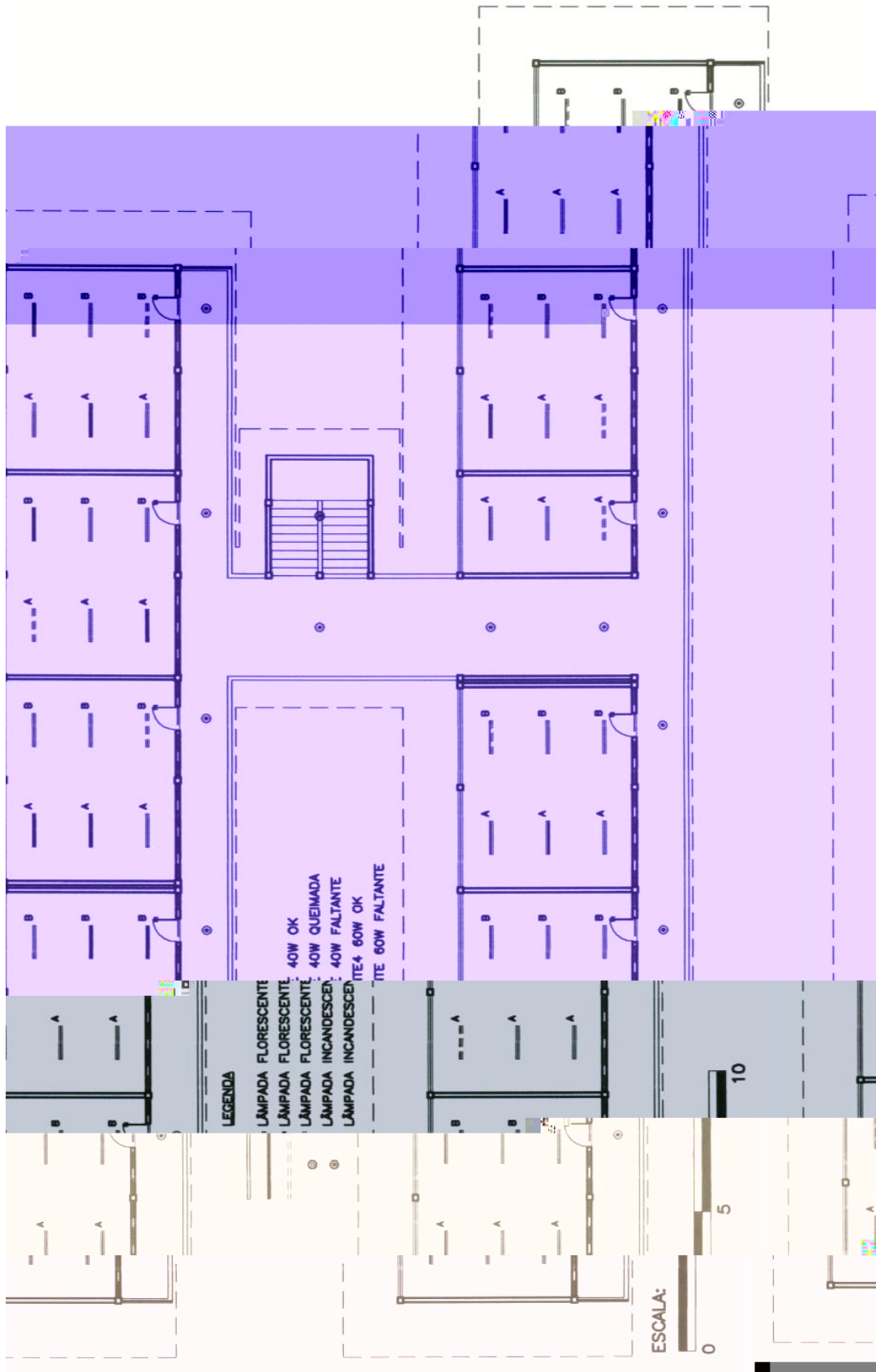


FIGURA 30: Planta luminotécnica do segundo pavimento dos blocos 01 e 02 da Escola E. Pero Vaz. FONTE: Elaborado pela autora a partir de levantamento realizado em agosto de 2005.

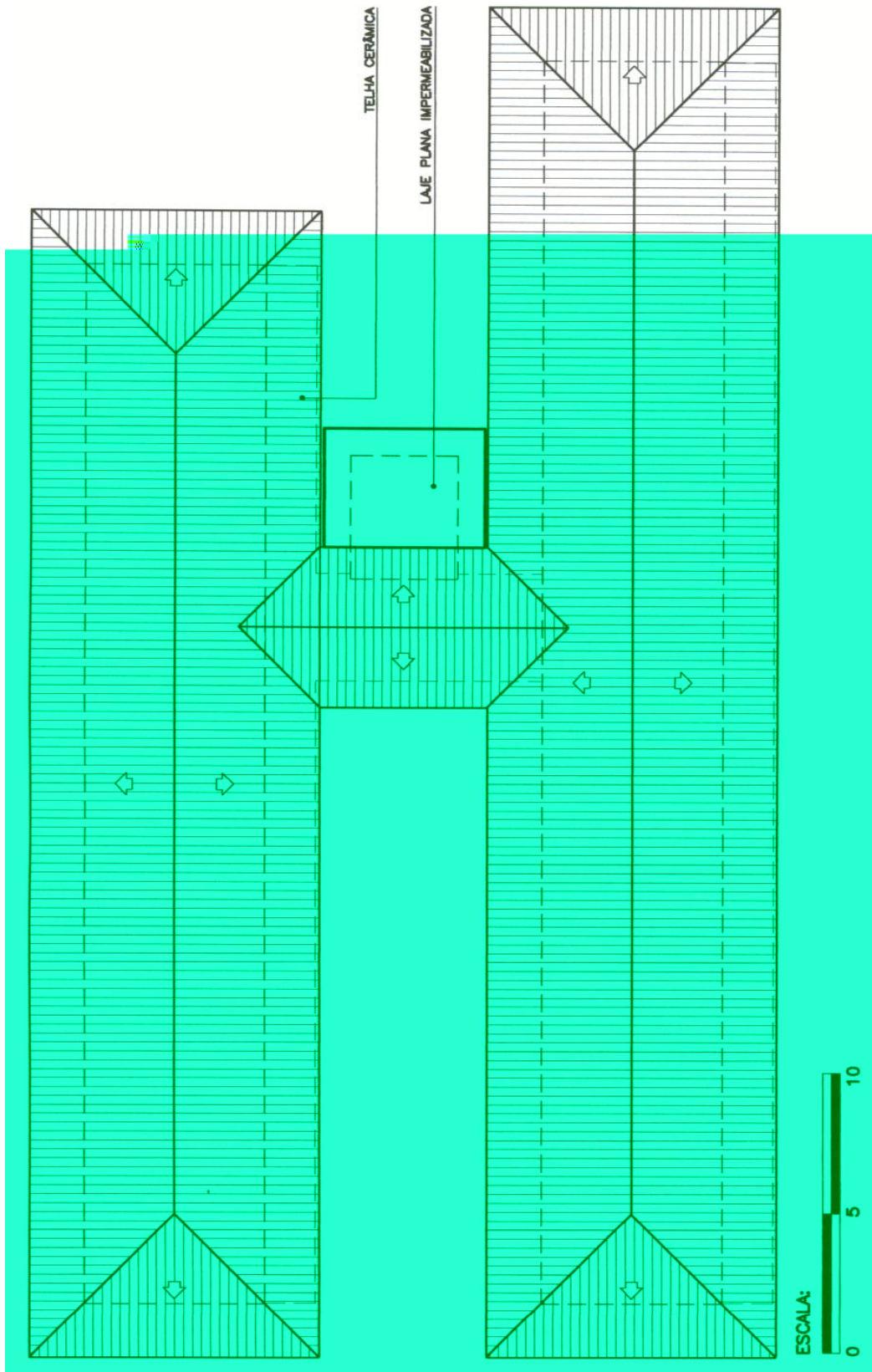


FIGURA 31: Planta de cobertura dos blocos 01 e 02 da Escola E. Pero Vaz.
FONTE: Elaborado pela autora a partir de levantamento realizado em agosto de 2005.

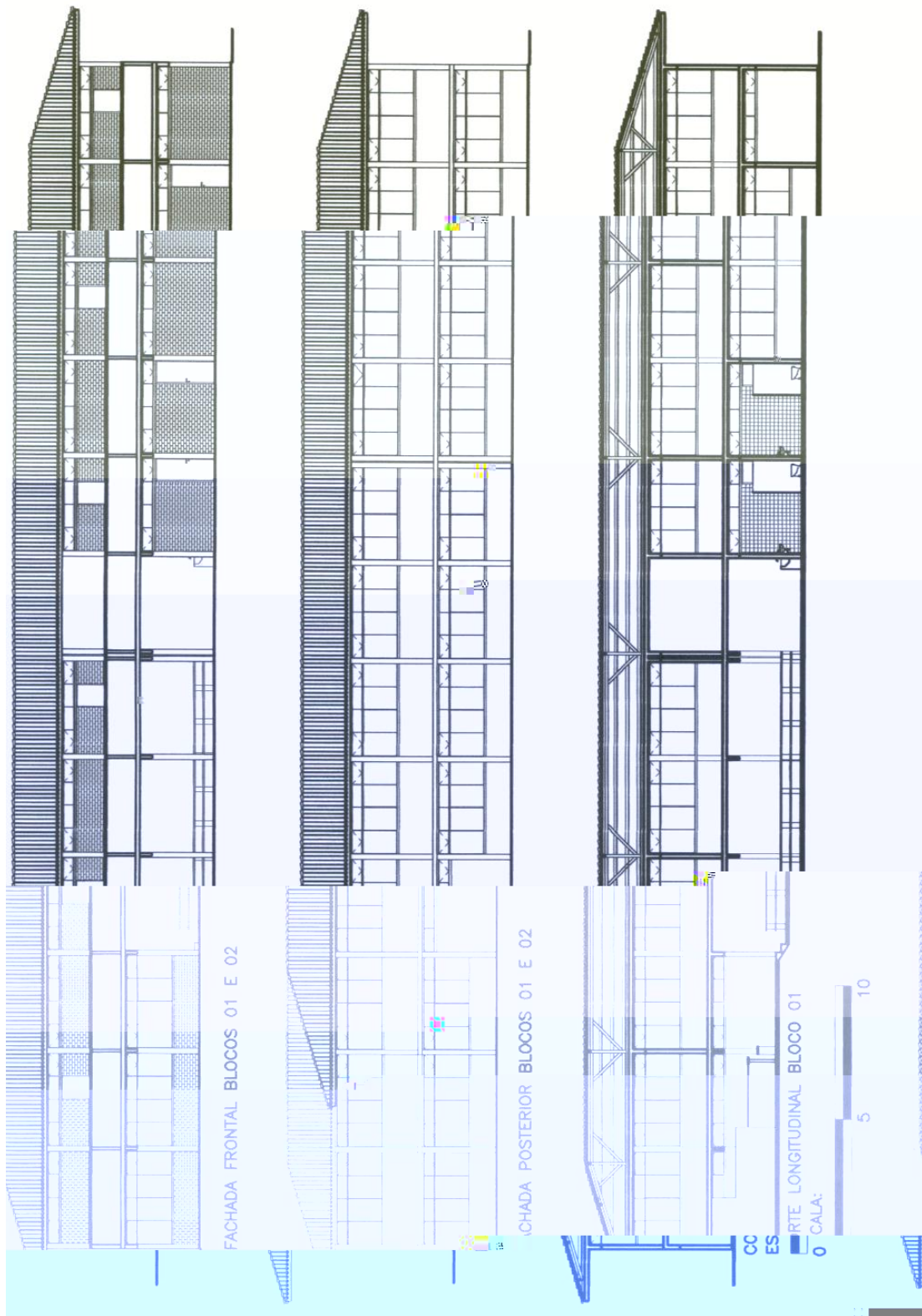


FIGURA 32: Fachadas Frontal e Posterior e Corte Longitudinal dos blocos 01 e 02 da Escola E. Pero Vaz.
 FONTE: Elaborado pela autora a partir de levantamento realizado em agosto de 2005.



FIGURA 33: Plantas dos blocos 03 e 04 da Escola E. Pero Vaz.
 FONTE: Elaborado pela autora a partir de levantamento realizado em agosto de 2005.

APÊNDICE B Tabelas de rotinas e consumo desagregado estimado

TABELA 15: Rotinas Cantina nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Cantina		Bloco: 02											
Usuário 01: Conceição / Piedade		Tempo de Trabalho:									6 meses		
Período: Tarde													
Itens	Dados		Período de utilização								Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	6	40	1	1	1	1	1	1	0	0	5	130.5	5.22
Reatores	10	0	1	1	1	1	1	1	0	0	5	217.5	0
Lâmpada Incandescente	1	60	1	1	1	1	1	1	0	0	5	21.75	1.305
Geladeira	1	250	24	24	24	24	24	24	24	24	168	730.8	182.7
Liquidificador	1	360	0	1	0	1	0	0	0	0	2	8.7	3.132
Ebulidor	1	1000	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0	0	2.25	9.788	9.7875
Usuário 02: Elizabeth / Aparecida		Tempo de Trabalho:									4 anos / 18 anos		
Período: Manhã													
Itens	Dados		Período de utilização								Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	6	40	5	5	5	5	5	5	0	0	25	652.5	26.1
Reatores	10	0	5	5	5	5	5	5	0	0	25	1088	0
Lâmpada Incandescente	1	60	1	1	1	1	1	1	0	0	5	21.75	1.305
Geladeira	1	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liquidificador	1	360	0	1	0	1	0	0	0	0	2	8.7	3.132
Ebulidor	1	1000	3	3	3	3	3	3	0	0	15	65.25	65.25
											Total (Kwh): 297.932		

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 16: Consumo desagregado estimado da Cantina

Item	Período		Consumo	
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	70	2131.5	33.93	11.3885
Equipamento	21.25	92.4375	81.3015	27.2887
Refrigeradores	168	730.8	182.7	61.3228
			Total:	100

FONTE: Elaborada pela autora

Obs: Pela manhã, as luzes ficam acesas das 7:00 às 12:00 horas
À tarde, as luzes são acesas a partir das 17:00 às 18:00 horas
somente na hora da limpeza da escola.
Como a geladeira fica ligado 24 horas por dia, seu período de
utilização só foi contabilizado no turno da tarde.

Ambiente : Refeitório
Usuário 01: Conceição / Piedade

Bloco: 02
Tempo de Trabalho: 6 meses

TABELA 19: Rotinas Banho Feminino nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Banho Feminino		Bloco: 02											
Usuário 01: Conceição / Piedade		Tempo de Trabalho:									6 meses		
Período: Tarde													
Itens	Quant. (un)	Dados		Período de utilização							Total	Total	
		Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	2	40	1	1	1	1	1	1	0	0	5	43.5	1.74
Reatores	4		1	1	1	1	1	0	0	5	87	0	
Chuveiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Usuário 02: Elizabeth / Aparecida		Tempo de Trabalho:									4 anos / 18 anos		
Período: Manhã													
Itens	Quant. (un)	Dados		Período de utilização							Total	Total	
		Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	2	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Reatores	4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Chuveiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
											Total (Kwh):	1.74	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 20: Consumo desagregado estimado do Banho Fem.

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	10	130.5	1.74	100
Chuveiro	0	0	0	0
			Total:	100

FONTE: Elaborada pela autora

Obs: As luzes são acesas z partir das 17:00 horas até às 18:00 hora: Somente na hora da limpeza da escola. Existem instalações para dois chuveiros mas eles foram retirados já faz bastante tempo.

TABELA 21: Rotinas Banho Maculino nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Banho Masculino		Bloco: 02											
Usuário 01: Conceição / Piedade		Tempo de Trabalho:									6 meses		
Período: Tarde													
Itens	Quant. (un)	Dados		Período de utilização							Total	Total	
		Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	2	40	1	1	1	1	1	1	0	0	5	43.5	1.74
Reatores	4		1	1	1	1	1	0	0	5	87	0	
Chuveiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Usuário 02: Elizabeth / Aparecida		Tempo de Trabalho:									4 anos / 18 anos		
Período: Manhã													
Itens	Quant. (un)	Dados		Período de utilização							Total	Total	
		Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	2	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Reatores	4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Chuveiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
											Total (Kwh):	1.74	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 22: Consumo desagregado estimado do Banho Mas.

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	10	130.5	1.74	100
Chuveiro	0	0	0	0
			Total:	100

FONTE: Elaborada pela autora

Obs: As luzes são acesas z partir das 17:00 às 18:00 horas. Somente na hora da limpeza da escola. Existe instalação para um chuveiro mas ele foi retirado já faz bastante tempo.

Ambiente : I.S.		Bloco: 02											
Usuário 01: Conceição / Piedade		Tempo de Trabalho:									6 meses		
Período: Tarde													
Itens	Quant. (un)	Dados		Período de utilização							Total	Total	
		Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Incandescente	1	100	1	1	1	1	1	1	0	0	5	21.75	2.175
Chuveiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Usuário 02: Elizabeth / Aparecida		Tempo de Trabalho:									4 anos / 18 anos		
Período: Manhã													
Itens	Quant. (un)	Dados		Período de utilização							Total	Total	
		Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Chuveiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
											Total (Kwh):	2.175	

Item	Período	Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês) (%)

Obs: As luzes são acesas z partir das 17:00 às 18:00 horas. Somente na hora da limpeza C7 232..94354050.05806 Tm(s)Tj6.5208 22Tj6.5208 0 0 6.5208 416.52

TABELA 25: Rotinas Sala 01 nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Sala 01		Bloco: 02		1a. Série									
Usuário 01: Mônica		Tempo de Trabalho:		4 meses (nesta sala)									
Período: Tarde				9 anos na escola									
Itens	Dados		Período de utilização							Total	Total		
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	10	40	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	0	0	21.25	924.4	36.975	
Reatores	12		4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	0	0	21.25	1109	0	
Ar condicionado	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Usuário 02:													
Período: Manhã													
Itens	Dados		Período de utilização							Total	Total		
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	10	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Reatores	12		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ar condicionado	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total (Kwh):											36.975		

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 26: Consumo desagregado estimado Sala 01

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	42.5	2033.625	36.975	100
Ar condicionado	0	0	0	0
Total:			100	

Obs: As luzes são acesas a partir das 13:00 às 17:15 horas.
Esta sala não funciona pela manhã.
O ar condicionado não é utilizado.

FONTE: Elaborada pela autora

Ambiente : Sala Merenda

Usuário 01: Conceição / Piedade

Período: Tarde

Bloco: 02

Tempo de Trabalho:

6 meses

Itens	Dados		Período de utilização							Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)
Lâmpada Fluorescente	2	40	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0			

TABELA 31: Rotinas Sala 08 Pavto nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Sala 08													Bloco: 02		4a. Série	
Usuário 01: Mariza													Tempo de Trabalho:		2 anos nesta sala	
Período: Tarde															16 anos na escola	
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total				
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)				
Lâmpada Fluorescente	12	40	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	0	0	21.25	1109	44.37				
Reatores	12		4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	0	0	21.25	1109	0				
Usuário 02:													Tempo de Trabalho:			
Período: Manhã																
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total				
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)				
Lâmpada Fluorescente	12	40	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	0	0	11.25	587.3	23.49				
Reatores	12		2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	0	0	11.25	587.3	0				
											Total (Kwh):	67.86				

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 32: Consumo desagregado estimado Sala 08

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	65	3393	67.86	100
			Total:	100

Obs: As luzes são acesas a partir das 13:00 às 17:15 horas. (Tarde)

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 33: Rotinas Sala 09 Pavto nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Sala 09													Bloco: 02		4a. Série	
Usuário 01: Tereza													Tempo de Trabalho:		3 anos nesta sala	
Período: Tarde															20 anos na escola	
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total				
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)				
Lâmpada Fluorescente	10	40	2	2	2	2	2	0	0	10	435	17.4				
Reatores	12		2	2	2	2	2	0	0	10	522	0				
Usuário 02: Dias e demais prof. da série													Tempo de Trabalho:			
Período: Manhã																
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total				
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)				
Lâmpada Fluorescente	10	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Reatores	12		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
											Total (Kwh):	17.4				

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 34: Consumo desagregado estimado Sala 09

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	20	957	17.4	100
			Total:	100

Obs: As luzes são acesas a partir das 15:15 às 17:15 horas. (Tarde)
No período da manhã, está sala está sem alunos.

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 35: Rotinas Sala 10 Pavto nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Sala 10													Bloco: 02		2a. Série	
Usuário 01: Gilsea													Tempo de Trabalho:		1 anos nesta sala	
Período: Tarde															19 anos na escola	
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total				
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)				
Lâmpada Fluorescente	10	40	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	0	0	21.25	924.4	36.975				
Reatores	12		4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	0	0	21.25	1109	0				
Usuário 02: Aparedecida e demais prof. da série													Tempo de Trabalho:			
Período: Manhã																
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total				
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)				
Lâmpada Fluorescente	10	40	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	0	0	22.5	978.8	39.15				
Reatores	12		4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	0	0	22.5	1175	0				
											Total (Kwh):	76.125				

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 34: Consumo desagregado estimado Sala 10

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	87.5	4186.875	76.125	100
			Total:	100

Obs: As luzes são acesas a partir das 13:00 às 17:15 horas. (Tarde)
Pela manhã, as luzes ficam acesas durante todo o período da aula.

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 37: Rotinas Sala Supervisora Pavto nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Supervisora		Bloco: 02										
Usuário 01:		Tempo de Trabalho:										
Período: Tarde												
Itens	Dados		Período de utilização							Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)
Lâmpada Fluorescente	4	40	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	0	0	21.25	369.8	14.79
Reatores	4		4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	0	0	21.25	369.8	0
Usuário 02:		Tempo de Trabalho:										
Período: Manhã												
Itens	Dados		Período de utilização							Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)
Lâmpada Fluorescente	4	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reatores	4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
											Total (Kwh):	14.79

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 36: Consumo desagregado estimado Sala Sup.

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	42.5	739.5	14.79	100
			Total:	100

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 39: Rotinas Sala 11 Pavto nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Sala 11		Bloco: 02										1a. Série	
Usuário 01: Miriane		Tempo de Trabalho:										6 anos nesta sala	
Período: Tarde													
Itens	Dados		Período de utilização							Total	Total		
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	7	40	2	2	2	2	2	0	0	10	304.5	12.18	
Reatores	12		2	2	2	2	2	0	0	10	522	0	
Usuário 02: Nilson e demais prof. da série		Tempo de Trabalho:										3 anos	
Período: Manhã													
Itens	Dados		Período de utilização							Total	Total		
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	7	40	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	0	0	22.5	685.1	27.405	
Reatores	12		4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	0	0	22.5	1175	0	
											Total (Kwh):	39.585	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 40: Consumo desagregado estimado Sala 11

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	65	2686.125	39.585	100
			Total:	100

FONTE: Elaborada pela autora

Obs: As luzes são acesas a partir das 15:15 às 17:15 horas. (Tarde)

TABELA 41: Rotinas Sala 12 Pavto nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Sala 12		Bloco: 02										2a. Série	
Usuário 01: Elizabeth		Tempo de Trabalho:										6 anos nesta sala	
Período: Tarde													
Itens	Dados		Período de utilização							Total	Total		
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	7	40	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	0	0	21.25	647.1	25.8825	
Reatores	12		4.25	4.25	4.25	4.25	4.25	0	0	21.25	1109	0	
Usuário 02: Jane e demais prof. da série		Tempo de Trabalho:										1 ano	
Período: Manhã													
Itens	Dados		Período de utilização							Total	Total		
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	7	40	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	0	0	22.5	685.1	27.405	
Reatores	12		4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	0	0	22.5	1175	0	
											Total (Kwh):	53.2875	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 42: Consumo desagregado estimado Sala 12

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	87.5	3615.938	53.2875	100
			Total:	100

FONTE: Elaborada pela autora

Obs: As luzes são acesas a partir das 13:00 às 17:15 horas. (Tarde)

TABELA 43: Rotinas Circulação 2o. Pavto Pavto nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Circulação 2° Pavimento												Bloco: 02	
Usuário 01: Conceção / Piedade												Tempo de Trabalho: 6 meses	
Período: Tarde													
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Incandescente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Usuário 02:												Tempo de Trabalho:	
Período: Manhã													
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Incandescente	0	0									0	0	
											Total (Kwh):		0

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 44: Consumo desagregado estimado Circ. 2o. Pavto

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	0	0	0	#DIV/0!
				Total: #DIV/0!

Obs: Existem cinco pontos elétricos ao longo da circulação, entretanto todos estão sem lâmpada.

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 45: Rotinas Vice Diretoria nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Sala Vice Diretoria												Bloco: 03	
Usuário 01: Arlete												Tempo de Trabalho:	
Período: Manhã/Tarde													
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	2	40	1	1	1	1	1	1	0	0	5	43.5	1.74
Reatores	2	0	1	1	1	1	1	1	0	0	5	43.5	0
Retroprojektor	1	300	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0	0	0	2	8.7	2.61
Computador	1	120	1	1	1	1	1	1	0	0	5	21.75	2.61
Máq. Xerox	1	450	1	1	1	1	1	1	0	0	5	21.75	9.7875
											Total (Kwh):		16.7475

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 46: Consumo desagregado estimado da Vice Dir.

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	10	87	1.74	10.38961
Equipamento	12	52.2	15.0075	89.61039
			Total: 16.7475	100

Obs: Data Levantamento: agosto de 2005
 * De acordo com a Vice Diretora, Não existe dia certo para usar o retroprojektor, mas a média semanal é de 2 horas.
 ** Monitor do sistema de segurança - estragado há dois anos.
 *** Foi adquirida há 2 anos, mas está estragada desde 07/2005.

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 47: Rotinas Diretoria nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Sala Diretoria												Bloco: 03	
Usuário 01: Lúcia												Tempo de Trabalho:	
Período: Manhã/Tarde													
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	2	40	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	0	0	52.5	456.8	18.27
Reatores	2	0	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	0	0	52.5	456.8	0
T.V. 20" *	1	75	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0	0	1	4.35	0.32625
Monitor segurança **	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Microsistem ***	1	27	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0	0	1	4.35	0.11745
Som	1	92	3	3	3	3	3	0	0	0	15	65.25	6.003
											Total (Kwh):		24.7167

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 48: Consumo desagregado estimado da Diretoria

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	105	913.5	18.27	73.91763
Equipamento	17	73.95	6.4467	26.08237
			Total: 24.7167	100

Obs: Data Levantamento: agosto de 2005
 * T.V. média de uso semanal = 1 hora.
 ** Monitor do sistema de segurança - estragado há dois anos.
 *** Microsistem - usado somente em dia de festa, neste cálculo foi considerado que este equipamento é usado durante 1h/sem.

FONTE: Elaborada pela autora

Ambiente : Secretaria
Usuário 01: Adriene
Período: Manhã/Tarde

Bloco: 03
Tempo de Trabalho: 2 anos

Dados

Período de utilização

Tota

TABELA 55: Rotinas do Baleiro nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Baleiro												Bloco: 03	
Usuário 01: Cleomar												Tempo de Trabalho:	
Período: Tarde												4 meses nesta sala 10 anos na escola	
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	2	40	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	7.5	65.25	2.61
Reatores	2	0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	7.5	65.25	0
Freezer horizontal	1	182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Balcão Frigorífico	1	550	8	8	8	8	8	8	0	0	40	174	95.7
Usuário 02:												Tempo de Trabalho:	
Período: Manhã												Total	Total
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	2	40	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	7.5	65.25	2.61
Reatores	2	0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	7.5	65.25	0
Freezer horizontal	1	182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
											Total (Kwh):	100.92	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 56: Consumo desagregado estimado Baleiro

Item	Período		Consumo	
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	30	261	5.22	5.172414
Refrigeradores	174	0	95.7	94.82759
		Total:	100.92	100

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 57: Rotinas Serviço Pedagógico nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Serviço Pedagógico												Bloco: 03	
Usuário 01: Adriene												Tempo de Trabalho:	
Período: Tarde												Total	Total
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	2	40	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	2.5	21.75	0.87
Reatores	2	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	2.5	21.75	0
Usuário 02:												Tempo de Trabalho:	
Período: Manhã												Total	Total
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	2	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reatores	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
											Total (Kwh):	0.87	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 58: Consumo desagregado estimado Ser. Pedag.

Item	Período		Consumo	
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	5	43.5	0.87	100
Equipamento	0	0	0	0
		Total:	100	

FONTE: Elaborada pela autora

Obs: Na parte da tarde a sala fica praticamente fechada, só é aberta para limpeza e eventualidades.

TABELA 59: Rotinas I.S. Professores nos períodos manhã e tarde

Ambiente : I.S. Professoras												Bloco: 03	
Usuário 01: Adriene												Tempo de Trabalho:	
Período: Tarde												Total	Total
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Incandescente	1	60	1	1	1	1	1	1	0	0	5	21.75	1.305
Lâmpada Incandescente	1	60	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	2.5	10.88	0.6525
Usuário 02:												Tempo de Trabalho:	
Período: Manhã												Total	Total
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Incandescente	1	100	1	1	1	1	1	1	0	0	5	21.75	2.175
Lâmpada Incandescente	1	60	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	2.5	10.88	0.6525
											Total (Kwh):	4.785	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 60: Consumo desagregado estimado I.S. Prof.

Item	Período		Consumo	
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	15	65.25	4.785	100
Equipamento	0	0	0	0
		Total:	100	

FONTE: Elaborada pela autora

Obs: Este banheiro é usado eventualmente principalmente durante o recreio.

TABELA 61: Rotinas Depósito Limpeza nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Depósito limpeza													Bloco: 03	
Usuário 01: Adriene													Tempo de Trabalho:	
Período: Tarde														
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total		
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)		
Lâmpada Incandescente	1	100	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	2.5	10.88	1.0875		
Usuário 02:													Tempo de Trabalho:	
Período: Manhã														
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total		
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)		
Lâmpada Incandescente	1	100	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	2.5	10.88	1.0875		
											Total (Kwh):	3.48		

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 62: Consumo desagregado estimado Dep. Limp.

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	5	21.75	3.48	100
Equipamento	0	0	0	0
Total:			100	

Obs: Este cômodo é usado eventualmente.

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 63: Rotinas Circulação Setor Pedagógico nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Circulação setor pedagógico													Bloco: 03	
Usuário 01: Adriene													Tempo de Trabalho:	
Período: Tarde														
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total		
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)		
Lâmpada Incandescente	1	100	1	1	1	1	1	0	0	5	21.75	2.175		
Usuário 02:													Tempo de Trabalho:	
Período: Manhã														
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total		
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)		
Lâmpada Incandescente	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
											Total (Kwh):	2.175		

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 64: Consumo desagregado estimado Circ. S. Ped.

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	5	21.75	2.175	100
Equipamento	0	0	0	0
Total:			100	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 65: Rotinas Hall dos Professores nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Hall Professores													Bloco: 03	
Usuário 01: Adriene													Tempo de Trabalho:	
Período: Tarde														
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total		
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)		
Lâmpada Fluorescente	2	40	1	1	1	1	1	0	0	5	43.5	1.74		
Reatores	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Usuário 02:													Tempo de Trabalho:	
Período: Manhã														
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total		
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)		
Lâmpada Fluorescentes	2	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Reatores	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
											Total (Kwh):	1.74		

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 66: Consumo desagregado estimado Hall Prof.

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	5	43.5	1.74	100
Equipamento	0	0	0	0
Total:			100	

Obs: As lâmpadas são acesas eventualmente e na hora da limpeza.

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 73: Rotinas Sala 03 nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Sala 04		Bloco: 03								3a. Série			
Usuário 01: Marilene		Tempo de Trabalho:								Checar			
Período: Tarde										14 anos na escola			
Itens	Dados		Período de utilização							Total	Total		
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	11	40	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	7.5	358.9	14.355
Reatores	12	0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	7.5	391.5	0
Usuário 02:		Tempo de Trabalho:											
Período: Manhã													
Itens	Dados		Período de utilização							Total	Total		
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	11	40	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	0	0	20.6	981.2	39.2471
Reatores	12	0	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	0	0	20.6	1075	0
											Total (Kwh):	53.6021	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 74: Consumo desagregado estimado Sala 03

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	56.2	2806.87	53.60212	100
Equipamento	0	0	0	0
Total:			100	

FONTE: Elaborada pela autora

Obs: As luzes são acesas a partir das 15:45 até 17:15 horas.
Obs: As luzes são acesas a partir das 7:00 até 11:20 horas, menos 15 minutos do recreio.

TABELA 75: Rotinas Sala 04 nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Sala 04		Bloco: 03								2a. Série			
Usuário 01: Arlete		Tempo de Trabalho:								15 anos na escola			
Período: Tarde													
Itens	Dados		Período de utilização							Total	Total		
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	8	40	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	7.5	261	10.44
Reatores	12	0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	7.5	391.5	0
Usuário 02:		Tempo de Trabalho:											
Período: Manhã													
Itens	Dados		Período de utilização							Total	Total		
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	8	40	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	0	0	20.6	716.9	28.6752
Reatores	12	0	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	0	0	20.6	1075	0
											Total (Kwh):	39.1152	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 76: Consumo desagregado estimado Sala 04

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	56.2	2444.7	39.1152	100
Equipamento	0	0	0	0
Total:			100	

FONTE: Elaborada pela autora

Obs: As luzes são acesas a partir das 15:45 até 17:15 horas.
Obs: As luzes são acesas a partir das 7:00 até 11:20 horas, menos 15 minutos do recreio.

TABELA 77: Rotinas Sala 05 nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Sala 05		Bloco: 03								3a. Série			
Usuário 01: Cleone		Tempo de Trabalho:								1 ano na escola			
Período: Tarde													
Itens	Dados		Período de utilização							Total	Total		
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	5	40	2	2	2	2	2	2	0	0	10	217.5	8.7
Reatores	12	0	2	2	2	2	2	2	0	0	10	522	0
Usuário 02:		Tempo de Trabalho:											
Período: Manhã													
Itens	Dados		Período de utilização							Total	Total		
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	5	40	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	0	0	20.6	448.1	17.922
Reatores	12	0	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	0	0	20.6	1075	0
											Total (Kwh):	26.622	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 78: Consumo desagregado estimado Sala 05

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	61.2	2262.87	26.622	100
Equipamento	0	0	0	0
Total:			100	

FONTE: Elaborada pela autora

Obs: As luzes são acesas a partir das 15:15 até 17:15 horas.
Obs: As luzes são acesas a partir das 7:00 até 11:20 horas, menos 15 minutos do recreio.

TABELA 79: Rotinas Sala 06 nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Sala 07		Bloco: 03										1a. Série	
Usuário 01: Tânia		Tempo de Trabalho:										15 ano na escola	
Período: Tarde		Dados		Período de utilização								Total	Total
Itens	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	6	40	2	2	2	2	2	2	0	0	10	261	10.44
Reatores	12	0	2	2	2	2	2	0	0	10	522	0	0
Usuário 02:		Tempo de Trabalho:										15 ano na escola	
Período: Manhã		Dados		Período de utilização								Total	Total
Itens	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	6	40	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	0	0	20.6	537.7	21.5064	
Reatores	12	0	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	0	0	20.6	1075	0	0
											Total (Kwh):		31.9464

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 80: Consumo desagregado estimado Sala 06

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	61.2	2395.98	31.9464	100
Equipamento	0	0	0	0
Total:			31.9464	100

FONTE: Elaborada pela autora

Obs: As luzes são acesas a partir das 15:15 até 17:15 horas.
Obs: As luzes são acesas a partir das 7:00 até 11:20 horas, menos 15 minutos do recreio.

TABELA 81: Rotinas Sala 07 nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Sala 07		Bloco: 03											
Usuário 01:		Tempo de Trabalho:											
Período: Tarde		Dados		Período de utilização								Total	Total
Itens	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	6	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reatores	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Usuário 02:		Tempo de Trabalho:										14 anos na escola	
Período: Manhã		Dados		Período de utilização								Total	Total
Itens	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	6	40	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	0	0	20.6	537.7	21.5064	
Reatores	12	0	4.12	4.12	4.12	4.12	4.12	0	0	20.6	1075	0	0
											Total (Kwh):		21.5064

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 82: Consumo desagregado estimado Sala 07

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	41.2	1612.98	21.5064	100
Equipamento	0	0	0	0
Total:			21.5064	100

FONTE: Elaborada pela autora

Obs: As luzes são acesas a partir das 15:15 até 17:15 horas.
Obs: As luzes são acesas a partir das 7:00 até 11:20 horas, menos 15 minutos do recreio.

TABELA 83: Rotinas Circulação 2o. Pavto nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Circulação 2° Pavimento		Bloco: 03											
Usuário 01: Conceção / Piedade		Tempo de Trabalho:										6 meses	
Período: Tarde		Dados		Período de utilização								Total	Total
Itens	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Incandescente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Usuário 02:		Tempo de Trabalho:										6 meses	
Período: Manhã		Dados		Período de utilização								Total	Total
Itens	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Incandescente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
											Total (Kwh):		0

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 84: Consumo desagregado estimado Circ. 2o. Pavto

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	0	0	0	#DIV/0!
Equipamento	0	0	0	0
Total:			0	#DIV/0!

FONTE: Elaborada pela autora

Obs: Existem cinco pontos elétricos ao longo do corredor de circulação e nenhuma lâmpada instalada.
As lâmpadas foram retiradas para evitar furtos.

TABELA 85: Rotinas Biblioteca nos períodos manhã e tarde

Ambiente : Biblioteca													Bloco: 04	
Usuário 01:													Tempo de Trabalho:	
Período: Tarde														
Itens	Dados			Período de utilização								Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)		
Lâmpada Fluorescente	34	40	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	0	0	18.75	2773.13	110.925		
Reatores	34	0	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	0	0	18.75	2773.13	0		
Lâmpada Fluorescente	4	20	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	2.5	43.5	0.87		
Restores	4	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	2.5	43.5	0		
Usuário 01:													Tempo de Trabalho:	
Período: Manhã														
Itens	Dados			Período de utilização								Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)		
Lâmpada Fluorescente	34	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Reatores	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Lâmpada Fluorescente	4	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Restores	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
											Total (Kwh):	111.795		

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 86: Consumo desagregado estimado Biblioteca

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	42.5	5633.25	111.795	100
Equipamento	0	0	0	0
Total:			100	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 87: Rotinas I.S. Biblioteca nos períodos manhã e tarde

Ambiente : I.S. 01 e 02 - Biblioteca													Bloco: 04	
Usuário 01:													Tempo de Trabalho:	
Período: Manhã														
Itens	Dados			Período de utilização								Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)		
Lâmpada Fluorescente	2	20	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	2.5	21.75	0.435		
Reatores	2	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	2.5	21.75	0		
Usuário 01:													Tempo de Trabalho:	
Período: Tarde														
Itens	Dados			Período de utilização								Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)		
Lâmpada Fluorescente	2	20	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	2.5	21.75	0.435		
Reatores	2	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	2.5	21.75	0		
											Total (Kwh):	0.87		

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 88: Consumo desagregado estimado I.S. Bibliot.

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	10	87	0.87	100
Equipamento	0	0	0	0
Total:			100	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 89: Rotinas Sala Administração nos períodos manhã e tarde

Ambiente: Sala Administração													Bloco: 04	
Usuário 01:													Tempo de Trabalho:	
Período: Manhã / Tarde														
Itens	Dados			Período de utilização								Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)		
Lâmpada Fluorescente	4	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Reatores	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
											Total (Kwh):	0		

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 90: Consumo desagregado estimado SI Adm.

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	0	0	0	0
Equipamento	0	0	0	0
Total:			0	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 91: Rotinas Depósito nos períodos manhã e tarde

Ambiente: Depósito		Bloco: 04											
Usuário 01:		Tempo de Trabalho:											
Período: Manhã / Tarde													
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	2	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Reatores	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total (Kwh):												0	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 92: Consumo desagregado estimado Depósito

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	0	0	0	0
Equipamento	0	0	0	0
Total:			0	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 93: Rotinas I.S. 03 nos períodos manhã e tarde

Ambiente: I.S 03		Bloco: 04											
Usuário 01:		Tempo de Trabalho:											
Período: Manhã / Tarde													
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	2	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Reatores	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total (Kwh):												0	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 94: Consumo desagregado estimado I.S. 03

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	0	0	0	0
Equipamento	0	0	0	0
Total:			0	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 95: Rotinas I.S. 04 nos períodos manhã e tarde

Ambiente: I.S. 04		Bloco: 04											
Usuário 01:		Tempo de Trabalho:											
Período: Manhã / Tarde													
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	2	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Reatores	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total (Kwh):												0	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 96: Consumo desagregado estimado I.S. 04

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	0	0	0	0
Equipamento	0	0	0	0
Total:			0	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 97: Rotinas enfermaria nos períodos manhã e tarde

Ambiente: Enfermaria		Bloco: 05											
Usuário 01:		Tempo de Trabalho:											
Período: Manhã / Tarde													
Itens	Dados			Período de utilização							Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	2	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Reatores	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total (Kwh):												0	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 98: Consumo desagregado estimado Enfermaria

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	0	0	0	0
Equipamento	0	0	0	0
Total:			0	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 99: Rotinas Laboratório nos períodos manhã e tarde

Ambiente: Laboratório		Bloco: 05											
Usuário 01:		Tempo de Trabalho:											
Período: Manhã / Tarde													
Itens	Dados		Período de utilização								Total	Total	
	Quant. (un)	Pot Unit (W)	2a.-feira (h)	3a.-feira (h)	4a.-feira (h)	5a.-feira (h)	6a.-feira (h)	sábado (h)	domingo (h)	semana (h)	mês (h)	consumo (KWh)	
Lâmpada Fluorescente	2	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Reatores	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total (Kwh):											0	0	

FONTE: Elaborada pela autora

TABELA 100: Consumo desagregado estimado Laborat.

Item	Período		Consumo	Consumo
	Semana	mês	(Kwh/mês)	(%)
Iluminação	0	0	0	0
Equipamento	0	0	0	0
Total:			0	0

FONTE: Elaborada pela autora

APÊNDICE C Questionários de satisfação dos usuários

Questionário para Avaliação dos Usuários – Alunos (Versão Final)

1. Características do Entrevistado

1.1 Número da sala: _____ 1.2 Série que está cursando _____ 1.3 Idade: _____

1.4 Período de aula:

<input type="checkbox"/> Manhã	<input type="checkbox"/> Tarde
--------------------------------	--------------------------------

1.5 Tempo que estuda nesta escola:

<input type="checkbox"/> menos de 1 ano	<input type="checkbox"/> 1 a 2 anos	<input type="checkbox"/> + de 2 anos
---	-------------------------------------	--------------------------------------

2. Opinião sobre o funcionamento

2.1 O que você acha sobre o tamanho:

	Muito Grande	Grande	Suficiente	Pequena	Muito Pequena
• Da escola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Da sua sala de aula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Da sala de vídeo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Do refeitório	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Dos pátios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Da biblioteca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.2 Você sente falta de espaço para desenvolver alguma atividade na escola?

Sim Não Não sei Qual? _____

3. Opinião sobre o conforto luminoso

3.1 O que você acha da sua sala de aula quando as luzes estão acesas?

	Muito clara	Clara	Escura	Muito escura
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.2 E quando as luzes estão apagadas?

	Muito clara	Clara	Escura	Muito escura
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.3 Você tem dificuldade de enxergar no quadro?

Sim Não

3.4 Se sim, dentre as opções abaixo quais são as que mais atrapalham?

Bate sol no quadro

A luz da sala bate no quadro

A luz da sala é fraca

Não enxergo bem de longe

Nenhuma das anteriores

3.5 Onde você costuma se sentar?

Na frente da sala No meio da sala No fundo da sala

3.6 Você tem dificuldade de enxergar um texto sobre sua carteira?

Sim Não

3.7 Se sim, dentre as opções abaixo quais são as que mais atrapalham?

<input type="checkbox"/>	Bate sol em minha carteira
<input type="checkbox"/>	Não enxergo bem as letras pequenas
<input type="checkbox"/>	A luz da sala é fraca
<input type="checkbox"/>	Nenhuma das anteriores

3.8 O que você acha da iluminação do seu local de estudo em casa?

Melhor que sua sala de aula	Igual sua sala de aula	Pior que sua sala de aula
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Opinião sobre o conforto térmico

4.1 Como você acha que está sua sala neste momento?

Muito Quente	Quente	Agradável	Frio	Muito Frio
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2 E no verão, como ela fica?

Muito Quente	Quente	Agradável	Frio	Muito Frio
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3 Como você está se sentindo hoje?

- Com vontade de se abanar
- Com vontade de se agasalhar
- Com calafrios ou tremendo
- Suando muito
- Suando pouco

Sim	Não
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Opinião sobre o conforto acústico

5.1 O que você acha da sua sala em relação ao barulho?

Muito Calma	Calma	Barulhenta	Muito Barulhenta
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5.2 De onde vem o barulho que o perturba?

<input type="checkbox"/>	Do pátio
<input type="checkbox"/>	Das outras salas
<input type="checkbox"/>	Da conversa dos meus colegas
<input type="checkbox"/>	Da rua
<input type="checkbox"/>	Do corredor
<input type="checkbox"/>	Nenhuma das anteriores

6. Sugestão ou reclamação

6.1 O que você acha que pode ser feito para melhorar a sua escola?

MUITO OBRIGADO!

Questionário para Avaliação dos Usuários – Professores (Versão Final)**1. Características do Entrevistado**

1.1 Número da sala: _____ 1.2 Turma: _____ 1.3 Idade: _____

1.4 Período de aula:

<input type="checkbox"/> Manhã	<input type="checkbox"/> Tarde
--------------------------------	--------------------------------

1.5 Tempo que trabalha nesta escola:

<input type="checkbox"/> menos de 1 ano	<input type="checkbox"/> 1 a 2 anos	<input type="checkbox"/> + de 2 anos
---	-------------------------------------	--------------------------------------

2. Opinião sobre o funcionamento

2.1 O que você acha sobre o tamanho:

	Muito Grande	Grande	Suficiente	Pequena	Muito Pequena
• Da escola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Das salas de aula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Da sala de vídeo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Do refeitório	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Dos pátios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Da biblioteca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.2 Você sente falta de espaço para desenvolver alguma atividade na escola?

<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Não sei	Qual? _____
------------------------------	------------------------------	----------------------------------	-------------

3. Opinião sobre o conforto luminoso

3.1 O que você acha da sua sala de aula quando as luzes estão acesas?

Muito clara	Clara	Escura	Muito escura
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.2 E quando as luzes estão apagadas?

Muito clara	Clara	Escura	Muito escura
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.4 Os alunos, de uma maneira geral, se queixam de dificuldade de enxergar no quadro?

<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
------------------------------	------------------------------

3.5 Se sim, dentre as opções abaixo quais são as queixas mais freqüentes?

<input type="checkbox"/> Bate sol no quadro
<input type="checkbox"/> A luz da sala bate no quadro
<input type="checkbox"/> Não enxergo a letra da professora
<input type="checkbox"/> A luz da sala é fraca
<input type="checkbox"/> Nenhuma das anteriores

3.6 Os alunos, de uma maneira geral, se queixam de dificuldade de enxergar um texto sobre sua carteira?

<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
------------------------------	------------------------------

3.7 Se sim, dentre as opções abaixo quais são as queixas mais freqüentes?

<input type="checkbox"/> Bate sol em minha carteira
<input type="checkbox"/> Não enxergo bem as letras pequenas
<input type="checkbox"/> A luz da sala é fraca
<input type="checkbox"/> Nenhuma das anteriores

4. Opinião sobre o conforto térmico

4.1 Como você acha que está sua sala neste momento?

Muito Quente	Quente	Agradável	Frio	Muito Frio
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2 E no verão, como ela fica?

Muito Quente	Quente	Agradável	Frio	Muito Frio
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3 Como você está se sentindo hoje?

- Com vontade de se abanar
- Com vontade de se agasalhar
- Com calafrios ou tremendo
- Suando muito
- Suando pouco

Sim	Não
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Opinião sobre o conforto acústico

5.1 O que você acha da sua sala em relação ao barulho?

Muito Calma	Calma	Barulhenta	Muito Barulhenta
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5.2 De onde vem o barulho que o perturba?

<input type="checkbox"/> Do pátio
<input type="checkbox"/> Das outras salas
<input type="checkbox"/> Da conversa dos meus colegas
<input type="checkbox"/> Da rua
<input type="checkbox"/> Da quadra
<input type="checkbox"/> Nenhuma das anteriores

6. Opinião sobre relação ambiente X comportamento

6.1 Você já verificou alteração no rendimento de algum aluno devido ao desconforto pelo excesso de calor?

Sim	Não
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.2 Você já verificou alteração no rendimento de algum aluno devido ao desconforto pelo excesso de frio?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

6.3 Você gostaria de fazer alguma sugestão para melhorar as dependências da escola?

MUITO OBRIGADO!

Questionário para Avaliação dos Usuários – Funcionários (Versão Final)

1. Características do Entrevistado

1.1 Idade: ____ 1.2 Qual é o ambiente da escola que você permanece por mais tempo: _____

1.3 Período que trabalha na escola:

<input type="checkbox"/> Manhã	<input type="checkbox"/> Tarde
--------------------------------	--------------------------------

1.4 Tempo que trabalha nesta escola:

<input type="checkbox"/> menos de 1 ano	<input type="checkbox"/> 1 a 2 anos	<input type="checkbox"/> + de 2 anos
---	-------------------------------------	--------------------------------------

2. Opinião sobre o funcionamento

2.1 O que você acha sobre o tamanho:

	Muito Grande	Grande	Suficiente	Pequena	Muito Pequena
• Da escola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Das salas de aula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Da sala de vídeo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Do refeitório	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Dos pátios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Da biblioteca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Obs: As perguntas a seguir são relativas ao ambiente citado na Questão 1.2.

3. Opinião sobre o conforto luminoso

3.1 O que você acha deste ambiente quando as luzes estão acesas?

Muito clara	Clara	Escura	Muito escura
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.2 E quando as luzes estão apagadas?

Muito clara	Clara	Escura	Muito escura
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Opinião sobre o conforto térmico

4.1 Como você acha que está este ambiente neste momento?

Muito Quente	Quente	Agradável	Frio	Muito Frio
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2 E no verão, como ele fica?

Muito Quente	Quente	Agradável	Frio	Muito Frio
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3 Como você está se sentindo hoje?

- Com vontade de se abanar
- Com vontade de se agasalhar
- Com calafrios ou tremendo
- Suando muito
- Suando pouco

Sim	Não
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Opinião sobre o conforto acústico

5.1 O que você acha deste ambiente em relação ao barulho?

Muito Calmo	Calmo	Barulhento	Muito Barulhento
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5.2 De onde vem o barulho que o perturba?

- Do pátio
- Das salas de aula
- Da rua
- Da quadra
- Nenhuma das anteriores

6. Sugestão ou reclamação

6.1 Você gostaria de fazer alguma sugestão para melhorar as dependências da escola?

MUITO OBRIGADO!

Questionário para Avaliação dos Usuários – Alunos (Versão Pré-teste)

1. Características do Entrevistado

1.1 Série que está cursando: _____ 1.2 Qual é o número da sua sala? _____

2.2 Período de aula:

Manhã Tarde

3.3 Tempo que estuda nesta escola:

menos de 1 ano 1 a 2 anos + de 2 anos

2. Opinião sobre o funcionamento

2.1 O que você acha sobre o tamanho:

	Muito Grande	Grande	Suficiente	Pequena	Muito Pequena
• Da escola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Da sua sala de aula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Da sala de vídeo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Do refeitório	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Dos pátios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Da biblioteca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.2 Você sente falta de espaço para desenvolver alguma atividade na escola?

Sim Não Qual? _____

3. Opinião sobre o conforto luminoso

4.4 Com que frequência as luzes da sua sala ficam acesas?

Sempre ou Quase sempre	A maior parte do tempo	A menor parte do tempo	Nunca ou Quase nunca
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5.5 Normalmente, quais lâmpadas ficam acesas?

As do fundo da sala	As da frente da sala	Todas	Nenhuma
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.6 O que você acha da sua sala de aula quando as luzes estão acesas?

Muito clara	Clara	Escura	Muito escura
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7.7 E quando as luzes estão apagadas?

Muito clara	Clara	Escura	Muito escura
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.5 A luz do sol reflete no quadro negro da sua sala de aula?

Sim Não Se sim, ela te incomoda? Sim Não

3.6 E na sua carteira?

Sim Não Se sim, ela te incomoda? Sim Não

3.7 Quando você está estudando na sua sala de aula, você sente algumas das sensações que estão relacionadas abaixo?

	Sim	Não
• Dificuldade de enxergar no quadro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Dificuldade de enxergar no caderno sobre a carteira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Vermelhidão ou ardência nos olhos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Sonolência	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.8 O que você acha da iluminação do seu ambiente de estudo em casa?

Melhor que sua sala de aula	Igual sua sala de aula	Pior que sua sala de aula
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Opinião sobre o conforto térmico

4.1 Como você acha que está sua sala neste momento?

Muito Quente	Quente	Agradável	Frio	Muito Frio
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2 E no inverno, como ela fica?

Muito Quente	Quente	Agradável	Frio	Muito Frio
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3 Como você está se sentindo hoje?

- Com vontade de se abanar
- Com vontade de se agasalhar
- Com calafrios ou tremendo
- Suando muito
- Suando pouco

Sim	Não
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Opinião sobre o conforto acústico

5.1 Como você classifica sua sala em relação ao barulho?

Muito Calma	Calma	Barulhenta	Muito Barulhenta
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5.2 De onde vem o barulho que o perturba?

5.3 A posição do pátio atrapalha as atividades em sala de aula?

5.4 A posição da quadra atrapalha as atividades em sala de aula?

Sim	Não
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Sugestão ou reclamação

6.1 Você gostaria de fazer alguma sugestão para melhorar as dependências da escola?

MUITO OBRIGADO!

Questionário para Avaliação dos Usuários – Professores (Versão Pré-teste)**1. Características do Entrevistado**

8.8 Período de aula:

<input type="checkbox"/> Manhã	<input type="checkbox"/> Tarde
--------------------------------	--------------------------------

9.9 Tempo que trabalha nesta escola:

<input type="checkbox"/> menos de 1 ano	<input type="checkbox"/> 1 a 2 anos	<input type="checkbox"/> + de 2 anos
---	-------------------------------------	--------------------------------------

1.3 Qual é o número da sala em que se encontra? _____

2. Opinião sobre o funcionamento

2.1 O que você acha sobre o tamanho:

	Muito Grande	Grande	Suficiente	Pequena	Muito Pequena
• Da escola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Da sua sala de aula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Da sala de vídeo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Do refeitório	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Dos pátios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Da biblioteca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2.2 Você sente falta de espaço para desenvolver alguma atividade na escola?

<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	Qual? _____
------------------------------	------------------------------	-------------

3. Opinião sobre o conforto luminoso

3.1 Com que frequência as luzes desta sala ficam acesas?

Sempre ou Quase sempre	A maior parte do tempo	A menor parte do tempo	Nunca ou Quase nunca
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.2 Normalmente, quais lâmpadas ficam acesas?

As do fundo da sala	As da frente da sala	Todas	Nenhuma
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.3 O que você acha desta sala de aula quando as luzes estão acesas?

Muito clara	Clara	Escura	Muito escura
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.4 E quando as luzes estão apagadas?

Muito clara	Clara	Escura	Muito escura
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.5 Os alunos, em geral, se queixam da presença de luz solar no quadro negro?

<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	Se sim, ela te incomoda?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
------------------------------	------------------------------	--------------------------	------------------------------	------------------------------

3.6 E nas carteiras?

<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	Se sim, ela te incomoda?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
------------------------------	------------------------------	--------------------------	------------------------------	------------------------------

3.7 Os alunos, em geral, relatam algumas das sensações relacionadas abaixo durante as aulas?

	Sim	Não
• Dificuldade de enxergar no quadro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Dificuldade de enxergar no caderno sobre a carteira	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Vermelhidão ou ardência nos olhos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Sonolência	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Opinião sobre o conforto térmico

4.1 Como você acha que esta sala está neste momento?

Muito Quente	Quente	Agradável	Frio	Muito Frio
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2 E no inverno, como ela fica?

Muito Quente	Quente	Agradável	Frio	Muito Frio
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3 Como você está se sentindo hoje?

- Com vontade de se abanar
- Com vontade de se agasalhar
- Com calafrios ou tremendo
- Suando muito
- Suando pouco

Sim	Não
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Opinião sobre o conforto acústico

5.1 Como você classifica esta sala em relação ao barulho?

Muito Calma	Calma	Barulhenta	Muito Barulhenta
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5.2 De onde vem o barulho que o perturba?

5.3 A posição do pátio atrapalha as atividades em sala de aula?

5.4 A posição da quadra atrapalha as atividades em sala de aula?

Sim	Não
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Sugestão ou reclamação

6.1 Você já verificou alteração no rendimento de algum aluno devido ao desconforto pelo excesso de calor?

6.2 Você já verificou alteração no rendimento de algum aluno devido ao desconforto pelo excesso de frio?

6.3 Você gostaria de fazer alguma sugestão para melhorar as dependências da escola?

Sim	Não
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MUITO OBRIGADO!

Questionário para Avaliação dos Usuários – Funcionários (Versão Pré-teste)

1. Características do Entrevistado

1.1 Idade: _____ 1.2 Número do ambiente em que se encontra: _____

1.3 Período de trabalho:

<input type="checkbox"/> Manhã	<input type="checkbox"/> Tarde
--------------------------------	--------------------------------

1.4 Tempo que trabalha nesta escola:

<input type="checkbox"/> menos de 1 ano	<input type="checkbox"/> 1 a 2 anos	<input type="checkbox"/> + de 2 anos
---	-------------------------------------	--------------------------------------

2. Opinião sobre o funcionamento

2.1 O que você acha sobre o tamanho:

	Muito Grande	Grande	Suficiente	Pequena	Muito Pequena
• Da escola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Da sua sala de aula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Da sala de vídeo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Do refeitório	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Dos pátios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Da biblioteca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OBS: As perguntas a seguir são sobre o ambiente citado na questão 1.2.

3. Opinião sobre o conforto luminoso

3.1 O que você acha deste ambiente quando as luzes estão acesas?

Muito clara	Clara	Escura	Muito escura
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3.2 E quando as luzes estão apagadas?

Muito clara	Clara	Escura	Muito escura
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Opinião sobre o conforto térmico

4.1 Como você acha que este ambiente está neste momento?

Muito Quente	Quente	Agradável	Frio	Muito Frio
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2 E no inverno, como ele fica?

Muito Quente	Quente	Agradável	Frio	Muito Frio
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3 Como você está se sentindo hoje?

- Com vontade de se abanar
- Com vontade de se agasalhar
- Com calafrios ou tremendo
- Suando muito
- Suando pouco

Sim	Não
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Opinião sobre o conforto acústico

5.1 Como você classifica esta sala em relação ao barulho?

Muito Calma	Calma	Barulhenta	Muito Barulhenta
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5.2 De onde vem o barulho que o perturba?

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Do pátio |
| <input type="checkbox"/> | Das salas de aula |
| <input type="checkbox"/> | Da rua |
| <input type="checkbox"/> | Da quadra |
| <input type="checkbox"/> | Nenhuma das anteriores |

6. Sugestão ou reclamação

6.1 Você gostaria de fazer alguma sugestão para melhorar as dependências da escola?

MUITO OBRIGADO!

APENDICE D Gráficos e tabelas da análise estatística dos questionários

1) Características dos Entrevistados

TABELA 101: Caracterização dos 87 alunos entrevistados.

Variável	Categorias	n	%
Número da Sala	Sala 4	12	13,8
	Sala 5	11	12,6
	Sala 6	12	13,8
	Sala 9	14	16,1
	Sala 10	14	16,1
	Sala 11	13	14,9
	Sala 12	11	12,6
	Total	87	100,0
Escolaridade	1a.	14	16,1
	2a.	6	6,9
	3a.	12	13,8
	4a.	12	13,8
	5a.	11	12,6
	6a.	6	6,9
	7a.	16	18,4
	8a.	10	11,5
Total	87	100,0	
Idade	5 a 10 anos	43	49,4
	10 a 15 anos	43	49,4
	15 a 20 anos	1	1,1
	Total	87	100,0
Período em que estuda	Manhã	43	50,0
	Tarde	43	50,0
	Total	86	100,0
Tempo que estuda	< 1 ano	21	24,1
	1 a 2 anos	16	18,4
	Mais de 2 anos	50	57,5
	Total	87	100,0

FONTE: Elaborada pela autora.

*Houve um indivíduo com resposta inválida (igual a “3”) na variável “Período”. Tal indivíduo foi excluído de todas as análises envolvendo tal variável.

TABELA 102: Caracterização dos 12 Professores entrevistados.

Variável	Categorias	n	%
Número da sala	Sala 4	2	16,7
	Sala 5	2	16,7
	Sala 6	1	8,3
	Sala 9	2	16,7
	Sala 10	1	8,3
	Sala 11	2	16,7
	Sala 12	2	16,7
	Total	12	100,0
Período que trabalha	Manhã	5	41,7
	Tarde	7	58,3
	Total	12	100,0
Tempo que trabalha	< 1 ano	2	16,7
	1 a 2 anos	2	16,7
	Mais de 2 anos	8	66,7
	Total	12	100,0

FONTE: Elaborada pela autora.

2) Opinião quanto ao tamanho dos ambientes

TABELA 103: Opinião dos 12 professores sobre tamanho dos ambientes.

Opinião	Ambiente					
	Escola	Sala	Sala de Vídeo	Refeitório	Pátios	Biblioteca
Muito grande	25,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0
Grande	33,3	25,0	0,0	0,0	16,7	8,3
Suficiente	41,7	58,3	58,3	41,7	58,3	50,0
Pequena	0,0	16,7	41,7	58,3	16,7	41,7
Muito pequena	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

FONTE: Elaborada pela autora.

TABELA 104: Opinião dos 87 alunos sobre o tamanho dos ambientes.

Opinião	Ambiente					
	Escola	Sala	Sala de Vídeo	Refeitório	Pátios	Biblioteca
Muito grande	14,9	2,3	0,0	8,0	10,3	3,5
Grande	39,1	26,4	24,1	41,4	39,1	32,6
Suficiente	28,7	40,2	35,6	23,0	23,0	20,9
Pequena	16,1	29,9	34,5	26,4	24,1	39,5
Muito pequena	1,1	1,1	5,7	1,1	3,4	3,5
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

FONTE: Elaborada pela autora.

Obs.: o número de respostas válidas em relação ao tamanho da biblioteca é igual a 86.

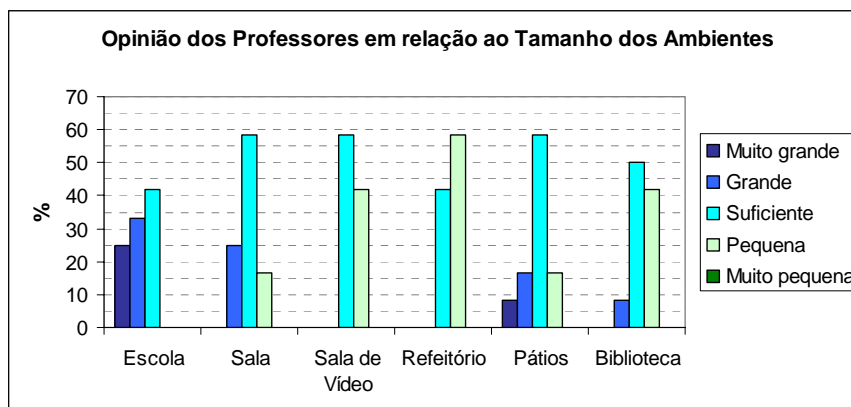


GRÁFICO 32: Gráfico sobre opinião professores sobre principais ambientes da escola.

FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

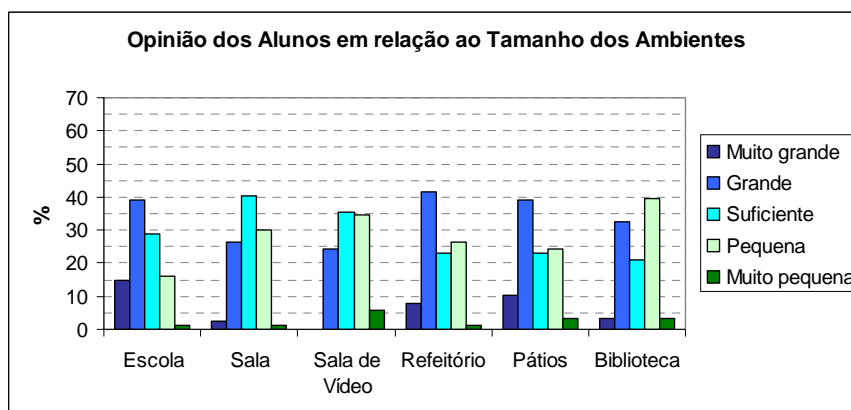


GRÁFICO 33: Gráfico sobre opinião alunos sobre principais ambientes da escola.

FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel®.

Opinião quanto ao tamanho dos ambientes de Alunos do Turno da Manhã e Alunos do Turno da Tarde, e em relação ao Total de Alunos.

As tabelas a seguir apresentam o número de alunos, e o percentual em relação ao total de alunos em cada turno, de acordo com o cruzamento entre o turno em que o aluno frequenta a escola e a opinião do aluno sobre o tamanho de vários ambientes da escola.

TABELA 105: Opinião dos Alunos quanto ao tamanho da escola, da sala e da sala de vídeo, de acordo com o turno em que o aluno frequenta a escola.

	Escola			Sala			Sala de Vídeo		
	Manhã	Tarde	Total	Manhã	Tarde	Total	Manhã	Tarde	Total
Muito grande	4	9	13	0	2	2	0	0	0
	9,3%	20,9%	15,1%	0,0%	4,7%	2,3%	0,0%	0,0%	0,0%
Grande	8	26	34	9	13	22	6	14	20
	18,6%	60,5%	39,5%	20,9%	30,2%	25,6%	14,0%	32,6%	23,3%
Suficiente	19	6	25	20	15	35	15	16	31
	44,2%	14,0%	29,1%	46,5%	34,9%	40,7%	34,9%	37,2%	36,0%
Pequena	11	2	13	13	13	26	18	12	30
	25,6%	4,7%	15,1%	30,2%	30,2%	30,2%	41,9%	27,9%	34,9%
Muito pequena	1	0	1	1	0	1	4	1	5
	2,3%	0,0%	1,2%	2,3%	0,0%	1,2%	9,3%	2,3%	5,8%
Total	43	43	86	43	43	86	43	43	86
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

FONTE: Elaborada pela autora.

TABELA 106: Opinião dos Alunos quanto ao tamanho do refeitório, dos pátios e da biblioteca, de acordo com o turno em que o aluno frequenta a escola.

	Refeitório			Pátios			Biblioteca		
	Manhã	Tarde	Total	Manhã	Tarde	Total	Manhã	Tarde	Total
Muito grande	1	6	7	2	7	9	1	2	3
	2,3%	14,0%	8,1%	4,7%	16,3%	10,5%	2,3%	4,8%	3,5%
Grande	8	27	35	7	26	33	9	18	27
	18,6%	62,8%	40,7%	16,3%	60,5%	38,4%	20,9%	42,9%	31,8%
Suficiente	11	9	20	11	9	20	10	8	18
	25,6%	20,9%	23,3%	25,6%	20,9%	23,3%	23,3%	19,0%	21,2%
Pequena	22	1	23	20	1	21	20	14	34
	51,2%	2,3%	26,7%	46,5%	2,3%	24,4%	46,5%	33,3%	40,0%
Muito pequena	1	0	1	3	0	3	3	0	3
	2,3%	0,0%	1,2%	7,0%	0,0%	3,5%	7,0%	0,0%	3,5%
Total	43	43	86	43	43	86	43	42	85
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

FONTE: Elaborada pela autora.

TABELA 107: Opinião quanto ao tamanho da Escola, da Sala de Aula e da Sala de Vídeo da amostra total, e separada por Alunos e Professores.

	Escola			Sala			Sala de Vídeo		
	Total (n=98)	Alunos (n=86)	Prof. (n=12)	Total (n=98)	Alunos (n=86)	Prof. (n=12)	Total (n=98)	Alunos (n=86)	Prof. (n=12)
Muito grande	16	13	3	2	2	0	0	0	0
	16,3%	15,1%	25,0%	2,0%	2,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Grande	38	34	4	25	22	3	20	20	0
	38,8%	39,5%	33,3%	25,5%	25,6%	25,0%	20,4%	23,3%	0,0%
Suficiente	30	25	5	42	35	7	38	31	7
	30,6%	29,1%	41,7%	42,9%	40,7%	58,3%	38,8%	36,0%	58,3%
Pequena	13	13	0	28	26	2	35	30	5
	13,3%	15,1%	0,0%	28,6%	30,2%	16,7%	35,7%	34,9%	41,7%
Muito pequena	1	1	0	1	1	0	5	5	0
	1,0%	1,2%	0,0%	1,0%	1,2%	0,0%	5,1%	5,8%	0,0%
Total	98	86	12	98	86	12	98	86	12
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

FONTE: Elaborada pela autora.

TABELA 108: Opinião quanto ao tamanho do Refeitório, dos Pátios e da Biblioteca da amostra total, e separada por Alunos e Professores.

Refeitório

Pátio

TABELA 111: Opinião dos alunos quanto ao conf. luminoso (luz natural e artificial), de acordo com o Bloco onde se situa a sala de aula e o Período em que estuda.

Período	Opinião	Bloco I	Bloco II	Total
<i>Opinião sobre luz artificial</i>				
Manhã	Muito clara	4	5	9
		15,4	29,4	20,9
	Clara	16	11	27
		61,5	64,7	62,8
	Escura	6	1	7
	23,1	5,9	16,3	
	Total	26	17	43
		100,0	100,0	100,0
Tarde	Muito clara	6	4	10
		23,1	23,5	23,3
	Clara	18	8	26
		69,2	47,1	60,5
	Escura	2	5	7
	7,7	29,4	16,3	
	Total	26	17	43
		100,0	100,0	100,0
<i>Opinião sobre luz natural</i>				
Manhã	Clara	6	2	8
		23,1	11,8	18,6
	Escura	13	13	26
		50,0	76,5	60,5
	Muito escura	7	2	9
	26,9	11,8	20,9	
	Total	26	17	43
		100,0	100,0	100,0
Tarde	Clara	1	2	3
		3,8	11,8	7,0
	Escura	21	13	34
		80,8	76,5	79,1
	Muito escura	4	2	6
	15,4	11,8	14,0	
	Total	26	17	43
		100,0	100,0	100,0

FONTE: Elaborada pela autora.

TABELA 112: Opinião dos Alunos sobre a dificuldade de enxergar no quadro e na carteira.

Dificuldade de enxergar	Em caso afirmativo, motivo:	n	%
NO QUADRO			
Não		31	35,6
Sim		56	64,4
	Bate sol no quadro	42	48,3
	A luz da sala bate no quadro	16	18,4
	A luz da sala é fraca	6	6,9
	Não enxergo bem de longe	8	9,2
	Outros	0	0,0
NA CARTEIRA			
Não		61	70,1
Sim		26	29,9
	Bate sol em minha carteira	22	25,3
	Não enxergo bem as letras pequenas	3	3,4
	A luz da sala é fraca	3	3,4
	Outros	1	1,1
Total		87	100,0

FONTE: Elaborada pela autora.

TABELA 113: Opinião dos Prof. sobre a dificuldade dos alunos de enxergar no quadro e na carteira.

Dificuldade de enxergar	Em caso afirmativo, motivo da dificuldade:	n	%
NO QUADRO			
Não		1	8,3
Sim		11	91,7
	Bate sol no quadro	7	58,3
	A luz da sala bate no quadro	2	16,7
	A luz da sala é fraca	3	25,0
	Não enxergo bem de longe	0	0,0
	Outros	1	8,3
NA CARTEIRA			
Não		4	33,3
Sim		8	66,7
	Bate sol em minha carteira	3	25,0
	Não enxergo bem as letras pequenas	0	0,0
	A luz da sala é fraca	5	41,7
	Outros	1	8,3
Total		12	100,0

FONTE: Elaborada pela autora.

TABELA 114: Opinião alunos sobre a qualidade da luz em casa.

Luz no local de estudo em casa	n	%
Melhor que a da sala	66	75,9
Igual a da sala	18	20,7
Pior que a da sala	3	3,4
Total	87	100,0

FONTE: Elaborada pela autora.

4) Opinião sobre o conforto térmico

TABELA 115: Opinião de Professores e Alunos sobre o conforto térmico atual.

Opinião	Professores		Alunos	
	n	%	n	%
Muito quente	0	0,0	0	0,0
Quente	1	8,3	16	18,4
Agradável	9	75,0	35	40,2
Frio	2	16,7	31	35,6
Muito frio	0	0,0	5	5,7
Total	12	100,0	87	100,0

FONTE: Elaborada pela autora.

TABELA 116: Opinião Professores e Alunos sobre conforto térmico no verão.

Opinião	Professores		Alunos	
	n	%	n	%
Muito quente	1	8,3	19	23,2
Quente	7	58,3	40	48,8
Agradável	4	33,3	17	20,7
Frio	0	0,0	6	7,3
Muito frio	0	0,0	0	0,0
Total	12	100,0	82	100,0

FONTE: Elaborada pela autora.

TABELA 117: Sensação de conforto térmico de alunos e professores.

Opinião	Professores		Alunos	
	n	%	n	%
Vontade de se abanar	0	0,0	4	4,6
Vontade de se agasalhar	11	91,7	58	66,7
Calafrios ou tremendo	0	0,0	5	5,7
Suando muito	0	0,0	0	0,0
Suando pouco	1	8,3	20	23

FONTE: Elaborada pela autora.

Conforto térmico por turno e por bloco (Salas 3-7, Salas 8-12)**TABELA 118:** Opinião dos alunos quanto ao conforto térmico por Bloco e turno.

Período	Opinião sobre conforto térmico agora	Bloco I	Bloco II	Total
<i>Conforto térmico atual:</i>				
Manhã	Quente	1	2	3

TABELA 120: Reclamações de Professores e Alunos quanto à escola.

Reclamação	Professores		Alunos	
	n	%	n	%
Nenhuma	11	91,7	50	58,1
Indisciplina	0	0,0	25	29,1
Bebedouros não funcionam	0	0,0	3	3,5
Falta de segurança	1	8,3	2	2,3
Merenda	0	0,0	4	4,7
Outros	0	0,0	2	2,3
Total	12	100,0	86	100,0

FONTE: Elaborada pela autora.

7) Opinião sobre a relação ambiente x comportamento

TABELA 121: Opinião dos professores sobre alterações no desempenho dos alunos.

Opinião	Por causa do calor		Por causa do frio	
	n	%	n	%
Não	10	83,3	11	91,7
Sim	2	16,7	1	8,3
Total	12	100,0	12	100,0

FONTE: Elaborada pela autora.

———— SEMANA TEMP. MÁX - 26/02 A 04/03 - - - - - SEMANA TÍPICA SECA - 27/05 A 02/06
—x— SEMANA TEMP. MIN - 20/08 A 26/08 —●— SEMANA TÍPICA ÚMIDA - 29/11 A 05/12

11
12
13

14
15
16



TEMPERATURAS MÉDIAS DIÁRIAS DO AR E RADIANTE - SALA 03

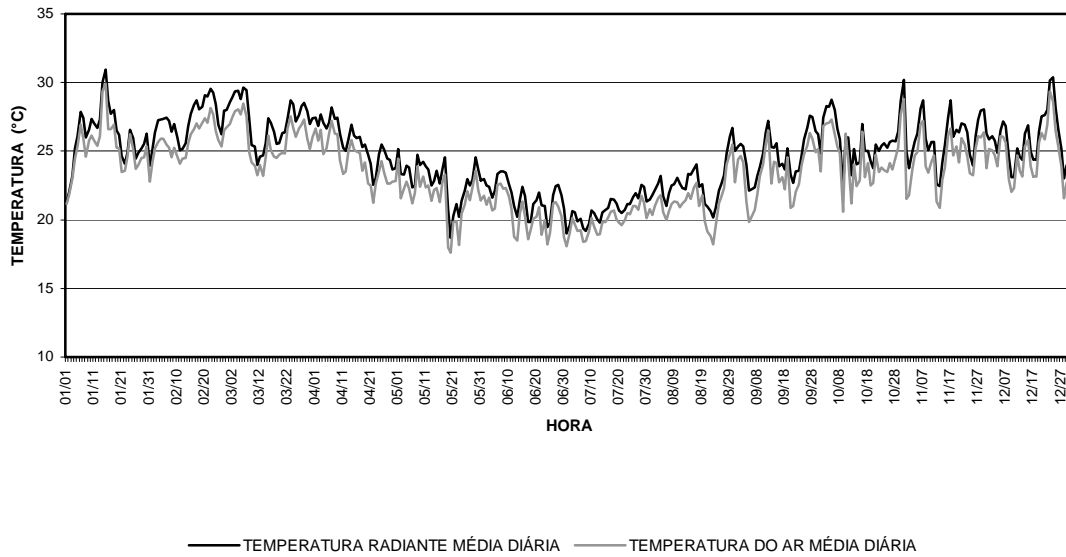


GRÁFICO 39: Gráfico das temperaturas médias diárias do ar e radiante para a sala 03 do bloco 02 para o ano meteorológico típico, gerado a partir da base de dados TMY (*Typical Meteorological Year*) para o município de Belo Horizonte.

FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel® com dados gerados pelo *Energyplus*®.

UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIAS DIÁRIAS - SALA 03

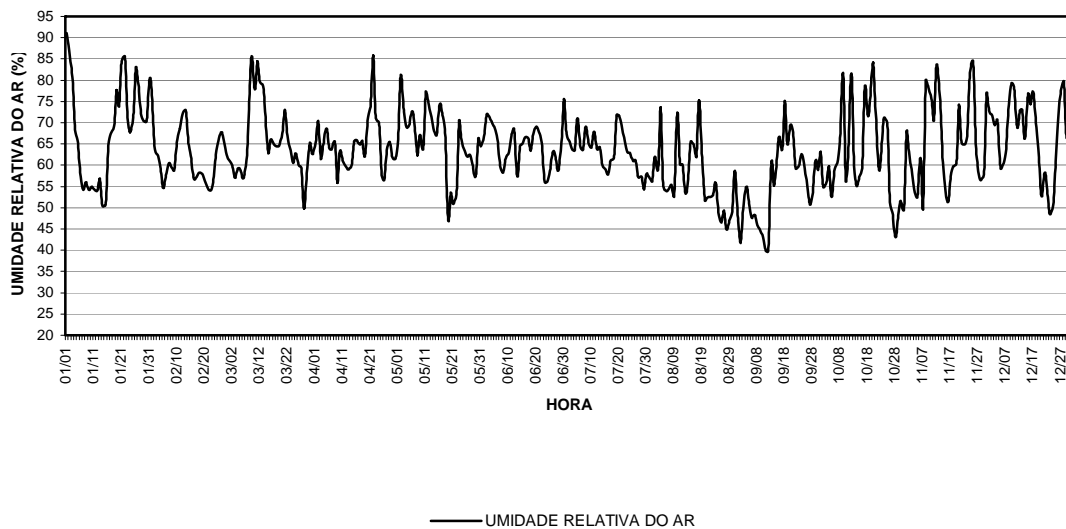
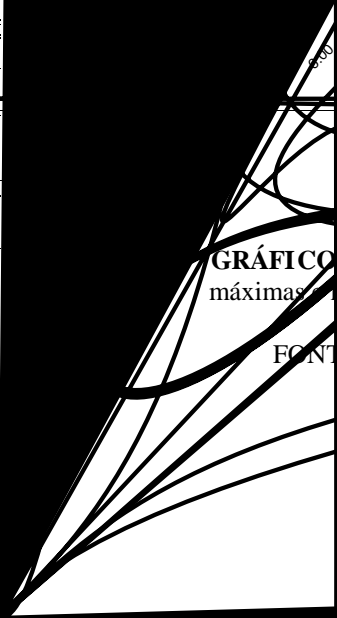


GRÁFICO 40: Gráfico das médias diárias da umidade relativa do ar para a sala 03 do bloco 02 para o ano meteorológico típico, gerado a partir da base de dados TMY (*Typical Meteorological Year*) para o município de Belo Horizonte.

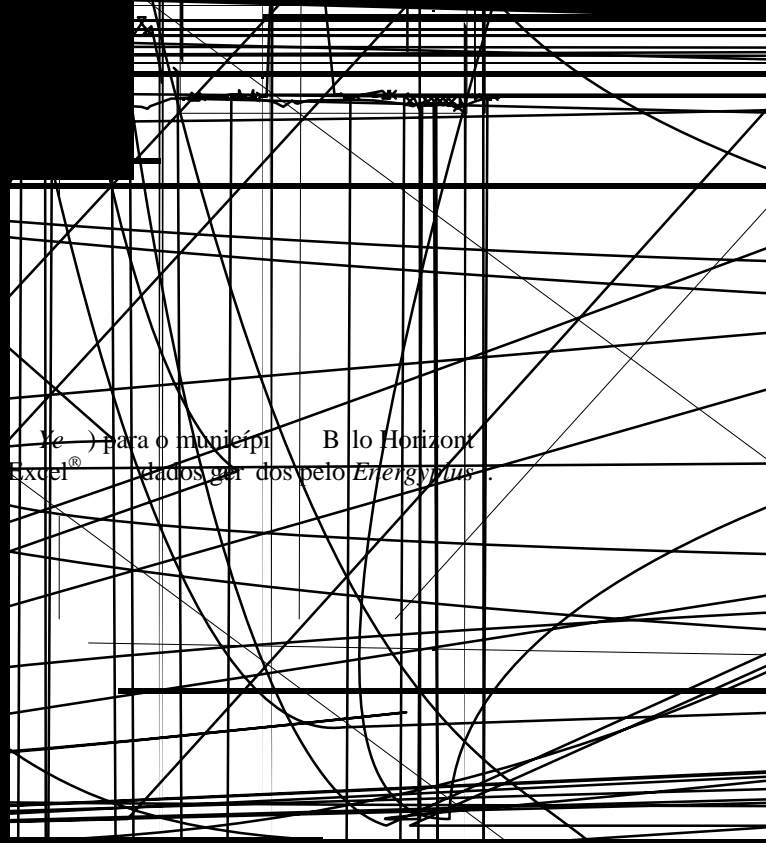
FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel® com dados gerados pelo *Energyplus*®.



— SEMANA TEMP. MÁX - 26/02 A 04/0 - -3 - - - SEMANA TÍPICA SECA - 27/05 A 02/06
— ■ SEMANA TEMP. MIN - 20/08 A 26/08 — ● SEMANA TÍPICA ÚMIDA - 29/11 A 05/12

GRÁFICO
máximas

FONT



Ye) para o município B lo Horizont
Excel® dados gerados pelo *EnergyPlus*.

TEMPERATURAS MÉDIAS DIÁRIAS DO AR E RADIANTE - SALA 07

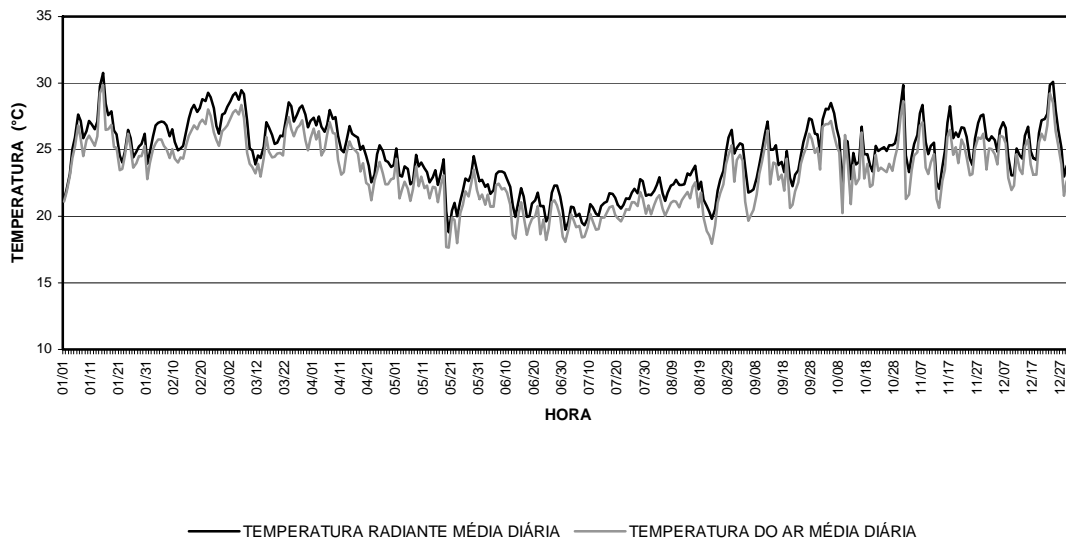


GRÁFICO 45: Gráfico das temperaturas médias diárias do ar e radiante para a sala 07 do bloco 02 para o ano meteorológico típico, gerado a partir da base de dados TMY (*Typical Meteorological Year*) para o município de Belo Horizonte.

FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel® com dados gerados pelo *Energyplus*®.

UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIAS DIÁRIAS - SALA 07

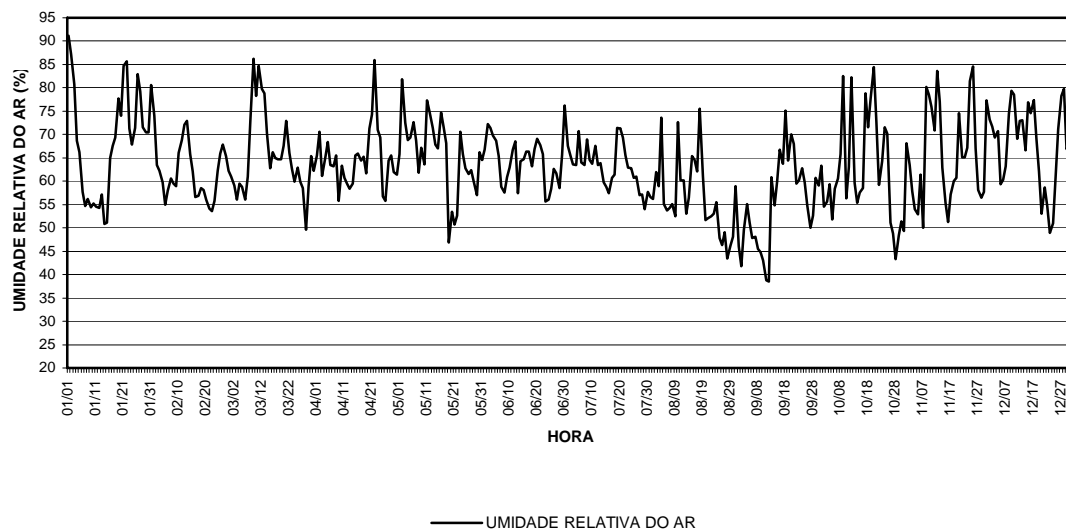
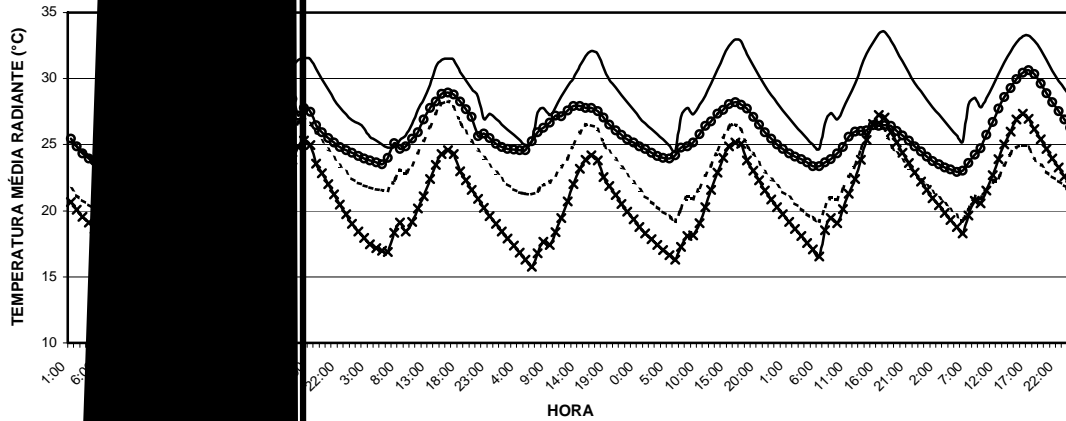


GRÁFICO 46: Gráfico das médias diárias da umidade relativa do ar para a sala 07 do bloco 02 para o ano meteorológico típico, gerado a partir da base de dados TMY (*Typical Meteorological Year*) para o município de Belo Horizonte.

FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel® com dados gerados pelo *Energyplus*®.



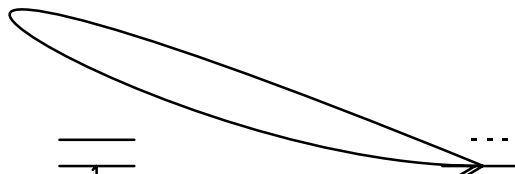
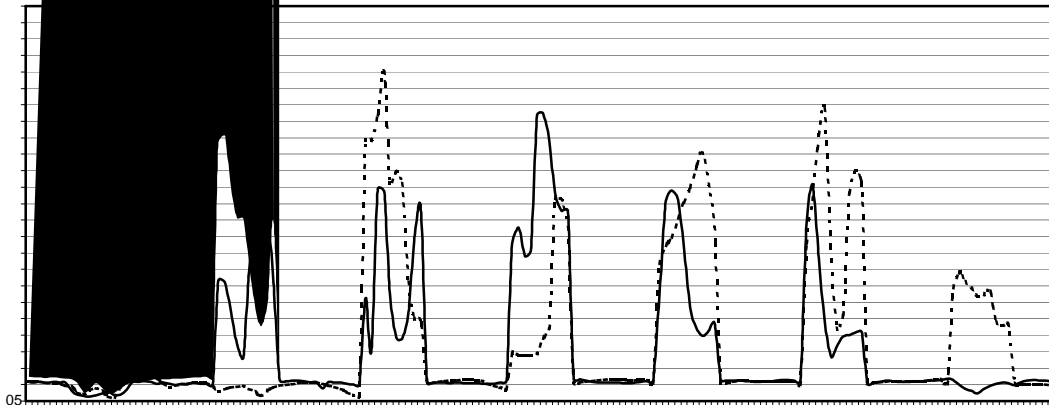
TEMPERATURA MÉDIA RADIANTE - SALA 08



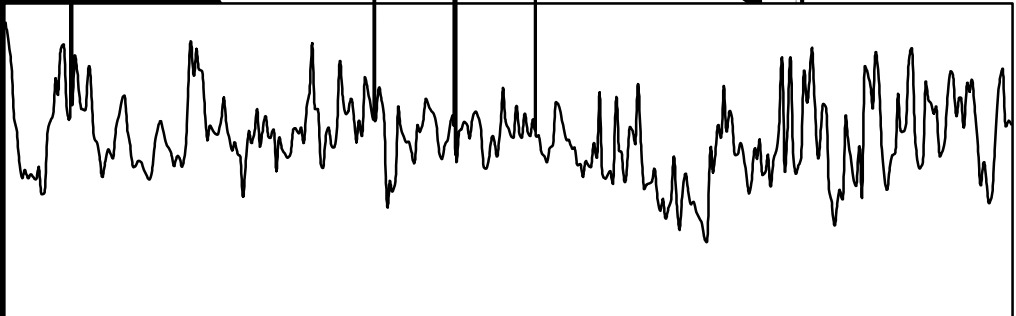
SEMANA TEMP. MÁX - 26/02 A 04/03 - - - - SEMANA TÍPICA SECA - 27/05 A 02/06
SEMANA TEMP. MIN - 20/08 A 26/08 - - - - SEMANA TÍPICA ÚMIDA - 29/11 A 05/12

GRÁFICO Temperatura média radiante para a sala 08 do bloco 01 para as semanas de temperaturas máximas e mínimas, e para as semanas típicas do período seco e do período úmido, gerado a partir do software Energyplus® para o município de Belo Horizonte. FONTE: Elaborado pelo autor a partir do software Excel® com dados gerados pelo Energyplus®.

- L



FO El pela a tora a part r *ological Year*) para o município de Belo Horizonte. *software Excel* com dados gerados pelo Ener



06/10 06/20 06/30 07/10 07/20 07/30 08/09 08/19 08/29 09/08 09/18 09/28 12/07 12/17 12/27

HORA

— UMIDADE RELATIVA DO AR

...va do ar para a sala... 01 para o
 ...Y (Typical Meteor... ar) para o
 ...e.
 ...dados gerado... plus®.

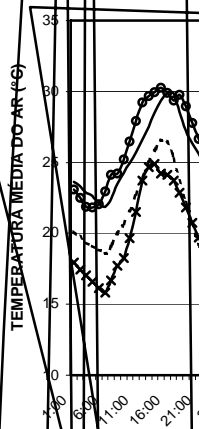
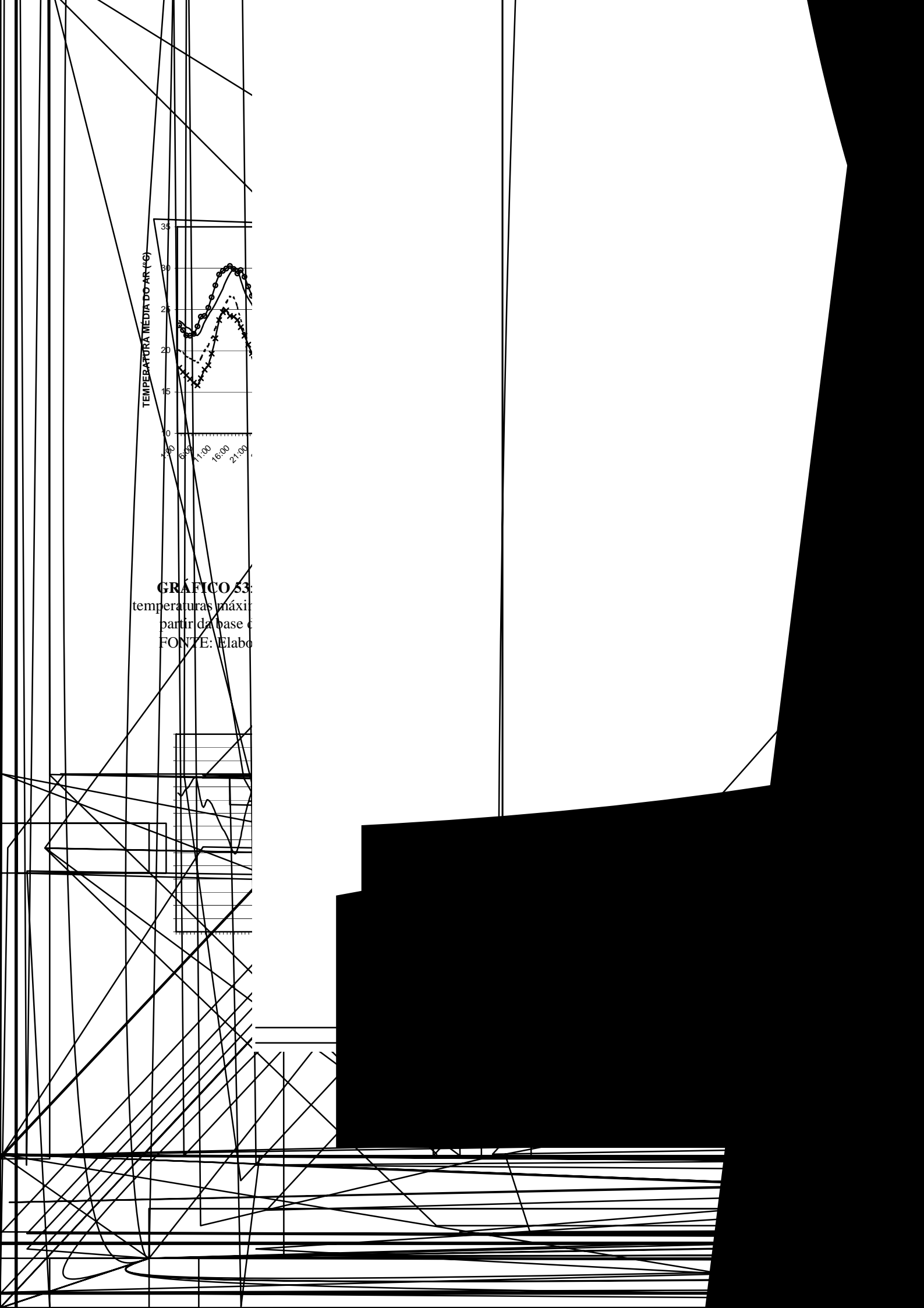


GRÁFICO 53:
 temperaturas máximas
 partir da base c
 FONTE: Elabo

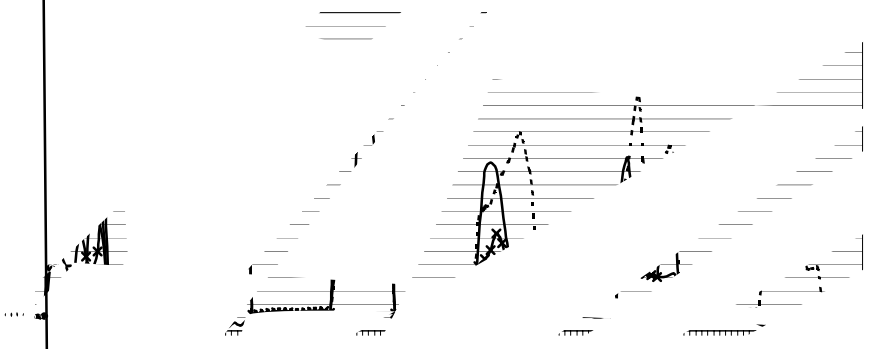




2

10

dados



100

100



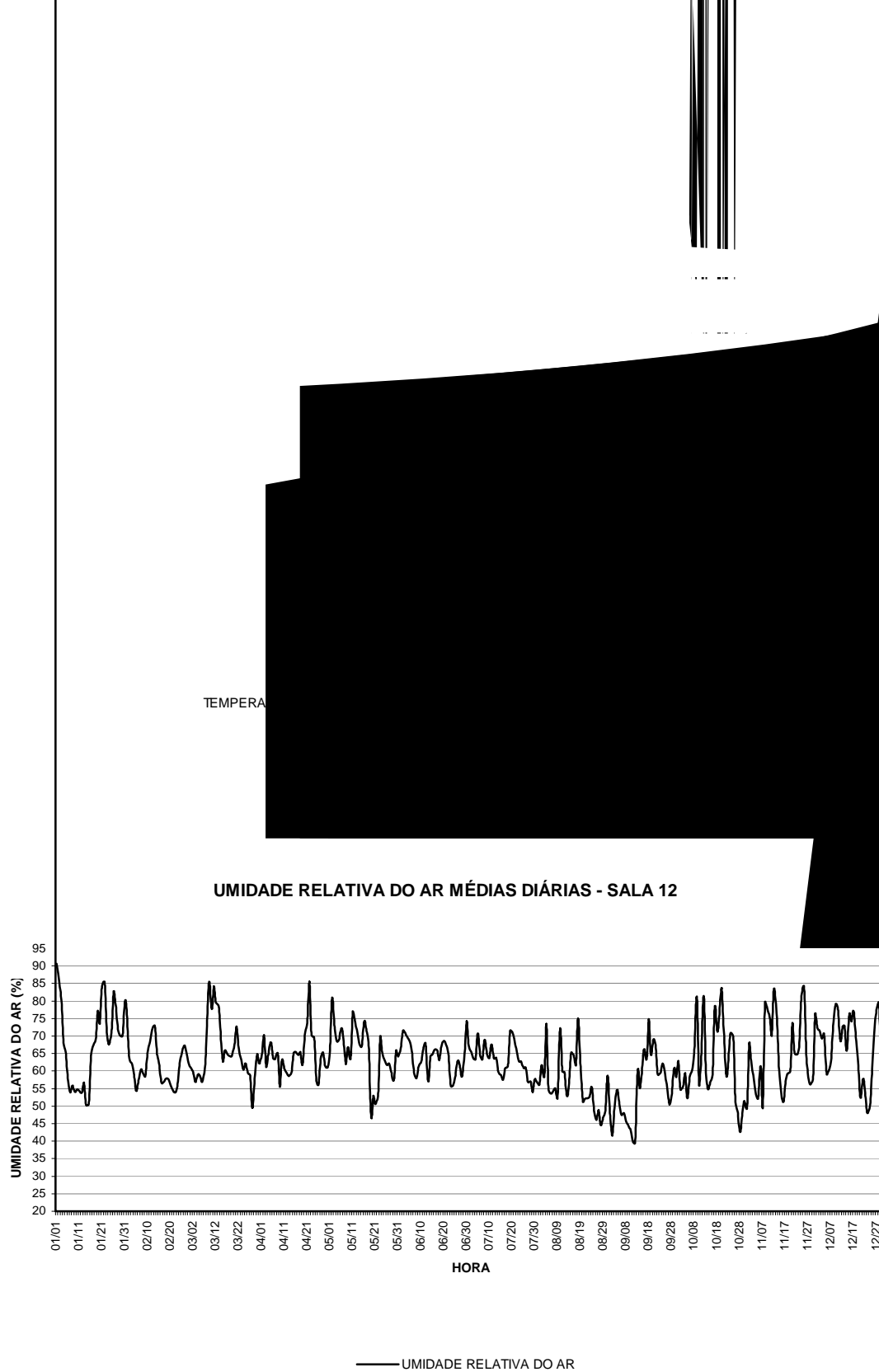


GRÁFICO 58: Gráfico das médias diárias da umidade relativa do ar para a sala 12 do bloco 01 para o ano meteorológico típico, gerado a partir da base de dados TMY (*Typical Meteorological Year*) para o município de Belo Horizonte.

FONTE: Elaborado pela autora a partir do *software* Excel® com dados gerados pelo *Energyplus*®.

APÊNDICE F Formulários levados a campo nas medições de Iluminâncias

A. Pesquisador: Fernanda e Sílvia **B. Sala:** 03 **C. Data:** 11/07/06 **D. Hora:** 10:24

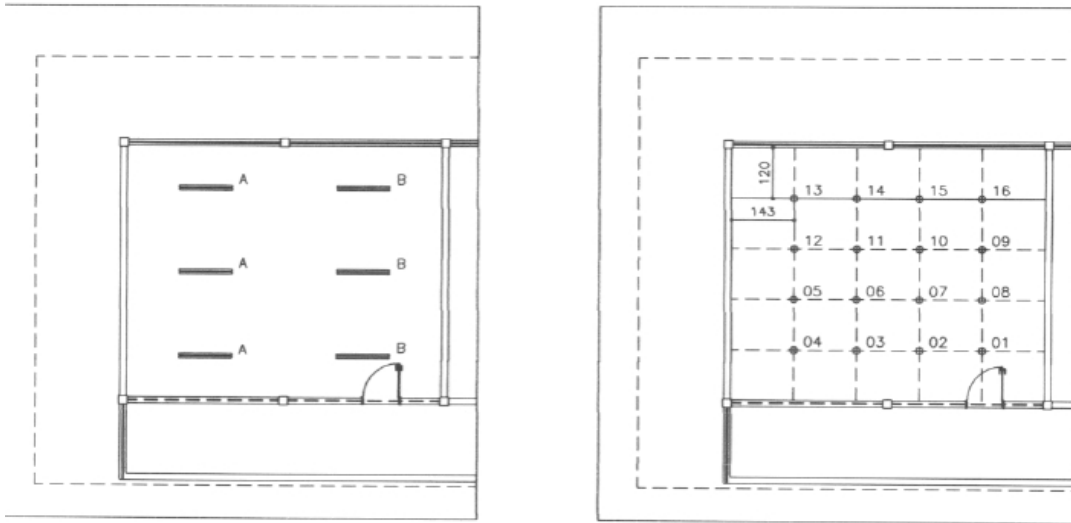


FIGURA 34: Planta Luminotécnica da sala 03 e localização dos pontos de medição.
 FONTE: Elaborada pela autora.

E. Variáveis ambientais medidas:

TABELA 122: Iluminâncias medidas para a sala 03 pela manhã

Ponto	Interna Acesa	Interna Apagada	Externa Acesa	Externa Apagada
01	360	290	3370	3460
02	280	205	3370	3460
03	350	195	3370	3460
04	325	153	3380	3460
05	340	214	3380	3470
06	380	263	3380	3470
07	400	304	3380	3470
08	365	230	3370	3460
09	570	320	3370	3470
10	605	340	3370	3470
11	575	295	3370	3460
12	540	290	3370	3460
13	1200	935	3360	3460
14	450	755	3350	3460
15	830	840	3350	3460
16	820	824	3350	3460
Média	536,88	403,31	3368,13	3463,13

FONTE: Elaborada pela autora.

F. Observações do pesquisador:

Condição de céu: claro

Ocupação durante a medição: duas pessoas

Existem obstruções das aberturas(descrever): cortinas, mas no momento da medição elas foram recolhidas nos cantos das janelas

Impressão visual (muita luz perto da janela, pouca luz na fachada oposta, etc.): Maior claridade nas proximidades das aberturas (janelas e porta), área de sombra no fundo da sala, vidros das janelas muito sujos chegando a prejudicar as condições de iluminação natural, falta de uniformidade na distribuição da luz.

A. Pesquisador: Fernanda e Sílvia B. Sala: 03 C. Data: 06/07/06 D. Hora: 15:30

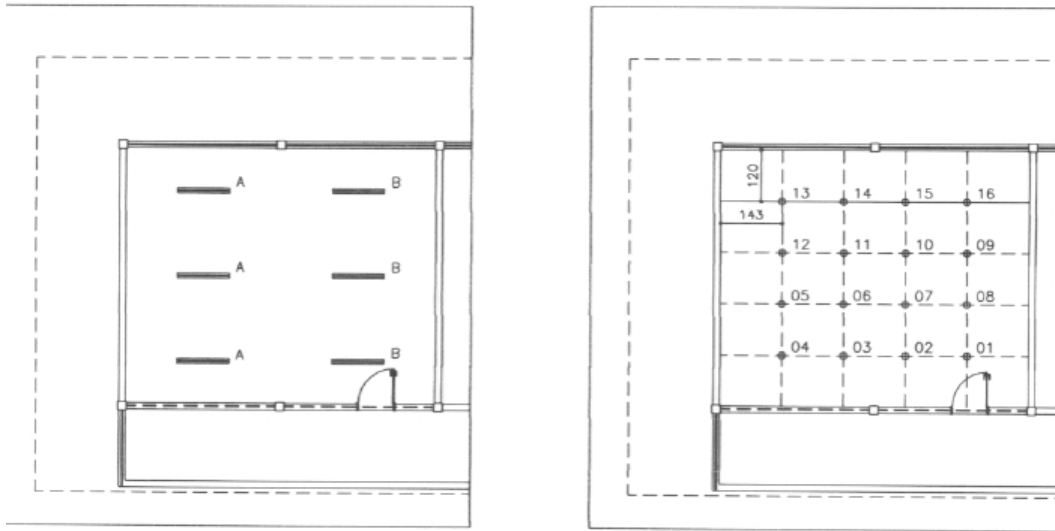


FIGURA 34: Planta Luminotécnica da sala 03 e localização dos pontos de medição.

FONTE: Elaborada pela autora.

E. Variáveis ambientais medidas:

TABELA 123: Iluminâncias medidas para a sala 03 pela tarde

Ponto	Interna Acesa	Interna Apagada	Externa Acesa	Externa Apagada
01	236	138	1400	1350
02	163	100	1400	1350
03	168	142	1390	1340
04	232	122	1390	1340
05	241	217	1390	1340
06	244	231	1390	1340
07	292	229	1390	1340
08	297	140	1380	1330
09	462	189	1380	1330
10	297	180	1380	1330
11	452	190	1380	1330
12	360	270	1380	1330
13	532	567	1380	1320
14	484	365	1370	1320
15	579	399	1370	1320
16	423	577	1370	1320
Média	341,38	253,50	1383,75	1333,13

FONTE: Elaborada pela autora.

F. Observações do pesquisador:

Condição de céu: encoberto

Ocupação durante a medição: duas pessoas

Existem obstruções das aberturas(descrever): cortinas, mas no momento da medição elas foram recolhidas nos cantos das janelas

Impressão visual (muita luz perto da janela, pouca luz na fachada oposta, etc.): Além das observações anteriores, verificou-se que com o céu encoberto as condições de iluminação natural, que já não eram boas, ficaram ainda piores.

A. Pesquisador: Fernanda e Sílvia **B. Sala:** 12 **C. Data:** 11/07/06 **D. Hora:** 10:45

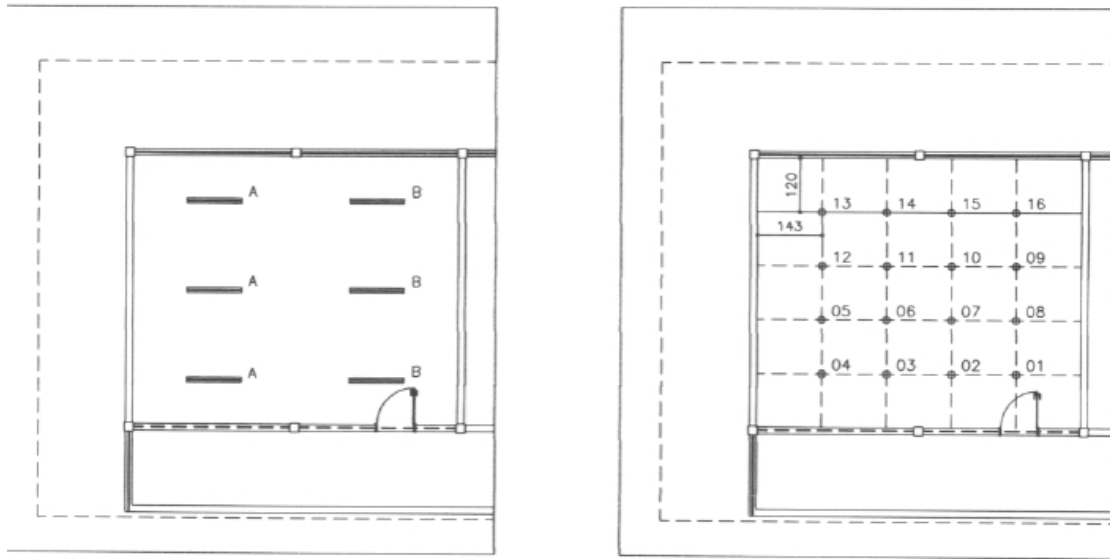


FIGURA 35: Planta Luminotécnica da sala 03 e localização dos pontos de medição.
FONTE: Elaborada pela autora.

E. Variáveis ambientais medidas:

TABELA 124: Iluminâncias medidas para a sala 12 pela manhã

Ponto	Interna Acesa	Interna Apagada	Externa Acesa	Externa Apagada
01	112	74	1550	1520
02	107	63	1530	1510
03	125	87	1520	1510
04	126	75	1530	1520
05	248	98	1520	1510
06	185	136	1530	1510
07	188	105	1530	1510
08	182	95	1530	1510
09	330	177	1530	1510
10	385	182	1520	1510
11	350	175	1530	1510
12	330	140	1530	1500
13	450	430	1540	1510
14	506	470	1540	1510
15	445	410	1530	1510
16	430	302	1530	1500
Média	281,19	188,69	1530,63	1510

FONTE: Elaborada pela autora.

F. Observações do pesquisador:

Condição de céu: claro

Ocupação durante a medição: seis pessoas

Existem obstruções das aberturas(descrever): Não

Impressão visual (muita luz perto da janela, pouca luz na fachada oposta, etc.): Maior clareza nas proximidades das aberturas (janelas e porta), área de sombra no fundo da sala, vidros das janelas muito sujos chegando a prejudicar as condições de iluminação natural, falta de uniformidade na distribuição da luz. Comparando com a sala 03, esta sala apresenta desempenho inferior no quesito iluminação natural.

A. Pesquisador: Fernanda e Sílvia B. Sala: 12 C. Data: 06/07/06 D. Ho

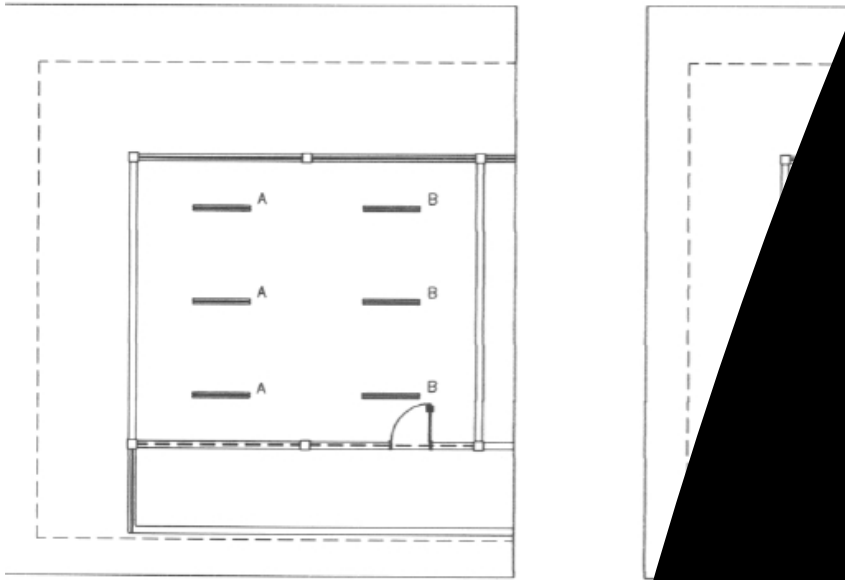


FIGURA 35: Planta Luminotécnica da sala 03

FONTE: Elaborada

E. Variáveis ambientais medidas:

TABELA 125: Iluminâncias me

Ponto	Interna Acesa	Interna A
01	250	
02	170	
03	270	
04	268	
05	323	
06	345	
07	210	
08	200	
09	208	
10	270	
11	269	
12	313	
13	304	
14	460	
15	294	
16	460	
M1		

A. Pesquisador: Fernanda e Sílvia B. Sala: 08 C. Data: __/__/__ D. Hora: __:__

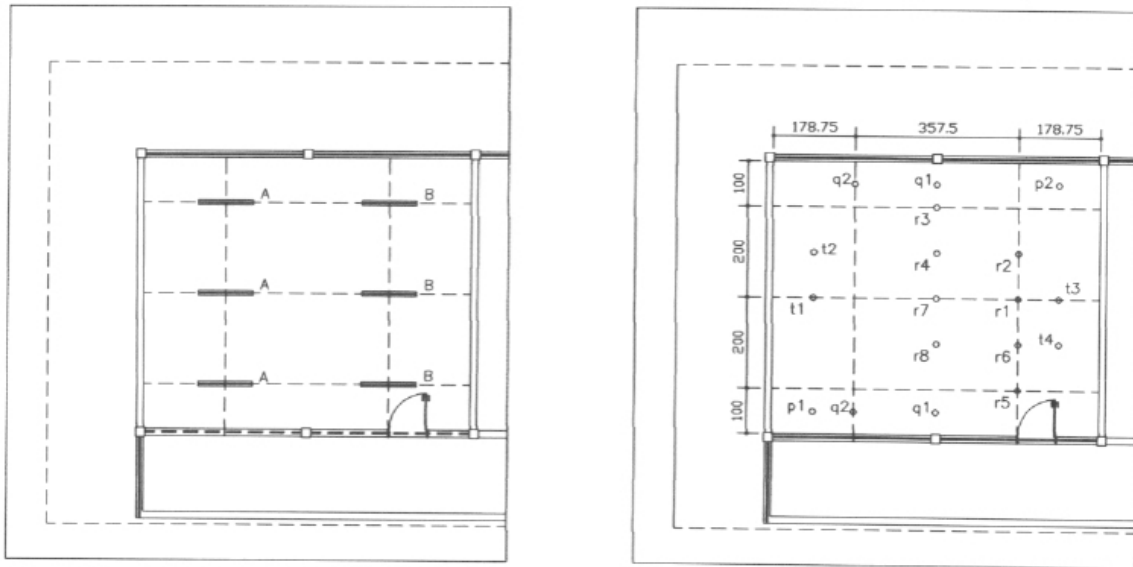


FIGURA 36: Planta Luminotécnica da sala 03 e localização dos pontos de medição.
 FONTE: Elaborada pela autora.

E. Variáveis ambientais medidas:

TABELA 126: Iluminâncias medidas para a sala 08 no período da noite

Ponto	Ponto	Ponto	Ponto
R1 – 336	Q1 – 80	T1 – 133	P1 – 140
R2 – 305	Q2 – 220	T2 – 140	P2 – 160
R3 – 140	Q3 – 115	T3 – 160	
R4 – 160	Q4 – 225	T4 – 135	
R5 – 350			
R6 – 333			
R7 – 173			
R8 – 160			
Média = 244,63	Média = 160	Média = 142	Média = 150

FONTE: Elaborada pela autora.

F. Observações do pesquisador:

Iluminância Média = $R(N-1) (M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P/NM = 183,54 \text{ lux}$

Onde:

N = número de luminárias por fila

M = número de filas

Impressão visual: (muita luz perto da janela, pouca luz na fachada oposta, etc.) _____

Fotos

APÊNDICE G Outras imagens das simulações de iluminação

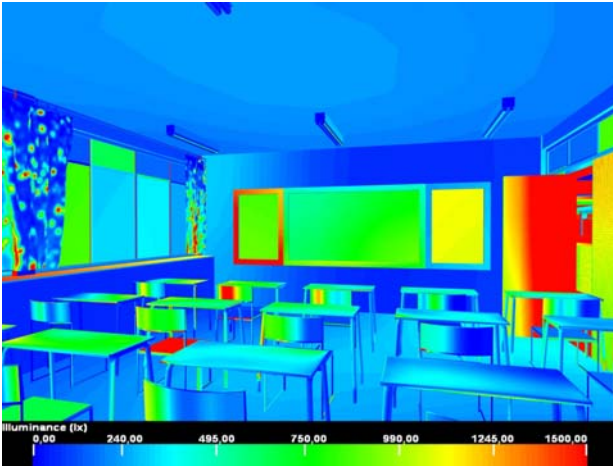


GRÁFICO 59: Iluminância em perspectiva da sala 03 pela manhã gerado a partir do modelo – céu claro.
FONTE: Elaborado pela autora.

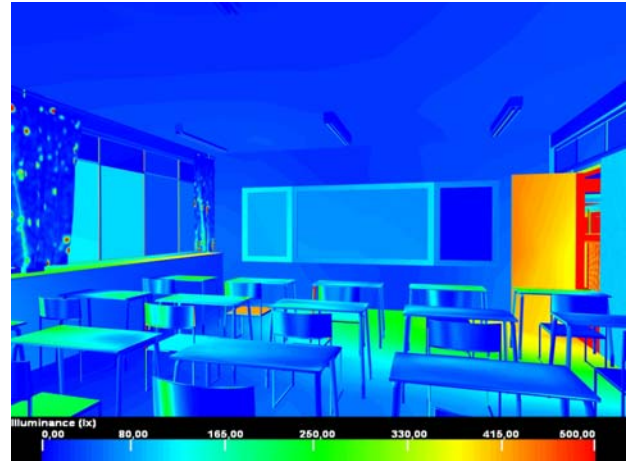


GRÁFICO 60: Iluminância em perspectiva da sala 03 pela tarde gerado a partir do modelo – céu encoberto.
FONTE: Elaborado pela autora.



FIGURA 37: Imagem renderizada da sala 03 pela manhã gerada a partir do modelo – céu claro.
FONTE: Elaborado pela autora.



FIGURA 38: Imagem renderizada da sala 03 pela tarde gerada a partir do modelo – céu encoberto.
FONTE: Elaborado pela autora.

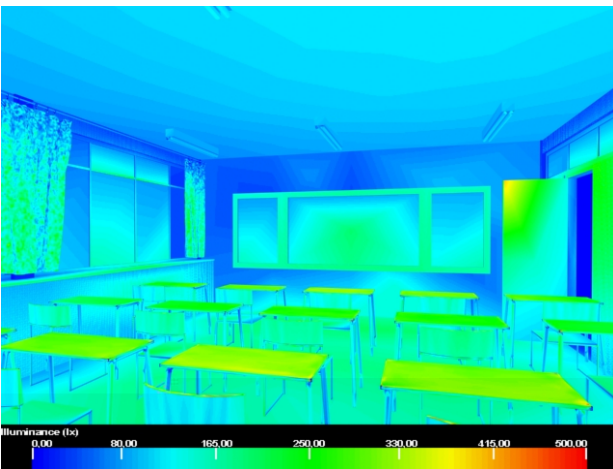


GRÁFICO 61: Iluminância em perspectiva da sala 03 no período da noite gerado a partir do modelo.
FONTE: Elaborado pela autora.



FIGURA 39: Imagem renderizada da sala 03 no período da noite gerada a partir do modelo.
FONTE: Elaborado pela autora.



GRÁFICO 62: Iluminância em perspectiva da sala 12 pela manhã gerado a partir do modelo – céu claro.
 FONTE: Elaborado pela autora.

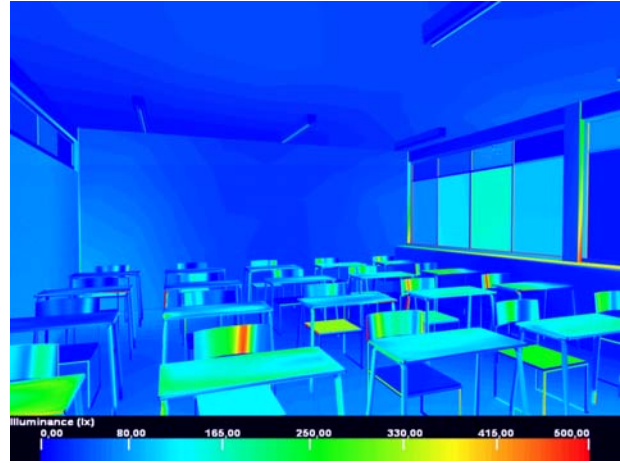


GRÁFICO 63: Iluminância em perspectiva da sala 12 pela tarde gerado a partir do modelo – céu encoberto.
 FONTE: Elaborado pela autora.



FIGURA 40: Imagem renderizada da sala 12 pela manhã gerada a partir do modelo – céu claro.
 FONTE: Elaborado pela autora.



FIGURA 41: Imagem renderizada da sala 12 pela tarde gerada a partir do modelo – céu encoberto.
 FONTE: Elaborado pela autora.

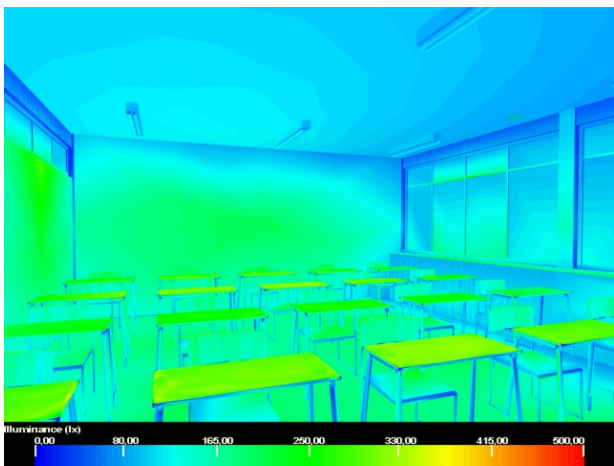


GRÁFICO 64: Iluminância em perspectiva da sala 12 no período da noite gerado a partir do modelo.
 FONTE: Elaborado pela autora.



FIGURA 42: Imagem renderizada da sala 12 no período da noite gerada a partir do modelo.
 FONTE: Elaborado pela autora.

ANEXOS

ANEXO A Tabelas de seleção de amostra em APO

TABELA 127: VARIÁVEL NORMAL PADRONIZADA

VARIÁVEL NORMAL PADRONIZADA DA DISTRIBUIÇÃO NORMAL										
VALORES CRÍTICOS DE X TAIS QUE $P(x/ > z\alpha/2) = \alpha$										
α	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
0		2,575829	2,326348	2,170090	2,053749	1,959964	1,88794	1,811911	1,750686	1,695398
1	1,644854	1,598193	1,514102	1,514102	1,475791	1,439531	1,405072	1,372204	1,340755	1,310579
2	1,281552	1,253656	1,226528	1,200359	1,174987	1,150349	1,176391	1,103063	1,080319	1,058122
3	1,036433	1,015222	0,994458	0,974114	0,954165	0,934589	0,915365	0,896473	0,877896	0,859617
4	0,841621	0,823894	0,806421	0,789192	0,772193	0,755415	0,738847	0,722429	0,706303	0,690309
5	0,674490	0,658838	0,643345	0,628006	0,612813	0,597760	0,582842	0,568051	0,553385	0,538836
6	0,524441	0,510073	0,495850	0,481727	0,467699	0,453762	0,439913	0,426148	0,412463	0,398855
7	0,385320	0,371856	0,358495	0,345126	0,331853	0,318639	0,305481	0,292375	0,279319	0,266311
8	0,253347	0,240426	0,227545	1,214702	0,201893	0,189118	0,176374	0,163658	0,150969	0,138304
9	0,125661	0,113039	0,100434	0,087845	0,075270	0,062707	0,050154	0,037608	0,025069	0,012533
α	,002	,001	,000.1	,000.01	,000.001		,000.000.1		,000.000.01	,000.000.001
z	3,090323	3,29053	3,89059	4,41717	4,89164		5,32672		5,73073	6,10941

FONTE: MOREIRA, 1984.

Nota: O corpo da tabela indica os valores de z.

TABELA 128: NÍVEIS USUAIS DE CONFIANÇA E VALORES DE $z\alpha/2$ CORRESPONDENTES

Limites de confiança (%)	99,75	99,00	98,00	95,45*	95,00*	90,00	80,00	68,27
				(95,5)				
$z\alpha/2$	3,00	2,28	2,33	2,00*	1,96	1,64	1,28	1,00

FONTE: MOREIRA, 1984.

* Valores freqüentemente adotados em pesquisa sobre ambiente e comportamento e APO.

TABELA 129: TABELA DE AMOSTRAS CAUSAIS SIMPLES PARA NÍVEL DE CONFIANÇA DE 95,5%

Hipótese p = 50% (continua na próxima página)

POPULAÇÃO		MARGEM DE ERRO (e) - %					
DE	A	1	2	3	4	5	10
	100	----	----	----	----	80	50
101	150	----	----	----	----	19	60
151	200	----	----	----	----	133	67
201	250	----	----	----	----	154	72
251	300	----	----	----	203	172	75
301	350	----	----	----	225	187	78
351	400	----	----	----	244	200	80
401	450	----	----	320	261	212	82
451	500	----	----	315	279	222	83
500	550	----	----	368	295	232	85
551	600	----	484	390	300	240	86

FONTE: MOREIRA, 1984.

TABELA 129: TABELA DE AMOSTRAS CAUSAIS SIMPLES PARA NÍVEL DE CONFIANÇA DE 95,5%
Hipótese p = 50% (continuação)

POPULAÇÃO		MARGEM DE ERRO (e) - %					
DE	A	1	2	3	4	5	10
601	650	---x---	516	410	319	245	87
651	700	---x---	547	430	330	255	88
701	750	---x---	577	448	341	261	88
751	800	---x---	606	465	351	267	89
801	850	---x---	635	482	360	272	89
851	900	---x---	662	497	369	277	90
901	950	---x---	688	512	377	282	90
951	1.000	---x---	714	527	385	286	01
1.001	1.100	---x---	784	553	399	295	92
1.101	1.200	---x---	811	577	411	300	92
1.201	1.300	---x---	855	599	422	306	93
1.301	1.400	---x---	898	620	432	311	93
1.401	1.500	1.304	938	639	441	316	94
1.501	1.600	1.379	976	656	450	320	94
1.601	1.700	1.453	1.012	672	457	324	94
1.701	1.800	1.526	1.047	687	461	327	95
1.801	1.900	1.597	1.080	701	470	332	95
1.901	2.000	1.667	1.111	714	476	333	95
2.001	2.500	2.000	1.250	769	500	345	96
2.501	3.000	2.300	1.364	811	517	353	97
3.001	3.500	2.593	1.458	843	530	359	97
3.501	4.000	2.857	1.538	870	541	364	98
4.001	4.500	3.101	1.607	891	549	367	98
4.501	5.000	3.334	1.667	909	556	370	98
5.001	6.000	3.750	1.765	938	565	375	98
6.001	7.000	4.118	1.842	949	571	378	99
7.001	8.000	4.445	1.905	976	580	381	99
8.001	9.000	4.737	1.957	980	584	383	99
9.001	10.000	5.000	2.000	1.000	586	383	99
11.000	15.000	6.000	2.143	1.034	600	390	99
16.000	20.000	6.667	2.222	1.053	606	392	100
21.000	25.000	7.143	2.273	1.064	610	394	100
26.000	50.000	8.333	2.381	1.087	617	397	100.

FONTE: MOREIRA, 1984.

$$e = \sqrt{1/n}, \text{ onde } e = \text{margem de erro e } n = \text{tamanho da amostra.}$$

ANEXO B Projeto de uma das tipologias proposta para o NEEC

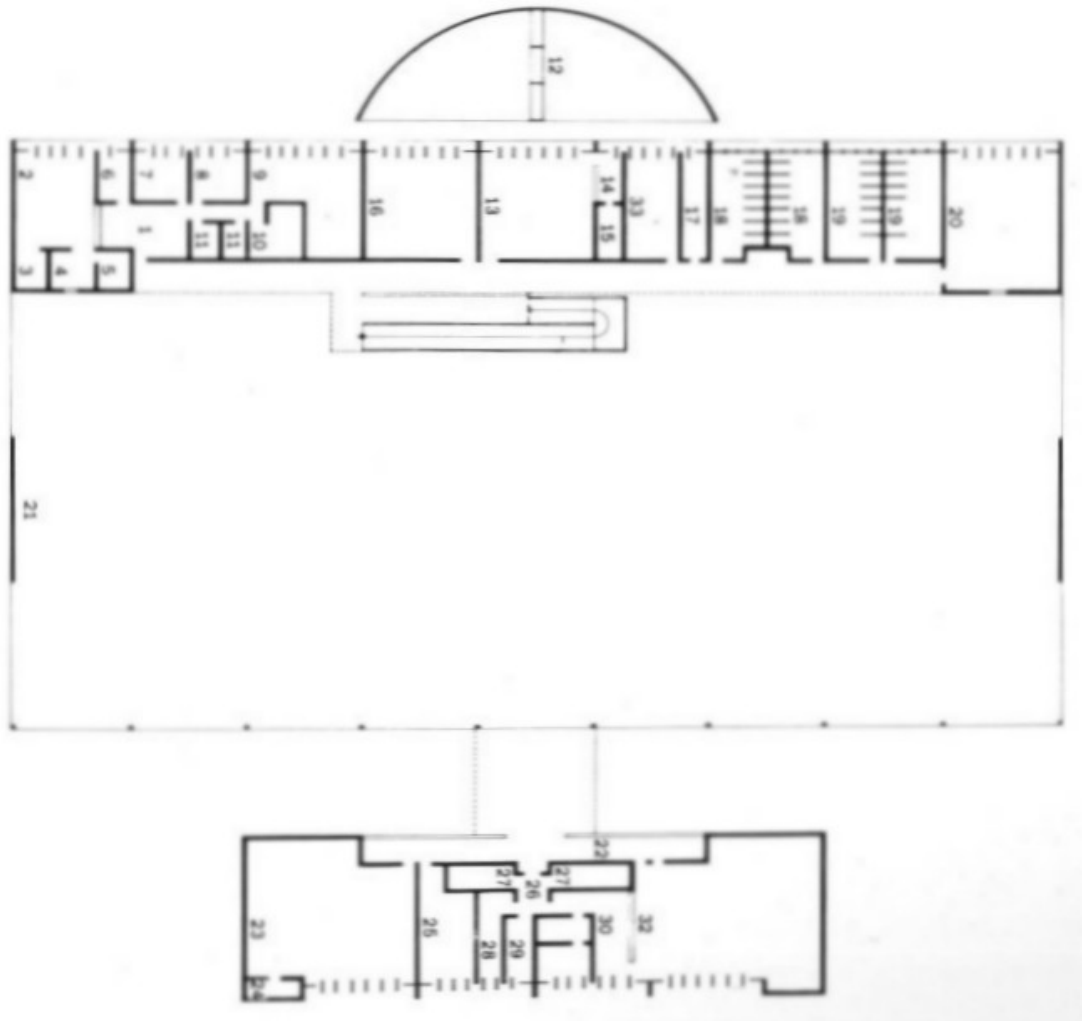


FIGURA 43: Planta do Pavimento Térreo do Padrão NEEC III: 1- administração; 2- secretaria, 3- arquivo, 4- mecanografia, 5- almoxarifado, 6- tesoureiro, 7- diretoria, 8- supervisora, 9- sl professores, 10- atendimento, 11- I.S., 12- jardim, 13- laboratório, 14- sl preparo, 15- estoque, 16- sl recursos especializados, 17- dep. esportes, 18- vestiários, 19- I.S., 20- sl recursos gerais, 21- varandão, 22- circulação, 23- biblioteca, 24- depósito, 25- enfermaria, 26- circulação, 27- I.S., 28- zeladoria, 29- área de serviço, 30- despensa, 31- refeitório, 32- depósito cadeiras.

FONTE: MINAS GERAIS, 1988.

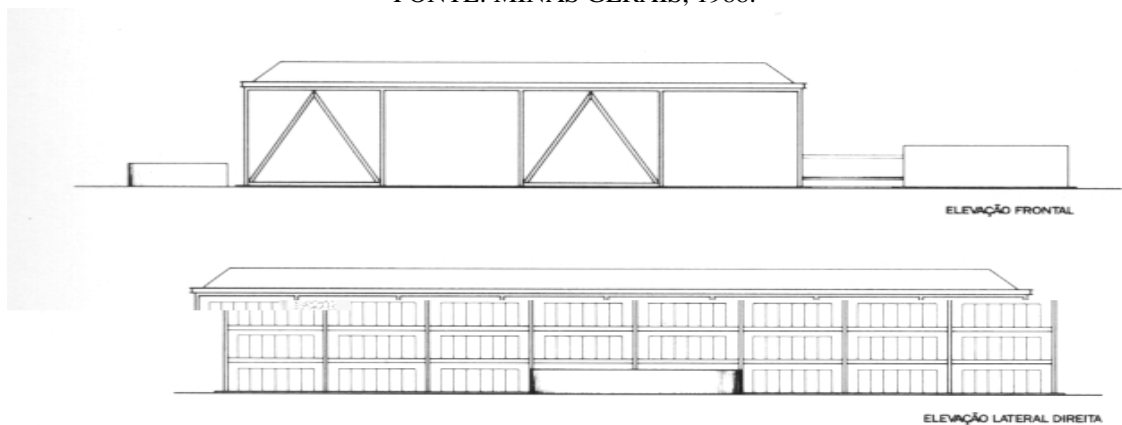


FIGURA 44: Elevação Frontal e Elevação lateral direita.

FONTE: MINAS GERAIS, 1988.

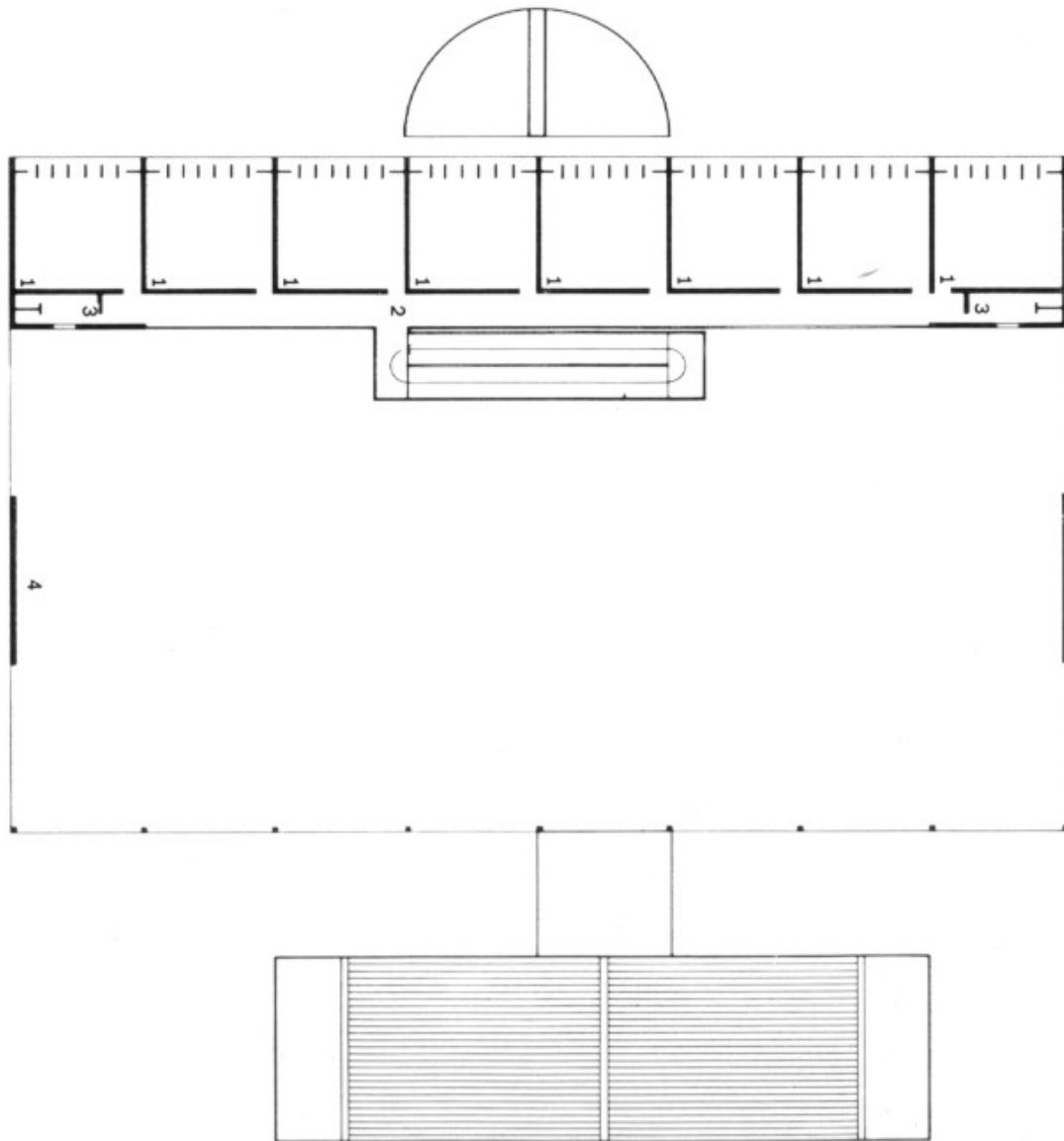


FIGURA 45: Planta do Pavimento Tipo do Padrão NEEC III: 1- salas de aula; 2- circulação, 3- instalação sanitária para portadores de deficiência, 4- vazio.
 FONTE: MINAS GERAIS, 1988.

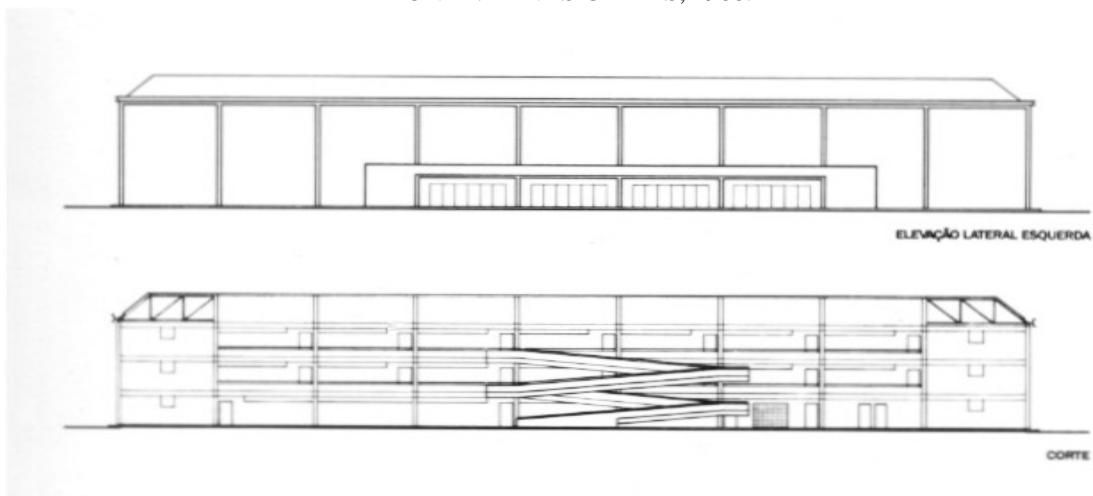


FIGURA 46: Elevação lateral esquerda e corte.
 FONTE: MINAS GERAIS, 1988.



FIGURA 47: Vista geral do edifício mostrando sistema construtivo utilizado: estrutura metálica.
 FONTE: MINAS GERAIS, 1988.



FIGURA 48: Vista interna do varandão e bloco de salas de aula.
 FONTE: MINAS GERAIS, 1988.



FIGURA 49: Perspectiva ilustrativa do exterior do edifício.
 FONTE: MINAS GERAIS, 1988.

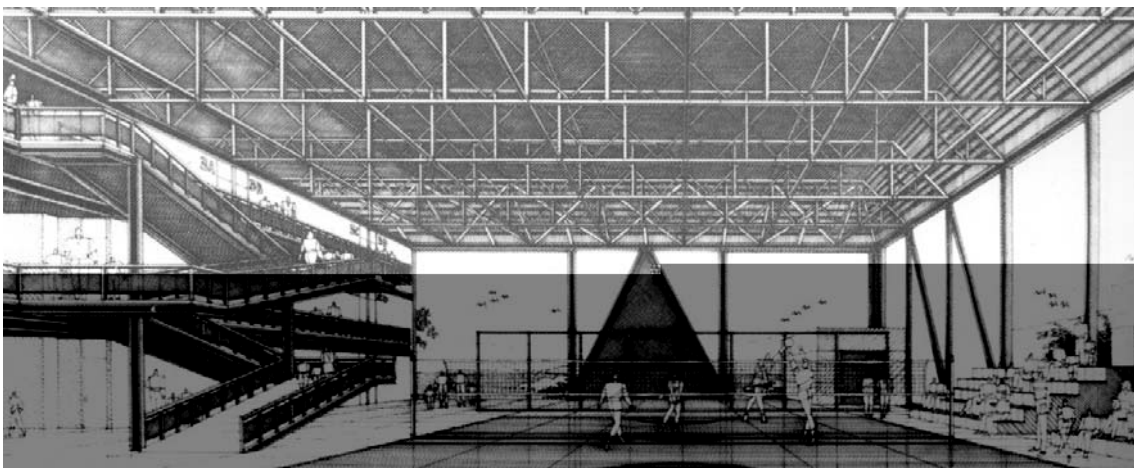


FIGURA 50: Perspectiva ilustrativa do varandão destinado à prática de esportes, recreação e vivência.
 FONTE: MINAS GERAIS, 1988.

ANEXO C Tabelas com os consumos da E.E. Pero Vaz de Caminha fornecidas pela CEMIG para os anos de 1999 à 2004.

TABELA 133: Consumo da Escola E. Pero Vaz em 2002

Mês	Consumo (kWh)	Valor (R\$)
janeiro	1.360	R\$279,54
fevereiro	760	R\$160,72
março	720	R\$158,36
abril	1.320	R\$288,82
maio	1.400	R\$331,98
junho	1.400	R\$333,98
julho	1.960	R\$457,97
agosto	1.320	R\$308,43
setembro	1.800	R\$420,58
outubro	1.840	R\$429,93
novembro	1.320	R\$315,95
dezembro	1.760	R\$421,27

FONTE: CEMIG

Observar que o consumo registrado (dada da leitura) corresponde sempre ao mês anterior.

TABELA 134: Consumo da Escola E. Pero Vaz em 2003

Mês	Consumo (kWh)	Valor (R\$)
janeiro	1.000	R\$239,36
fevereiro	440	R\$105,31
março	1.200	R\$330,15
abril	1.240	R\$309,39
maio	1.200	R\$380,42
junho	1.080	R\$351,43
julho	1.040	R\$339,34
agosto	800	R\$265,30
setembro	1.520	R\$489,29
outubro	1.280	R\$415,01
novembro	1.560	R\$504,70
dezembro	1.240	R\$414,04

FONTE: CEMIG

Observar que o consumo registrado (dada da leitura) corresponde sempre ao mês anterior.

TABELA 135: Consumo da Escola E. Pero Vaz em 2004

Mês	Consumo (kWh)	Valor (R\$)
janeiro	640	217,28
fevereiro	280	98,61
março	1000	335,01
abril	1280	417,06
maio	1200	434,11
junho	1560	565,15
julho	1240	446,50
agosto	880	332,65
setembro	1160	418,86
outubro	1880	667,57
novembro	1200	428,2
dezembro	1280	466,01

FONTE: CEMIG

Observar que o consumo registrado (dada da leitura) corresponde sempre ao mês anterior.

TABELA 136: Dados demográficos da Escola E. Pero Vaz

CATEGORIA	ANO	TOTAL
Aluno manhã	2002	408
Professor manhã	2002	018
Aluno tarde	2002	254
Professor tarde	2002	011
Aluno manhã	2003	384
Professor manhã	2003	019
Aluno tarde	2003	277
Professor tarde	2003	010
Aluno manhã	2004	381
Professor manhã	2004	019
Aluno tarde	2004	287
Professor tarde	2004	012

FONTE: Dados fornecidos pela direção da escola.

ANEXO E Vista aérea da E. E. Pero Vaz de Caminha



FIGURA 51: Vista aérea do entorno da Escola E. Pero Vaz de Caminha
FONTE: Google Earth

ANEXO F Relação das Escolas Estaduais, Federais e Municipais de Belo Horizonte

TABELA 137: CADASTRO DE ESTABELECIMENTOS DE ENSINO DAS REDES ESTADUAL, FEDERAL E MUNICIPAL DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE PARA O ANO DE 2004 (continua...)

MUNICÍPIO	REDE DE ENSINO	NOME	ENDEREÇO	Nº	BAIRRO	PRÉ ESCOLA		ENSINO FUND.		ENSINO MÉDIO		ENSINO JOVENS E ADULTOS		EDUCAÇÃO DE ESPECIAL
						1º CICLO / 1ª a 4ª SÉRIE	2º CICLO / 5ª a 8ª SÉRIE	1º CICLO / 1ª a 4ª SÉRIE	2º CICLO / 5ª a 8ª SÉRIE	PROFISSIONALIZANTE	PREPARATÓRIO PARA EXAMES	EXCLUSIVA	CLASSE	
Belo Horizonte	Estadual	CESEC MARIA VIEIRA BARBOSA	R PÉ PEDRO PINTO	775	VENDA NOVA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	CESEC POETA MURILO MENDES	AV ASSIS CHATEAUBRIAND	127	FLORESTA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	COL TIRADENTES UNID CENTRAL	PCA DUQUE DE CAXIAS	0	STA TEREZA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	COL TIRADENTES UNID GAMELEIRA	AV AMAZONAS	6454	GAMELEIRA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	COL TIRADENTES UNID MINAS CAIXA	R JULITA NUNES LIMA	271	MINASCAIXA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	COL TIRADENTES UNID N SRA VITORIA	R DOS PAMPAS	767	PRADO	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE AARAO REIS	R JAIME SALSE	330	MADRE GERTRUDES	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ADALBERTO FERRAZ	R OPERARIO SILVA	50	SAO GABRIEL	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE AFONSO PENA	AV JOAO PINHEIRO	450	CENTRO	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE AFONSO PENA MASCARENHAS	R ODETE RODRIGUES DE OLIVEIRA	180	NOVO LETICIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE AFRANIO DE MELO FRANCO	R DOS COMANCHES	678	STA MONICA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ALBERTO DELPINO	R CONDE SANTANA	38	BARREIRO DE BAIXO	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ALVARO LAUREANO PIMENTEL	R JOSE OVIDIO GUERRA	445	CARDOSO	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ALZIRA ALBUQUERQUE MOSQUEIRA	R PROF CICERO PEREIRA	69	SALGADO FILHO	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE AMELIA JOSEFINA KEESEN	R HERCULANO PENA	598	NOVA SUJICA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE AN CRECHE HELENA P DE R COSTA	R CINCO DE JULHO	115	PRIMEIRO DE MAIO	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ANA DE CARVALHO SILVEIRA	AV DOM LEME	235	SILVEIRA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ANITA BRINA BRANDAO	R IGINO BONFIOLI	5	JARAGUA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ANTENOR PESSOA	R SSENTA E OITO	154	NOVA YORK	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ANTONIO CLEMENTE	R DR BENEDITO XAVIER	1975	AARAO REIS	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ARI DA FRANCA	AV MIN OLIVEIRA SALAZAR	1057	STA MONICA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ARTUR JOVIANO	R EUCLASIO	201	STA EPIGENIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ASSIS CHATEAUBRIAND	R MARZAGANIA	289	BOA VISTA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ASSIS DAS CHAGAS	PCA DA COMUNIDADE	165	DOM CABRAL	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE AUGUSTO DE LIMA	AV CONTORNO	4947	SERRA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE BARAO DE MACAUBAS	R DAVI CAMPISTA	42	FLORESTA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE BARAO DO RIO BRANCO	AV GETULIO VARGAS	1059	FUNCIONARIOS	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE BENJAMIM GUIMARAES	R ITAPAPIPE	622	CONCORDIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE BERNARDO MONTEIRO	PCA CARLOS MARQUES	0	CALAFATE	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE BOLIVAR TINOCO MINEIRO	R DIVINO ESPIRITO SANTO	40	RIBEIRO DE ABREU	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE BRITALDO SOARES FERREIRA DINIZ	R PIRACEMA	331	SUZANA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE BUENO BRANDAO	R PARAIBA	1145	FUNCIONARIOS	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE CABANA DO PAI TOMAS	R DA CHACARA	132	CABANA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE CAIO NELSON DE SENA	R ENGENHO DE DENTRO	887	CAICARA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE CAMINHO A LUZ	R CRAVINAS	537	ESPLANADA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE CANDIDA CABRAL	R FREI LUIZ DE SOUZA	481	ALTOS PINHEIROS	n	n	n	n	n	n	n	n	n

FONTE: Secretaria de Estado de Educação

TABELA 137: CADASTRO DE ESTABELECIMENTOS DE ENSINO DAS REDES ESTADUAL, FEDERAL E MUNICIPAL DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE PARA O ANO DE 2004 (continua...)

SUPERINT. REGIONAL DE ENSINO	REDE DE ENSINO	NOME	ENDEREÇO	Nº	BAIRRO	PRÉ ESCOLA		ENSINO FUND.		ENSINO MÉDIO		ENSINO SUPERIOR		AVALIAÇÃO NO PROCESSO	PREPARATÓRIO PARA EXAMES	EXCLUSIVA	EDUCAÇÃO ESPECIAL	CLASSE
						EDUCAÇÃO INFANTIL	1º CICLO / 1ª A 4ª SÉRIE	2º CICLO / 5ª A 8ª SÉRIE	ENSINO GERAL	PROFISSIONALIZANTE	EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS							
Belo Horizonte	Estadual	EE CANDIDO PORTINARI	R CAMPINA VERDE	0	SALGADO FILHO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE CARLOS CAMPOS	R JORN OSVALDINA NOBRE	100	EYMARD	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE CARLOS DRUMMOND DE ANDRADE	R PROFA GABRIELA VARELA	360	FLORAMAR	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE CARLOS GOES	R ERNESTO AUSTIN	420	BOA VISTA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE CARMO GIFFONI	R COLAR	85	JATOBA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE CARVALHO BRITO	R SEBASTIAO AFONSO DA SILVA	13	BOM RETIRO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE CECILIA MEIRELES	R JOSE SANTOS LAGE	360	RESPLENDOR	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE CEL FULGENCIO	R GUARARAPES	1850	PINDORAMA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE CEL JUCA PINTO	AV BUENO SIQUEIRA	180	UNIVERSITARIO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE CEL MANOEL SOARES DO COIJO	R WALTER DO TEIXEIRA SIMOES	200	MINASCAIXA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE CEL VICENTE TORRES JUNIOR	R LEOPOLDO GOMES	1302	VERA CRUZ	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE CELMAR BOTELHO DUARTE	R BELLO ORIENTE	845	PROVIDENCIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE CELSO MACHADO	R DONA LUIZA	491	MILIONARIOS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE CESARIO ALVIM	R RIO GRANDE DO SUL	0	CENTRO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE CORACAO EUCARISTICO	R ARCOS	410	VERA CRUZ	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE CRISTIANO MACHADO	R FRANCISCO BICALHO	71	PE EUSTAQUIO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DELFIM MOREIRA	R ESPIRITO SANTO	890	CENTRO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DEP ALVARO SALLIES	R CARLOS LACERDA	350	TREVO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DEP ILACIR PEREIRA LIMA	R CONDE DE STA MARINHA	707	CACHOEIRINHA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DEP MANOEL COSTA	R HORACIO TERENA GUIMARAES	495	CEU AZUL	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DES MARIO GONCALVES MATOS	PCA DA CAPELA NOVA	20	MINAS BRASIL	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DES RODRIGUES CAMPOS	AV SINFRONIO BROCHADO	355	BARREIRO DE BAIXO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DIOGO DE VASCONCELOS	R PROF LUIZ POMPEU	0	INDUSTRIAS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DIVINA PROVIDENCIA	R PROFA RUTH PINA	381	REGINA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DJANIRA RODRIGUES DE OLIVEIRA	R JOAO ANTONIO MAURICIO	160	JD DOS COMERCIARIOS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DO BAIRRO HEL VECIO M LISBOA	R AURORA	345	MIRAMAR	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DO INST AGRONOMICO	R STO AGOSTINHO	1535	INST AGRONOMICO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DOM BOSCO	AV IVAI	1283	DOM BOSCO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DOM CABRAL	R SAO FELICISSIMO	153	BETANIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DOM JOSE GASPAS	R IRAI (2)	154	VILA PARIS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DOMINGAS MARIA DE ALMEIDA	R JOANICO CIRILO DE ABREU	285	INDEPENDENCIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DONA ARGENTINA VIANNA C BRANCO	R ORIENTE	758	SERRA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DONA AUGUSTA G NOGUEIRA	R COPERNICO PINTO COELHO	13	STA LUCIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DONATO WERNECK DE FREITAS	R ALCIDES DE SOUZA	112	MINASLANDIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DR AMARO NEVES BARRETO	AV XIMANGO	280	FLAVIO MARQUES LISBOA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n

FONTE: Secretaria de Estado de Educação

DAS REDES: ESTADUAL, FEDERAL E MUNICIPAL. DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE PARA O ANO DE 2004 (continua...)

TABELECIMENTOS DE ENSINO

TABELA 137: CADASTRO DE ES

SUPERINT. REGIONAL DE ENSINO	REDE DE ENSINO	NOME	ENDEREÇO	Nº	BAIRRO	PRÉ ESCOLA		1º CICLO / 1ª 4ª SÉRIE		2º CICLO / 5ª A 8ª SÉRIE		ENSINO GERAL		ENSINO PROFISSIONALIZANTE		AVALIAÇÃO NO PROCESSO		EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS		EDUCAÇÃO DE EXCLUSIVA		EDUCAÇÃO ESPECIAL	
						CRECHE	CLASSE	1º CICLO / 1ª 4ª SÉRIE	2º CICLO / 5ª A 8ª SÉRIE	ENSINO GERAL	ENSINO PROFISSIONALIZANTE	ENSINO GERAL	ENSINO PROFISSIONALIZANTE	ENSINO GERAL	ENSINO PROFISSIONALIZANTE	ENSINO GERAL	ENSINO PROFISSIONALIZANTE	ENSINO GERAL	ENSINO PROFISSIONALIZANTE				
Belo Horizonte	Estadual	EE DR ANTONIO AUGUSTO	SCANEDO	AV CAPITO GABRIEL DE VASCONCELOS	M BRANCO	157 VISTA ALEGRE	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DR AURINO MORAIS	HO	R DOMICIANO	LE DO JATOBÁ	230 VAREANO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DR EUZEBIO DIAS BICALHOS	PONTES	AV SERRA ZIRENSES	75 SERRANO	75 SERRANO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DR JOSE PATROCÍNIO DA SILVA	ACHADO	R DOS CARVALHOS	25 CARVALHOS	25 CARVALHOS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DR JULIO SOARES	ACHADO	R OLARAPES	1800 PINHELEIRA	80 GAMA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DR LUCAS MONTEIRO MACHADO	ACHADO	R GUARADO DE SOUZA	R CANDIA BEATRIZ	12000 HAVANA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DR PAULO DINIZ CHAGAS	ACHADO	R MARIA CECILIA	280 SERRANA	280 SERRANA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DR SIMAO TAMM BIAS FES	ACHADO	R DONA DE LOURDES OLIVEIRA	85 STA HELENA	85 STA HELENA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DR SÍMÃO TAMM BIAS FES	ACHADO	R MARIA TAVIO COELHO MAGALHAES	111 MANAGABEIRAS	111 MANAGABEIRAS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DULCE PINTO RODRIGUES	ACHADO	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE DUQUE DE CAXIAS	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ED ESP DR JOAO MOREIRA	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE EDUC ESP FRANCISCO SILVA	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE EFIGENIO SALLÉS	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ELISEU LABORNE E VALREITAS	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ELPIDIO ARISTIDES DE FARIAS	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE EMILIA CERDEIRA	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ENG FRANCISCO BICALHO	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ENG PRADO LOPES	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ENG SILVIO FONSECA	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ESTEFANIA MENDONÇA	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE ESTEVÃO PINTO	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE EUVALDO LODI	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE FLAVIO DOS SANTOS	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE FRANCISCO MENEZES FIES	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE GAL CARLOS LUIZ GUEDY	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE GERALDINA ANA GOMES	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE GERALDINA SOARES	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE GERALDO JD LINHARES COSTA	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE GERALDO TEIXEIRA DA SILVA	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE GETULIO VARGAS	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE GOV MILTON CAMPOS	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE GUIA LOPES	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE GUIMARAES ROSA	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE HELENA PENA	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	EE HENRIQUE PINTO	LA SALLES	R PROF CLARAS	1887 BARRO PRETO	1887 BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n

Fonte: Secretaria de Estado de Educação

ESTABELECIMENTOS DE ENSINO DAS REDES ESTADUAL, FEDERAL E MUNICIPAL DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE PARA O ANO DE 2004 (continua...)

NOME	ENDEREÇO	Nº	BAIRRO	PRÉ-ESCOLA		1º CICLO / 1ª SÉRIE		2º CICLO / 2ª SÉRIE		ENSINO MÉDIO		EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS		EDUCAÇÃO ESPECIAL	
				CRECHE	CLASSE	GERAL	PROFISSIONALIZANTE	AVLIAÇÃO NO PROCESSO	PREPARATÓRIO PARA EXAMES	EXCLUSIVA	CLASSE				
ALVES	R JOAO XXIII	105	VISTA ALEGRE	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
AMENEGILDO CHA	R DR ZEFERINO MOTA	115	STA MARIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
JO WERNECK	R NELSON LEMOS DE CARVALHO	198	PALMARES	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
BELO DA SILVA POL	R DR MICHAELLI	680	PARAISO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
ALPHONSUS	R TRES	71	LINDEIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
JO PAULO I	R QUARENTA E SEIS	990	CASTELO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
N JORGE PAES SAJ	R HERMILO ALVES	168	STA TEREZA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
E BONIFACIO	R SAO TOMAS DE AQUINO	754	VILA STA RITA CASSIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
E CARLOS DE GUA	R GUAXE	77	GOIANIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
E DE ALENCAR ALVES	AV PEDRO I	527	STA BRANCA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
E HEILBUTH GONCALVES	R FRANCELINA ALVES DE MIRANDA	468	MARIA GORETTI	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
E ISIDORO DE MIRANDA	R CARMELITA PRATES DA SILVA	682	SALGADO FILHO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
E MENDES CORREA	R DR CAMILO	578	SERRA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
E MENDES JUNIOR	R MARIA BEATRIZ	90	NOVO INDUSTRIAS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
E MIGUEL DO NASCDA	R PE JULIO MARIA	177	SAUDADE	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
E LOPES DE ALMEIDA	R HERCI EUCLIDES FERREIRA	229	PARAUNA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
CELINO K DE OLIVE	R MARIA DA SILVEIRA	44	N SRA DA GLORIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
CE AGUIAR	R CAMILO PRATES	238	UNIAO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
DIEME VAZ DE FERREIRA	R SACRAMENTO	54	SERRA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
RA DAS CHAGAS F	R PE EUSTAQUIO	16	CARLOS PRATES	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
TO DOS SANTOS	R ASA BRANCA	103	GOIANIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Z DE BESSA	AV ANTONIO FRANCISCO LISBOA	500	BANDEIRANTES	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
IRE CARMELITA S	R OURO PRETO	1144	STO AGOSTINHO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
STRO VILLA LOBOEIRA LIMA	R TEN GARRO	176	STA EFIGENIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
DR AMERICO FERRULA RICARDO	AV JOSE CLETO	733	STA CRUZ	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
DR DELFINO DE PENSECA	R CAMPANARIO	495	STA INES	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
DEODORO DA FOL	R GUILHERMINO ESTEVAO NASCIMENTO	150	PALMEIRAS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
UEL CASASSANTO	R BARAO DE COROMANDEL	426	BARREIRO DE BAIXO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
GARDA BROCHAD PRADO	R JOAQUIM DE ABREU	50	MUNTE AZUL	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
GARDA DE MELLENDRE	AV PORTUGAL	1809	STA AMELIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
IA ANDRADE RESPIPOS	R LARANJEIRAS	30	LEBLON	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
IA CAROLINA CAVALCAMELO	AV ASSIS CHATEAUBRIAND	127	FLORESTA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
IA DE LOURDES DE OLIVEIRA	R JOSE ISIDORO DE MIRANDA	140	MARIA GORETTI	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
IA DE LOURDES D	R IRAI	248	VILA PARIS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
IA GORETTI	R SAO JOSE DO JACURI	60	PLANALTO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
IA LUZA MIRANDA				n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n

FONTE: Secretaria de Estado de Educação

TABELA 137: LISTA DE ESTABELECIMENTOS DE ENSINO DAS REDES ESTADUAL, FEDERAL E MUNICIPAL DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE PARA O ANO DE 2004 (continua...)

SUPERINTENDENTE REGIONAL DE ENSINO	RF DE ENSINO	NOME	ENDEREÇO	Nº	BAIRRO	PRÉ ESCOLA		1º CICLO / 1ª a 4ª SÉRIE		2º CICLO / 5ª a 8ª SÉRIE		PROFSSIONALIZANTE		AVALIAÇÃO NO PROCESSO		PREPARATÓRIO PARA EXAMES		EXCLUSIVA		EDUCAÇÃO ESPECIAL	
						EDUCAÇÃO INFANTIL	ENSINO FUND	ENSINO FUND	MEDIO	ENSINO FUND	MEDIO	EDUCAÇÃO JOVENS E ADULTOS	EDUCAÇÃO JOVENS E ADULTOS	EDUCAÇÃO JOVENS E ADULTOS	EDUCAÇÃO JOVENS E ADULTOS	EDUCAÇÃO JOVENS E ADULTOS	EDUCAÇÃO JOVENS E ADULTOS				
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	AV CECILIA PINTO	0	SAO BERNARDO	n	s	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R SIMAO TAMM	143	CACHOEIRINHA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R ABILIO MACHADO	2085	PRIMAVERA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R CONS JOAQUIM CAETANO	1499	NOVA GRANADA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	AV AMAZONAS	5154	NOVA SUICA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R BOM SUCESSO	345	CARLOS PRATES	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R STA CLARA DE ASSIS	159	MINASLANDIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R JOSE SABINO MACIEL	290	LAGOA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R SONIA MORAES ANGEL	111	TIROL	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R PAULO ARBEX	25	JD AMERICA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R SEBASTIAO DE BARROS	151	NOVA GRANADA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R FERNAO DIAS	7	ALTO VERA CRUZ	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R CONEGO FELICIO	84	CORACAO EUCARISTICO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	AV OLEGARIO MACIEL	422	CENTRO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R LINDOLFO DEODORO	84	JD AMERICA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R GUACIRA	92	NOVO GLORIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R CASA BRANCA	40	POMPEIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R OSCAR NEGRAO DE LIMA	29	NOVA GAMELEIRA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R SAO LUIZ	0	VILA SAO TOMAS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	PCA CARLOS CHAGAS	35	STO AGOSTINHO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R JOAO NASCIMENTO PIRES	240	JAQUELINE	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R CHICAGO	240	SION	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R SILVA REIS	80	BOA VISTA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R CESARIO ALVIM	927	PE EUSTAQUIO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R DAS PERPETUAS	79	LINDEIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R MARIA DE LOURDES MANSO	81	INDUSTRIAS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R PORTO VELHO	1021	N SRA DO GLORIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R ALCIDES LINS (1)	502	VENDA NOVA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R CELIA COSTA	31	GLORIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R SAO GOTARDO	321	STA TEREZA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R HUMAITA	1094	PE EUSTAQUIO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R RUM	705	OLHOS D'AGUA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	AV PROF ALFREDO BALENA	523	CENTRO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R RONAN SOARES	40	FLORAMAR	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Estadual	FRANCISCA DE ASSIS	R PACAIA	200	CACHOEIRINHA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n

FONTE: Secretaria de Estado de Educação

TABELA 137: CADASTRO DE ESTABELECIMENTOS DE ENSINO DAS REDES ESTADUAL, FEDERAL E MUNICIPAL DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE PARA O ANO DE 2004 (continua...)

SUPERINT. REGIONAL DE ENSINO	REDE DE ENSINO	NOME	ENDEREÇO	Nº	BAIRRO	CRECHE	PRÉ ESCOLA	1º CICLO / 1ª SÉRIE		2º CICLO / 5ª A 8ª SÉRIE		PROFISSIONALIZANTE GERAL	AVALIAÇÃO NO PROCESSO		PREPARATÓRIO PARA EXAMES	EXCLUSIVA	CLASSE
								EDUCAÇÃO INFANTIL	ENSINO FUND.	ENSINO MEDIO	EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS		EDUCAÇÃO ESPECIAL				
	Belo Horizonte	EE PESTALOZZI	R TIMBRAS	3080	BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PITUCHINHA	R MARQUES DE OLIVEIRA (2)	619	ALTO DOS PINHEIROS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PRES ANTONIO CARLOS	R PASSA TEMPÃO DA S	2000	CARMO SION	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PRES DUTRA	AV JOSE CANDIDO DA S	639	STO ANTONIO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PRES JOAO PESSOA	AV JOSE CANDIDO DA S	240	TUPI	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PRES TANCREDO NEVES	R CONGONHAS ARNECK	565	APARECIDA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PRINCESA ISABEL	R FURQUIM WE	900	SÃO FRANCISCO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF AFONSO NEVES	R STA JUDITH	900	JD LEBLON	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF AGNELO CORREIA VIANA	R GUIMARAES DOSOZGA	170	PRIMEIRO DE MAIO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF ALBERTO MAZONI ANDRADE	R MEXICO	0	ERMELINDA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF ALCINDO VIEIRA	R TOBIAS MORGADO VEI	612	ALÍPIO DE MELO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF ALISSON PEREIRA GUIMARAES	PCA BERNARDINISTAS	182	SÃO GABRIEL	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF ANTONIO J RIBEIRO FILHO	R DOS ECONOMIZADE	330	STA MONICA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF BATISTA SANTIAGO	R AMARAL RES ANDA	395	JD GUANABARA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF BOLIVAR DE FREITAS	R CLEBER SOARES MOUR	1827	BARRO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF CAETANO AZEREDO	R JOSE PINTO LOPES	250	VALE DO JATOBA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF CLOVIS SALGADO	R GUAJAJARAS DO COELH	80	CONJ CALIFORNIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF FELIPE RODRIGUES CORREA	AV SEN LEVINHO MACHAL	402	JARDINOPOLIS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF HILTON ROCHA	AV DAS CASTANHEIRAS	165	CAICARA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF JOAO CAMARA	R SACADURA COTO GL	285	SÃO GABRIEL	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF LEON RENAULT	R ANTONIO PELLERINO	7800	PRIMEIRO DE MAIO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF LEOPOLDO DE MIRANDA	R MARICA MACHAL	142	RIO BRANCO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF MAGALHAES DRUMOND	PCA JOAO VIANAS	154	VILA PARIS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF PEDRO ALEIXO	R IRARA (1) S	449	STO ANTONIO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF RICARDO DE SOUZA CRUZ	AV AMAZONA SACAUBA	260	NOVA CINTRA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF ADIR ANDRADE ALBANO	R BARAO DE MOURA	475	PROGRESSO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF AMELIA DE C MONTEIRO	R FERNANDO ARAUJO	2300	MANGABEIRAS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF BENVIDA DE CARVALHO	R CORNELIO CUNHA	120	NOVA ESPERANCA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF FRANCISCA MALHEIROS	R BANDEIRAS COES FIGUEIREDO	85	LAGOA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF FRANCISCA MALHEIROS	R GONCALO LAJONCAL V	1381	SAGRADA FAMILIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF FRANCISCA MALHEIROS	R RAIMUNDO DE ALBUQUERQUE	100	JD ALVORADA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF FRANCISCA MALHEIROS	R STO AGOSTINHO	276	TUPI	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
	Belo Horizonte	EE PROF FRANCISCA MALHEIROS	R FLOR DE LIZ CARVALHO	550	CELESTINO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

RONALD DE LENCINS

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE PARA O ANO DE 2004 (continua...)

SUPERINT. REGIONAL DE ENSINO	REDE DE ENSINO	NOME	ENDEREÇO	Nº	BAIRRO	CRECHE	PRÉ ESCOLA		1º CICLO / 1ª 4ª SÉRIE		2º CICLO / 5ª a 8ª SÉRIE		ENSINO MÉDIO	ENSINO ADULTOS	EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS	EDUCAÇÃO ESPECIAL	EXCLUSIVA	CLASSÊ
							EDUCAÇÃO INFANTIL	ENSINO FUND.	ENSINO FUND.	ENSINO M								
Belo Horizonte	Municipal	EE URSULINA DE ANDRADE MELO	R FLÁVIO DE VIDRO				n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Esadual	EE WALT DISNEY	R RAFAEL DE BRITO		ORADA		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Esadual	EE YOLANDA MARTINS SILVA	R MANAUS		251 JD ALVARANCA		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Esadual	INST DE EDUC DE MINAS GERAIS	R PERNAMBUCO		9 CASA HIGENIA		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Federal	CEFT DE BELO HORIZONTE	R AMAZONAS		346 STA EFONARIOS		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Federal	COL MILITAR DE BELO HORIZONTE	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		47 FUNCSUICA		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Federal	COL TFC DO C PEDAG DA UFMG	AV SAAI, ESPERIDIAO ROSAS		5253 NOVA JANCISCO		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Federal	ESC FLUNDO C PEDAG DA UFMG	AV PRES ANTONIO CARLOS (1)		400 SAO FRILHA		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	CIAC EM LUCAS MONTEIRO MACHADO	AV PRES ANTONIO CARLOS (3)		6627 PAMPULHA		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	COL IMACCO	AV PRES ANTONIO CARLOS (3)		6627 PAMPULHA		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	COL MUN DE BELO HORIZONTE	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		12 VILA PO		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM ACADEMICO VIVALDI MOREIRA	POMUNICIPAL AMERICO GIANNETTI		0 CENTRISTOVAVO		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM ADALTO LLCTO CARDOSO	AV JOSE BONIFACIO		0 CENTRISTOVAVO		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM AGENOR ALVES DE CARVALHO	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		189 SAO CROSTINHO		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM AGENOR ALVES DE CARVALHO	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		8476 STO AGLINE		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM AGENOR ALVES DE CARVALHO	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		127 JAQUETUL		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM AGENOR ALVES DE CARVALHO	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		0 CELU ADE		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM AGENOR ALVES DE CARVALHO	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		0 NAZARO DIAS		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM AGENOR ALVES DE CARVALHO	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		325 FERNAO JATOBA		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM AGENOR ALVES DE CARVALHO	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		132 VALE ORDIA		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM AGENOR ALVES DE CARVALHO	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		557 CONCRO DE CIMA		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM AGENOR ALVES DE CARVALHO	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		300 BARRE		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM ANISIO TEIXEIRA	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		10 UNIAO		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM ANISIO TEIXEIRA	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		445 CONFIAO BATISTA		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM ANNE FRANK	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		10 SAO JACO DE BAIXO		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM ANTONIA FERREIRA	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		250 BARRE SAO PEDRO		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM ANTONIA FERREIRA	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		161 PARQUE		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM ANTONIO ALEIXO	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		270 CARD		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM ANTONIO GOMES HORTA	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		5 TIROU QUEIRA		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM ANTONIO MOURAO GUIMARAES	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		283 MANTESPENANCA		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM ANTONIO SALLÉS BARBOSA	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		1610 NOVA JTONIO		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM ARMANDO ZILLER	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		288 STO AJIROS		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM ARTHUR GUIMARAES	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		28 COQUEA		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM ARTHUR GUIMARAES	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		40 LINDE MADE		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM AUGUSTA MEDEIROS	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		171 LIBERI		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM ALUILIO BUARQUE DE HOLANDA	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		643 SION		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM ALUIRIO PIRES	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		288 STO AN		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM BENJAMIN JACOB	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS		21 LETICIA		n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM CAIO LIBANO SOARES	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS				n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM CARLOS DRUMONDY DE ANDRADE	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS				n	n	s	s	n	n						
Belo Horizonte	Municipal	EM CARLOS DRUMONDY DE ANDRADE	AV JACAL ESPERIDIAO ROSAS				n	n	s	s	n	n						

FONTE: Secretaria de Estado de Educação

TABELA 13 - CADASTRO DE ESTABELECIMENTOS DE ENSINO DAS REDES: ESTADUAL, FEDERAL E MUNICIPAL DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE PARA O ANO DE 2004 (continua...)

SUPERINT. REGIONAL DE ENSINO	REDE DE ENSINO	NOME	ENDEREÇO	Nº	BAIRRO	CRECHE	PRÉ ESCOLA		1º CICLO / 1ª a 4ª SÉRIE		2º CICLO / 5ª a 8ª SÉRIE		ENSINO FUND. MEDIO	ENSINO JOVENS E ADULTOS	EDUCAÇÃO DE ESPECIAL	EDUCAÇÃO ESPECIAL
							CLASSE	EXCLUSIVA	PREPARATÓRIO PARA EXAMES	AVALIAÇÃO NO PROCESSO	PROFSSIONALIZANTE	GERAL				
		RIOS GOIS														
Belo Horizonte	Municipal	EM CARMELITA CARVALHO GARCIA	R MENDES DE OLIVEIRA	446	STO ANDRE	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM CÂNEGO RAIMUNDO TRINDADE	R ALUISIO DAVIS	53	OURO PRETO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM CÔRNEGO SEQUEIRA	R ALTINOPOLIS	583	PIRATININGA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM COLÍSTUL ANTONIO CADAR	R RIOR CHUVA DE PRATA	40	INDEPENDENCIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM CONA CORALINA	R FLOR PARNAIBA	30	PROVIDENCIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM CORTILA PINHO	R LISBOA	54	COPACABANA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM DA VNS ESP DE VENDA NOVA	R COLETORA	956	VILA PINHO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM DE ENS ESP FREI LEOPOLDO	R CARLOS TORREZANI	190	LETICIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM DE ENS ESP STO ANTONIO	R CLOVIS CYRILLO LIMONGE	141	HAVAI	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM DE FAMILTON SALLES	R CARANGOLA	288	STO ANTONIO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM DEP RENATO AZEVEDO	R TEOFILO FILHO	222	JD AMERICA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM DESJRAH MAGALHAES FABRI	R SAO BERNARDO	240	MARIA HELENA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM DINI JAIME DE BARROS CAMARA	R MARCOS DONATO DE LIMA	0	RIBEIRO DE ABREU	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM DONA ORLONE	R PAVAO	0	VILA CEMIG	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM DOROSE DIOGO DE A MAGALHAES	R FREDERICO BRACHER JUNIOR	123	CARLOS PRATES	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM DR ICE MARIA HOMEM	R AV EXP BENVIDO BELEM DE LIMA	500	SAO LUIZ	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM DULH PIMENTA DA VEIGA	R JULITA NUNES LIMA	53	MINASCAIXA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM ELISY HERALDO LIMA	R CARMO DO RIO CLARO	145	SAO CRISTOVAO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM EMINANDO DIAS COSTA	R TRES MARIAS	221	MIRAMAR	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM FERRESTAN FERNANDES	R AL VARGEM GRANDE	38	VILA CASTANHEIRA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM FLONCISCA ALVES	R JAIR AFONSO INACIO	277	PIRATININGA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM FRANCISCA DE PAULA	R ENGRACIA COSTA E SILVA	56	CONJATOBA IV	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM FRANCISCO AZEVEDO	AV CONCEICAO DO PARA	1726	STA INES	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM FRANCISCO BRESSANE DE AZEVEDO	R PEDRO ALEXANDRINO DE MENDONCA	10	TAQUARIL	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM FRANCISCO CAMPOS	R PAU FERRO	360	SOLIMÕES	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM FRANGE RICARDO SALUM	AV STA TEREZINHA	0	STA TEREZINHA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM GER CARLOS LACERDA	R JULIO DE CASTILHO	234	CINQUENTENARIO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM GOV OZANAN COELHO	R ANGLA	40	UNIAO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM HERALDO BELIZARIO	R ANGOLA	109	SAO PAULO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM FRANCISCO MAGALHAES GOMES	R DOS MAMOEIROS	190	TUPI	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM GEVALDO TEIXEIRA DA COSTA	R DES BRAULIO	98	VILA CLORIS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM GER CARLOS LACERDA	R MARCIO LIMA PAIXAO	2250	TAQUARIL	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM GOV OZANAN COELHO	R PRINCESA LEOPOLDINA	8	RIO BRANCO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM GOV OZANAN COELHO	R RUM	14	CAP EDUARDO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n

FONTE: Secretaria de Estado de Educação

TABELA 137: CADASTRO DE ESTABELECIMENTOS DE ENSINO DAS REDES ESTADUAL, FEDERAL E MUNICIPAL DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE PARA O ANO DE 2004 (continua...)

SUPERINT. REGIONAL DE ENSINO	REDE DE ENSINO	NOME	ENDEREÇO	Nº	BAIRRO	CRECHE	PRÉ ESCOLA	ENSINO FUND.			ENSINO MÉDIO			EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS	EDUCAÇÃO ESPECIAL
								1º CICLO / 1ª 4ª SÉRIE	2º CICLO / 5ª 8ª SÉRIE	GERAL	PROFISSIONALIZANTE	AVLIAÇÃO NO PROCESSO	PREPARATÓRIO PARA EXAMES		
Belo Horizonte	Municipal	EM MARLENE PEREIRA RANCANTE	R DOS COMERCIANTES	38	ALÍPIO DE MELO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM MESTRE ATAÍDE	R AUGUSTO JOSE DOS SANTOS	560	BETANIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM MESTRE PARANHOS	R ALCIDA TORRES	20	CONJ STA MARIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM MILTON CAMPOS	R JOVINO RODRIGUES PEGO	145	MANTIQUEIRA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM MINERVINA AUGUSTA	R DAVID CANABARRO	18	CAMPO ALEGRE	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM MONS ARTUR DE OLIVEIRA	R FORNACIARI	157	CAICARA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM MONS JOAO R DE OLIVEIRA	R ARAPARI	95	SAO GERALDO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM MOYSES KALIL	R AFONSO PEREIRA DA SILVA	10	MANTIQUEIRA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM MURILO RUBIAO	R DR ADILSON ROCHA FACURY	10	JD BELMONT	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM N SRA DO AMPARO	R HESPERIA	300	PARQUE RIACHUELO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM OSWALDO CRUZ	R SANTOS	2200	JD AMERICA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM OSWALDO FRANCA JUNIOR	R CIRCULAR	335	SAO GABRIEL	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PAULO MENDES CAMPOS	AV ASSIS CHATEAUBRIAND	429	FLORESTA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PE EDEIMAR MASSOITE	R ENEIDA	1485	COQUEIROS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PE FLAVIO GIAMMETTA	R SEBASTIAO MARIA DA SILVA	175	BARREIRO DE BAIXO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PE FRANCISCO CARVALHO MOREIRA	AV ITAITUBA	12	SAO GERALDO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PE GUILHERME PETERS	R CEL JORGE DARIO	0	SAO LUCAS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PE HENRIQUE BRANDAO	AV CRISPIM JACQUES	987	VISTA ALEGRE	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PE MARZANO MATIAS	AV ERICO VERISSIMO	1280	RIO BRANCO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PEDRO ALEIXO	AV MENELICK DE CARVALHO	255	FLAVIO MARQUES LISBOA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PEDRO NAVA	R SAO PEDRO DA ALDEIA	45	PILAR	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PERSIO PEREIRA PINTO	BR262 KM10	0	BORGES	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PREF AMINTHAS DE BARROS	R SAN SALVADOR	71	ESTRELA D'ALVA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PREF OSWALDO PIERUCETTI	R REGIDA	309	JD FILADELFA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PREF SOUZA LIMA	R DOS PARAGUAIOS	97	JD VITORIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PRES TANCREDO NEVES	R RADIALISTA JOAQUIM FONSECA	45	CEU AZUL	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROF AMILCAR MARTINS	R PRELUDIO	54	STA AMELIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROF CLAUDIO BRANDAO	R CANTAGALO	1147	PARQUE RIACHUELO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROF DANIEL ALVARENGA	R COQUILHOS	10	CONJ ZILAH SPOSITO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROF DOMICIANO VIEIRA	R SAO BENTO	1591	HORTO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROF EDGAR DA MATTA MACHADO	R PENALVA	201	DOM SILVERIO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROF EDSON PISANI	R N SRA DE FATIMA	1015	SERRA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROF HILTON ROCHA	R VICENTE SURETTE	215	MANGUEIRAS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROF JOAO CAMILO O TORRES	R ESTER BATISTA VIEIRA	12	CALIFORNIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROF LOURENCO DE OLIVEIRA	R ANHANGUERA	47	STA TEREZA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n

FONTE: Secretaria de Estado de Educação

TABELA 137: CADASTRO DE ESTABELECIMENTOS DE ENSINO DAS REDES ESTADUAL, FEDERAL E MUNICIPAL DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE PARA O ANO DE 2004 (continua...)

SUPERINT. REGIONAL DE ENSINO	REDE DE ENSINO	NOME	ENDEREÇO	Nº	BAIRRO	CRECHE		PRÉ-ESCOLA		1º CICLO / 1ª a 4ª SÉRIE		2º CICLO / 5ª a 8ª SÉRIE		ENSINO FUND. MÉDIO		PROFISSIONALIZANTE	AVALIAÇÃO NO PROCESSO	PREPARATÓRIO PARA EXAMES	EXCLUSIVA	EDUCAÇÃO ESPECIAL
						EDUCAÇÃO INFANTIL	EDUCAÇÃO JOVENS E ADULTOS	EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS	ENSINO FUND. MÉDIO	ENSINO FUND. MÉDIO	ENSINO FUND. MÉDIO									
Belo Horizonte	Municipal	EM PROF MARIO WERNICK	R IGARA	10	STA MARIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROF MELLO CANCADO	R DAS PETUNIAS	2058	INDEIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROF MILTON LAGE	RUA A	70	JD VITORIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROF MOACYR ANDRADE	R DOS CACADORES	93	VILA STA BRANCA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROF PAULO FREIRE	R PAULO CAMPOS MENDES	311	ABEIRO DE ABREU	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROF PEDRO GUERRA	R JOAO FERREIRA DA SILVA	230	MANTIQUEIRA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROF TABAJARA PEDROSO	R GERALDO ANUNCIACAO	45	CANDELARIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROF ACIDALLA LOTT	R SAO RODRIGUES	10	PAULO VI	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROFA ALCIDA TORRES	R ALVARO FERNANDES	144	AQUARIL	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROFA ALICE NACIF	AV EXP PAULO DE SOUZA	721	TATIAIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROFA CONSUELITA CANDIDA	R DOM SILVERIO GOMES PEMENTA	301	JD BELMONTE	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROFA EFIGENIA VIDIGAL	R JOSE GUALBERTO	295	FALMEIRAS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROFA ELEONORA PIERUCCETTI	AV BERNARDO VASCONCELOS	288	JD VITORIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROFA HELENA ABDALA	R ARNALDO LOURENCO	602	JD VITORIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROFA ISALURA SANTOS	R HOFFMAN	80	PARREIRO DE CIMA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROFA MARIA MAZARELLO	R BENEDITO NEVES	45	NAZARE	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROFA MARIA MODESTA CRAVO	AV DR JULIO OTAVIANO FERREIRA	1085	CIDADE NOVA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM PROFA ONDINA NOBRE	R RADIALISTA JOSE JUNQUILHO	417	CELU AZUL	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM RUI DA COSTA VAL	R VINTE E OITO	30	CUNI FELICIDADE	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM SALGADO FILHO	R CLOVIS CYRILLO LIMONGE	151	HLVAI	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM SANTOS DUMONT	AV MEM DE SA	600	STA EFIGENIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM SAO RAFAEL	R CEL OTAVIO DINIZ	0	IMPEIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM SEBASTIANA NOVAIS	R ANITA MALFATTI	60	TIPI	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM SEBASTIAO GUILHERME OLIVEIRA	R CALENDELA	10	OTARUA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM SEC HUMBERTO ALMEIDA	R AREIA BRANCA	3	BEIRO DE ABREU	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM SEN LEVINDO COELHO	R CARACA	910	ARRA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM SOBRAL PINTO	R CINCO	120	CUNI PAULO VI	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM STA TEREZINHA	R CONCEICAO APARECIDA	180	STA TEREZINHA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM TANCREDO PHIDIAS GUIMARAES	R SATURNO	9	LA SATELITE	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM TEN MANOEL MAGALHAES PENIDO	R AMUR	48	BUTANIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM THEOMAR DE CASTRO ESPINDOLA	R MICA	144	BOVO SAO LUCAS	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM TRISTAO DA CUNHA	R JOSE FEROLLA	80	N ANALTO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM ULISSES GUIMARAES	R BOLIVIA	532	JO PEDRO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM UNIAO COMUNITARIA	AV DEP ANTONIO LUNARDI	0	SAO PEDRO	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM VER ANTONIO MENEZES	R LUIZ FURTADO FILHO	10	BEITICIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM VICENTE GUIMARAES	R IZAURA PEREIRA ALMEIDA	110	BEITICIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n	n

FONTE: Secretaria de Estado de Educação

ESTABELECIMENTOS DE ENSINO DAS REDES: ESTADUAL, FEDERAL E MUNICIPAL DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE PARA O ANO DE 2004 (continua...)

SUPERINT. REGIONAL DE ENSINO	REDE DE ENSINO	NOME	ENDEREÇO	Nº	BAIRRO	EDUCAÇÃO INFANTIL		ENSINO FUND.		ENSINO MÉDIO		EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS		EDUCAÇÃO ESPECIAL
						CRECHE	PRÉ ESCOLA	1º CICLO / 1ª a 4ª SÉRIE	2º CICLO / 5ª a 8ª SÉRIE	GERAL	PROFISSIONALIZANTE	AValiação NO PROCESSO	PREPARATÓRIO PARA EXAMES	
Belo Horizonte	Municipal	EM VINICIUS DE MORA, A GOMES	R SEBASTIAO MOREIRA	409	TIROL	n	n	s	s	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	EM WLADIMIR DE PAULIA T PEREIRA	R VARIRA	350	CAETANO FURQUIM	n	n	s	s	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	ESC MUN PROFA MARIJA LUM CADAR	AV BERNARDO MONTEIRO	390	STA EFIGENIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	JD MUN ALESSANDRA S DE MELO	R BUDAPESTE	68	JD EUROPA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	JD MUN CORNELIO VAZCA	R LEOPOLDINO DE OLIVEIRA	231	APARECIDA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	JD MUN DA RENASCEN	R MACAPA	224	RENASCENCA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	JD MUN ELOS	R ANGOLA	357	SAO PAULO	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	JD MUN HENFIL	R BOA VENTURA	756	LIBERDADE	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	JD MUN MARIA DA GL FERREIRA	R PEDRO LESSA	506	STO ANDRE	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	JD MUN MARIA SALES F/ AO	AV AMAZONAS (3)	5855	GAMELERIA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	JD MUN MIRIAM BRAND/ AM C SANTOS	R JOAO DE CARVALHO BARROS	50	SERRA VERDE	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	JD MUN PROF CHRISTOV	R NICOLINA DE LIMA	316	JD AMERICA	n	n	n	n	n	n	n	n	n
Belo Horizonte	Municipal	JD MUN PROF JOSE BRAZ	R JOSE ZULQUIM	210	STA MARGARIDA	n	n	n	n	n	n	n	n	n

FONTE: Secretaria de Estado de Educação

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)