

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE DA INTERVENÇÃO AMBIENTAL DE BAIXO
CUSTO EM ESCOLA DA REDE PÚBLICA DE FEIRA DE
SANTANA**

EUFROSINA DE AZEVÊDO CERQUEIRA

Porto Alegre
2001

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE DA INTERVENÇÃO AMBIENTAL DE BAIXO
CUSTO EM ESCOLA DA REDE PÚBLICA DE FEIRA DE
SANTANA**

EUFROSINA DE AZEVÊDO CERQUEIRA

Orientador: Prof. Miguel Aloysio Sattler, Ph.D

Co-orientador: Prof. Luís Carlos Bonin, Msc

Dissertação apresentada ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA

Área de concentração: Construção

Porto Alegre

2001

Esta dissertação de mestrado foi julgada adequada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA e aprovada em sua forma final pelo orientador, pelo co-orientador e pelo Programa de Pós-graduação

Prof. Miguel Aloysio Sattler, PhD

Orientador

Prof. Francisco P. S. L. Gastal, PhD

Coordenador do PPGEC

BANCA EXAMINADORA

Prof. Fernando Oscar Ruttkay Pereira

PhD. pela Universidade Sheffield, Inglaterra

Profa. Jaqueline Moll

Dra. pela Univerisdade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS

Prof. Heitor da Costa Silva

PhD. pela Architectural Association School of Architecture, Londres, Inglaterra

Profa. Beatriz Fedrizzi

PhD. pela Swedish University of Agricultural Studies, Suécia

AGRADECIMENTOS

“A Deus, meu primeiro agradecimento por ter permitido esta caminhada”.

E de forma muito especial a todas as pessoas e instituições que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta dissertação de mestrado.

▶▶ A toda minha família, que suportou comigo os momentos difíceis, de forma amorosa e paciente.

▶▶ Ao professor Miguel Aloysio Sattler, pela colaboração e orientação dada ao longo do desenvolvimento do trabalho e pela minha iniciação em uma nova área de conhecimento.

▶▶ Ao professor Luís Carlos Bonin por toda a contribuição dada ao trabalho com a boa vontade, paciência e competência que lhe são peculiares.

▶▶ À professora Maria Lúcia Carvalho por todo apoio dispensado durante a realização da pesquisa.

▶▶ À Secretaria de Educação do município na pessoa da secretária Wilma Simões.

▶▶ À Engenheira Florestal Anapaula Ferraro pela importante participação no projeto paisagístico.

▶▶ Ao Departamento de Tecnologia na pessoa da professora Maria do Socorro São Mateus.

▶▶ Ao coordenador da Pós-Graduação, professor Cristovão Cesar Cordeiro.

▶▶ A todos os colegas, que junto comigo enfrentaram esta batalha, partilhando dificuldades e dividindo conhecimentos.

▶▶ Ao grupo do NUCAE pela colaboração dispensada durante a execução do trabalho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	III
SUMÁRIO	IV
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	IX
LISTA DE QUADROS	X
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA	1
1.2 OBJETIVOS	5
1.2.1 Objetivo geral	5
1.2.2 Objetivos específicos	5
1.3 HIPÓTESE.....	5
1.4 MÉTODO DE PESQUISA	5
1.4.1 Estudo exploratório.....	5
1.4.2 Revisão bibliográfica.....	6
1.4.3 Desenvolvimento do projeto de intervenção.....	6
1.4.4 Análise dos resultados	7
1.5 LIMITAÇÕES PARA O ESTUDO	7
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 INTRODUÇÃO	9
2.2 AVALIAÇÃO PÓS - OCUPAÇÃO (APO).....	9
2.2.1 APO como ferramenta	12
2.3 ABORDAGEM SOBRE DESEMPENHO	18
2.4 CONFORTO AMBIENTAL	22
2.4.1 CONFORTO TÉRMICO.....	25
2.4.2 CONFORTO VISUAL	37
2.5 PSICOLOGIA AMBIENTAL.....	45
3 O CONTEXTO DA PESQUISA	54
3.1 CARACTERIZAÇÃO DE FEIRA DE SANTANA	54
3.2 ESTUDO EXPLORATÓRIO	56
3.3 AVALIAÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO DA ESCOLA	64
3.3.1 Análise da percepção dos professores, funcionários e alunos através de questionários e entrevistas.	65
3.3.1.1 Questionários.....	65
3.3.1.2 Entrevistas	70
3.3.1.3 Levantamento dos dados através de medições.....	73
4 DESCRIÇÃO DA INTERVENÇÃO	76
4.1 INTERVENÇÃO NO PÁTIO.....	76

4.1.1	Construção da Horta	76
4.1.2	Paisagismo do Pátio.....	78
4.1.2.1	Pintura dos painéis nos muros	78
4.1.2.2	Arborização e instalação de equipamentos com material reciclado	80
4.2.	INTERVENÇÃO NO PRÉDIO.....	82
4.2.1	Construção do pátio coberto.	82
4.2.2	Cobertura	85
4.2.3	Paredes e muros	86
4.2.4	Aberturas	87
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	89
5.1	RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS.....	90
5.1.1	Questionários aplicados depois da intervenção.	90
5.1.1.1	Professores e Funcionários.....	90
5.1.1.2	Alunos.....	92
5.2	RESULTADOS DAS ENTREVISTAS.....	94
5.2.1	Entrevistas aplicadas depois da intervenção.....	94
5.3	RESULTADOS DAS MEDIÇÕES	98
5.3.1	Conforto Térmico	99
5.3.1.1	Cálculo da carga térmica devido a insolação em relação à superfície do teto, na primeira e segunda medição. 99	
5.3.1.2	Cálculo da temperatura radiante	102
5.3.1.3	Uso da Carta Bioclimático de Givoni (CBG) para caracterizar a zona de atuação da edificação	104
5.3.1.4	Utilização de diagramas e tabelas para avaliação do conforto térmico através do cálculo da Porcentagem Estimada de Insatisfeitos (PEI), conforme (Fanger, 1970).....	105
5.3.2	Conforto Visual	109
5.3.2.1	Verificação do nível de iluminação necessário em um ambiente.	109
5.4	ANÁLISE DAS INTERVENÇÕES NO PÁTIO	110
5.5	DISCRIMINAÇÃO DO ORÇAMENTO DA INTERVENÇÃO.....	112
5.6	CONCLUSÕES RESULTANTES DAS ANÁLISES DOS EFEITOS DA INTERVENÇÃO	113
5.6.1	RESULTADOS DA PESQUISA ATRAVÉS DOS DADOS OBTIDOS COM AS MEDIÇÕES 114	
5.6.2	DIRETRIZES PARA NOVOS PROJETOS.....	115
6	CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	117
6.1	DESENVOLVER PARÂMETROS PARA INTERVENÇÕES DE MELHORIA NA ESTRUTURA FÍSICA DE ESCOLAS DO ENSINO FUNDAMENTAL DA REDE PÚBLICA MUNICIPAL	117
6.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	117
6.2.1	Identificar alternativas de melhoria no ambiente da escola, tanto no edifício quanto no pátio, com baixo custo e curto prazo de implantação	118
6.2.2	Avaliar o efeito da intervenção desenvolvida na escola	118
6.3	MODIFICAÇÕES DE BAIXO CUSTO PODEM AUMENTAR A SATISFAÇÃO DO USUÁRIO EM RELAÇÃO AO AMBIENTE ESCOLAR	119
6.4	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	120
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
	ANEXOS	127
	ANEXO 1. QUESTIONÁRIOS APLICADOS ANTES DA INTERVENÇÃO	128
	ANEXO 2. QUESTIONÁRIOS APLICADOS ANTES DA INTERVENÇÃO	129
	ANEXO 3. PLANILHA DE DADOS DAS MEDIÇÕES.....	130

ANEXO 4.	DADOS REFERENTES AOS DIAS EM QUE OCORRERAM AS MEDIÇÕES	142
ANEXO 5.	PLANILHA DE ENTREVISTAS	143
ANEXO 6.	TABELA C - REQUISITOS DOS USUÁRIOS	144
ANEXO 7.	QUESTIONÁRIOS APLICADOS DEPOIS DA INTERVENÇÃO.....	145
ANEXO 8.	QUESTIONÁRIOS APLICADOS DEPOIS DA INTERVENÇÃO.....	146
ANEXO 9.	CARTA BIOCLIMÁTICA.....	147
ANEXO 10.	DADOS DE METABOLISMO - TABELA D - METABOLISMO PARA DIFERENTES ATIVIDADES.....	148
ANEXO 11.	DADOS DE RESISTÊNCIA TÉRMICA DO VESTUÁRIO	149
ANEXO 12.	DADOS DOS VOTOS MÉDIOS ESTIMADOS	150

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	OS SEIS NÍVEIS DE SERVIÇOS DE AVALIAÇÃO PARA O CASO BRASILEIRO	14
FIGURA 2	FLUXOGRAMA DE ATIVIDADES	17
FIGURA 3	USO DO SOL PARA CLIMATIZAÇÃO.....	27
FIGURA 4	USO DO VENTO PARA CLIMATIZAÇÃO	28
FIGURA 5	PORCENTAGEM DE INSATISFEITOS EM FUNÇÃO DO VOTO MÉDIO ESTIMADO (VME)	34
FIGURA 6	$\Delta VME/ ^0 C$ TRM PARA ATIVIDADE SEDENTÁRIA.....	35
FIGURA 7	$\Delta VME/\%UR$ PARA ATIVIDADE SEDENTÁRIA	36
FIGURA 8	TIPO DE OFUSCAMENTO.....	41
FIGURA 9	“LIGHTSHELF” FORNECE SOMBREAMENTO COM REDIRECIONAMENTO DA LUZ DO SOL.....	42
FIGURA 10	PROJETO “LIGHTSHELF” DE FACHADA PARA CAPTAR A LUZ DO SOL NUM ALTO ÂNGULO DE INCLINAÇÃO E FORNECER SOMBREAMENTO ADICIONAL PARA JANELAS BAIXAS.....	43
FIGURA 11	EM FACHADAS DE APARTAMENTOS MUITAS DAS “LIGHTSHELVES” FUNCIONAM COMO SOMBRA PARA GRANDE INCLINAÇÃO DO SOL.....	43
FIGURA 12	– VISTA DA ESCOLA PROF. ANTÔNIO LOPES	57
FIGURA 13	– VISTA DA ESCOLA DR. NILTON BELLAS VIEIRA	58
FIGURA 14	– VISTA DA ESCOLA MONTEIRO LOBATO	58
FIGURA 15	– VISTA DA ESCOLA PROF ^A . ALMIRA PEREIRA LAGO	59
FIGURA 16	– VISTA DA ESCOLA NORMA SUELI	59
FIGURA 17	– FACHADA DA ESCOLA PROF ^A . MARÍLIA QUEIRÓZ	60
FIGURA 18	– VISTA INTERNA DA SALA DE AULA	60
FIGURA 19	– VISTA DAS CRIANÇAS DURANTE A MERENDA NO PÁTIO	61
FIGURA 20	– VISTA EXTERNA DO MURO DA ESCOLA	62
FIGURA 21	– PLANTA BAIXA DA ESCOLA PROF ^A MARÍLIA QUEIRÓZ	63
FIGURA 22	- VISTA INTERNA DA ESCOLA PROF ^A MARÍLIA QUEIRÓZ	63
FIGURA 23	CONSTRUÇÃO DAS LEIRAS DA HORTA.....	78
FIGURA 24	PLANTIO DAS SEMENTES.....	78
FIGURA 25	PINTURA DE PAINÉIS.....	79
FIGURA 26	PAISAGISMO NO PÁTIO - PLANTIO DA VEGETAÇÃO	81

FIGURA 27	PAISAGISMO NO PÁTIO - MATERIAL RECICLÁVEL.....	81
FIGURA 28	CONSTRUÇÃO DO PÁTIO COBERTO.....	83
FIGURA 29	VISTA DO PÁTIO COBERTO.....	84
FIGURA 30	PINTURA DO MURAL NO PÁTIO.....	84
FIGURA 31	PINTURA DA FACHADA E DA COBERTURA.....	85
FIGURA 32	VISTA DO MURO.....	86
FIGURA 33	PINTURA DAS PAREDES.....	86
FIGURA 34	ABERTURA DOS SEPTOS DOS COBOGÓS.....	87
FIGURA 35	DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO.....	91
FIGURA 36	DADOS DE RADIAÇÃO SOLAR - SOFTWARE LUZ – 18/10.....	100
FIGURA 37	DADOS DE RADIAÇÃO SOLAR - SOFTWARE LUZ – 18/12.....	101

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	RENDIMENTO MÉDIO MENSAL	55
TABELA 2	QUESTIONÁRIO APLICADO A PROFESSORES E FUNCIONÁRIOS.	67
TABELA 3	QUESTIONÁRIO APLICADO COM OS ALUNOS.	69
TABELA 4	DADOS DE CONFORTO TÉRMICO.	75
TABELA 5	DADOS DE TEMPERATURA.	75
TABELA 6	DADOS DE VENTILAÇÃO.	75
TABELA 7	DADOS DE ILUMINAÇÃO.	75
TABELA 8	QUESTIONÁRIO APLICADO COM PROFESSORES E FUNCIONÁRIOS	90
TABELA 9	QUESTIONÁRIO APLICADO COM OS ALUNOS.	93
TABELA 10	COMPORTAMENTO DOS CORPOS OPACOS DIANTE DA ENERGIA RADIANTE	99
TABELA 11	EMISSIVIDADE DE ALGUNS MATERIAIAS	100
TABELA 12	INCIDÊNCIA SOBRE O TELHADO	101
TABELA 13	VALORES MÉDIOS DE ILUMINÂNCIA COM LUZ NATURAL	109

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	NÍVEIS DE ILUMINAÇÃO – NB 57	44
QUADRO 2	-NÍVEL MESOCLIMÁTICA – DADOS DO ANO 2000.....	56
QUADRO 3	ESCALA DE VALORES PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO.....	91
QUADRO 4	SOLICITAÇÕES DE MELHORIA.	92
QUADRO 5	TEMPERATURA DOS TETOS NA 1 ^A MEDIÇÃO.....	103
QUADRO 6	TEMPERATURA DOS TETOS NA 2 ^A MEDIÇÃO.....	104
QUADRO 7	DADOS DE TEMPERATURA E UMIDADE.....	104
QUADRO 8	DADOS DE TEMPERATURA E UMIDADE.....	104
QUADRO 9	ENQUADRAMENTO EM ZONA DE CONFORTO.....	105
QUADRO 10	ENQUADRAMENTO EM ZONA DE CONFORTO.....	105
QUADRO 11	DISCRIMINAÇÃO DO ORÇAMENTO.....	113

RESUMO

Esta dissertação está inserida nos estudos relativos ao conforto ambiental, tendo como foco principal a melhoria do desempenho da edificação, causando, portanto, maior satisfação ao usuário. Este trabalho teve o objetivo de analisar a intervenção na estrutura física de uma escola do ensino fundamental, da rede pública municipal da zona urbana de Feira de Santana, Bahia, que foi feita visando melhorar o conforto ambiental da edificação adequando a estrutura física às necessidades dos usuários. Para tanto foi desenvolvido projeto de intervenção de baixo custo e aplicável em outras escolas. Os métodos aplicados para o presente estudo foram: questionários, entrevistas, observações de traços físicos e levantamentos físicos, através de medições. Os resultados obtidos com o levantamento dos dados serviram como referencial para a elaboração do projeto de intervenção. Dentre os principais resultados obtidos com a intervenção está o da melhoria do índice de satisfação dos usuários das salas de aula; 50% das pessoas encontravam-se insatisfeitas com o desconforto do ambiente. Após a intervenção o número de insatisfeitos caiu para 35%, comprovando que houve melhoria no ambiente escolar, embora as condições de conforto não estejam totalmente contempladas. Na sala da secretaria, que sofreu uma intervenção diferenciada em relação às salas de aula, o índice de pessoas insatisfeitas caiu de 40% para 22%, caracterizando o ambiente como próximo do conforto térmico. Os resultados do projeto de intervenção foram importantes, considerando-se o objetivo de dar continuidade às pesquisas relacionadas ao conforto ambiental nas escolas da rede pública municipal.

ABSTRACT

This dissertation has to do with the study of the questions regarding to environmental comfort. So, it aims at the best building structure performance thus, causing greater satisfaction to its users. This paper analyzes an intervention at the physical structure of a public and municipal school of the urban zone of Feira de Santana, BA. It tries to improve the environmental comfort at the building fitting the physical structure to the user's requirements. To achieve this goal, a low cost intervention project applicable to this and other schools were elaborated. The methods applied for the present study were: questionnaires, interviews and observations. The results obtained with the information served as reference for the elaboration of the intervention project. Among the main results obtained with the intervention, there is improved the satisfaction index of the user's classroom which was improved. 50% of the people were not satisfied with the environment discomfort and after the intervention, the satisfaction rate was reduced to 35%, proving that there was improvement in the school ambient, although the conditions of comfort weren't totally considered. In the secretary's room, which suffered a differentiated intervention in relation to classroom, the index of dissatisfied people was reduced from 40% to 22%, characterizing the environment as next thermal comfort. The results of the intervention project are important, because the goal is to give sequence of this work related to the environment comfort in the municipal schools of the urban zone.

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA DA PESQUISA.

A edificação escolar do ensino fundamental é um equipamento de significativa importância no contexto social, cultural e econômico do país, por proporcionar condições de ensino básico à população. A escola pública do ensino fundamental tem sido no Brasil não apenas uma fonte de ensino, pois se transformou em um pólo de assistência social. Nestas condições, a edificação escolar abriga funções variadas, mas muitas delas não foram contempladas no programa arquitetônico original do edifício.

O uso da escola como uma alternativa para tentar solucionar os problemas sociais oriundos da má distribuição de renda no país, buscando, através de programas como o da distribuição da merenda escolar, suprir carências básicas, caracteriza o nível de assistencialismo em que o país se encontra.

“A escola pode ser um espaço privilegiado para a construção de horizontes possíveis mais que um espaço definidor de verdades. Essa escola necessita ser construída onde, junto com o domínio do instrumental básico de conhecimentos, a criança se sinta participante dos destinos de seu país, para interferir nas decisões que lhe digam respeito, para que possa expressar seus interesses e para que tenha suas necessidades básicas satisfeitas e/ou lute por elas” (Redin, 1998, p.8).

O processo de ensino só poderá ser bem visto e bem aceito a partir do momento em que o aluno passe a ser o elemento principal do ambiente escolar. Faz-se necessário que todo o enfoque dado pelos setores administrativos e políticos tenham como meta prioritária o aluno. É preciso que na elaboração de projetos arquitetônicos, os principais interessados sejam ouvidos e que a percepção do adulto não seja a única considerada.

Monteiro et al (1993) analisam que nas últimas décadas tem havido um aumento crescente da consciência sobre os vários aspectos da qualidade de vida em instituições educacionais, em geral, e sobre a necessidade de se cultivar o ambiente físico, em particular. A importância de um ambiente físico bem planejado vem sendo reforçada como resultado de pesquisa na área de arquitetura e psicologia ambiental, desenvolvidas em diversos países. Essas pesquisas indicam, por exemplo, que comportamentos agressivos e destrutivos crescem e a interação social diminui, quando as crianças ficam restritas a pequenos espaços (Moore, 1992); Souza Lima (1989) ressalta que, em experiências desenvolvidas em São Paulo, quando

a criança tem a possibilidade de se apropriar de seu espaço – através de colocação de suas marcas próprias, dando vazão ao estímulo primário de transformação de seu mundo, as manifestações anônimas sob a forma de palavrões e desenhos obscenos diminuem consideravelmente.

Segundo Barbosa (1993, p.6), a visão da Escola como organização humana destinada à satisfação das pessoas, pode ser ampliada para a concepção de sistema, no qual podemos distinguir 3 componentes principais:

1. As instalações, os materiais e os equipamentos, que constituem a parte física do sistema.
2. O conjunto de procedimentos operacionais (especificação de tarefas, atividades, rotinas, etc.), que resumem o como fazer dentro de uma Escola para que ela cumpra todos os seus objetivos.
3. O conjunto de pessoas que atuam na Escola, ou seja, o elemento humano, constituído pelos professores, administração, funcionários e os pais dos alunos.

Conforme Barbosa (1993, p.6), para melhorar este sistema, podemos ter duas ações distintas:

- (a) Através de aporte de capital, o que melhora as instalações, prédios, materiais de trabalho, equipamentos, etc. Esta ação, no caso de ser possível, tem retorno imediato, no sentido de que a parte física sofre uma melhoria com novas aquisições ou obras físicas. Entretanto, a experiência demonstra que esta ação, sozinha, não implica, necessariamente, numa melhoria do sistema como um todo. Equivale a dizer que grandes melhorias nas instalações escolares, sem treinamento e capacitação da direção e dos professores, não resultam, necessariamente, em melhoria na qualidade do ensino.
- (b) Através de aporte de conhecimento. Esta é uma ação cujo retorno só ocorre a longo prazo, porém seus alcances são profundos e normalmente resultam em ganhos visíveis na qualidade e produtividade. A educação e treinamentos melhoram o desempenho das pessoas e, por conseqüência, os procedimentos operacionais (que dependem diretamente da eficiência do

elemento humano e de seus conhecimentos). Para que as pessoas assimilem os resultados desta ação, é necessário que estejam motivadas e que seu potencial mental seja explorado no sentido de seu pleno aproveitamento e desenvolvimento.

Quando falamos de ensino e aprendizagem no âmbito escolar, estamos nos referindo a um processo diferente das formas como se ensina e aprende em casa, com a família ou amigos, no ambiente em que se vive, com brinquedos ou meios de comunicação. A escola tem uma maneira específica e intencional de organizar e propor situações para que ocorra a aprendizagem de determinados conteúdos culturais (Revista Raízes e Asas, v.6).

A qualidade de vida nas escolas, cultivada através de sua aparência, dá expressão a uma grade de fatores educacionais, organizacionais e físicos, trabalhados conjuntamente. A importância do ambiente físico para seus usuários repousa no significado que ele carrega, particularmente o significado social. Desta forma, a escola não pode ser vista desprovida de sua identidade social e das mensagens que transmite para seus usuários.

O ambiente físico da criança, a estrutura social onde ela existe, o que ela reflete e suporta, e suas significâncias simbólicas determinam, em grande medida, o caráter da experiência da criança e o que ela pode aprender a partir dele. O ambiente físico tem, desta forma, uma significativa influência sobre o desenvolvimento da criança, que passa ali várias horas.

Com o padrão burocrático que preside a organização e funcionamento dos sistemas de ensino, torna-se difícil a compreensão da realidade escolar, pois ao observador menos avisado, ela se apresenta como uma rotina rigidamente padronizada (Mello, 1982). É necessário que haja uma perfeita compreensão do ambiente escolar e da realidade da qual fazem parte os seus usuários, para que os projetos sejam elaborados de forma compatível e coerente a cada localidade (Penin, 1995).

Apesar dos resultados de diversos estudos, existe, ainda, uma lacuna entre a manifesta consciência e a realidade revelada pelas edificações escolares, sobretudo da rede pública de ensino. Tais edificações continuam sendo projetadas para assegurar, de um lado, dividendos políticos, de outro, minimizar as pressões da sociedade.

A construção de escolas em qualquer espaço disponível, seja ele um terreno baldio doado por um algum benemérito, na periferia, cujas moradias foram erguidas sem infra -

estrutura básica, na área em que o político dispõe de muitos eleitores e acha importante mantê-los atrelado através do voto, caracteriza a forma como este equipamento muitas vezes tem sido tratado pelos poderes públicos.

Os espaços definidos pelo poder são, de alguma maneira, estabelecidos em função da preservação e do fortalecimento desse mesmo poder e, portanto, voltados para o controle e a distribuição desigual de direitos e poderes, através da ilusão da superioridade de alguns, “naturalmente” colocados em confronto com a inferioridade dos demais.

Ao nível das instituições, como as escolas, a lógica da sociedade montada sobre a desigualdade econômica e social está presente na organização de uso dos espaços e sua distribuição igualmente desigual dos meios educativos no território urbano.

Para as crianças dos bairros de periferia, o professor, a escola e a merenda destinados a elas, estão de acordo com a distribuição desigual dos direitos da sociedade. Seu professor é, em geral, menos preparado, aguardando a oportunidade de se transferir para escolas melhores; sua escola tem instalações precárias, materiais de qualidade inferior, arquitetura mais primária – pobre na concepção e não no despojamento – “para não chocar com o padrão das habitações do bairro”; e a merenda é a que o caráter assistencial do Estado considera possível ou adequada para aquela população, a que o tempo e as condições de consumo permitem, ou aquela que a irresponsabilidade dos administradores admite.

O espaço escolar não poderia ser outro: desinteressante, frio, padronizado e padronizador, na forma e na organização das salas, fechando as crianças para o mundo, policiando-as, disciplinando-as e, na maioria das vezes, inibindo-as.

O ensino público no Nordeste tem sido marcado por fracasso e altos índices de repetência e evasão. Censos educacionais têm demonstrado que a evasão escolar em escolas públicas constitui um dos mais graves problemas a ser enfrentado pelos gestores de políticas públicas, empenhadas em melhorar os indicadores educacionais da região. É, portanto, mister que tal problemática seja melhor compreendida em sua gênese e estrutura (Gurgel et al., 1997).

Conforme estes autores, em pesquisa desenvolvida na Bahia, as explicações dadas por jovens de ambos os sexos para abandonarem a escola oscilam entre explicações de ordem extrínseca e intrínseca à escola. Configuram razões de ordem extrínseca o trabalho (somente para os garotos), as tarefas domésticas (somente para as garotas), e o gosto pelo lazer.

Configuram razões de ordem intrínseca a indisciplina, o fracasso escolar, as condições físicas da escola e o ambiente escolar. É importante, portanto, que esta problemática seja examinada, e este é o nosso propósito, ao estudarmos uma intervenção efetuada em uma edificação escolar.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

⇒ Desenvolver parâmetros para intervenções de melhoria do ambiente, na estrutura física de escolas do ensino fundamental, da rede pública municipal.

1.2.2 Objetivos específicos

⇒ Identificar alternativas de melhoria no ambiente construído da escola, tanto no edifício quanto no pátio, com baixo custo e curto prazo de implantação.

⇒ Avaliar o efeito da intervenção desenvolvida na escola.

1.3 HIPÓTESE

⇒ Modificações de baixo custo podem aumentar a satisfação do usuário em relação ao ambiente escolar.

1.4 MÉTODO DE PESQUISA

O método utilizado para desenvolver o trabalho é pesquisa - ação. Trata-se de um método, ou de uma estratégia de pesquisa, que agrega vários métodos ou técnicas de pesquisa social, com os quais se estabelece uma estrutura coletiva, participativa e ativa em nível da captação de informação (Thiollent, 1998).

Foram utilizados métodos e técnicas de grupo para lidar com a dimensão coletiva e interativa da investigação, como questionários e entrevistas. Também foram utilizadas técnicas de registro, como medições, levantamentos de campo e levantamentos de arquivo.

1.4.1 Estudo exploratório

O estudo exploratório teve como finalidade selecionar a amostra utilizada nesta pesquisa. O critério para seleção do universo estudado obedeceu aos seguintes passos: audiência com a secretária de educação, visita a escolas situadas em bairros distintos,

entrevistas realizadas com as diretoras e vice-diretoras, observação, documentação fotográfica e análise do projeto arquitetônico, definindo, assim a unidade que serviu como laboratório de estudo, a escola Prof^a Marília Quieróz.

1.4.2 Revisão bibliográfica

Em termos gerais, realizou-se uma revisão bibliográfica apresentando conceitos de APO e o seu uso como ferramenta, definição e estudo sobre desempenho, enfocando os requisitos referentes ao conforto térmico e visual, aspectos que mais se destacaram na edificação em estudo, e a percepção dos usuários em relação ao ambiente, através da psicologia ambiental.

1.4.3 Desenvolvimento do projeto de intervenção

Após a delimitação do universo da pesquisa buscou-se coletar dados através de levantamentos de campo, levantamentos de arquivo e as medições.

Utilizou-se para a análise da intervenção algumas ferramentas (entrevista, questionário, medição física) da Avaliação Pós – Ocupação (APO), metodologia que pode ser aplicada, mesmo que os recursos financeiros sejam escassos, o que é muito importante para a nossa realidade. “A APO é reconhecida e valorizada como um dos métodos eficazes para conhecer, diagnosticar, e elaborar diretrizes para produção e consumo de ambientes construídos” (Reis e Lay, 1995).

O levantamento de campo constou de observação de comportamento e de traços físicos, de entrevistas individuais e coletivas, de questionários que só foram aplicados após o pré-teste, ou questionário preliminar, que definiu o modelo a ser utilizado. Os questionários foram aplicados no universo total de alunos, professores e funcionários, presentes na escola no dia da sua aplicação.

O levantamento de arquivo se ateve ao estudo das plantas e do histórico do projeto original. A edificação não sofreu nenhuma intervenção ao longo do tempo, caracterizando a necessidade de manutenção.

Foram realizadas duas medições na edificação. Os equipamentos utilizados para medições de parâmetros para análise do conforto foram: termômetro de globo e de superfície, psicrômetro, anemômetro de fio quente e luxímetro.

As medições foram realizadas em todas as salas de aula, na cozinha e secretaria. Foram mantidos os horários das medições buscando assegurar dados com menor quantidade de variáveis.

1.4.4 Análise dos resultados

Analisou - se os resultados das alterações desenvolvidas na edificação (prédio e pátio), com o intuito de averiguar quais foram os benefícios resultantes das modificações no ambiente físico da escola. Para o processamento e análise dos resultados toda a documentação disponível foi consultada. Utilizou-se modelos de simulação para analisar as variáveis ambientais (temperatura, vento, iluminação, umidade) medidas.

Também utilizou-se a aplicação de questionários e entrevistas para, através da percepção do usuário, analisar-se o desempenho do ambiente construído da escola.

1.5 LIMITAÇÕES PARA O ESTUDO

Como todo trabalho de pesquisa, este estudo foi desenvolvido dentro de parâmetros e padrões permitidos pela disponibilidade de tempo e recursos.

⇒ Como principal limitação desta dissertação, observa-se que o projeto de intervenções proposto não contempla todas as alternativas de melhoria do desempenho, por causa do elevado custo. O recurso disponível para execução do projeto foi um fator que limitou as alternativas de alteração do ambiente físico.

⇒ Em função do tempo necessário para execução da reforma e da impossibilidade da intervenção ocorrer com a escola fechada, a necessidade do projeto ser desenvolvido nestas condições restringiu o alcance das modificações.

⇒ A Secretaria de Educação estabeleceu alguns limites, segundo os quais, nem todas os tipos de intervenções poderiam acontecer.

⇒ O projeto de intervenção teve que ser submetido ao trâmite burocrático pela equipe técnica da Secretaria de Planejamento do Município de Feira de Santana, pois como o recurso disponível para a execução do projeto era da Secretaria de Educação, seguiu toda a tramitação legal para ser disponibilizado.

⇒ Falta de equipe técnica para que uma APO pudesse ocorrer de forma a atender todas os requisitos de desempenho.

1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está estruturada em sete capítulos. O primeiro consiste da introdução com a justificativa da pesquisa, objetivos, hipóteses, métodos utilizados, limitações do estudo e estrutura do trabalho.

O capítulo 2 aborda a revisão bibliográfica, apresentando conceitos de APO e o seu uso como ferramenta, definição e estudo sobre desempenho, enfocando o conforto térmico e visual, e a percepção dos usuários em relação ao ambiente, através da psicologia ambiental.

O capítulo 3 descreve o ambiente construído na Escola Prof^a Marília Queiróz da rede pública municipal de Feira de Santana, contextualizando a realidade local. Avalia o ambiente antes da intervenção, utilizando como técnicas de coletas de dados a aplicação de questionários e entrevistas, análise documental, observação e medições.

O capítulo 4 descreve o processo de intervenção no prédio e no pátio, caracterizando todas as modificações ocorridas.

O capítulo 5 faz a análise dos resultados. São estudados os resultados dos problemas de conforto térmico e lumínico detectados na escola e de todas as alterações desenvolvidas no ambiente escolar. Apresenta as conclusões resultantes das análises dos efeitos da intervenção.

O capítulo 6 aborda algumas considerações finais verificando se os objetivos do estudo foram atingidos e as hipóteses confirmadas, e apresenta sugestões para trabalhos futuros no intuito de dar continuidade a pesquisas nesta área.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 INTRODUÇÃO

O estudo do ambiente construído, quando passa a ter um papel social pleno, com sua eficiência sendo medida pela satisfação do usuário e buscando, através da avaliação física do desempenho da edificação, promover uma intervenção que propicie melhoria da qualidade do ambiente, contribuirá para que os novos projetos arquitetônicos contemplem melhor os requisitos de desempenho necessários ao bom funcionamento da edificação.

Para avaliação do desempenho da edificação é muito importante que os requisitos dos usuários sejam considerados. É também importante que o contexto que a edificação tem que satisfazer seja considerado, assim como os métodos para avaliação do comportamento em uso sejam usados.

Melhorar de forma substancial o conforto térmico do ambiente através do uso de técnicas construtivas apropriadas e mais racionais, pode resultar em economia. Ao invés de aproveitar as condições favoráveis da natureza para o condicionamento ambiental, observou-se, durante o estudo exploratório, que as construções surgem sem a devida proteção contra insolação, com uso de materiais sem inércia térmica (materiais leves), afastadas dos recursos naturais e com uso de condicionamento artificial.

É também muito importante que se considere o nível de iluminação do ambiente, para que o ser humano possa desenvolver suas atividades requerendo precisão e pouco esforço. O conforto visual é caracterizado pela iluminação adequada, sem ofuscamento e com boa definição de cores.

O uso de uma metodologia para analisar o ambiente construído, como a Avaliação Pós-Ocupação, que auxilia a avaliação do espaço em uso e considera os requisitos de desempenho, permite detectar os erros e acertos de projeto considerando a opinião dos usuários.

2.2 AVALIAÇÃO PÓS - OCUPAÇÃO (APO)

Moore, Tuttle e Howell (1985), definem a área ambiente/comportamento como o estudo das relações entre os seres humanos e o ambiente físico em todas as escalas e a aplicação deste conhecimento para melhorar a qualidade de vida, através de melhorias

políticas, planificação, projeto e educação ambiental. A área ambiente/comportamento é multidisciplinar, sendo composta de diferentes disciplinas, entre outras: psicologia, sociologia, geografia, antropologia, arquitetura, projeto de interiores, paisagismo, planificação urbana e regional, etc. (Zube e Moore, 1987). Esta área está orientada a todos os níveis de funções humanas, desde fisiológicas até culturais, em relação a todas as escalas do ambiente sócio-físico, desde produtos até regiões. Esta área responde a duas perguntas básicas: qual é a relação entre o ambiente sócio-físico e o comportamento humano e como, a partir do conhecimento desta relação, pode-se criar ambientes mais adaptados ao homem e assim melhorar a sua qualidade de vida (Mimbacas, 1998).

Para Reis e Lay (1995), APO é uma alternativa metodológica amplamente utilizada por pesquisadores da área *Ambiente – Comportamento*, para avaliar o desempenho de ambientes construídos, e um instrumental capaz de, face a uma avaliação rigorosa e sistemática de ambientes construídos e ocupados por um certo período de tempo, aferir, por realimentação, os erros e acertos de projeto encontrados no objeto de estudo avaliado, a partir do ponto de vista do usuário.

Segundo Ornstein e Romero (1992, p.12), a APO é uma das metodologias correntes de avaliação de ambientes construídos. Difere de outras metodologias (por exemplo, daquelas que se detêm nas questões relativas ao projeto e à construção), pois mesmo resgatando como subsídios de análise a memória da produção do edifício, prioriza aspectos de uso, operação e manutenção, considerando essencial o ponto de vista dos usuários, *in loco*. Em outras palavras, as metas de uma APO são:

- ⇒ Promover a ação (ou a intervenção) que propicie a melhoria da qualidade de vida daqueles que usam um dado ambiente.
- ⇒ Produzir informação na forma de banco de dados, gerar conhecimento sistematizado sobre o ambiente e as relações ambiente - comportamento.

Já não se pode mais pensar em projetos absolutamente autoritários, onde o arquiteto ou planejador urbano não leve em alta consideração a opinião do futuro usuário dos espaços projetados. Adotando este pressuposto básico, qual seja, o da participação conjunta especialista – usuário no processo projetual e, conseqüentemente, a avaliação da percepção que os usuários fazem do ambiente que os especialistas criam, é justamente neste contexto que surge a metodologia da Avaliação Pós - Ocupação (APO), enquanto pesquisa aplicada, de caráter pragmático, que procura realizar um *feedback* ao processo projetual – construtivo

ocupacional, para se vislumbrar uma arquitetura e urbanismo em maior consonância com os desejos e aspirações da comunidade (Preiser et al apud Souza, 1997).

Tal metodologia de pesquisa aplicada tem como objetivo básico avaliar o desempenho de objetos arquitetônicos e urbanos em uso pela comunidade. Ao buscar subsídio, para tal fim, na análise realizada por técnicos (abordagem dos aspectos comportamentais), seguindo a divisão clássica desta metodologia de pesquisa, sempre se está trabalhando no campo do ambiente - comportamento e toda sua complexidade de relações dialéticas (Souza, 1997).

Segundo Reis e Lay (1995), a adoção desse método implica em um novo conceito de desempenho de edificação ou ambiente construído, o qual passa a ser entendido como um ambiente que atenda satisfatoriamente as funções para as quais foi destinado e preencha as necessidades de seus usuários. Portanto, qualquer ambiente construído ou conjunto de ambientes construídos, independentemente da complexidade e escala, pode ser avaliado (sejam estes espaços fechados, destinados a moradia, lazer, recreação, trabalho, ensino, saúde, etc; espaços abertos públicos ou semipúblicos, infra-estrutura urbana, cidade ou região).

Ainda segundo Reis e Lay (1995), no Brasil, o despertar APO ocorreu na década de 1970, com o trabalho pioneiro de Del Carlo e Mota (1975), sendo reforçado por alguns trabalhos desenvolvidos na década de 1980 na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Mais recentemente, pesquisas vem sendo desenvolvidas em outras instituições como os cursos de Pós-Graduação da Universidade Federal de Pernambuco (UFP), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), e da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Segundo Ornstein e Neto (1995), no que diz respeito à APO aplicada em edifícios escolares visando aferir aspectos de conforto ambiental e de funcionalidade, especialmente quanto ao ponto de vista dos usuários, tem-se os estudos de Ornstein et al (1995).

Quanto às contribuições metodológicas e práticas da APO aplicada a ambientes escolares, no que diz respeito aos aspectos comportamentais e à satisfação dos usuários, podem ser mencionados os estudos da Teoria das Facetas, feitos por Monteiro et al, de forma mais restrita Camargo e, no campo internacional, destacam-se os trabalhos de Preiser e aqueles de Sanoff, Francis e de Taylor e Vlastos, sendo que estes quatro últimos autores adotam a abordagem do projeto participativo das crianças, adolescentes, professores, pais e

outros agentes envolvidos no processo de produção, uso, operação e manutenção de escolas (Ornstein e Neto, 1995).

2.2.1 APO como ferramenta

Alguns dos pressupostos básicos da APO são, conforme Zimring (em Bechtel et al., apud Souza, 1997):

- ⇒ A tendência de se avaliar um único tipo de ambiente construído: edifício de escritórios e institucionais, escolas, creches, hospitais, ou ainda, espaços públicos restritos como praças;
- ⇒ Os avaliadores tendem a descrever determinado ambiente, antes de manipular suas variáveis;
- ⇒ O trabalho é, quase sempre, realizado em ambientes reais e não em situações laboratoriais;
- ⇒ Um desejo de, preponderantemente, buscar-se avaliar a opinião dos usuários comuns do ambiente (que muitas vezes, em espaços públicos, p.ex., não são os proprietários);
- ⇒ Um interesse em explorar na pesquisa de campo, conceitos teóricos advindos de diversas disciplinas (p.ex., o de mapas cognitivos ou de mapeamento comportamental);
- ⇒ Uma clara tendência em se tirar diretrizes de projetos após a conclusão da pesquisa, que possam ser aplicadas naquele estudo de caso ou em projetos de programas semelhante.

Neste sentido, há sempre uma preocupação de que os usuários e aqueles que tomam as decisões sobre o ambiente em questão, possam ver claramente os benefícios da pesquisa e participem da mesma.

A grande maioria das APOs para Souza (1997), segue um processo mínimo, configurado pelas seguintes etapas:

1. Conhecimento do objeto a ser avaliado, incluindo-se aí, o levantamento das informações relativas ao mesmo:
 - ⇒ Dados referentes ao projeto e à sua execução;
 - ⇒ Dados referentes à situação atual do ambiente (levantamentos cadastral e/ou “as built”);
 - ⇒ Dados referentes à população usuária do ambiente a ser avaliado;
 - ⇒ Dados referentes ao contexto e entorno relativo à inserção do ambiente estudo de caso;
 - ⇒ Contexto histórico - social do ambiente, ie., as alterações em seu uso e apropriação que ocorreram ao longo do tempo, assim como reformas e alterações físicas.

2. Definição da pesquisa e seus métodos:

- ⇒ Estabelecimento das diretrizes e estratégias da pesquisa (o que se quer saber?);
- ⇒ Escolha das técnicas de levantamento de dados de campo (p.ex., entrevistas estáticas, entrevistas do tipo *walk-through*, mapas cognitivos, mapas comportamentais, diários de anotações de comportamento, observações comportamentais diretas, levantamento fotográfico em espaços de tempo regulares, filmagem, questionários, testes psicológicos, *checklists* adjetivados, etc.);
- ⇒ Realização de pré-testes;
- ⇒ Redefinição do escopo da pesquisa de campo
- ⇒ Coleta de informações, ou seja, aplicação das técnicas de pesquisa junto aos usuários;
- ⇒ Análise das informações coletadas que podem ser do tipo qualitativas ou quantitativas (que então receberão tratamento estatístico correto);
- ⇒ Apresentação dos resultados (desenhos, tabelas, gráficos, relatórios, etc.).

De forma clássica, são propostos três níveis de APO, os quais se distinguem entre si, especialmente pela profundidade com que a pesquisa é desenvolvida, pela finalidade, pelos prazos e recursos disponíveis. Assim é que, os três níveis propostos por Preiser (apud Ornstein e Romero, 1992, p.41) são:

- ⇒ APO – *Indicativa ou de curto prazo*: proporciona, através de rápidas visitas exploratórias do ambiente em questão e entrevistas selecionadas com usuários-chave, indicação dos principais aspectos positivos e negativos do objeto de estudo.
- ⇒ APO – *Investigativa ou de médio prazo*: trata-se do nível anterior acrescido da explicitação de critérios referenciais de desempenho.
- ⇒ APO – *Diagnóstico ou de longo prazo*: define detalhadamente critérios de desempenho, utiliza técnicas sofisticadas de medidas, correlacionando aquelas físicas, com as respostas dos usuários, tendo-se em mente a estrutura organizacional da entidade. Para tanto, exige recursos bem maiores do que os níveis anteriores.

Ainda, segundo estes autores, em termos nacionais, os pesquisadores na área, com base nas diversas pesquisas aplicadas no âmbito da APO até o momento, propõem o desdobramento destes três níveis em seis outros, os quais se coadunam com a nossa realidade. Desses níveis propostos, três deles são avaliações físicas realizadas pelos pesquisadores/consultores, os outros três referem-se às APOs propriamente ditas,

considerando tanto o ponto de vista dos técnicos ou pesquisadores, como dos usuários do ambiente construído em questão.

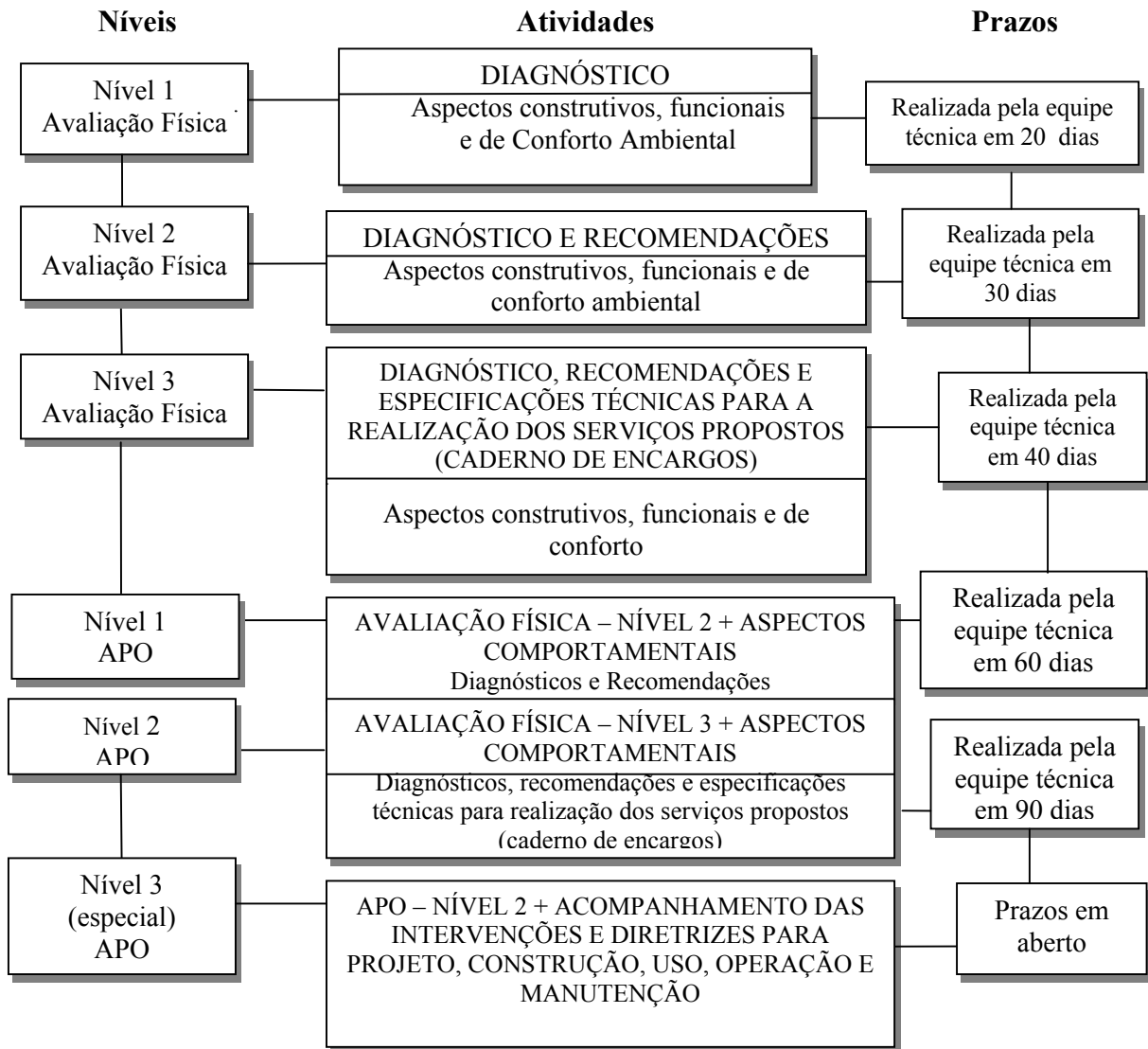


FIGURA 1 OS SEIS NÍVEIS DE SERVIÇOS DE AVALIAÇÃO PARA O CASO BRASILEIRO

Fonte: Ornstein e Romero, p.42.

É preciso salientar que os seis níveis propostos não são rígidos mas, sim, pretendem apenas servir como referência, particularmente no caso de edifícios ou ambientes construídos convencionais. No caso de APOs nível 3, em geral, e no caso de qualquer nível de avaliação proposto para edifícios complexos, tais como hospitais, aeroportos etc., prazos, custos e composição de equipes técnicas devem ser analisados caso a caso.

Por outro lado, as vantagens dos serviços de avaliação, de um modo geral, observado o nível de profundidade de cada um e da APO de forma específica, são:

- ⇒ Propor recomendações sobre problemas técnico-construtivos, funcionais e comportamentais para o objeto de estudo;
- ⇒ Envolver projetistas, clientes e usuários no próprio processo de avaliação e de decisão, sejam elas de caráter físico ou organizacionais;
- ⇒ Conscientizar os principais agentes (usuários-chave) envolvidos no uso, operação e manutenção do ambiente objeto de avaliação, no sentido da conservação e otimização do desempenho do patrimônio imóvel, pois este fator está associado ao bem-estar e à produtividade dos ocupantes;
- ⇒ Controlar a qualidade do ambiente construído no decorrer de seu uso, minimizando custos de manutenção e de intervenções físicas propostas ;
- ⇒ Desenvolver manuais de manutenção e operação para ambientes construídos em uso;
- ⇒ Desenvolver plano diretor de 'rearranjo', flexibilização e/ou expansão de ambientes construídos já em uso, para maior adequação destes a funções diferenciadas e a avanços tecnológicos na área de comunicação e de informática;
- ⇒ Desenvolver manuais/diretrizes de projeto, critérios, padrões e normas para projetos futuros de ambientes construídos semelhantes.

Os condicionantes dessa área de pesquisa e de consultoria são essencialmente os seguintes (Rossi, Freeman, apud Ornstein e Romero, 1992):

- ⇒ Participação ainda reduzida dos usuários no processo de avaliação e tomadas de decisão decorrentes;
- ⇒ Comunicação algumas vezes difícil e pouco receptiva dos usuários para com os avaliadores, não havendo critérios preestabelecidos que orientem esta comunicação;
- ⇒ Comunicação difícil e, por vezes truncada dos avaliadores com projetistas e clientes, prejudicando a confiabilidade dos resultados;
- ⇒ Qualidade precária das informações obtidas junto aos usuários, decorrentes, muitas vezes , de pouco envolvimento destes no processo de avaliação ou da pouca familiaridade de alguns pesquisadores com procedimentos estatísticos e técnicas de pesquisa em 'ambiente e comportamento' adequados à APO;
- ⇒ Dificuldade quanto à imparcialidade do avaliador no processo;
- ⇒ Produto final, por vezes, configurado em relatório extenso, excessivamente analítico e pouco atrativo para os interessados diretos (clientes e usuários em geral), que, como leigos, se vêm à margem da pesquisa e não, como de fato deveria ocorrer, seus beneficiários;

⇒ Pouca disseminação de literatura no âmbito da APO, destinada a leigos.

Qualquer APO deve ser prévia e cuidadosamente formulada. O planejamento adequado da pesquisa implica no levantamento adequado dos dados e no alcance das metas dentro dos prazos previstos. Na APO de ambientes construídos pode ser adotado o fluxograma de atividades (Fig.2), que encontra-se essencialmente dividido em etapas de coleta ou levantamento de dados, diagnóstico, recomendações para o ambiente – estudo de caso e, finalmente, insumos para novos projetos (Ornstein e Romero, 1992).

A coleta de dados é constituída, basicamente, de sete subetapas, flexíveis porém decisivas para a formulação das recomendações, que são:

- ⇒ Levantamento da memória do projeto e da construção;
- ⇒ Cadastro atualizado dos ambientes construídos (as built);
- ⇒ Cadastro atualizado do mobiliário e dos equipamentos;
- ⇒ Levantamento, tabulação de dados e informações coletadas junto aos usuários;
- ⇒ Levantamento técnico-construtivo, conforto ambiental e funcional;
- ⇒ Levantamento de normas, códigos, especificações técnicas existentes;
- ⇒ Estabelecimento de critérios e padrões, quando não existirem normas para efeito comparativo;

O diagnóstico é a etapa mais importante da APO, devendo ser cuidadosamente dimensionado. É a partir dele que serão extraídas as recomendações a curto, médio e longo prazos.

Vários insumos podem ser obtidos deste diagnóstico. Estes insumos podem ser recomendações construtivas, funcionais, comportamentais ou ainda que orientem a implementação de um plano diretor para ampliação e flexibilização dos espaços, dentre outros.

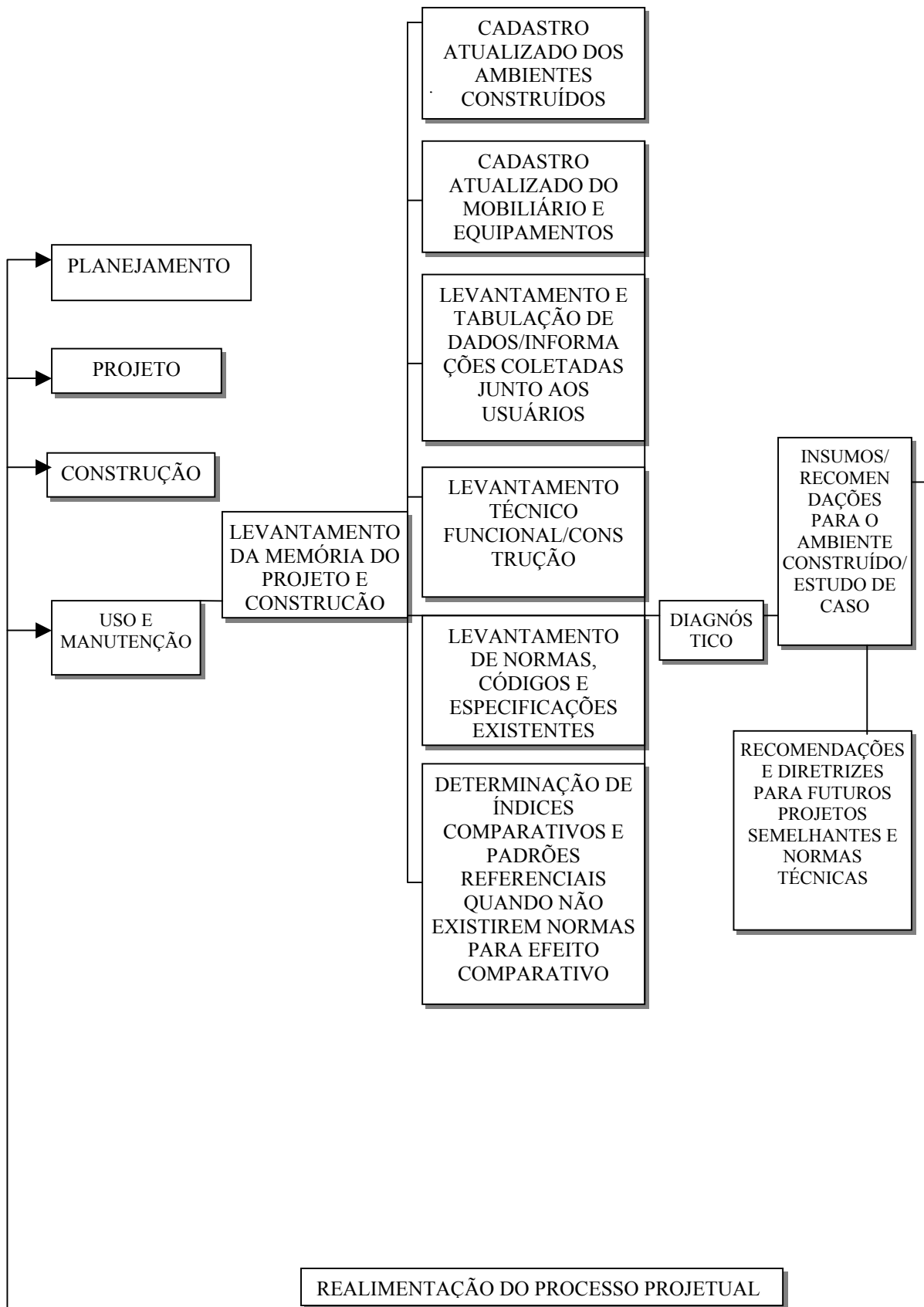


FIGURA 2 FLUXOGRAMA DE ATIVIDADES

Fonte: Ornstein e Romero, p.63.

2.3 ABORDAGEM SOBRE DESEMPENHO

O International Council for Building Research Studies and Documentation (CIB), identifica expressamente como fundamental para a utilização do conceito de desempenho na edificação, o conhecimento dos requisitos dos usuários das edificações, do seu ambiente de exposição e de métodos de avaliação da satisfação dos requisitos de uso.

A abordagem de desempenho é, primeiro e principalmente, a prática de pensar e trabalhar em termos de fins antes que de meios. Ela é direcionada para o adequado cumprimento das finalidades que se espera de uma edificação ou componente, e não para prescrever como ela deve ser construída. Isto não quer dizer que meios – tipos particulares de construção, produtos ou materiais – não devem ser considerados; eles o são, mas estritamente se os meios alcançarão os fins, e o farão confiavelmente durante um período de uso definido é o problema. Em essência, a abordagem de desempenho não é mais que a aplicação de uma análise rigorosa e de um método científico para o estudo do funcionamento das edificações e de suas partes (CIB, 1982).

Em particular, a abordagem de desempenho implica:

- ⇒ Reunir dados e critérios de diferentes origens para o projeto global e tentar formulá-los em termos comuns;
- ⇒ Estender a análise quantitativa para aspectos de desempenho anteriormente entendidos como isentos de questionamentos (particularmente importante quando se trabalha com produtos e projetos inovadores);
- ⇒ Definir todos objetivos de projeto claramente;
- ⇒ Exigir prova de atendimento aos requisitos, por meio de métodos de teste e avaliação comprovados;
- ⇒ Onde produtos ou projetos estão sendo comparados com critérios de desempenho, definir métodos para classificar ou ponderar aspectos isolados de desempenho, para obter uma medida global do desempenho.

O conceito de desempenho foi elaborado na década de 70 e procurou responder às necessidades do processo de produção de edificações daquele momento, não podendo prever

todas as mudanças experimentadas desde então. Nos dias atuais, busca-se sua atualização através da introdução de um conjunto de requisitos, a partir das necessidades dos usuários.

Um exemplo evidente desta necessária atualização é o conjunto de requisitos dos usuários proposto na Tabela C, (anexo 6), da norma ISO/DIS 6241. Esta tabela, foi produzida a partir da identificação de cinco grupos de necessidades dos usuários das edificações (segurança, habitabilidade, adequação ao uso, durabilidade e economia), que foram detalhadas em quatorze categorias de requisitos dos usuários, para as quais foram definidos aspectos a serem considerados na avaliação de desempenho. Esta lista pretendeu ser ampla e abranger globalmente as exigências de funcionalidade das edificações, mas se observa que nela foram omitidos aspectos importantes, como a percepção sensorial e simbólica da edificação e de suas partes pelos usuários, fator determinante para a aceitação cultural da edificação construída para os seus futuros usuários. Este fato é causado, provavelmente, pela pretendida objetividade na avaliação de desempenho, que seria prejudicada por julgamentos subjetivos da percepção da edificação pelos seus usuários. Não se pode esquecer, entretanto, que esta mesma restrição foi enfrentada nos requisitos relacionados com conforto dos ambientes construídos, onde a sensação de conforto, em última análise, também é um julgamento subjetivo. Neste caso, o julgamento é parametrizado objetivamente por meio de análises estatísticas do percentual de usuários satisfeitos dentro do universo total (Bonin, 1998).

Segundo Bonin (1998), outro aspecto é a heterogeneidade na abordagem de diferentes requisitos de desempenho na ISO DIS 7164, onde alguns requisitos foram discriminados em grande detalhe e outros aspectos apenas superficialmente, sem que isto possa estar relacionado com qualquer valoração da importância de diferentes requisitos.

Surgiram, também, novos requisitos dos usuários antes sequer imaginados. Um exemplo é a recente preocupação com a sustentabilidade das edificações, ou seja, sua maior harmonia com o meio ambiente, sem a existência de uma grande agressão ao meio ambiente no seu processo de produção ou a exigência de grandes consumos energéticos para viabilizar a realização das atividades dos usuários previstas para as edificações (Bonin, 1998).

Foliente et al (1998), apresentam os atributos classificados em três grupos:

⇒ Segurança: estrutural, ao fogo e acidente (segurança em uso);

- ⇒ Habitabilidade: habilidade no cálculo estrutural, conforto térmico, impermeabilidade (água e ar), qualidade do ar, acústica, iluminação, acesso, segurança, condensação, saúde e higiene, funcionalidade, adaptabilidade e estética;
- ⇒ Sustentabilidade: manutenibilidade, durabilidade, economia, disposição final, afabilidade ambiental.

A tendência de adoção da abordagem de desempenho e de especificações de desempenho surge da acelerada taxa de mudança das técnicas de construção, da disponibilidade de melhores técnicas de planejamento espacial e projeto e de maiores expectativas em relação às condições a serem proporcionadas pelas edificações.

A avaliação de desempenho consiste em prever o comportamento potencial do sistema construtivo ao longo do seu uso, tomando-se duas vertentes: as exigências dos usuários e as condições de exposição da habitação (Akutsu et al, 1990).

Ainda, segundo Akutsu et al (1990), as normas de desempenho diferem das normas prescritivas, mas não competem com elas. Enquanto as normas prescritivas ocupam-se de produtos com funções específicas e exatamente definidas, as normas de desempenho enfocam a construção como um todo.

A abordagem de desempenho é relevante para uma gama de problemas e processos dentro da indústria da construção. Em qualquer circunstância, de fato, a utilidade e o valor de uma forma, desenho, espaço, produto ou material têm que ser considerados. Em vista disto, é particularmente necessário que qualquer estudo, documentação ou especificação baseada em desempenho, sejam absolutamente claras quanto ao nível e escopo precisos dos problemas investigados.

Segundo o CIB (1982), podemos aplicar a abordagem de desempenho durante:

- 1) O projeto e construção de um empreendimento isolado;
- 2) O projeto e construção de um programa de construção contínuo;
- 3) O desenvolvimento e marketing de produtos de construção;
- 4) A preparação e estruturação de orientações de projeto;

- 5) O controle de qualidade da construção por meio de inspeção, aprovação ou certificação (pelo governo ou por agências privadas).

Cada tipo de participante tem um conjunto distinto de interesses no desempenho da edificação, embora alguns participantes se destacam até certo ponto. Distinção deve ser feita entre os interessados em todos os aspectos de desempenho, isto é, incluindo facilidade de construção, operação ou manutenção, juntamente com aspectos econômicos de longo prazo, e aqueles interessados principalmente em um aspecto específico como, por exemplo, facilidade de construção (construtores) ou desempenho de produtos ou materiais particulares (fabricantes).

Ainda segundo o CIB (1982), seja qual for a amplitude de atributos de desempenho envolvidos em uma aplicação particular, o efetivo uso da abordagem de desempenho depende do seguinte conhecimento:

- 1) Os requisitos dos usuários da edificação (ocupantes, proprietários, construtores e o público em geral);
- 2) O contexto no qual edificações e suas partes componentes têm que satisfazer aqueles requisitos (isto é, todos agentes influentes no desempenho, seja qual for sua origem ou natureza);
- 3) Métodos de previsão para avaliação do comportamento em uso (isto é, para modelar o desempenho de edificações e suas partes).

Verifica-se que nos países desenvolvidos existem inúmeras pesquisas e trabalhos técnicos relacionados ao desempenho das edificações escolares, desde a definição do programa arquitetônico até a sua ocupação. Estes estudos podem ter um caráter mais interdisciplinar, envolvendo além de arquitetos e engenheiros, educadores e psicólogos, sobretudo no que se refere às propostas espaciais (Taylor, Vlastos, 1983) e podem ter um caráter mais específico, por exemplo, direcionado aos aspectos ergonômicos do mobiliário escolar e/ou aos aspectos de conforto ambiental. No caso do Brasil, apesar de esforços isolados (Lima, 1989, CONESP, 1977), são ainda relativamente poucos, os trabalhos sistemáticos, sobretudo no que se refere às relações espaciais entre ambientes do edifício escolar e as formas de uso, os quais possam subsidiar programas de adaptação funcional dos próprios edifícios, objeto de avaliação ou alimentar futuros projetos de edificações escolares (Ornstein et al, 1995).

Conforme Foliente et al (1998), para determinar se a construção de fato reuniu os atributos especificados, pode ser utilizado o método da APO. Se possível este método deve ser definido no estágio de especificação e definição do projeto sendo, inclusive, muito bem aceito, podendo ser também utilizados os métodos padronizados de cálculos, simulação, testes e/ou observação.

Ainda segundo Foliente et al (1998), no desenvolvimento de normas internacionais, deve ser considerado:

- ⇒ Diferenças ambientais e fatores culturais, necessidades sócio-econômicos e perspectivas em diferentes países;
- ⇒ Equilíbrio entre custo e qualidade;
- ⇒ Consideração da infraestrutura tecnológica disponível.

2.4 CONFORTO AMBIENTAL

No ambiente onde a pesquisa ocorreu os atributos que comprometem o desempenho da edificação estão relacionados a problemas de conforto térmico e visual. Foram estudados alguns aspectos de desempenho da edificação, sem, no entanto, caracterizar uma medida global do desempenho.

O interesse no estabelecimento de critérios de conforto térmico remonta, na Europa, ao início do século XIX, iniciando com um movimento para modificar as condições existentes na indústria e em habitações. Critérios básicos de aquecimento foram inicialmente estabelecidos, tendo em vista os acidentes e doenças causadas pelo calor e umidade, nas indústrias de mineração, metalurgia e têxteis (Sattler, 1999).

A definição da American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers (ASHRAE) para conforto térmico é: um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa. Se o balanço de todas as trocas de calor a que está submetido o corpo for nulo e a temperatura da pele e suor estiverem dentro de certos limites, pode-se dizer que o homem sente conforto térmico (Lamberts et al, 1997, p.41).

As sensações são subjetivas, isto é, dependem das pessoas, portanto um certo ambiente confortável termicamente para uma pessoa pode ser frio ou quente para outra. Assim entende-

se como condições ambientais de conforto aquelas que propiciam bem-estar ao maior número possível de pessoas (Ruas,1999, p. 11).

O organismo humano, que em condições de saúde funciona à temperatura aproximadamente constante, dispõe de sistemas de termo-regulação natural através dos quais reage às condições termo-higrométricas do ambiente. Mesmo com a proteção do vestuário, essa capacidade de reação confina-se em limites muito estreitos de variação das condições ambientes de equilíbrio. Quando estes limites são excedidos e violentam o processamento daquela auto-regulação humana surgem situações de desconforto e, sucessivamente, de mal-estar e de perturbações de saúde (Gomes, 1978).

Dado que a habitação não pode limitar-se a assegurar a manutenção das funções vitais elementares dos habitantes e tem, para, além disso, de lhes garantir condições propícias a uma equilibrada e eficiente vida física, as exigências de saúde neste domínio correspondem efetivamente a exigências de conforto, pelo menos, satisfatório.

As trocas de calor entre o homem, o ambiente e o contorno que o envolve processam-se, sobretudo por convecção, por radiação e por evaporação e, sendo assim, os fatores de ambiente que as influem são, fundamentalmente, a temperatura do ar, a temperatura radiante do contorno, a umidade relativa e a velocidade do movimento do ar.

Dentro da área de conforto, os principais parâmetros inter-relacionados no desenho bioclimático são o clima, o projeto do edifício e o modo de uso deste (Czajkowski e Gómez, apud Mimbacas, 1998). Como exemplo, dentro deste último parâmetro estes autores citam, entre outros, o nível de ocupação do edifício, a energia aportada pelas pessoas, etc.

Na arquitetura bioclimática, o conforto ambiental, é resultante da relação harmoniosa entre os elementos naturais (vento, sol, chuva e vegetação) com os elementos arquitetônicos que objetivamente, procuram propiciar aos ambientes condições satisfatórias (de aeração, insolação, etc) às atividades humanas. Os elementos arquitetônicos (paredes, aberturas, cobertura) são reguladores dos fluxos dos elementos naturais dentro das edificações. Assim, por exemplo, na escolha dos materiais de construção leva-se em conta a sua capacidade de armazenar ou dissipar o calor solar e as aberturas são orientadas de modo a captar ou evitar as correntes eólicas (Silva, 1981).

A arquitetura bioclimática, por ser função de elementos naturais específicos de um local torna-se uma arquitetura regional determinada (Silva, 1981).

As diretrizes que devem orientar o projetista de um edifício que pretende obter, por meios naturais, condições de clima interno que sejam as mais próximas possíveis da neutralidade térmica, nas épocas de calor, dependem das características do clima, do local da construção e dos períodos em que o edifício irá ser utilizado. Estas diretrizes serão diferentes quando se tratar de um clima quente e úmido ou quando se refere a clima quente e seco; são diversas para ambientes de utilização noturna ou para locais utilizados nas horas de maior calor (Toledo, 1967).

Segundo Aroztegui (1995), no processo projetual, o conforto e a eficiência energética são postergados aos últimos lugares da escala de valores. Uma das explicações para isso é a carência de ferramentas práticas que antecipem quais serão as conseqüências térmicas das decisões.

A análise do desempenho térmico e a disponibilidade de luz natural para edificações escolares, pode ser feita a partir da avaliação das variáveis formuladoras do projeto de arquitetura, determinantes da envolvente construída (forma; orientação das aberturas; razão entre área de janelas e área de paredes; proteções solares; materiais construtivos e de acabamento). São estas variáveis que regulam as trocas de calor entre o meio externo e a edificação, caracterizando-a como adequada ou não termicamente (Pereira e Bogo, 1994).

Por se tratar de um ambiente físico com destinação específica, faz-se necessário que as construções escolares sejam projetadas e construídas visando oferecer um espaço propício ao aprendizado dos alunos e ao bom desempenho dos professores, de forma que o bom rendimento seja assegurado através de condições ideais de conforto ambiental.

Uma lista de requisitos, que diz respeito a sala de aula, sala de estudo e sala de leitura, mas não aborda os laboratórios, anexos, área de recreação, área de paisagismo e áreas próximas das escolas, foi proposta pela Comissão W45 do CIB (Building Research and Practice, 1978). Nesta lista os requisitos abordados são: acústicos, respiratórios e olfativos, táteis, visuais, higrotermais, relativos a aceleração, vibração das construções e suas deformações, requisitos vários, segurança, higiene, adaptação para o ensino, relatando a ocorrência de imprevistos ou catástrofes e requisitos de economia.

Como na escola em que a pesquisa foi desenvolvida os requisitos que trazem mais impacto para os usuários são os visuais e higrotérmicos, concentra-se a atenção sobre estes requisitos.

- ⇒ O ambiente escolar deve ser construído para economizar energia, utilizando a luz natural. O fator de luz natural deve ser igual ou superior a 2% em cada ambiente. Os locais de trabalho dos alunos, professores e o quadro-negro, não devem receber diretamente a luz do sol, para não ocorrer ofuscamento.
- ⇒ Para as salas de aula com mais de 20 alunos, o pé-direito deve ser maior que 2,70m e maior que 3,00m, se a capacidade exceder 60 alunos.
- ⇒ Em salas com mais de 20 m², a razão entre o comprimento e largura não deve exceder 1,80. As paredes devem ser pintadas de cores claras com tintas neutras e a aparência de todas as superfícies visíveis deve ser limpa.
- ⇒ As dependências da escola, devem ter contato visual com o mundo externo.

Para Akutsu et al (1990), a análise do desempenho é feita considerando a resposta global da edificação e não somente o comportamento térmico de elementos de vedação isoladamente, por intermédio de métodos prescritivos, como se faz em países de clima frio, onde os procedimentos de avaliação visam à racionalização do consumo de energia utilizada para o aquecimento dos ambientes. No Brasil, onde as condições climáticas são bem diferentes, tais métodos prescritivos são totalmente inadequados, pois aqui predomina a busca de conforto no verão sem o uso de sistemas de condicionamento térmico e as variações de temperatura são significativamente maiores.

2.4.1 CONFORTO TÉRMICO

A preocupação científica do homem com o seu conforto térmico é muito antiga, um exemplo disso é a obra “History and Art of Warming and Ventilation Rooms and Buildings”, escrita por Walter Bernan e publicada em 1845. Nela o autor prevê que a criação e o controle de ambientes climáticos artificiais assumirão a dimensão de uma ciência que contribuirá para o desenvolvimento da humanidade, para a preservação da saúde e para a longevidade do ser humano (Ruas, 1999. p.9)

O homem, ofuscado pelas suas maravilhosas descobertas tecnológicas, esqueceu-se dos recursos que a natureza pôs à sua disposição para seu conforto térmico. Assim, a proteção adequada contra insolação no verão; o amortecimento das variações de temperatura por meio de materiais de grande inércia térmica; o aproveitamento da insolação no inverno; o

isolamento racional de superfícies externas para proteger os ambientes habitados contra trocas indesejáveis de calor e condensação permitem-nos afirmar que, na maior parte do Brasil, o condicionamento térmico das habitações por meios puramente naturais (ao menos no que diz respeito à temperatura) é perfeitamente possível (Costa, 1982).

Os requisitos higrotermais são, segundo a Comissão W45 do CIB (Building Research and Practice, 1978), analisados atendendo às condições de conforto no inverno e verão. As condições ambientais: temperatura do ar, temperatura radiante, velocidade do ar e umidade relativa, na maior parte da sala devem ser tais que as perdas de calor do corpo humano sejam, pelo menos, comparáveis com o que eles teriam em um lugar onde a temperatura do ar e temperatura radiante estiverem uniformemente em 26°C , sem vento e a umidade relativa de 70%. Esta definição dos requisitos é baseada na eliminação de calorias.

Outra definição é baseada na noção ligeiramente diferente de temperatura efetiva, que é uma temperatura de equivalência de sensações. A temperatura efetiva de um ambiente é a temperatura resultante de um ambiente saturado o qual produz a mesma sensação. A (ASHRAE) publica um gráfico de conforto que dá a temperatura efetiva de vários ambientes sem vento caracterizado por sua temperatura e umidade. É apropriado adotar por razões de economia, a temperatura efetiva de 24°C (CIB, 1978).

Sob o ponto de vista do conforto térmico, o alvo a atingir, ao se projetar um edifício, deve ser a obtenção de um clima interno que seja o mais aproximado possível das condições de neutralidade térmica (Toledo, 1967).

Condições de neutralidade térmica, no interior de um edifício, podem ser obtidas jogando-se com as quatro variáveis mais importantes que contribuem para a dissipação de calor do corpo humano: temperatura, umidade relativa, velocidade do ar e temperatura radiante média do meio ambiente (Toledo, 1967).

As figuras que se seguem, exemplificam algumas das interações dos elementos naturais com os elementos arquitetônicos.

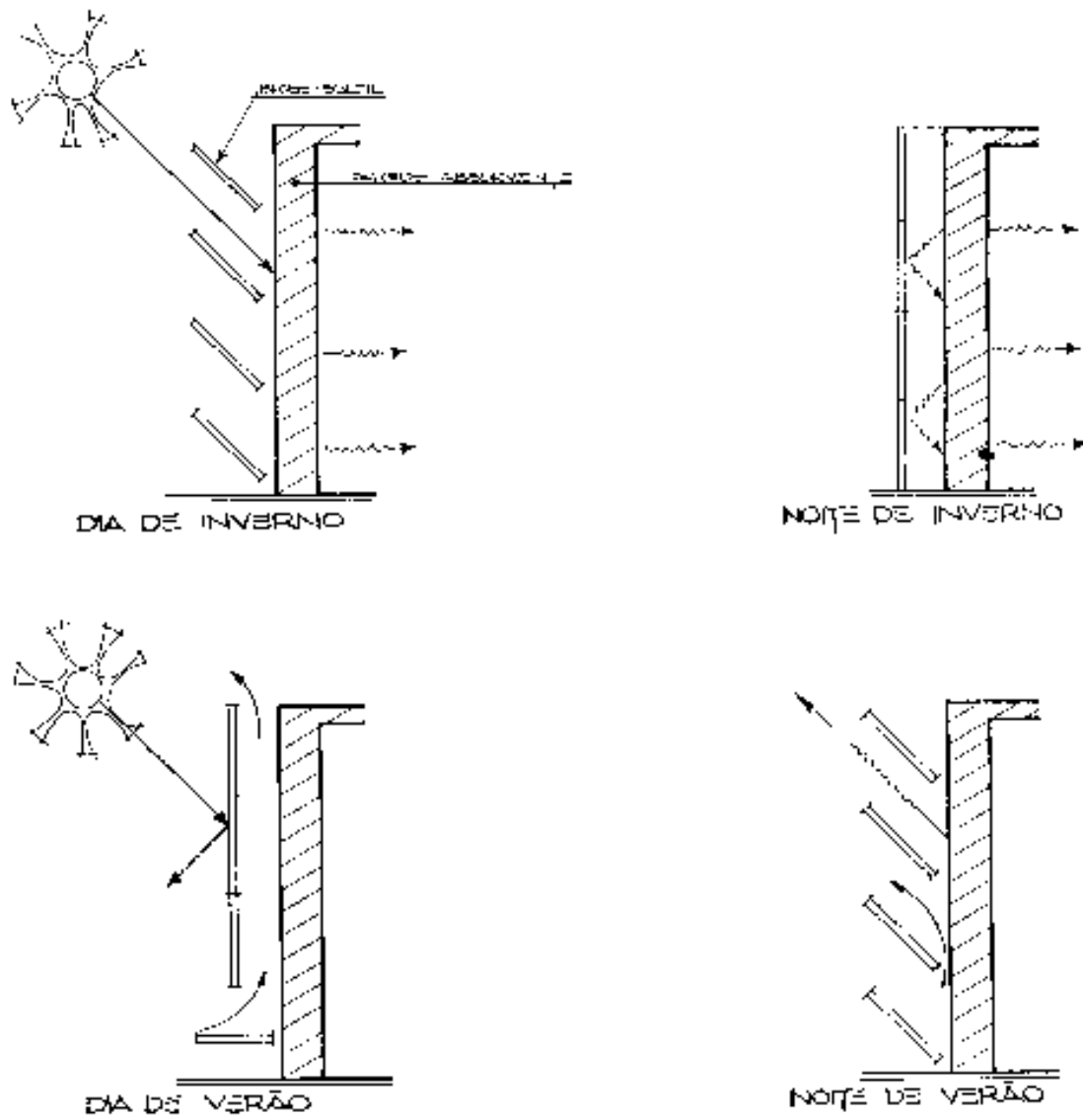


FIGURA 3 USO DO SOL PARA CLIMATIZAÇÃO.

Fonte: Silva, p. 16

O uso de brise-soleil, como indicado na figura, propicia a formação de camada de ar quente, servindo tanto para aquecimento (por radiação através da parede) como para refrigeração.

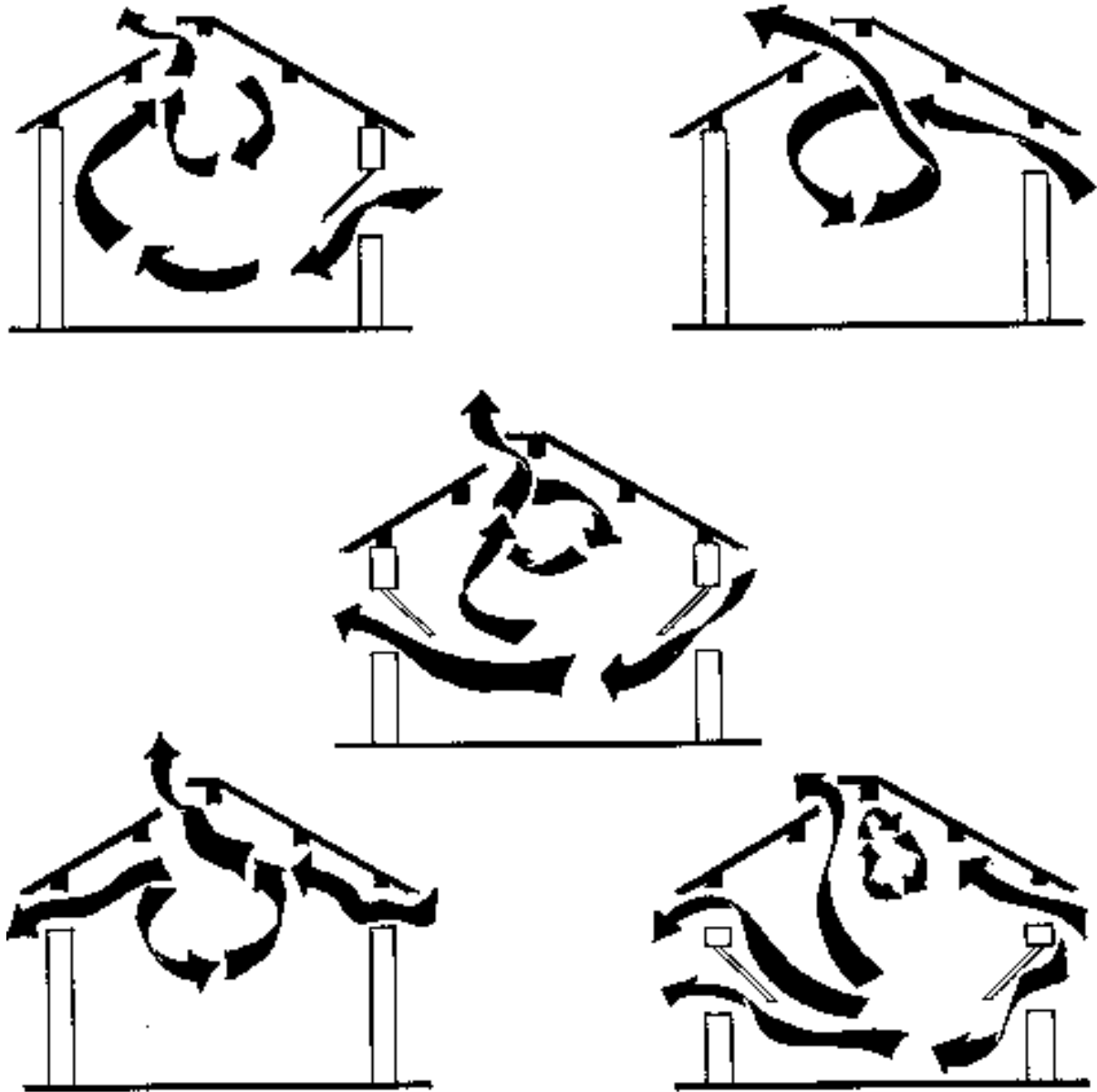


FIGURA 4 USO DO VENTO PARA CLIMATIZAÇÃO

Fonte: Silva, p. 18

O percurso da corrente de ar no interior das edificações varia de acordo com a posição das aberturas nas mesmas, bem como é condicionado pela própria forma do edifício, conforme mostra a figura 4.

Para Kowaltowski e Labaki (1992), o projeto bioclimático deve ser incentivado em países em desenvolvimento como o Brasil, já que a grande maioria das construções não possui equipamentos de regulagem de conforto térmico. Na arquitetura tradicional elementos do projeto bioclimático são freqüentemente presentes. Os elementos típicos como telhado,

varanda, forma, dimensão e número de aberturas, bem como o volume da construção e a sua distância de outras edificações são lentamente adaptados a partir do conhecimento das influências da natureza, da paisagem e da cultura local. Quando o padrão do vernáculo é abandonado por razões econômicas, sociais ou culturais, o projeto das construções perde o conhecimento acumulado e as referências reais. Nestas circunstâncias, a qualidade da construção passa a depender da pesquisa científica e tecnológica e da transferência de conhecimento ao processo do projeto arquitetônico.

De acordo com Pereira e Cunha Neto (1987), o caminho científico para se obter a adequação térmica de um projeto ao seu meio ambiente é avaliar o seu desempenho térmico, tendo-se em vista fundamentalmente as exigências térmicas do usuário nas condições climáticas a que a edificação será submetida. Aroztegui (1995), menciona que as primeiras decisões gerais da concepção arquitetônica – forma, orientação, distribuição espaço/funcional, transparências, etc, são decisivas para a qualidade térmica do espaço interior.

O processo de avaliação do desempenho térmico é constituído das seguintes etapas:

- a) Caracterização das exigências humanas de conforto térmico.
- b) Caracterização das condições típicas de exposição ao clima.
- c) Caracterização da edificação e sua ocupação.
- d) Caracterização do comportamento térmico da edificação: trata-se da determinação das condições de conforto térmico de um ambiente, utilizando-se as informações obtidas nas etapas **b** e **c**.
- e) Avaliação do desempenho térmico da edificação: realizada a partir dos dados definidos nas etapas **a** e **d**.

O desempenho térmico da edificação é resultante da interação de um conjunto de fatores que podem ser classificados como externos, internos e intrínsecos à edificação. Dentre os últimos encontra-se a influência da cor utilizada na envolvente da construção, que em conjunto com os demais fatores é capaz de modelar as condições ambientais e influir no consumo energético (Rosado 1996).

Ainda segundo Rosado (1996), a camada de tinta, aplicada nas superfícies externas da edificação, age como um filtro das radiações solares, determinando conforme seu índice de

reflexão, o padrão de comportamento das condições térmicas interiores, ou seja, a cor da parede exterior age sobre a temperatura do ar interior, influenciando diretamente sobre as condições de conforto térmico. Logo, do ponto de vista do projeto arquitetônico, o conhecimento dos fenômenos envolvidos na medição entre condições exteriores e interiores exercidas na edificação torna-se o ponto de partida para elaboração de projetos eficientes.

Ruas (1999, p.29), classifica as variáveis de maior influência no conforto térmico em dois grandes grupos: as de natureza ambiental e as de natureza pessoal. As de natureza ambiental são: temperatura do ar (t_a), temperatura radiante média (t_{rm}), velocidade relativa do ar (v_r), umidade relativa do ar ambiente (UR). As de natureza pessoal são: tipo de vestimenta (representada pelo seu isolamento térmico), tipo de atividade física executada (representada pelo metabolismo).

Do meio se pode extrair os valores de temperatura do ar, temperatura radiante, umidade relativa e velocidade do ar, através de instrumentos como o termômetro de bulbo seco, o termômetro de globo, o psicrômetro giratório e o anemômetro. Além destas variáveis (ambientais), a atividade física e a vestimenta interagem na sensação de conforto térmico do homem (Lamberts et al, 1997, p.41).

A definição da temperatura radiante média (t_{rm}) de um ambiente em relação a uma pessoa é determinada valendo-se dos valores da temperatura de globo (t_g), da velocidade do ar na altura do globo (v) e da temperatura do ar (t_a), conforme (Ruas, 1999, p.80-82).

A t_g está relacionada com o calor trocado por convecção, que, por sua vez, depende da velocidade do ar que incide sobre o globo. Essa dependência é contabilizada pelo coeficiente de troca de calor por convecção (h_c) que corresponde a:

Convecção natural \Rightarrow

$$h_c = 1,4 \cdot [t_g - t_a]^{0,25} / d$$

Convecção forçada \Rightarrow

$$h_c = 6,3 \cdot v^{0,6} / d^{0,4}$$

Onde:

h_c – coeficiente de troca de calor por convecção, ($W/m^2 \cdot ^\circ C$).

t_g – temperatura de globo, ($^\circ C$).

t_a – temperatura do ar, ($^\circ C$).

d – diâmetro do globo, (m).

v – velocidade do ar na altura do globo, (m/s).

Dessa forma, quando $v > 0$, o cálculo da trm só pode iniciar após conhecer-se a real participação da velocidade do ar na troca por convecção. Isso é feito determinando-se h_c para a convecção natural e para a forçada. O maior valor de h_c definirá se a trm deve ser calculada para a convecção natural ou forçada.

A equação para o cálculo da trm com convecção natural, para um globo com $d=0,15m$ e $\varepsilon = 0,95$, será:

$$trm = \{ (t_g + 273)^4 + 0,4 \cdot 10^8 \cdot [t_g - t_a]^{0,25} \cdot (t_g - t_a) \}^{0,25} - 273$$

A equação para o cálculo da trm com convecção forçada para um globo nas mesmas condições será:

$$trm = \{ (t_g + 273)^4 + 2,5 \cdot 10^8 \cdot v^{0,6} \cdot (t_g - t_a) \}^{0,25} - 273$$

Na década de 60, os irmãos Olgyay aplicaram a bioclimatologia na arquitetura considerando o conforto térmico humano e criaram a expressão projeto bioclimático. A arquitetura assim concebida busca utilizar, por meio de seus próprios elementos, as condições favoráveis do clima com o objetivo de satisfazer as exigências de conforto térmico do homem. Também foi desenvolvido por Olgyay um diagrama bioclimático, que propõe estratégias de adaptação da arquitetura ao clima (Lamberts et al, 1997).

Foi em 1969 que Givoni concebeu uma carta bioclimática para edifícios que corrigia algumas limitações do diagrama idealizado por Olgyay. A carta de Givoni se baseia em

temperaturas internas do edifício, propondo estratégias construtivas para adequação da arquitetura ao clima, enquanto Olgyay aplicava seu diagrama estritamente para as condições externas. Em seu trabalho mais recente, em 1992, Givoni explica que o clima interno em edifícios não condicionados reage mais largamente à variação do clima externo e à experiência de uso dos habitantes. Givoni concebeu, então, uma carta bioclimática adequada para países em desenvolvimento, na qual os limites máximos de conforto em sua carta anterior foram expandidos (Lamberts et al, 1997, p.104).

A carta é construída sobre o diagrama psicrométrico, que relaciona a temperatura do ar e a umidade relativa (Anexo 9). São identificadas nove zonas de atuação na carta, conforme a seqüência:

1. Zona de conforto;
2. Zona de ventilação;
3. Zona de resfriamento evaporativo;
4. Zona de massa térmica;
5. Zona de ar-condicionado;
6. Zona de umidificação;
7. Zona de massa térmica para aquecimento;
8. Zona de aquecimento solar passivo;
9. Zona de aquecimento artificial.

A definição da zona de conforto em que o ambiente estudado se encontra, permite caracterizar as necessidades de modificação para contemplar melhores condições físicas do espaço, através da sua adequação, satisfazendo o usuário.

Conforme Xavier e Lamberts (1994), os estudos relativos às condições de conforto térmico realizados através de pesquisas de campo ou câmaras climatizadas, tem buscado o estabelecimento de uma temperatura interna de conforto, ou seja, aquela que satisfaça o maior número de pessoas ocupantes de um ambiente.

É necessário se conhecer o grau de desconforto experimentado pelas pessoas, em ambientes que têm condições diferentes daquelas de conforto térmico.

Para avaliar o percentual de pessoas satisfeitas em um ambiente podemos usar o cálculo do Voto Médio Estimado (VME). O VME representa a sensação térmica de um grupo de pessoas quando expostas a determinada combinação das variáveis pessoais e ambientais de conforto (Ruas, 1999, p. 66).

Sabemos que é praticamente impossível satisfazer a todos os usuários, porque é muito difícil obter em um ambiente, combinações das variáveis de conforto que satisfaça a todos. As experiências realizadas por Fanger, Rohles e Nevins et al provaram que é difícil obter em um ambiente combinação das variáveis ambientais de conforto que satisfaça plenamente todos os integrantes de um grande grupo; sempre existirão insatisfeitos (Ruas, 1999).

Segundo Ruas (1999), Fanger, utilizando as informações das suas experiências e as dos pesquisadores americanos Rohles e Nevins et al, relacionou o VME com a porcentagem de insatisfeitos num determinado ambiente, elaborando a curva da figura 5, que mostra a porcentagem de insatisfeitos para cada valor de VME. Pode-se notar que para uma condição de neutralidade térmica ($VME=0$), existem 5% de insatisfeitos e que em virtude da simetria da curva em relação ao ponto de $VME=0$, sensações equivalentes de calor e frio (mesmo VME em valores absolutos), correspondendo a igual porcentagem de insatisfeitos.

Como já exposto, a unanimidade de um grande grupo com relação ao conforto térmico é impossível, portanto a definição das variáveis pessoais e ambientais de conforto é dependente da porcentagem aceitável de pessoas insatisfeitas. Nesse sentido sugere-se o especificado na norma ASHRAE 55, que considera um ambiente termicamente confortável quando este satisfaz pelo menos 80% dos seus ocupantes, o que pela figura 5 corresponde a $-0,82 < VME < 0,82$ (Fanger, 1970).

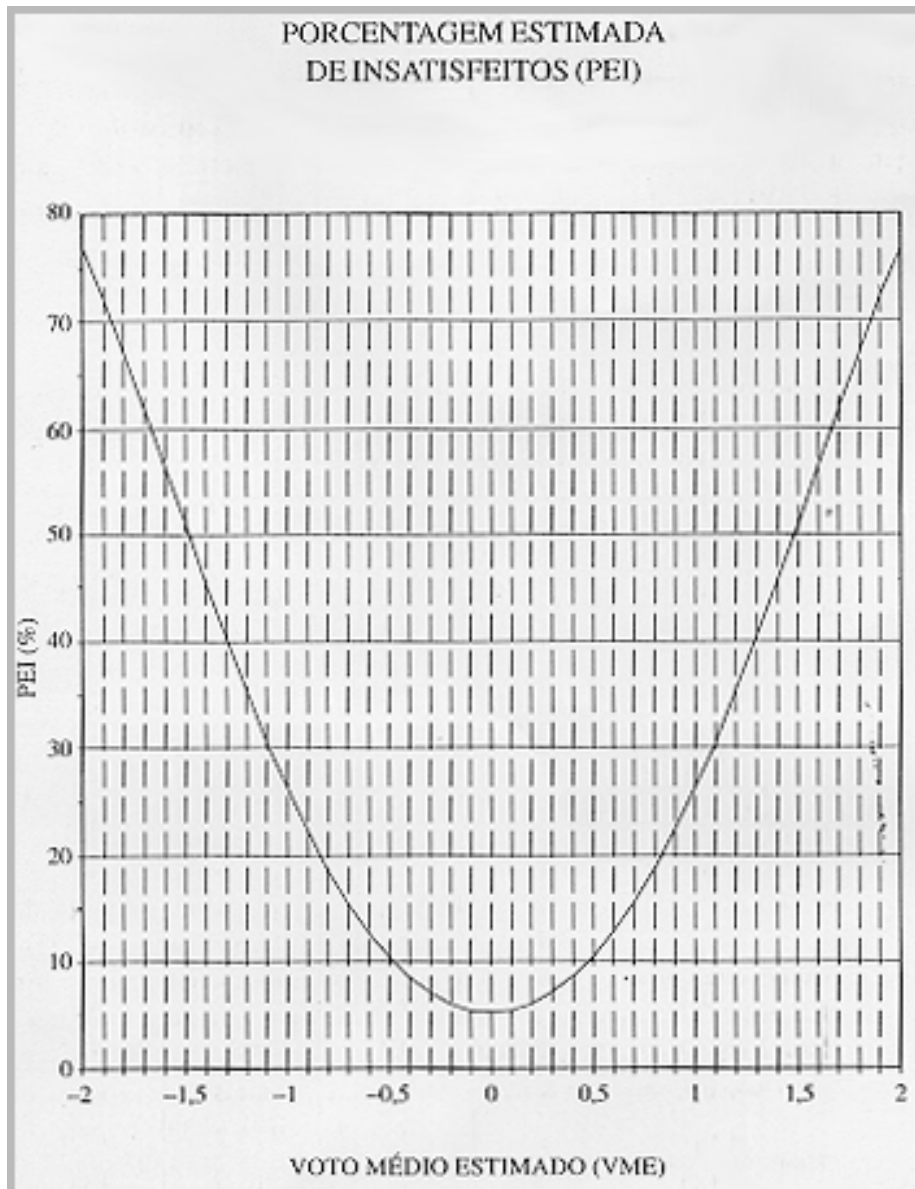


FIGURA 5 PORCENTAGEM DE INSATISFEITOS EM FUNÇÃO DO VOTO MÉDIO ESTIMADO (VME)

Fonte: Fanger, 1970.

Como mais um método para avaliar o conforto térmico utiliza-se os diagramas das figuras 5, 6 e 7, e a Tabela F dos votos estimados (VME), anexo 12, permitindo verificar a existência do conforto térmico e estimando a sensação térmica das pessoas num ambiente qualquer (Ruas, 1999, p. 44, 63, 64).

Convém ressaltar que a Tabela F não coloca como variáveis a umidade relativa do ar e a temperatura radiante média, e isto se deve ao fato de Fanger ter considerado a umidade relativa do ar igual a 50% e a temperatura radiante média igual à temperatura do ar ambiente. Portanto, se as condições do ambiente analisado diferem destas, o voto médio estimado dado na Tabela F tem de ser corrigido. Para isso Fanger preparou os gráficos das figuras 6 e 7 que

permitem quantificar, respectivamente, a influência da variação da temperatura radiante média e da umidade no voto médio estimado dado na Tabela 3. As figuras permitem coeficientes de correção dados em função do tipo de vestimenta, da velocidade relativa do ar e do nível de atividade.

Na figura 6 tem-se o $\Delta VME/^\circ C \text{ trm}$, que é o coeficiente de variação do VME correspondente a mudança de $1^\circ C$ na temperatura radiante média em relação à temperatura do ambiente, sendo as demais variáveis mantidas constantes. O coeficiente será positivo quando a trm aumentar e, negativo, quando diminuir.

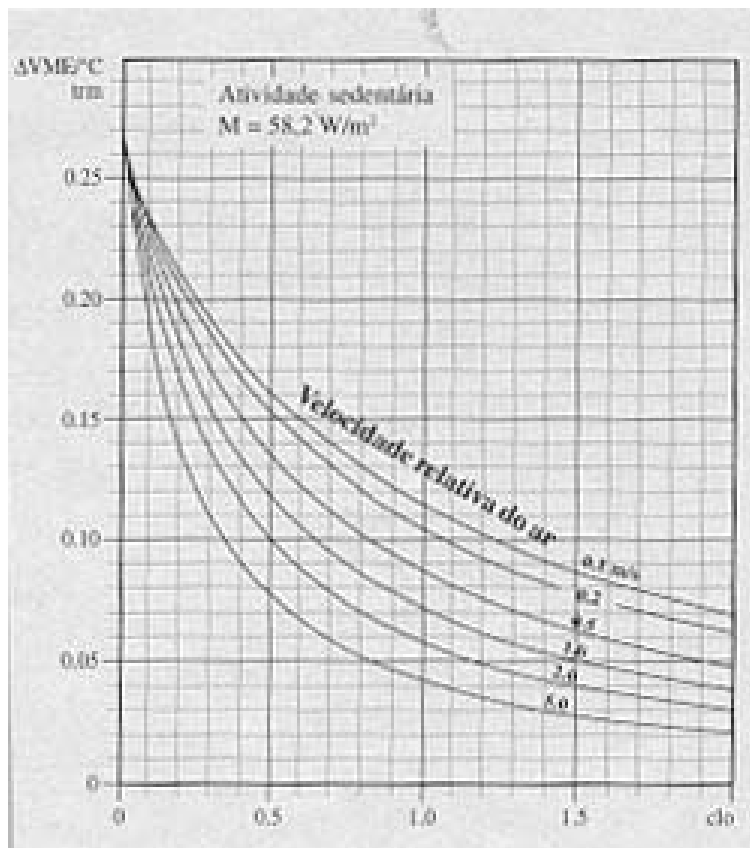


FIGURA 6 $\Delta VME/^\circ C \text{ TRM}$ PARA ATIVIDADE SEDENTÁRIA
Fonte: Fanger, 1970.

A figura 7 trata do $\Delta VME/\%UR$, que é o coeficiente de variação do VME correspondente a mudança de $1^\circ C$ na umidade relativa, considerada na tabela F igual a 50%. O coeficiente será positivo quando a umidade for maior que 50% e negativo quando for menor. Nessa figura considera-se só a variação da umidade, mantendo-se todas as outras variáveis constantes.

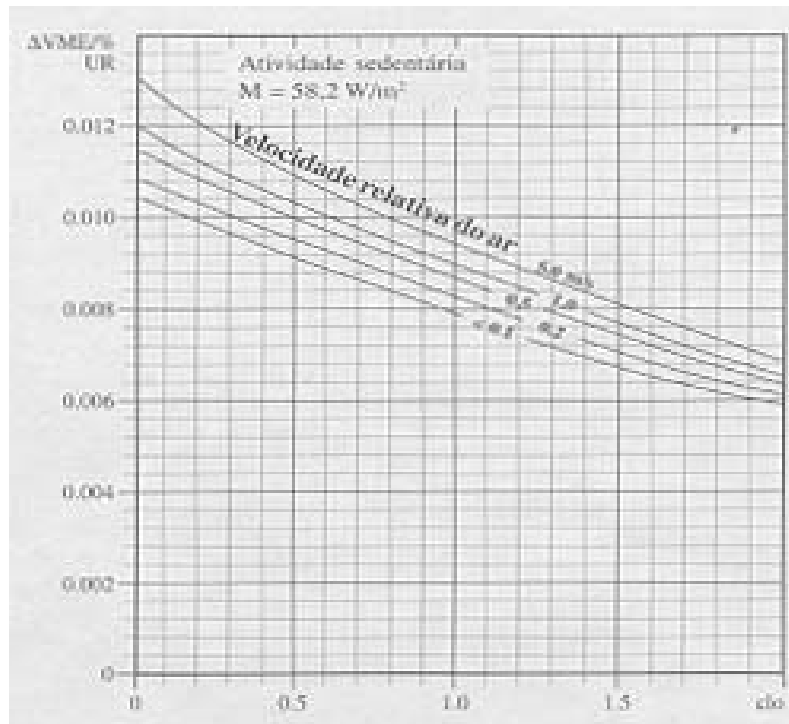


FIGURA 7 $\Delta VME/\%UR$ PARA ATIVIDADE SEDENTÁRIA

Fonte: Fanger, 1970.

As variáveis pessoais, metabolismo relacionado à atividade executada e o tipo de vestimenta usada, podem ser obtidos, respectivamente das tabelas de dados de metabolismo e dados de resistência térmica do vestuário conforme, anexos 10 e 11. Já as variáveis, que são temperatura radiante média, umidade relativa, velocidade relativa e temperatura do ar, têm de ser medidas no ambiente, de acordo com procedimentos específicos.

Visando ao conforto ambiental, enfocamos a ventilação como mais um elemento a ser considerado, para que possamos assegurar melhor condição térmica a edificação. Dá-se o nome de ventilação ao processo de renovar o ar de um recinto. A finalidade fundamental da ventilação é controlar a pureza e o deslocamento do ar em um recinto fechado, embora, dentro de certos limites, a renovação do ar também possa controlar a temperatura e a umidade do mesmo (Costa, 1982, p.170).

É a ventilação um dos componentes chaves na dispersão e diluição dos poluentes aéreos gerados pelas atividades do homem e na renovação do ar viciado de ambientes fechados. Além disso, afeta consideravelmente as condições de conforto térmico de determinado ambiente, por acelerar as trocas térmicas entre o homem e o meio, bem como as condições microclimáticas no interior e em torno da edificação, por acelerar as trocas térmicas por convecção, entre as envolventes e o ar (Villas Boas, 1983, p.1).

A ventilação de uma edificação, que tem condições de manter, nos períodos quentes, temperaturas internas inferiores às externas e, nos períodos frios, temperaturas internas superiores às externas, é sempre um ônus para o condicionamento térmico ambiental. Por essa razão, quando as condições de conforto do ar de ventilação são inferiores às do ambiente, a renovação do ar deste deve ser limitada àquela absolutamente necessária para permitir uma respiração higiênica (Costa, 1982, p.247).

Para Villas Boas (1983, p.2), a renovação do ar interno é crítica em qualquer situação e deve ser levada em conta em qualquer projeto, independentemente do clima, no sentido de garantir a quantidade de oxigênio necessária à respiração e o desempenho de atividades, de prevenir a acumulação de gases e partículas além de determinadas concentrações e de evitar os odores desagradáveis resultantes da presença do homem (suor, fumaça de cigarro, etc.).

Ainda segundo Villas Boas (1983), a avaliação do efeito da ventilação sobre o conforto térmico pode ser feita a partir dos modelos de conforto térmico (gráficos e equações) definidos na literatura (Bassiakos, 1968; Givoni, 1969; Kamon, 1975; Koenigsberger et alii, 1974; Olgay, 1953 e 1963; Sargent e Tromp, 1964; Izard e Guyot, 1980). Cada um destes modelos combina duas ou mais variáveis do ambiente climático (temperatura, umidade, radiação e ventos) em um índice de conforto.

2.4.2 CONFORTO VISUAL

Conforto visual é o principal determinante da necessidade de iluminação em um edifício. A boa iluminação deve ter direcionamento adequado e intensidade suficiente sobre o local de trabalho, bem como proporcionar boa definição de cores e ausência de ofuscamento. Os ambientes construídos (internos e externos) são iluminados para permitir o desenvolvimento de tarefas visuais (leitura, visão, manufatura, consertos, etc.). A consideração dos aspectos fundamentais a respeito da iluminação de ambientes no nível de projeto, é, sem dúvida, a medida mais efetiva no controle das qualidades visuais destes ambientes (Lamberts et al, 1997).

Durante a execução de amplas construções nas décadas de 60 e 70, muitos dos grandes complexos foram construídos com salas que não tinham janelas. Isto incluiu muitos tipos de construções: escolas, creches, hospitais e complexos oficiais. Talvez as pessoas estivessem sob a impressão que os seres humanos tinham se adaptado de tal forma que a luz do dia não

fosse necessária para sua saúde. A demanda por luz, ar e verde tinha desaparecido dos debates (Grahn, 1994).

Não costumam constituir grande preocupação o assegurar, na habitação, condições especiais de conforto visual, reservando-se os cuidados nesse domínio para os edifícios cuja utilização se considera mais ligada às atividades visuais de trabalho e de ensino (Gomes, 1978).

É importante balancear a qualidade e a quantidade de iluminação em um ambiente, bem como escolher adequadamente a fonte de luz natural ou artificial.

O emprego preferencial da luz natural permite às pessoas maior tolerância à variação do nível de iluminação. Também se pode dizer que, quanto mais complicada a tarefa a ser desempenhada em um ambiente e quanto mais velha for a pessoa, tanto maior deverá ser o nível de iluminação de um local. A iluminação insuficiente pode causar fadiga, dor de cabeça e irritabilidade, além de provocar erros e acidentes (Lamberts et al, 1997, p.43).

A economia da luz solar, interação da luz solar direta com o projeto da edificação ao invés de sua simples rejeição, é descrita por Lam (1986), como apresentando dois aspectos distintos: produção de um ambiente interno mais confortável e produtivo, e economia de energia na edificação.

Lam também define a economia da luz solar como atendendo a trindade de Vitruvius – solidez, encanto e valor comercial:

- ⇒ *Solidez*: levar em conta a luz solar não se trata de um estilo arquitetônico de moda, o resultado final não é transiente, mas duradouro, simplesmente porque é produzido através da consideração inteligente de princípios básicos do meio ambiente natural. A história da arquitetura tem mostrado edificações belas e sólidas que foram concebidas de acordo com este enfoque;
- ⇒ *Encanto*: a luz solar satisfaz não somente nossas necessidades psico-fisiológicas e produz um ambiente confortável e produtivo, mas também proporciona um ambiente luminoso, prazeroso e encantador, cheio de cores, volume e contraste;
- ⇒ *Valor comercial*: a energia utilizada para atender a iluminação artificial e a remoção do ganho de calor associado podem assumir uma percentagem considerável da energia consumida em modernos edifícios de escritórios. Desta forma, a luz solar, como várias

outras técnicas de iluminação natural, têm recebido, nos últimos anos, atenção especial no sentido de conservar energia na operação de edifícios.

A luz natural contempla a luz originada pela totalidade do hemisfério de céu encoberto, que atua como difusor da luz direta do sol. A luz que chega diretamente do sol, quando não há cobertura de nuvens é chamada luz solar (Sattler, 1999).

A luz natural pode ser quantitativamente manipulada de duas maneiras:

- a) Com o uso de quantidades luminosas (fluxo, iluminância), isto é, assumindo um conjunto de valores externos e calculando as iluminâncias internas resultantes;
- b) Com uso de valores relativos (o fator de luz natural: daylight factor) isto é, calculando-se a proporção de iluminância em um ponto interno relativamente a outro externo. Esta relação é constante para uma dada situação, para amplas variações nas condições externas de iluminação.

O fator de luz natural é definido como a proporção de iluminância devida à luz natural em um ponto interno, no plano de trabalho, em relação à simultânea iluminância externa, em um ponto horizontal, obtida a partir de um hemisfério de céu encoberto desobstruído. Ele é usualmente expresso como uma percentagem.

$$DF = E_1/E_0 \times 100 (\%) \quad \text{onde: } E_0 = \text{Iluminância externa}$$

$E_1 =$ Iluminância devida à luz natural em um ponto interno.

O sol é uma fonte de luz primária, de grande intensidade, pontual e dinâmica. Apenas a metade de sua energia radiante recebida pela superfície da terra é visível. O espectro da energia solar varia de ondas curtas a ondas longas e toda essa energia radiante produz calor quando absorvida, o que causa evaporação, convecção, condução de calor, radiação, reflexão, etc, (Mascaró, 1983).

O projetista deverá conhecer a trajetória do sol, e suas coordenadas e a nebulosidade da região aproveitando o entorno de alta luminância que o acompanha, desenhando a forma e o tamanho dos elementos de proteção da luz solar direta. O entorno se comporta, geralmente, como uma fonte de luz. A luz refletida pelo terreno que rodeia o edifício em estudo, ou

proveniente de outras superfícies exteriores a ele, é dado importante para o projeto de iluminação natural. (Mascaró, 1983).

Segundo Mascaró (1983), como as outras fontes de luz, é preciso que sua luminância seja controlada. A luz refletida pelo entorno em regiões ensolaradas representa, no mínimo, de 10% a 15% do total da luz diurna recebida pelas janelas; estes valores são superados quando o entorno é claro. Para aqueles locais cujas superfícies exteriores não estão expostas ao sol, a luz refletida pelo entorno pode chegar a ser mais da metade da luz recebida pelas janelas contidas por superfícies sombreadas.

A direção da luz refletida pelo entorno pode ser utilizada mais eficientemente no espaço interior, especialmente naqueles pontos localizados nas zonas próximas à janela. Esta luz proveniente do entorno pode ser controlada – dentro de certos limites – pelo projetista. Por exemplo: por meio de utilização da cor nas superfícies próximas ao edifício pode-se aumentar a luz incidente, tanto na zona das janelas em sombra, como no interior do local (Mascaró, 1983).

De acordo com Pereira (1995), embora consideremos a luz natural como a fonte de luz fundamental, cabe lembrar que as fontes de luz artificiais sempre estiveram presentes, na forma do fogo, nas edificações mais primitivas. Entretanto, nos últimos tempos a iluminação artificial tem sido considerada não somente como uma alternativa à escuridão da noite. Analisando a humanidade na última metade do século XX, vemos que a maioria das pessoas passa grande parte do dia (trabalho ou lazer) em ambientes iluminados artificialmente.

Recentemente, dois aspectos têm causado preocupações. Inicialmente, a constatação de que a energia utilizada na produção de luz artificial tem assumido um custo significativo no custo total de operação da edificação e de que tem contribuído para a poluição global do ambiente natural. O segundo aspecto envolve os efeitos negativos (fisiológicos e psicológicos) proporcionados pela privação da luz natural sobre os usuários das edificações (Pereira, 1995).

A análise econômica da iluminação natural tem dois aspectos: consumo de energia e produtividade. Boa iluminação nos ambientes de trabalho ajuda a aumentar a produtividade, contribuindo também para uma sensação de bem estar. Entretanto, a conservação de energia não deve ser o enfoque principal do projeto de iluminação natural, em exclusão de considerações quanto à percepção visual (conforto visual).

Iluminação natural deve ser dirigida às pessoas; deve respeitar as necessidades de percepção visual. Projetistas precisam entender que condições capacitam as pessoas a ver bem e confortavelmente. Conforto visual possui um caráter multidimensional; não é suficiente a garantia de níveis de iluminação adequados. Ofuscamento (direto ou indireto) deve ser controlado e minimizado; proporção de luminâncias deve ser ajustada.

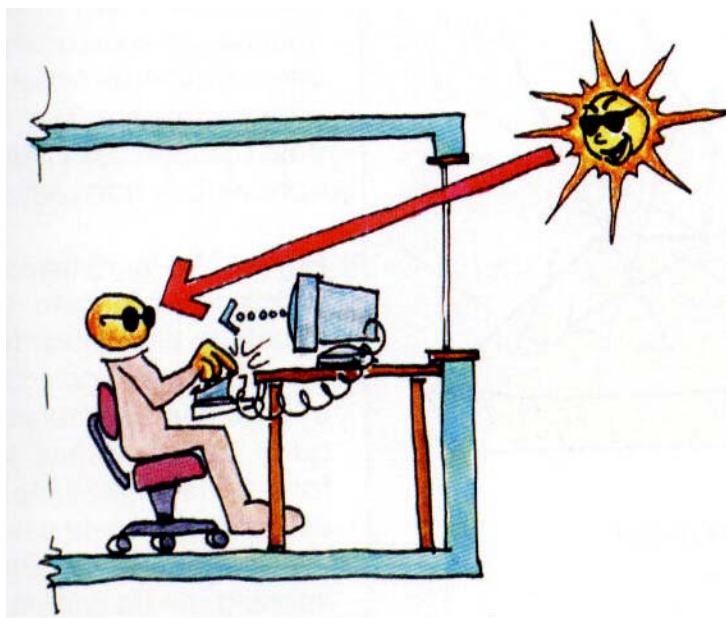


FIGURA 8 TIPO DE OFUSCAMENTO

Fonte: Lamberts, p. 47.

Iluminação artificial pode conferir uma ênfase especial em partes da edificação com pouco acesso à luz natural; pode garantir níveis de iluminação para uso funcional quando eles não podem ser atingidos com luz natural. Entretanto, não existe nenhum fato arquitetônico no qual a presença da luz natural não se configure num benefício para seus ocupantes (Pereira, 1995).

A preocupação com a luz natural influencia de modo substancial os projetos de arquitetura. A profundidade das salas, a altura do pé-direito, a localizações das circulações, a forma das edificações e, evidentemente, a disposição das aberturas, são fatores determinantes para se obter o melhor aproveitamento da luz natural. No caso dos edifícios escolares, essa preocupação deve ser priorizada, tendo em vista o período de permanência dos usuários (Magalhães, 1995).

Vários sistemas inovativos de aberturas têm sido propostos: dutos de luz, bancadas de luz (lightshelves), sistemas de deflexão da luz. Os dutos ou canais de luz foram

provavelmente introduzidos nas edificações numa tentativa de projetistas e engenheiros em controlar a distribuição da luz natural para necessidades específicas e para trazer luz natural até áreas sem direto acesso a ela.

Segundo Lam (1986), para efetivamente, projetar lightshelves, considerações devem ser dadas sobre sua altura, profundidade, requisitos de sombreamento, localização dos vidros, os acabamentos e refletâncias usados, e a inclinação das prateleiras, assim como o método atual de construção. (Certamente, tal análise detalhada é apropriada, quando se considera qualquer projeto de iluminação).

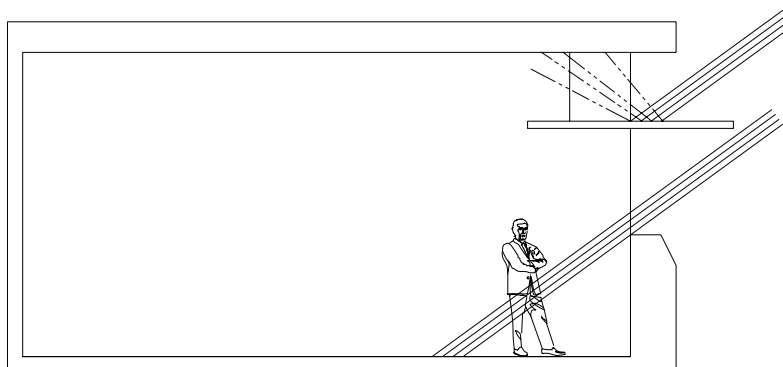


FIGURA 9 “LIGHTSHELF” FORNECE SOMBREAMENTO COM REDIRECIONAMENTO DA LUZ DO SOL

Fonte: LAM, p.95

“Lightshelves” reduzem a iluminação próxima das janelas e redistribuem a luz. Comparada com outros mecanismos de controle do sol, “lightshelves” podem ser mais econômicas a longo prazo. Seu custo inicial pode não ser tão baixo como outros mecanismos (persianas), mas elas são apropriadas, pois são mais duráveis e de fácil manutenção (Lam, 1986).

“Lightshelves” promovem um sombreamento sem perturbar a visão do exterior; também oferecem uma distribuição da luz solar com um mínimo de ofuscamento (Magalhães, 1995).

Ainda segundo Magalhães (1995), a altura deve ser aquela que promove o melhor direcionamento da luz solar incidente para que seja refletida pelo teto. A profundidade será

função da altura da janela e a inclinação vai depender da latitude e da orientação. Pode-se ampliar a profundidade para reduzir a iluminação próxima à janela.

Existem outros dispositivos como dutos de luz e sistema de deflexão de luz que poderiam ser utilizados, porém em função do tipo de abertura existente na edificação, cobogós, lightshelves tornou-se o dispositivo mais adequado como referência.

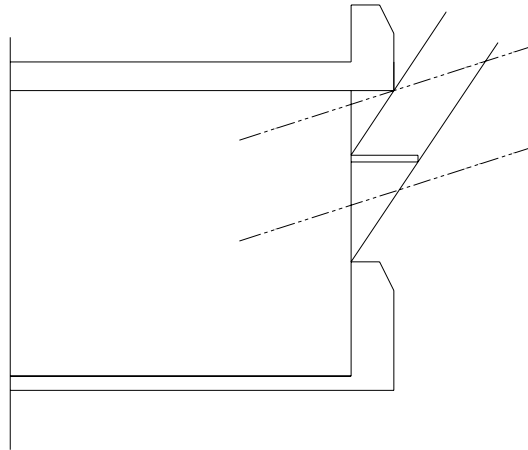


FIGURA 10 PROJETO “LIGHTSHELF” DE FACHADA PARA CAPTAR A LUZ DO SOL NUM ALTO ÂNGULO DE INCLINAÇÃO E FORNECER SOMBREAMENTO ADICIONAL PARA JANELAS BAIXAS.

Fonte: LAM, p. 97.

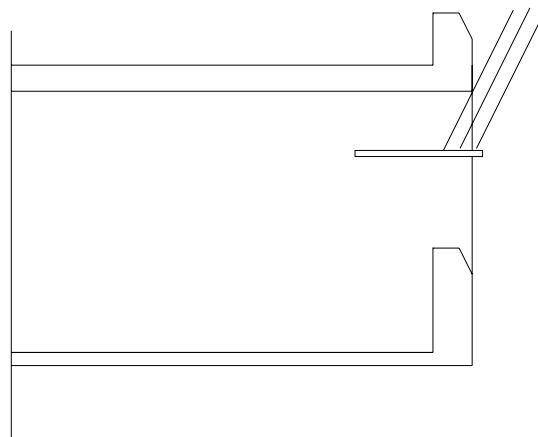


FIGURA 11 EM FACHADAS DE APARTAMENTOS MUITAS DAS “LIGHTSHELVES” FUNCIONAM COMO SOMBRA PARA GRANDE INCLINAÇÃO DO SOL.

Fonte: LAM, p. 97.

No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NB 57, fixa as iluminâncias mínimas a serem atingidas, em função do tipo de tarefa visual.

De forma simplificada, pode ser feita uma verificação inicial do nível de iluminação necessário em um ambiente conforme a tabela abaixo.

QUADRO 1 Níveis de Iluminação – NB 57

Classificação	Nível de iluminação a ser obtido	Tarefa
Baixa	100 a 200 lux	<ul style="list-style-type: none"> •Circulação •Reconhecimento facial •Leitura casual •Armazenamento •Refeição •Terminais de vídeo
Média	300 a 500 lux	<ul style="list-style-type: none"> •Leitura/escrita de documentos com alto contraste •Participação de conferencias
Alta	500 a 1000 lux	<ul style="list-style-type: none"> •Leitura/escrita de documentos com fontes pequenas e de baixo contraste •Desenho técnico

Para Alvarez (1995), as escolas, assim como todas as construções que compõem o patrimônio público, devem ser os primeiros alvos da busca pelo ideal arquitetônico, a fim de atender plenamente aos anseios de toda a sociedade. A iluminação é um dos requisitos de maior importância para o bom funcionamento dos espaços escolares. Todas as atividades a serem desenvolvidas solicitam a percepção visual, cuja ocorrência depende da presença de luz em quantidade suficiente e com qualidade. Quanto melhores forem as condições lumínicas do ambiente, melhor será o desempenho e a acuidade visual dos indivíduos.

Magalhães (1995), define as condições de trabalho em edifícios educacionais como, muitas vezes, insatisfatórias, principalmente no que se refere à iluminação dos ambientes. Sendo as escolas edificações que funcionam prioritariamente durante o dia, a valorização da luz natural resultará em melhores condições ambientais, além de favorecer uma economia de energia, pela redução do uso da luz artificial.

Para Corona, nas escolas é importantíssimo que a questão do conforto ambiental seja considerada. Se a criança tiver uma iluminação defeituosa, os prejuízos visuais aparecerão. Se o espaço arquitetônico estiver mal elaborado, a criança fará um esforço visual maior e isso também será prejudicial (Ornstein et al, 1995).

Segundo as Normas Brasileiras para Iluminâncias de interiores, NBR 5413, as salas de aula deverão ter uma iluminância média de 200 a 500 lux, sendo que os quadros negros deverão ser mais iluminados – de 300 a 750 lux.

Quanto às condições internas do ambiente, o teto deve ser sempre claro, nunca com reflexão inferior a 70%, e os pisos e paredes devem ser os mais claros possíveis, para que possam ajudar a difundir a luz no interior. Além disso, as carteiras devem ser de cores claras e sempre foscas, já que superfícies brilhantes causam maior cansaço e, conseqüentemente, desconforto à visão (Magalhães, 1995).

2.5 PSICOLOGIA AMBIENTAL

O interesse pelas escolas vem das mudanças ocorridas tanto no âmbito físico como na filosofia de ensino. Essas mudanças despertaram o interesse dos psicólogos ambientais, no sentido de avaliar se as mudanças físicas estavam acompanhando as mudanças no estilo de ensino. Iluminação, “design” tradicional versus “open-plan” (escolas abertas sem estruturas deterministas), além do uso das áreas de lazer das escolas, foram algumas das áreas de interesse dos pesquisadores. Eles queriam saber até que ponto estes fatores interferiam nas áreas psicológicas, afetivas, sociais e intelectuais dos alunos (Melo, 1991).

A forma como as pessoas percebem o ambiente, através das sensações que lhes são transmitidas no espaço em que se encontram, é uma característica de fundamental importância para os projetistas e estudiosos do ambiente construído.

Através do estudo da percepção dos usuários podemos retroalimentar os projetos, buscando a satisfação do ser humano por viver num ambiente mais confortável e apropriado a suas necessidades, fugindo de projetos repetitivos e incoerentes a muitas realidades.

A percepção define-se como o processo de organizar e interpretar dados sensoriais recebidos (sensações) para desenvolvermos a consciência do ambiente que nos cerca e de nós mesmos. A percepção implica interpretação, a sensação não. Para os seres humanos a percepção é uma atividade flexível que pode lidar com informações recebidas mutantes. No

curso da vida diária, as percepções das pessoas se adaptam continuamente ao meio que as cerca (Davidoff, 1983).

O estudo dos processos mentais relativos à percepção ambiental é fundamental para compreendermos melhor as inter-relações entre o homem e o meio ambiente, suas expectativas, julgamentos e condutas (Del Rio e Oliveira, 1996).

De acordo com estes autores, ao se admitir a importância desse tema, é mais fácil entender por que ambientes construídos que apresentam pouca qualidade físico - espacial são comumente vandalizados em todas as partes do mundo, num dos fenômenos transculturais mais evidentes dos nossos tempos. Constantemente, e não sem razão, os cidadãos expressam o seu descontentamento ou descuido para com o meio ambiente construído das cidades, particularmente em se tratando das comunidades menos afluentes da sociedade. Isto porque, principalmente nos grandes centros urbanos, o sofrimento dessas comunidades não se resume à questão sócio econômica e ao conflito de classes. Em seu uso cotidiano dos espaços, equipamentos e serviços urbanos, elas sentem diretamente os impactos da qualidade ambiental, desde aqueles relativos à complexa problemática dos transportes urbanos até o baixíssimo desempenho ambiental dos bairros de periferia, conjuntos habitacionais, hospitais, escolas públicas, dentre outros.

O sucesso do aprendizado dos estudantes na escola depende de fatores externos e internos relacionados com o sistema escolar. Em primeiro lugar, existem as características do professor que são: metodologia, organização e conhecimento do currículo, disponibilidade de material pedagógico e espaço físico. Em segundo lugar, existem as condições sócio econômica e cultural das famílias, saúde e condições nutricionais das crianças (Fedrizzi, 1997).

A pesquisa “Vandalismo em Escolas Públicas”, realizada por Campello e Engelsberg (1993), teve como objeto de estudo os danos causados aos prédios escolares da rede pública de ensino, decorrentes do que genericamente se designou “vandalismo”. Atos de vandalismo são visíveis em toda parte, uma janela apedrejada, um muro grafitado ou mesmo um orelhão depredado. As escolas públicas também têm a sua coleção de danos, que pode decorrer tanto da ação intencional de um agressor, como do desgaste causado pelo próprio uso. Tais danos, via de regra, costumam ser debitados aos “vândalos”, considerados pela maioria como uma espécie de criminoso, reforçando o sentimento de insegurança geral nas grandes cidades.

A dificuldade em definir o que é vandalismo e as causas de sua ocorrência, sugere uma série de especulações teóricas fundamentadas em argumentos de ordem psicológica (ambiente de infância, personalidade), sociológica (nível de emprego, renda e escolaridade) assim como as características físicas do ambiente construído (qualidade do espaço arquitetônico).

Embora o estudo da percepção ambiental ainda esteja comumente situado dentro do campo da psicologia, ele tem-se desenvolvido principalmente pelas pesquisas em outros campos. Disciplinas como a arquitetura, o urbanismo e a geografia souberam compreender rapidamente a importância da psicologia aplicada ao espaço, tanto pelo estudo da percepção como pelo comportamento humano. No Brasil, essa situação também ocorre, uma vez que aqui a psicologia tem-se concentrado nos campos clínico, social, industrial e do desenvolvimento.

As obras de Kevin Lynch e Gordon Cullen foram as pioneiras em encorajar o desenvolvimento de metodologias projetuais, com base em estudos de percepção ambiental. Ambos admitiam que os atributos do meio ambiente - natural ou construído – influenciam o processo perceptivo da população, particularmente o visual, o que possibilita o reconhecimento de qualidades ambientais e a formação de imagens compartilhadas pela população. Enquanto os estudos influenciados por Lynch, por exemplo, procuram responder a ideais qualitativos, tais como legibilidade, orientabilidade e identidade, aqueles influenciados por Cullen buscam sensações visuais topológicas (Del Rio e Oliveira, 1996).

Costello, (1992), afirma que a percepção ambiental pode trazer contribuições importantes, porque busca responder a uma questão que para os que manejam com o ambiente, é fundamental: “Como o homem, como indivíduo e como parte de uma sociedade, percebe seu ambiente?” Esta questão é fundamental em todas as tentativas de compreender as complexas interrelações que se desenvolvem entre o homem e a biosfera. Porque as decisões e ações do homem no ambiente estão baseadas não somente em fatores objetivos, mas também, em fatores subjetivos: isso seria o princípio fundamental a sustentar a realidade de investigação da percepção ambiental (é por isso, por exemplo, que o Projeto Man and Biosphere, MAB, da UNESCO tem incorporado a percepção ambiental em suas linhas de ação).

A percepção é uma forma de conhecimento que não pode deixar de ser usada na elaboração de projetos arquitetônicos. Cada povo, com sua cultura e história tem uma visão diferenciada do ambiente, sendo de fundamental importância estudar os requisitos dos

usuários. Quando estudamos o usuário e o seu relacionamento com o ambiente estamos atuando em comum acordo com a psicologia ambiental.

A Psicologia Ambiental pode ser definida como o estudo do interrelacionamento entre comportamento e ambiente, tanto ambiente construído quanto ambiente natural (Fischer, Bell e Baum, 1984). Esta definição não deixa de ser uma variação da definição de ecologia – “o estudo do interrelacionamento dos organismos com seu ambiente e entre si” (Smith apud Hartmut e Reinier, 1992). Precisamos então entender de que forma a percepção que os usuários têm do ambiente influi para que o seu uso seja o mais adequado, garantindo, portanto, melhor desempenho da edificação.

Surgiu, inicialmente, com o nome de “Psicologia da Arquitetura” (Architectural Psychology), nos fins dos anos 50 e começo dos anos 60. A partir daí, ela foi reconhecida como um ramo distinto da psicologia. Muito embora, mesmo antes de sua existência como um campo distinto, tenha havido alguns trabalhos oriundos de diferentes áreas, que por sua própria natureza, deram grandes contribuições a esse novo ramo da psicologia (Melo, 1991).

Ainda, segundo Melo (1991), o surgimento da “Psicologia da Arquitetura” se deu a partir da necessidade dos arquitetos de entenderem os requisitos e as necessidades dos futuros ocupantes de grandes obras públicas vinculadas à construção das cidades, uma vez que eles estavam acostumados a trabalhar diretamente com clientes privados (Langdon, citado em Canter e Donald, 1986). E como eles tinham que proporcionar o maior número de habitações possível para acomodar os desabrigados da guerra, partiram para a construção de blocos de apartamentos. E dessa forma, se viram numa situação em que teriam que lidar com diversos clientes e atender a diferentes necessidades ao mesmo tempo. Além, é claro, de que a utilização de uma tecnologia relativamente nova no manejo dos edifícios pós-guerra iria requerer uma compreensão dos efeitos dos aspectos físicos dos ambientes, tais como, a iluminação, conforto térmico, as funções das janelas, a falta de controle pessoal do ambiente sobre as atividades e o comportamento humano (Canter e Craik, 1981).

Segundo Proshansky, Ittelson e Rivlin (1970), a psicologia ambiental se diferencia das demais ciências, devido a priorização de uma análise da interrelação ativa entre o indivíduo e o ambiente, não se limitando ao estudo de estímulos e respostas. Os autores apontam, ainda, quatro aspectos que dão razão à existência da psicologia ambiental:

⇒ Estuda o ambiente ordenado e definido pelo indivíduo;

- ⇒ Seus problemas científicos estão relacionados com problemas sociais emergentes;
- ⇒ É de natureza multidisciplinar;
- ⇒ E estuda o indivíduo como parte integral de todo problema.

Os elementos que caracterizam a psicologia ambiental são: Gestalt, inter-relação, psicologia social, interdisciplinaridade, multi-metodológico e pesquisa-ação. Todos os elementos da psicologia ambiental são importantes no contexto da pesquisa desenvolvida. Destacando-se a Gestalt, abordagem holística, onde o efeito do ambiente no organismo não é analisado isolado do seu contexto, nem de maneira unidirecional e a inter-relação, uma conseqüência da noção de estudar os fenômenos dentro do seu contexto (a relação recíproca), como elementos fundamentais para o estudo do ambiente. Tanto o ambiente influencia o comportamento, como o comportamento influencia o ambiente (Fischer et al, 1984).

Com base nos elementos da psicologia ambiental, interrelação e abordagem holística, averiguando a forma como o ambiente influencia o comportamento e como o comportamento influencia o ambiente, buscamos caracterizar o ambiente construído da escola, onde desenvolvemos uma pesquisa – ação, considerando o efeito que o ambiente causa nos seus usuários.

A necessidade de se conhecer e entender os requisitos dos usuários de qualquer ambiente físico, blocos de apartamentos, prédios públicos, hospitais, escolas, habitações unifamiliares, etc, para se obter melhor desempenho da edificação e satisfação do cliente, engloba, portanto, o conhecimento da psicologia ambiental.

Entende-se por “edificação escolar” o ambiente físico educativo propício para formar integralmente o aluno. Ao falar do edifício não consideramos exclusivamente os espaços cobertos que o integram, mas sim o conjunto, em que se inclui sua construção, seus arredores, sua paisagem, quer dizer, sua integração e continuidade com todo o entorno que o constitui (Conescal, 1972).

Quando analisamos em que situação se encontra o ambiente escolar, não podemos esquecer que este espaço é constituído pela edificação e pela área que a circunda, denominada pátio escolar. Um pátio escolar é muito mais do que um lugar para colocar as crianças, durante o período em que elas não estão nas salas de aula. Nos últimos anos, a urbanização tem diminuído as áreas onde as crianças podem brincar livremente. As crianças passam mais

tempo em instituições do que antigamente. Para muitas, o pátio escolar é o único espaço aberto e seguro para desenvolver diferentes tipos de atividades (Fedrizzi, 1999).

Uma das formas de transformar a paisagem do nosso pátio, é introduzindo junto aos alunos a idéia de trabalhar com uma horta na escola. O desenvolvimento de uma horta pode trazer para as crianças vários dividendos. Pode haver diversidade na abordagem do planejamento das atividades didáticas. Seja trabalhando a sós ou coletivamente os professores podem dar às crianças valiosos *insights* no âmbito de tão importante assunto como a produção de alimentos.

Transformar as crianças em produtoras de alimentos é um grande passo no ensino de habilidades importantes para a vida. Engajando-se na atividade de plantar algo comestível, você estará demonstrando mais que um ato elementar de sobrevivência: estará conectando-as aos processos e padrões que guiam suas vidas. Esses padrões são o clima, a terra, o crescimento e decomposição de todos os seres vivos. Você estará firmando a importância e valor das crianças nesse processo e dando a elas fortes razões para que aprendam a usar bem a terra, agora e no futuro (Nutall, 1999).

A organização e a distribuição dos espaços, a limitação dos movimentos, a nebulosidade das informações visuais e até mesmo a falta de conforto ambiental estavam e estão voltadas para a produção de adultos domesticados, obedientes e disciplinados – se possível limpos – destituídos de vontade própria e temerosos de indagações (Lima, 1989).

O que podemos dizer, então, quando se tratar da criança. Os espaços projetados para as crianças são elaborados por adultos, que projetam para elas sem procurar perceber o difícil limite que separa a produção das condições espaciais que permite à criança criar e construir seus projetos e o ato inconsciente do adulto, que quer se colocar no lugar das crianças, projetando através da sua visão as fantasias e necessidades que acreditam ser delas.

Um dos aspectos significativos do papel do arquiteto e do urbanista na educação é essa possibilidade de lidar com formas de concretização de sonhos, idéias e planos. O exercício dessas formas traz em sua prática um sentimento de maior autoconfiança às crianças, já suficientemente fragilizadas quanto a seu desempenho nas tarefas escolares. Além disso, os estudos perceptivos, quando abordados desde cedo nas escolas, podem servir de apoio ao processo educativo como um todo. Eles permitem a construção de um cenário, uma composição tradutora da imagem de um grupo ou de uma comunidade em suas relações com

o espaço e, por conseguinte, com suas relações políticas, sociais e econômicas (Alves, 1996, p.222).

Os aspectos relacionados à percepção dos ambientes construídos e a forma como estes são utilizados, podem corroborar com os alunos e professores, no sentido de serem trabalhados de forma que o espaço da escola seja usado como material pedagógico riquíssimo para a população, professores e crianças e que será por eles transformado intencionalmente.

Com o avançado processo de urbanização, poucas são as áreas verdes, tais como parques, bosques e praças presentes em uma cidade. Os espaços onde as crianças brincam estão bastante reduzidos, pois as ruas estão cada vez mais movimentadas e perigosas. Com isso, as crianças passam a maior parte do tempo em casa, assistindo televisão ou brincando, caracterizando assim a importância do pátio escolar como elemento lúdico, que se constitui muitas vezes, no único espaço livre, aberto e seguro para exercerem a sua criatividade.

O pátio é tão, ou mais importante, quanto a sala de aula, dependendo da criatividade do professor, e não deve ser visto apenas como um local onde deixar as crianças fora da sala. Grande parcela da educação infantil sofre influência da estrutura construída, dos jardins e da organização escolar. Um pátio escolar bem planejado, com vegetação, tem a capacidade de diminuir os problemas de fadiga mental e estresse, uma vez que oferece uma qualidade de vida melhor para toda a comunidade escolar. Aumenta também a capacidade de concentração e coordenação motora das crianças, quando as mesmas apresentam contato com a natureza (Fedrizzi, 1999).

Há muito existe a crença de que a saúde das pessoas está diretamente relacionada à natureza e à vegetação. Já na época do Império Romano, surgiam as primeiras iniciativas documentadas em relação a espaços verdes (Grahn, 1994).

Uma pesquisa desenvolvida em 1989, mostrou que as atividades externas das crianças dependem do projeto do pátio escolar. Elementos naturais em pátios definem a possibilidade ou não de desenvolvimento de importantes jogos e atividades no espaço. Conclui-se que o ambiente externo em escolas não deve ser negligenciado, propiciando desenvolvimento de habilidades motoras, imaginação, contato social e poder de concentração. Estes fenômenos são explicados tanto pela teoria de Kaplan quanto por Ulrich (apud Grahn, 1994).

Segundo Kaplan, o contato com a natureza recarrega o poder de concentração. Coss e Ulrich afirmam que se nossos arredores são como a paisagem, à qual estamos biologicamente

preparados, então nos sentimos melhor. Esta percepção é baseada numa memória inata característica da espécie humana, adquirida através de milhões de anos (Grahn, 1994).

Para complementar as teorias citadas, a construção de uma horta no ambiente escolar é um dos elementos que pode colaborar com o professor, no sentido da sua utilização para as atividades didáticas, de forma a enriquecer conhecimentos de todas as disciplinas. Pode ser utilizada para ajudar a suprir as necessidades nutricionais das crianças, como complemento para a merenda escolar e, ainda, colaborar com a transformação do ambiente, através da presença da vegetação como elemento lúdico.

Os aspectos restaurativo e terapêutico da jardinagem estão sendo utilizados por profissionais da terapia horticultural em vários ambientes como: hospitais, centros geriátricos, centros de reabilitação de drogados, instituições correcionais e escolas para tratamento de deficientes (Lewis, 1991).

No acompanhamento de pessoas com problemas mentais, o uso das plantas para o tratamento dessas deficiências, ajuda a cuidar desses doentes, oferecendo uma oportunidade para treinamento, que conduz ao sucesso e auto-suficiência. Instituições correcionais também usam a horticultura para terapia e reabilitação.

A importância da natureza e dos parques, no desenvolvimento das crianças, se traduz através das seguintes valores, que serão agregados em suas vidas:

- ⇒ As habilidades motoras das crianças desenvolvem-se através da prática de caminhadas, corridas, saltos, em terrenos com obstáculos naturais, como vegetação e pedra.
- ⇒ Crianças em creches, escolas, hospitais são mais dóceis e receptivas, quando têm acesso a áreas verdes.
- ⇒ Crianças brincam mais, fantasiam mais e formam melhor raciocínio, quando em ambientes abertos naturais.

O espaço material é, pois, um pano de fundo, a moldura, sobre o qual as sensações se revelam e produzem marcas profundas que permanecem, mesmo quando as pessoas deixam de ser crianças. É através dessa qualificação que o espaço físico adquire nova condição: a de ambiente (Lima, 1989).

Construir é uma atividade complexa. Torna as pessoas conscientes e as leva a prestar atenção em diferentes níveis: ao nível de tomar decisões pragmáticas; de visualizar espaços arquitetônicos na mente e no papel; e de comprometer-se inteiramente, de corpo e alma, na criação de uma forma material que capture um ideal. Uma vez alcançada, a forma arquitetônica é um meio ambiente para o homem. Então, como é que ela influencia o sentimento humano e a consciência? A analogia de linguagem esclarece a questão. As palavras contêm e intensificam o sentimento. Sem palavras, o sentimento atinge um máximo momentâneo e rapidamente desaparece. Talvez uma razão por que as emoções dos animais não atingem a intensidade e duração das emoções humanas deva-se ao fato de os animais não possuírem linguagem para conservar as emoções de modo que elas possam crescer ou apodrecer. O meio ambiente construído, como a linguagem, tem o poder de definir e aperfeiçoar a sensibilidade. Pode aguçar e ampliar a consciência (Tuan, 1983).

Construir de forma inadequada, com o uso de materiais construtivos impróprios e projetos pouco condizentes com o uso que a edificação terá, implicará em ampliar os problemas que os usuários terão neste ambiente, que correrá o risco de transformar-se em mais um espaço com desempenho comprometido. As dificuldades que a atividade de construir pode ter, serão amenizadas se conhecermos o contexto em que a edificação está inserida.

3 O CONTEXTO DA PESQUISA

Antes do desenvolvimento da pesquisa, deve-se ter como premissa um estudo do ambiente em que a edificação se encontra. Este estudo é muito importante para permitir o desenvolvimento de um projeto de intervenção que possibilite melhorias ao ambiente físico da escola.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DE FEIRA DE SANTANA

Feira de Santana, a segunda maior cidade do Estado da Bahia, 35^a do país, caracteriza-se por atividades na indústria, no setor de comércio e serviços, e pecuária. A sua posição geográfica estratégica, a apenas 110 Km da capital do estado e a conservação de suas características rurais, atrativas para um sem número de viajantes, transportadores, boiadeiros e contingentes populacionais que buscam melhores oportunidades, permitem a coexistência da modernidade com o homem sertanejo. Acrescenta-se, ainda, sua situação de portão rodoviário para as regiões norte, sul, nordeste e centro-oeste do estado e do país, no entroncamento das BR's 324, 101 e 116, o que lhe confere caráter de centro de abastecimento. Em que pese, porém, esta situação político-geográfica, é flagrante a deficiência de infra – estrutura urbana. (Feira de Santana - PGLU, 2000).

Além das BR's, Feira de Santana é também cortada por quatro rodovias estaduais BA 052, BA 502, BA 503 e BA 504, favorecendo, assim uma corrente concentração de fluxo de população, mercadoria e dinheiro, num entreposto que liga o Nordeste ao Centro - Sul do Brasil, na fronteira da capital Salvador com o sertão, do recôncavo aos tabuleiros do semi - árido da Bahia. (Barbosa, 1999).

O município está situado no polígono das secas e possui uma área de 1.338 km². A população de Feira de Santana, segundo o último censo, perfaz um total de 480.692 habitantes, sendo que na zona urbana se concentram 431.458 e na zona rural 49.234. É considerada cidade de porte médio e a sua economia abrange principalmente atividades agropecuárias, industriais e comerciais (IBGE, 2000).

A cidade tem uma das economias mais desenvolvidas da Bahia, com o quarto maior Produto Interno Bruto (PIB), que corresponde a 3,43% do PIB total do estado (IBGE, 1996). O desenvolvimento de sua economia teve início com o setor comercial, atividade que garantiu ao município uma posição privilegiada entre os municípios baianos e do interior do norte e nordeste. O comércio ainda é uma atividade de extrema importância para a cidade,

empregando a maior parte de sua população economicamente ativa, formal ou informalmente. Entretanto, o setor industrial tem se desenvolvido bastante nas últimas décadas, principalmente após a implantação do Complexo Industrial de Subaé, na década de 70, quando a atividade industrial começou a também ter grande impacto sobre a economia de Feira de Santana (Feira de Santana - PGLU, 2000).

O setor educacional, conta com 227 escolas, sendo 99 na zona urbana, dividida em cinco regiões, atendendo um total de 41.556 alunos e 128 na zona rural, constituída de sete distritos, atendendo a um total de 16.742 alunos. A educação municipal se atém apenas à educação infantil e ao ensino fundamental, que engloba da 1ª a 8ª séries, contando, ainda, com o curso noturno de Educação Integrada.

Com um contingente de 58.298 alunos, a serem atendidos pelo município, faz-se necessário, portanto, uma infra – estrutura de porte razoável, para gerir todas as situações oriundas dos problemas educacionais, incluindo manutenção e construção das edificações.

A região Nordeste, onde está localizada Feira de Santana, caracterizada por um percentual elevado de famílias com rendimento de até dois salários mínimos e sem rendimento (ver tabela 1), mostra, através de seus indicadores, as dificuldades que enfrenta.

TABELA 1 Rendimento médio mensal

Famílias por classes de rendimento médio mensal familiar - 1999						
Brasil e Grandes Regiões	Até 2	Mais de 2 a 5	Mais de 5 a 10	Mais de 10 a 20	Mais de 20	Sem ** Rendi mento
Brasil	27,6	32,2	18,6	9,9	5,9	3,5
Norte	29,2	34,9	17	8,6	4,3	5,5
Nordeste	47,5	29,7	9,2	4,4	2,7	4,2
Sudeste	17,7	32,2	23,5	13	7,8	3,1
Sul	22,2	34,5	21,7	11,3	6,4	2,6
Centro - Oeste	26,7	35	17,9	9,2	6,5	3,4

Fonte: IBGE, 2000.

* Em classes de salário mínimo. Valor do Salário Mínimo em Setembro de 1999: R\$ 136,00.

** Excluído os sem declaração de renda.

Muitas famílias, para complementarem a renda, retiram as crianças da escola para ajudarem nas feiras livres e para venderem quinquilharias, arranjando com essas atividades, um pequeno complemento para auxiliar nas despesas, sacrificando a educação e contribuindo para aumentar o índice de abandono das escolas.

A Estação Climatológica de Feira de Santana, pelo fato de ser uma estação que está em funcionamento há pouco tempo, não dispõe ainda de uma série estatística de dados que possibilite a caracterização da situação do clima nesta cidade. Os dados referentes ao ano 2000, Quadro 2, foram utilizados apenas para ilustrar como transcorreu o clima durante o ano em que a pesquisa se realizou.

A caracterização Mesoclimática, conforme dados da Estação Climatológica N° 83221 – INMET – Feira de Santana, com dados referentes à precipitação, temperatura, umidade do ar, evaporação, insolação e pressão, permite contextualizar para o ano 2000, como foi o comportamento das variáveis climáticas na cidade, colaborando, portanto, com a definição de fatores que influenciam o conforto ambiental.

LATITUDE: 12°12' S LONGITUDE: 38° 58' W ALTITUDE: 232m

QUADRO 2 -Nível Mesoclimática – Dados do ano 2000

Meses	Precipitação (mm)		Temperatura (°C)			Umidade do Ar (%)			Evap. (mm)	Insol (h e dec.)	Pressão (mb)
	Total	Nº Dias	Normal	Max	Min	Normal	Max	Min			
Janeiro	31,0	9	25,3	30,8	21,5	75	98	43	57,0	201,9	984,7
Fevereiro	54,1	8	26,0	31,7	22,0	76	94	32	61,7	189,3	986,0
Março	8,5	6	25,6	31,7	21,7	76	94	35	63,7	187,4	985,3
Abril	140,0	18	24,6	29,7	21,6	84	97	45	43,0	145,1	986,7
Mai	100,0	20	23,6	28,0	20,7	86	98	55	40,3	150,2	988,6
Junho	96,6	17	22,4	26,3	19,8	87	98	54	36,4	127,7	991,6
Julho	46,9	19	21,8	26,3	18,8	86	98	52	52,4	159,1	990,0
Agosto	66,4	17	21,8	26,2	19,1	87	98	47	39,7	131,0	990,8
Setembro	71,4	20	22,6	27,4	19,0	83	98	47	57,5	145,7	989,8
Outubro	8,1	5	24,2	30,4	19,7	73	85	54	69,7	236,6	988,9
Novembro	131,6	14	25,0	30,6	21,2	77	88	60	68,5	164,4	985,4
Dezembro	119	8	25,2	30,9	21,5	74	83	57	94,8	168,4	985,7

3.2 ESTUDO EXPLORATÓRIO

Este estudo permitiu, através de levantamento do contexto em que as escolas se encontram no município, a caracterização das edificações, contribuindo para a definição do ambiente a ser pesquisado.

A pesquisa teve início a partir da primeira audiência com a secretária de educação. Conforme encaminhamento sugerido pela secretária, foi feito o planejamento do roteiro de visitas às escolas, juntamente com duas representantes da Secretaria de Educação e documentadas todas as atividades, através de registros fotográficos e anotações.

As escolas visitadas encontram-se em bairros distintos da cidade, com situação bastante difícil de ser administrada, face aos problemas que a grande maioria apresenta. A pesquisadora não foi em momento algum, conduzida a algum ambiente específico, sendo a realidade demonstrada cruamente. Para a secretária, qualquer escola escolhida seria interessante, porque o objetivo da pesquisa foi o de aplicar o projeto de intervenção em outros ambientes escolares que possuam características construtivas semelhantes.

Em quase todas as escolas visitadas, observou-se a utilização dos mesmos elementos construtivos. Para cobertura, o uso de telha em cimento amianto, na maioria delas; as aberturas de fachada e de fundo, construídas com o elemento cobogó; o uso de cores escuras nas paredes internas dos ambientes; portas pintadas com cores escuras; as áreas reservadas para o lazer desprovidas de vegetação e de brinquedos; muros altos com portões sem abertura, servindo, ao mesmo tempo, como elemento de isolamento e contato entre o meio interior e exterior.

Em todos os bairros, a falta de infra-estrutura fica caracterizada pela ausência de pavimentação, abastecimento precário de água, falta de postos de saúde e módulo policial. A população que habita estes bairros dispõe de baixo poder aquisitivo sendo, portanto, bastante sacrificada.



FIGURA 12 – VISTA DA ESCOLA PROF. ANTÔNIO LOPES



FIGURA 13 – VISTA DA ESCOLA DR. NILTON BELLAS VIEIRA

Nesta investigação preliminar, observou-se que o desempenho das edificações encontra-se comprometido, deixando de atender a requisitos básicos como segurança e conforto ambiental. A segurança é um problema grave, por causa do vandalismo, intrusão e conseqüente depredação dos ambientes. O conforto ambiental é comprometido por ambientes pouco ventilados e desconforto lumínico, com iluminação artificial sendo utilizada durante a maior parte do tempo e, mesmo assim, produzindo um desempenho lumínico insatisfatório.

Associado ao desempenho precário das edificações, que se encontram em péssimo estado de conservação, temos o problema comportamental dos usuários, que utilizam estes espaços sem desenvolver maior comprometimento com a sua preservação.



FIGURA 14 – VISTA DA ESCOLA MONTEIRO LOBATO



FIGURA 15 – VISTA DA ESCOLA PROF^A. ALMIRA PEREIRA LAGO



FIGURA 16 – VISTA DA ESCOLA NORMA SUELI

Após a visita às escolas, retornou-se à Secretaria de Educação, buscando coletar dados, que auxiliassem a contextualizar melhor a situação de cada uma delas. A Secretaria, porém, não dispõe de um sistema informatizado, o que dificulta o trabalho de coleta de informações. Alguns dados referentes ao prédio da escola, como planta de situação, área total, área construída e outros, que dizem respeito ao processo ensino-aprendizagem, não estão disponíveis para consulta na Secretaria, o que dificultou o processo de avaliação da situação das unidades escolares.

Conforme observação *in loco* e baseada no depoimento dos usuários, chegamos à conclusão que a edificação escolar mais interessante para a pesquisa seria a escola Prof^a Marília Queiroz.

Esta escola situa-se na Rua Tefé, s/n, bairro Nova Esperança. Tem uma característica que é importante ressaltar: a proximidade ao “Aterro Sanitário”, o que permite contextualizar, de antemão, que alguns alunos e seus pais trabalham como catadores de lixo (badameiros). A necessidade de sobrevivência faz com que, em muitos casos, os alunos abandonem a sala de aula para ajudar a família a aumentar seus rendimentos, provocando esvaziamento da sala de aula em dias típicos, como segunda e sexta feira, por causa das feiras livres. A infra-estrutura é bastante deficitária, não contando, portanto, com serviços básicos como pavimentação, Posto de Saúde e Módulo Policial.



FIGURA 17 – FACHADA DA ESCOLA PROF^A. MARÍLIA QUEIRÓZ



FIGURA 18 – VISTA INTERNA DA SALA DE AULA

Durante a primeira entrevista aplicada, as professoras colocavam nas suas falas, de maneira bastante clara, a necessidade de trabalharem em um ambiente que lhes proporcionasse maior conforto, pois o calor era insuportável e ninguém conseguia produzir neste lugar. “As crianças não conseguem se concentrar, vivem inquietas, saem toda hora para beber água”. Com depoimentos desta natureza ficou bastante claro que o desconforto térmico comprometia o andamento das atividades nesta edificação.

Segundo os depoimentos das professoras e dos funcionários da escola, os alunos e seus pais não são fáceis de sensibilizar, dificultando, portanto, a parceria necessária para manutenção e melhoramento da edificação. A dificuldade de preservação das condições básicas de higiene, com crianças utilizando o próprio filtro de água para satisfação de necessidades biológicas, mostra como é importante que a comunidade usuária da escola esteja diretamente envolvida na intervenção proposta para esta pesquisa.



FIGURA 19 – VISTA DAS CRIANÇAS DURANTE A MERENDA NO PÁTIO

Ao se entrevistar a diretora, tomou-se conhecimento de que a escola já havia sido incluída em vários projetos, porém nunca foi contemplada, estando há mais de quinze anos sem intervenção de cunho significativo, restringindo-se apenas a alterações que o recurso de R\$ 2700,00/ano permite. Existem, segundo relato da diretora, muitas dificuldades ao assumir uma direção, como solicitações à Secretaria de Educação, que, na maioria das vezes, não são atendidas; as professoras têm problemas de assimilação dos Parâmetros de Currículos Nacionais (PCN); a comunidade externa apresenta atos de vandalismo constantemente; a falta de colaboração dos alunos e a estrutura inadequada do prédio escolar, demonstrada através de seu pedido para substituir o telhado, no intuito de diminuir o calor.

A dificuldade de acesso à escola, que dispõe de um portão de grande altura, com muros altos totalmente fechados, impossibilitando a visão do ambiente interno, para um observador situado fora da escola e, de forma equivalente, dificultando qualquer contato com o exterior, para aqueles que se encontram no seu interior, demonstra como a segurança é um problema de proporção razoável, tornando a sua aparência externa muito carregada e configurando para a população a idéia de um presídio.



FIGURA 20 – VISTA EXTERNA DO MURO DA ESCOLA

A escola dispõe de uma área de 1565 m², sendo que a área construída perfaz 275,10 m², existindo no projeto original uma área projetada de 338,10 m², para ampliação das salas de aula, o que nunca foi executado. Investigou-se se haveria alguma possibilidade desta ampliação acontecer e obteve-se como resposta do secretário de Planejamento que isto, “dificilmente aconteceria, pois as instalações da escola já estavam sendo subutilizadas, por causa de salas de aula fechadas durante o turno matutino e noturno.”

O sistema de funcionamento da escola é em regime de turnos: matutino, vespertino e noturno. No turno matutino funciona a 1^a e 4^a séries, no vespertino, a 2^a e 3^a séries e no noturno, a Educação Integrada, que acontece em três etapas (a 1^a representa a alfabetização, a 2^a corresponde à 1^a e 2^a séries e a 3^a etapa equivale à 3^a e 4^a séries, respectivamente). Existiam no início do ano 2000, 196 alunos matriculados, porém esse número caiu bastante por causa da evasão.

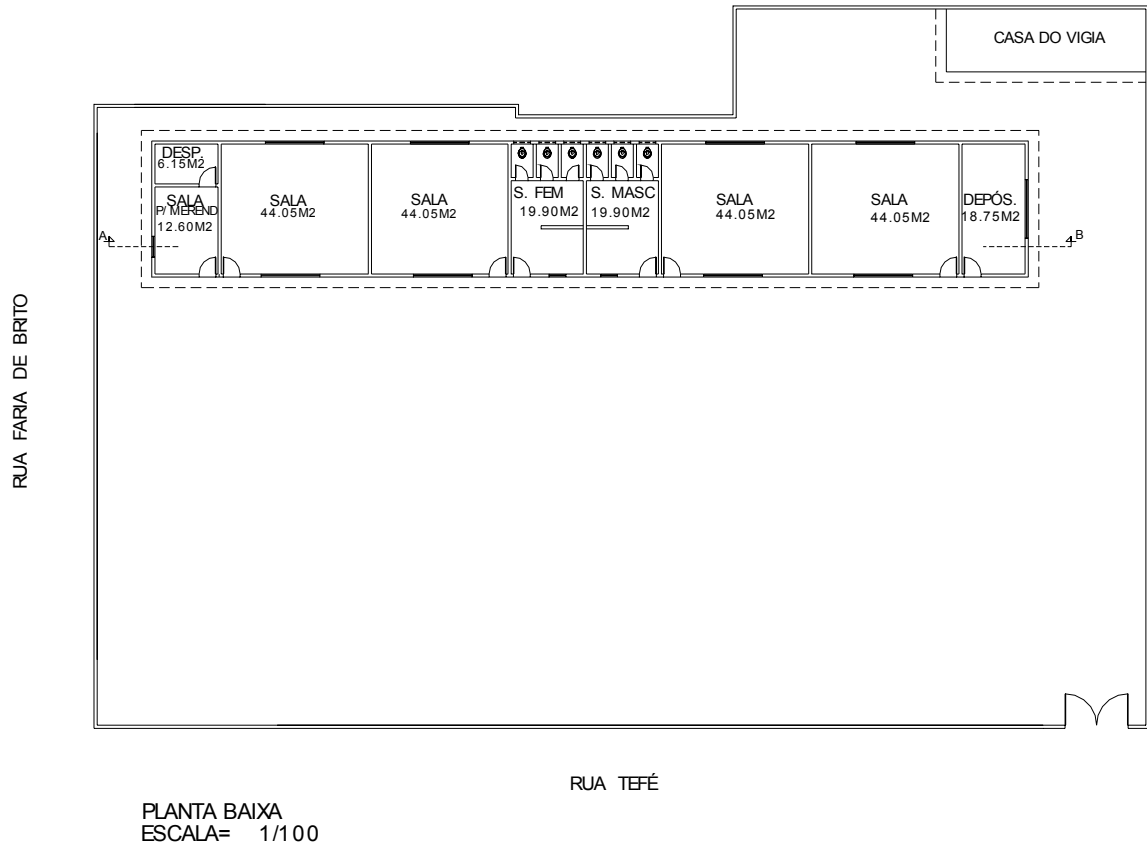
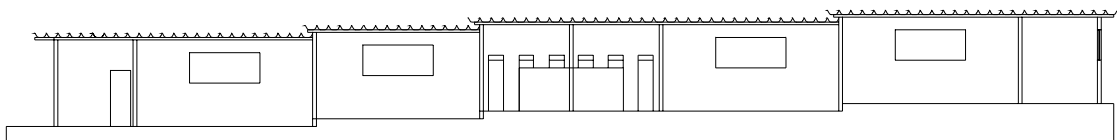


FIGURA 21 – PLANTA BAIXA DA ESCOLA PROF^A MARÍLIA QUEIRÓZ

A escola dispõe, em sua estrutura física, de quatro salas de aula, cantina com despensa, secretaria (citada na planta como depósito), que também funciona como sala de professores, sanitários e ampla área descoberta, que funciona como pátio de recreação. A falta de projeto paisagístico, com arborização adequada ao clima e ausência da utilização de horta como recurso ambiental e pedagógico, faz com que um pátio, que dispõe de uma área de 1.289,90m², seja subaproveitado.



CORTE AB
ESCALA= 1/100

FIGURA 22 - VISTA INTERNA DA ESCOLA PROF^A MARÍLIA QUEIRÓZ

Em todas as escolas visitadas detectou-se problemas referentes ao desconforto térmico e lumínico, embora outros problemas, como os de acústica, segurança e falta de arborização, tenham se apresentado. Mesmo diante deste fato, a escola onde os depoimentos foram mais fortes, no sentido de buscar melhorias no desempenho térmico e lumínico, foi a escola Prof^a Marília Queiroz. Como um ponto fundamental no processo de avaliação pós-ocupação é o fato de disponibilizar informação baseada na evidência produzida por aqueles que usam os espaços edificados, pois dessa maneira é possível identificar quais os elementos de projeto e características ambientais mais afetam os usuários, estas evidências serviram de base para definir o ambiente da pesquisa.

Outra característica, que configurou a escolha de apenas uma unidade escolar para desenvolvimento deste trabalho, foi a restrição financeira. O recurso para ser aplicado na pesquisa, veio da Secretaria de Educação, através do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério Municipal, (FUNDEF), propiciando que a intervenção acontecesse apenas em uma escola.

3.3 AVALIAÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO DA ESCOLA

Utilizou-se duas técnicas de coleta de dados, para desenvolver a avaliação do ambiente da escola que serviu como elemento chave do estudo: levantamento de campo e levantamento de arquivo.

Os métodos utilizados para levantamento de campo podem ser resumidos em quatro: observação, entrevistas, questionários e levantamentos físicos (medições), sendo todos aplicados na busca de informações, que possibilitaram elaborar um projeto de intervenção com baixo custo e num prazo de aplicação bastante curto, visando não comprometer o andamento das atividades da escola.

Para o levantamento de arquivo, as informações foram obtidas através da Secretaria de Educação e da Secretaria de Planejamento. Deve ser ressaltado que houve dificuldades na obtenção dos dados por causa da escassez de documentos.

O objeto central desse estudo foi, através do uso de técnicas da metodologia APO, avaliar a intervenção introduzida no ambiente construído, aqui representado pela escola Prof^a Marília Queiroz, promovendo uma ação que propiciasse a melhoria da qualidade de vida daqueles que usam esse ambiente (professores, alunos, funcionários e a comunidade, que de

forma direta e indireta é beneficiada) e produzindo informação na forma de banco de dados, gerando conhecimento sistematizado sobre o ambiente e as relações ambiente-comportamento.

Através do método de observação, foi feita uma avaliação do ambiente construído, detectando como funciona a edificação escola. Os dados obtidos a partir da observação geraram subsídios para fazer a avaliação de elementos de desempenho técnico, através de características físicas, que indicam o desconforto ambiental, tais como o uso de telhas de cimento amianto na cobertura e de cobogós para aberturas; desempenho funcional, através da falta de segurança percebida pelo muro elevado, portão fechado e muito alto, falta de uso de espaços, com um sanitário isolado por falta das peças; desempenho comportamental, através de recorrências comportamentais, como o descrédito na perspectiva da escola ser reformada.

Conforme observação *in loco* e através de entrevistas e questionários, constatou-se que os problemas relacionados ao conforto visual, pureza do ar e ao conforto higrotérmico, foram os que mais se fizeram sentir na escola, embora muitos outros como segurança de uso, conforto acústico, conforto antropodinâmico, higiene, adaptação ao uso e durabilidade, também se fizessem presentes neste contexto escolar.

Foram utilizadas as definições dos itens de desempenho conforme Ornstein e Romero (1992). Para estes autores, o conforto visual aborda: controle e previsão da luz natural; insolação; nível de iluminação, controle do ofuscamento, contraste, possibilidade de escurecimento; aspectos do espaço e do acabamento, tais como cor, textura, etc; contraste visual, interno e externo, em relação à vizinhança (ligações e barreiras para privacidade, etc).

Em se tratando do item pureza do ar, verificou-se os seguintes problemas: ventilação e controle de odores. O conforto higrotérmico enfoca: controle de temperatura do ar, radiação térmica, velocidade e umidade relativa do ar (limitações na sua variação, tanto no tempo como no espaço) e controle de condensação.

3.3.1 Análise da percepção dos professores, funcionários e alunos através de questionários e entrevistas.

3.3.1.1 Questionários

Os questionários com escalas são largamente adotados em APOs e, no Brasil, as escalas adotadas, via de regra, têm um número de divisões que variam de 4 a 6 pontos.

Aplicou-se questionário estruturado, para facilitar a quantificação das respostas. Para utilizar esta ferramenta, usou-se a escala de 5 valores: ótima, boa, razoável, precária e péssima. A análise da percepção do usuário é muito importante em algumas situações, pois a coleta de impressões fornecidas pode significar mais do que a quantificação das respostas, para caracterizar o ambiente e as aspirações das pessoas que o utilizam.

O questionário foi aplicado em todo o universo da escola, englobando alunos, professores e funcionários. A escola dispõe, entre professores (13), diretor, vice-diretor e funcionários (6), de um contingente de 21 pessoas. O total de alunos matriculados, no início do ano 2000 era de 196, porém, por causa da solicitação de transferências, esse número caiu bastante, com apenas 150 alunos frequentando às aulas.

Segundo a direção da escola, as solicitações de transferências ocorreram por causa da desapropriação de uma área invadida, onde existia uma favela, que era a moradia de muitos alunos. Esta comunidade foi deslocada para outro bairro pelo governo municipal, que forneceu habitações mais decentes e com melhor infraestrutura, justificando, assim, o elevado número de pedidos de transferência.

A evasão, um dos problemas presentes na escola, é um fator preocupante e que contribui muito para o esvaziamento das salas de aula. Justifica-se esta problemática através da necessidade de complementação da renda familiar, pela ausência de instrução dos pais, pela falta de envolvimento dos educadores e pelo contexto social em que está inserida a escola.

Procurou-se elaborar perguntas que caracterizassem as situações mais aparentes, percebidas através das entrevistas e da observação. Os resultados obtidos em algumas questões não constam no quadro abaixo, pois seu caráter é mais informativo, sendo apenas informação complementar, estando o questionário completo apresentado no anexo 1.

TABELA 2 Questionário aplicado a professores e funcionários.

1. Como você qualifica a iluminação de seu ambiente de trabalho?				
Ótima	Boa	Razoável	Precária	Péssima
0%	16%	53%	26%	5%
2. Quanto à temperatura no verão, como você considera sua sala?				
Ótima	Boa	Razoável	Precária	Péssima
0%	0%	16%	0%	84%
3. Quanto à temperatura no inverno, como você considera sua sala?				
Ótima	Boa	Razoável	Precária	Péssima
0%	16%	74%	0%	10%
4. Quanto à aparência interna do edifício, qual a sua opinião?				
Ótima	Boa	Razoável	Precária	Péssima
0%	5%	10%	21%	84%
5. Quanto à aparência externa do edifício, qual a sua opinião?				
Ótima	Boa	Razoável	Precária	Péssima
0%	0%	5%	32%	63%
6. Quanto ao pátio da escola, qual a sua opinião?				
Ótima	Boa	Razoável	Precária	Péssima
5%	0%	21%	5%	69%
7. Quanto aos sanitários da escola, qual a sua opinião?				
Ótima	Boa	Razoável	Precária	Péssima
0%	5%	16%	47%	32%
8. Quanto à cantina da escola, qual a sua opinião?				
Ótima	Boa	Razoável	Precária	Péssima
0%	10%	53%	32%	5%
9. Qual sua opinião sobre o piso das salas?				
Ótima	Boa	Razoável	Precária	Péssima
0%	0%	0%	32%	68%
10. Como você qualifica o edifício quanto ao tamanho?				
Ótimo	Bom	Razoável	Precário	Péssimo
0%	26%	53%	16%	5%
11. Como você qualifica o edifício quanto a cor das paredes?				
Ótima	Boa	Razoável	Precária	Péssima
0%	5%	37%	32%	26%
12. Quanto à manutenção como se encontra sua escola?				
Ótima	Boa	Razoável	Precária	Péssima
0%	0%	58%	26%	16%

Para a elaboração do questionário a ser aplicado com os alunos, foi feito um pré-teste, com o objetivo de verificar se haveria necessidade de alteração da estrutura de alguma pergunta ou, até mesmo, a eliminação e/ou substituição de outras. No dia 7/06/2000 foi aplicado o questionário a 2 alunos da 1ª série, 2 da 3ª série e 2 da 2ª série. Para surpresa do pesquisador, os alunos da 1ª série entenderam melhor e responderam em tempo mais rápido, que os demais alunos, das séries mais avançadas. No dia 14/06 foi aplicado o questionário a 2 alunos da 4ª série e 2 da 1ª série. Com base no resultado do pré-teste, elaborou-se o

questionário definitivo, que foi aplicado no dia 19/06, antes do recesso escolar do meio de ano (anexo 2).

Os questionários aplicados aos alunos estavam mais voltados para a captação das impressões das crianças. A análise da percepção dos alunos foi de fundamental importância para a elaboração do projeto de intervenção. Para estes usuários, desprovidos de condições mínimas de sobrevivência, terem as suas aspirações e desejos satisfeitos, mesmo que parcialmente, foi muito importante. A quantificação das respostas teve importância menor diante deste contexto.

A necessidade de obter benefícios, que só através da intervenção na escola poderia chegar até às crianças, aparece nas respostas dadas nos questionários. Quando solicitam brinquedos, quadra de esportes, árvores, horta e uma área coberta, demonstram as carências existentes, tanto na escola, quanto em seu ambiente familiar.

Do total de alunos, 91 participaram da pesquisa. Pelo fato de o questionário ter sido aplicado em uma segunda-feira, não conseguiu-se uma participação mais intensa, pois como é um dia em que acontece a feira livre do Centro de Abastecimento da cidade, muitas crianças deixaram de frequentar a escola para ajudarem os pais.

TABELA 3 Questionário aplicado com os alunos.

1. Como é a sua escola?				
Muito bonita 12%	Bonita 42%	Mais ou menos (regular) 15%	Feia 20%	Muito feia 11%
2. O que você mais gosta na sua escola?				
Da sala de aula 14%	Da merenda 7%	Da professora 71%	Do pátio 8%	Da secretaria 0%
3. Como você se sente na sala de aula?				
Muito bem 16%	Bem 35%	Mais ou menos (regular) 20%	Mal 12%	Muito mal 17%
4. Como você gostaria que fossem as paredes da sua escola?				
Paredes escuras 12%	Paredes claras 13%	Paredes brancas 40%	Paredes coloridas 32%	Paredes pretas 3%
5. Você gostaria que a sua sala fosse?				
Muito ventilada 54%	Ventilada 27%	Mais ou menos (regular) 7%	Pouco ventilada 8%	Sem ventilação 1%
Obs: 3 alunos não marcaram nenhuma das alternativas.				
6. O que você gostaria que tivesse no pátio da sua escola?				
Brinquedos 37%	Árvores 13%	Horta 10%	Uma área coberta 8%	Uma quadra de esportes 30%
Obs: 2 alunos não marcaram nenhuma das alternativas				
7. Você gosta de estudar quando:				
Todas as luzes estão acesas 59%	Algumas luzes estão acesas 10%	Não tem nenhuma luz acesa 3%	A porta está aberta para iluminar bem a sala e as luzes estão apagadas 22%	A porta da sala está fechada e as luzes estão apagadas 1%
Obs: 4 alunos não marcaram nenhuma das alternativas.				
8. Você gostaria que a sua sala tivesse:				
Janela na frente 35%	Janela atrás 2%	Tivesse janela na frente e atrás 55%	Não tivesse janela na frente 1%	Não tivesse janela atrás 6%
Obs: 2 alunos não marcaram nenhuma das alternativas.				
9. Como você gostaria que fosse o piso da sua escola?				
Preto 12%	Vermelha 25%	Branco 37%	Amarelo 20%	Marrom 6%
10. Como você gostaria que fossem os banheiros da escola?				
Que tivesse um só para os meninos 24%	Que tivesse um só para as meninas 17%	Que tivesse um só para as professoras 11%	Que tivesse um só para os funcionários 3%	Que os alunos, professores e funcionários tivessem cada um o seu banheiro 43%
Obs: 1 aluno não marcou nenhuma das alternativas.				
11. Como você acha que é a frente da sua escola?				
Muito bonita 21%	Bonita 24%	Mais ou menos (regular) 9%	Feia 37%	Muito feia 7%
Obs: 1 aluno não marcou nenhuma das alternativas.				
12. Como você gostaria que fosse o portão da sua escola?				
Muito alto 45%	Alto 41%	Médio 10%	Baixo 3%	Muito baixo 0%
Obs: 1 aluno não marcou nenhuma das alternativas.				
13. Como você gostaria que fosse o muro da sua escola?				
Muito alto 48%	Alto 41%	Médio 7%	Baixo 3%	Muito baixo 0%
Obs: 1 aluno não marcou nenhuma das alternativas.				

3.3.1.2 Entrevistas

Como este método é apropriado para ser aplicado a todos os extratos da população (principalmente relevante para ser utilizado com crianças, pessoas idosas e analfabetas), tendo como vantagem o fato de poder esclarecer eventuais distorções de interpretação de observações ou respostas de questionários, a entrevista foi outra ferramenta escolhida para o desenvolvimento da pesquisa. Ele tem como característica o contato direto entre o entrevistado e entrevistador durante o processo de questionamento, sem a obrigação da representatividade ou número mínimo dos respondentes, (como no caso específico de questionários), facilitando, portanto, o entrosamento do pesquisador junto à comunidade.

A primeira entrevista transcorreu na presença das funcionárias da Secretaria de Educação, ocorrendo, portanto, mais a nível administrativo, a princípio com informações sobre os turnos de funcionamento e as séries existentes na escola. A diretora da escola, não se encontrava presente, impossibilitando, portanto, um primeiro contato.

Embora sendo a primeira vez que o pesquisador se apresentou a essa comunidade, obteve-se algumas informações bastante interessantes. Perguntou-se sobre a participação dos pais e dos alunos nas atividades da escola e as respostas obtidas permitiram identificar os seguintes problemas:

- ⇒ Os professores e funcionários da secretaria mostraram a dificuldade de conseguir sensibilizar os alunos e os pais para que se envolvam com a escola;
- ⇒ Foi colocada a dificuldade de manutenção das condições de higiene nas salas de aula, sendo dado como exemplo, uma das atitudes das crianças, “fazer xixi no filtro”, caracterizando o comportamento das crianças em relação ao ambiente;
- ⇒ Atos de vandalismo, destruindo o patrimônio escolar, foi outro fato descrito pelos entrevistados, sendo que foram responsabilizados os próprios alunos e pessoas externas à escola.

A segunda entrevista ocorreu com a presença da diretora. Durante esta entrevista, estavam presentes os professores e funcionários do turno vespertino, que, questionados sobre o que gostariam de modificar na escola, responderam:

- ⇒ Mudar o telhado;

- ⇒ Trocar o piso das salas, muito estragado;
- ⇒ Janela seria bom, porém não é aconselhável por causa da invasão externa;
- ⇒ Seria interessante poder reduzir a altura do muro, mas não é bom arriscar;
- ⇒ Gostariam que tivesse mural nas salas;
- ⇒ Os sanitários se encontram muito depredados, seria bom se pudesse consertar;
- ⇒ As fechaduras estão destruídas, precisando ser trocadas;
- ⇒ Seria bom se tivesse chuveiro no banheiro;
- ⇒ Consertos para a instalação elétrica, que constantemente apresenta problema;
- ⇒ Se fosse possível, gostariam que tivesse ar condicionado.

No turno matutino, a entrevista ocorreu na presença da vice-diretora e durante o intervalo do lanche, perguntou-se o que gostariam de modificar na escola, e as respostas foram muito parecidas com as do turno vespertino, destacando, adicionalmente, as relacionadas abaixo:

- ⇒ A escola precisa ser mais arborizada;
- ⇒ Seria bom se pudessem ter outra horta, pois já haviam plantado no pátio e era muito legal;
- ⇒ Gostariam que a escola tivesse mais segurança;
- ⇒ Se possível, colocar ventilador no teto;
- ⇒ Seria bom se na área do pátio tivesse uma torneira, para facilitar a rega de plantas;
- ⇒ Construção de um pátio coberto;
- ⇒ Forro nas salas de aula.

Durante as entrevistas constatamos que os problemas com segurança preocupam bastante às professoras, observando que a utilização de janelas não é aconselhável por causa da intrusão. Os atos de vandalismo e destruição foram reduzidos na gestão da atual diretora, embora ainda preocupem bastante. Para os funcionários os depoimentos ficaram muito centrados no problema do calor, que, segundo eles, é muito grande e não permite que trabalhem bem.

A entrevista coletiva realizada com os alunos ocorreu em dois momentos, no turno da manhã e da tarde. As perguntas realizadas foram as seguintes:

Como vocês gostariam que fosse a sua escola? As respostas obtidas em ordem de preferência foram:

- ⇒ Que tivesse brinquedos;

- ⇒ Mais bonita, com as paredes pintadas e o chão mais arrumado;
- ⇒ Que tivesse ventilador;
- ⇒ Um pátio, para brincarem na sombra;
- ⇒ Gostariam que tivesse mais vento.

O que gostariam que tivesse no pátio? Para esta pergunta, as respostas foram mais efusivas, com a maioria dos alunos falando ao mesmo tempo, sendo preciso o auxílio da professora para discipliná-los:

- ⇒ Quadra de esportes, veio em primeiro lugar para os meninos;
- ⇒ Para as meninas está, em primeiro lugar, a piscina;
- ⇒ Os brinquedos vêm em terceiro lugar, tanto para meninos, como para meninas;
- ⇒ Em penúltimo lugar está a solicitação da presença de vegetação, através do pedido de árvores específicas como roseira, coqueiro, pé-de-fruta.
- ⇒ Bancos para sentarem, se houvesse sombra;
- ⇒ Uma horta na escola.

A escola já teve uma horta implantada, porém faltou manutenção e o projeto falhou, já que a comunidade escolar não assumiu o compromisso. Algumas árvores já foram plantadas, mas também não desenvolveram, pois as crianças brincavam na área e terminavam por destruí-las.

As entrevistas individuais aconteceram de forma contínua, com os alunos professores e funcionários, os pais e membros da comunidade.

Durante as entrevistas com os alunos descobrimos informações de caráter pessoal, como: a necessidade de faltar aula para ajudar os pais; ter que ficar em casa para cuidar dos irmãos menores; precisar fazer a comida e lavar a roupa; não assistir aula, simplesmente para brincar; ou não faltar aula por causa da merenda, pois em casa não tem o que comer e muitas vezes, guardar um pouco da merenda e levar para o irmão. Estas entrevistas ajudaram a contextualizar a realidade em que vivem as crianças deste bairro de periferia.

A realidade em que vivem os professores difere pouco da dos alunos. Muitos deles, durante os seus depoimentos, demonstraram o seu descontentamento com o ambiente de trabalho, com a administração da escola e do município, com as condições de vida, deixando transparecer o desânimo que os domina com a falta de perspectiva de melhoria do seu padrão

de vida. Para todos os professores entrevistados, as condições do ambiente da escola precisam ser melhoradas, destacando, contudo, os problemas referentes ao desconforto térmico e visual.

Os funcionários caracterizaram seus depoimentos sempre se referindo à necessidade de melhorar a escola, para diminuir o calor e melhorar as condições de trabalho.

Os pais entrevistados, foram aqueles que procuram acompanhar os filhos e que, portanto, freqüentam mais a escola. Ao serem entrevistados, disseram, em seus depoimentos, que gostariam de ver a escola pintada e arborizada, para que se transformasse em um ambiente em que seus filhos se sentissem mais alegres e confortáveis.

Para os membros externos à comunidade escolar, foram entrevistadas algumas crianças do bairro, que colocaram nos seus depoimentos mais um referencial para caracterizar a escola como estragada, precisando de pintura e de brinquedos. Também foram entrevistadas algumas pessoas da comunidade, que estão mais próximas da escola, pois sempre colaboram com as atividades de lazer e que nos seus depoimentos, disseram que gostariam de ver a escola mais arrumada, para que as crianças e os professores se sentissem melhor.

3.3.1.3 Levantamento dos dados através de medições.

De acordo com observações *in loco* e pesquisa através de entrevistas e questionários, percebeu-se que seria importante realizar medições, para ajudar na comprovação das hipóteses que foram levantadas.

No dia 18 de setembro, às 11:05h, iniciou-se a medição na escola, acompanhada de uma professora e de dois bolsistas da Universidade Federal da Bahia (UFBA). Os equipamentos utilizados foram o psicrometro, termômetro de globo, anemômetro de fio quente, termômetro de superfície e luxímetro, pertencentes ao Laboratório de Conforto Ambiental (Lacam) da UFBA.

Para a escolha dos pontos onde as medições ocorreram usamos, conforme sugestão de Fanger apud Ruas (1999), a divisão imaginária da área a ser avaliada em múltiplos quadrados iguais.

A temperatura do ar foi medida com termômetro de Globo, com escala de 0 a 50⁰C, precisão mínima de mais ou menos 0,5⁰C e com tempo de resposta adequado ao número de medidas executadas. As temperaturas medidas foram a do ar, no interior e exterior, e a temperatura das superfícies do teto, piso e paredes.

Para as medidas da temperatura de superfície utilizou-se o termômetro de superfície (aparelho RAYTEK - RANGER STTM) e para as medidas da temperatura do ar o termômetro de Globo.

A velocidade do ar foi medida com anemômetro de fio quente do tipo ENDKONTROLLE – 9. Este equipamento mede a velocidade do vento para ambientes internos, em m/s. Registra na ordem de 0,5m/s. Para a velocidade do ar fizemos medições referentes à altura de 0,60m para pessoas sentadas.

Para analisar a ventilação natural térmica originada pela diferença entre as temperaturas do ar exterior e interior, em função das diferentes alturas das aberturas, fizemos medições referentes à altura de 2,0m.

Em relação à iluminação, foi medida a iluminação natural no interior e exterior. O equipamento utilizado foi o luxímetro da marca PANLUX – Eletronic 2 – GOSSEN, que registra na ordem de 1 a 600 Klux por meio de um sensor óptico.

O equipamento usado para obtenção da umidade relativa do ar foi o psicrômetro que mede as temperaturas de bulbo seco e úmido (TBS e TBU) em °C.

Utilizou-se as planilhas de Ambiente Analisado (Anexo 3), onde se caracterizou o tempo no momento da medição e as variáveis ambientais medidas foram temperatura, velocidade do ar, umidade e iluminância, descrevendo todos os dados coletados.

Os dados obtidos através das medições realizadas no ambiente físico da escola foram analisados de forma bastante clara, através de gráficos, quadros e tabelas, que nos permitiram investigar com mais consistência as nossas hipóteses e objetivos. Para análise dos resultados da intervenção utilizou-se estes dados, com o objetivo de averiguar quais as melhorias do ambiente construído.

Utilizou-se a contextualização dos dias que antecedem e precedem as medições, como parâmetros para analisarmos os efeitos das alterações do ambiente físico da escola. Estes dados ajudaram a caracterizar o clima no nível micro, conforme Anexo 4.

Durante as primeiras medições foram aplicadas algumas entrevistas com os alunos, professores e funcionários, de acordo com o modelo que se encontra no Anexo 5. Estas entrevistas se realizaram seguindo questionamentos, que, reforçam os dados obtidos através das medições.

Foram entrevistados 96 alunos, 7 professoras e 3 funcionários. As tabelas abaixo descrevem itens referentes ao desempenho da edificação.

TABELA 4 Dados de conforto térmico.

Ordem	Opinião dos Entrevistados	Frequência	Porcentagem
1	Maior parte do ano quente	91	85.9%
2	Maior parte do ano fria	12	11.3%
3	Maior parte do ano confortável	3	2.8%

Para caracterizar de forma ainda mais clara os problemas de desconforto, provocados pelo calor em todos os ambientes da escola, foi elaborado outro quadro para mostrar como é a temperatura das salas no período de verão.

TABELA 5 Dados de temperatura.

Ordem	Opinião dos Entrevistados	Frequência	Porcentagem
1	Ótima	0	0%
2	Boa	2	1.9%
3	Ruim	40	37.7%
4	Péssima	64	60.4%

Os dados referentes à ventilação da sala de aula também serviram de referência para que o projeto de intervenção fosse elaborado.

TABELA 6 Dados de ventilação.

Ordem	Opinião dos Entrevistados	Frequência	Porcentagem
1	Forte	1	0.9%
2	Boa	11	10.4%
3	Fraca	94	88.7%

Foram utilizados para avaliação da iluminação em sala de aula a percepção dos usuários sobre o funcionamento dos ambientes, ajudando a analisar as informações obtidas através da observação e das medições.

TABELA 7 Dados de iluminação.

Ordem	Opinião dos Entrevistados	Frequência	Porcentagem
1	Ótima	4	3.8%
2	Boa	46	43.3%
3	Ruim	31	29.3%
4	Péssima	25	23.6%

Observou-se que, de acordo com a percepção dos usuários, a falta de qualidade do ambiente ficou caracterizada pelos elevados percentuais de opiniões que o definiram como péssimo e ruim, configurando a necessidade de melhoria.

4 DESCRIÇÃO DA INTERVENÇÃO

Através dos levantamentos realizados e da revisão bibliográfica, foi elaborado o projeto de intervenção aplicado na escola, que constituiu um laboratório de estudo.

A intervenção ocorreu em todo o ambiente interno que caracteriza a escola, tendo como limite a área do muro que a cerca. Não foi considerado o ambiente externo aos muros, pois a caracterização da comunidade constituiria uma nova pesquisa.

Dois aspectos foram abordados para que este trabalho fosse desenvolvido: as transformações ocorridas no pátio da escola e as modificações realizadas no prédio.

4.1 INTERVENÇÃO NO PÁTIO

A área que constitui o pátio da escola sofreu diversas transformações, dentre elas as seguintes intervenções:

- ⇒ Construção de uma horta;
- ⇒ Pintura de painéis nos muros, realizada com a comunidade escolar e alguns artistas da cidade;
- ⇒ Trabalho de paisagismo, utilizando plantas apropriadas ao clima da região;
- ⇒ Instalação de bancos e brinquedos, com o uso de material reciclado, como pneus e toras de madeira recolhidos no aterro sanitário.

4.1.1 Construção da Horta

O contato com a natureza de forma mais efetiva, só trará benefícios para as crianças na escola. Brincar livremente faz parte do processo de aprendizagem das crianças, logo os pátios de recreação escolar têm papel fundamental nesta aprendizagem. A construção de uma horta é um complemento para este contato direto com a natureza.

A idéia da construção de uma horta na escola partiu de uma solicitação da própria comunidade, durante as entrevistas realizadas. Em uma das audiências com a secretária de educação, obteve-se a informação de que a Secretaria do Trabalho e da Ação Social (SETRAS), entidade conveniada com a Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), desenvolve programas de capacitação profissional através de cursos profissionalizantes, que

são ministrados conforme sejam solicitados pela comunidade e de acordo à necessidade de preparação profissional.

Em comum acordo com os usuários da escola, professores, alunos, funcionários e membros da comunidade, encaminhou-se solicitação ao SETRAS, através de ofício assinado pela diretora, para que o curso de horticultura pudesse ser ministrado.

O curso dispôs de 25 vagas e contou com carga horária de 40h, entre aulas teóricas e práticas, que foram ministradas em turnos alternados, buscando contemplar as necessidades da comunidade dos dois turnos. Como parte do regulamento do SETRAS, foi designado para cada participante, durante os dias de aula, vale transporte e lanche, o que também contribuiu para estimular a presença, com participação bastante significativa, havendo apenas duas desistências de alunos que estavam matriculados. Ao final do curso, cada participante que efetivamente cumpriu a creditação necessária, recebeu o seu certificado.

Para entrega dos certificados foi feita uma solenidade, onde cada turma escolheu um representante, que participou da sessão solene de formatura e recebeu todos os certificados do seu grupo, encarregando-se de posteriormente, entregá-los aos colegas.

Durante o decorrer das atividades foi realizada visita a uma horta orgânica, com o intuito de mostrar aos alunos como é a organização e distribuição das leiras e a vantagem de consumirmos legumes e vegetais que não contenham agrotóxicos. Neste mesmo dia, visitamos uma usina de fabricação de adubos orgânicos, originados da combinação de casca de café e fezes da galinha. Obtivemos doação do gerente da empresa de 100 Kg de adubo, que foram utilizados na horta da escola.

A implantação da horta ocorreu com a participação de todo o grupo, sendo que todos os cálculos para delimitação do espaço das leiras, a partir da necessidade de produção dos alimentos, foram desenvolvidos durante as aulas teóricas. As ferramentas necessárias ao plantio foram adquiridas através de recursos próprios da escola, e as atividades de rega e limpeza foram divididas entre as turmas que estudam no turno da manhã e da tarde.



FIGURA 23 CONSTRUÇÃO DAS LEIRAS DA HORTA



FIGURA 24 PLANTIO DAS SEMENTES

4.1.2 Paisagismo do Pátio

4.1.2.1 Pintura dos painéis nos muros

A proposta da pintura dos painéis nos muros concretizou-se a partir do contato com alguns artistas, que se encarregaram de convidar outros e no final garantiu-se a participação de cinco deles, que muito contribuíram para que a escola se transformasse, com o novo visual dos muros e com a pintura de um painel na área do pátio coberto.

As tintas e os materiais usados para a pintura dos painéis foram adquiridos, seguindo as especificações sugeridas pelos artistas. Os materiais, como baldes e pincéis, foram doados à escola, podendo ser utilizados, para desenvolver outras atividades lúdicas com as crianças.

Como o pátio dispõe de um muro com área muito grande, surgiu a idéia de trabalharmos com o aluno desenvolvendo a atividade artística, realizada entre a comunidade da escola e artistas da cidade. Esta idéia surgiu a partir da leitura de trabalhos que estudam a influência dos pátios escolares. Foram então pintados painéis, realizados pelas crianças, sob a orientação dos artistas, cuja função se restringiu a delimitar os espaços e distribuir as tintas, permitindo a livre criatividade e buscando envolver as crianças de forma a manter e preservar um trabalho que foi desenvolvido por elas.

Estas atividades ocorreram num dia de domingo, contando com a participação de todos os professores, a diretora e sua vice, quase todos os funcionários, grande parte dos alunos, alguns membros da comunidade, visitantes convidados para conhecer o projeto e cinco artistas de renome na cidade. Este grupo de artistas participa de um projeto denominado “Chocalho de Cabra” e desenvolve um trabalho em escolas e com grupos da comunidade, pintando painéis nos muros da cidade.



FIGURA 25 PINTURA DE PAINÉIS

Durante as atividades houve a participação de todos, em todas as tarefas que foram se realizando. Foi feita distribuição de lanche para os participantes e após o encerramento das atividades, aconteceu um mutirão de limpeza com a coleta de todos os resíduos gerados, com

a colaboração de todos os presentes, deixando a escola completamente limpa e contribuindo com a educação ambiental.

4.1.2.2 Arborização e instalação de equipamentos com material reciclado.

Para que o pátio sofresse transformações através do trabalho de paisagismo, foi elaborado um projeto inicial seguindo os moldes tradicionais vistos nas escolas do município. Neste projeto, elaborado por uma engenheira florestal, constava a utilização de brinquedos industrializados, grama para toda a área externa do pátio e uso de mudas de vegetais que não eram muito adequadas para aquele contexto da escola, embora fossem apropriadas ao clima da cidade. O custo deste projeto inicial ficou muito elevado, sendo necessário que a proposta fosse revista.

O projeto inicial foi revisto e esta proposta preliminar sofreu grandes transformações, na busca de melhorar o pátio com a utilização de poucos recursos financeiros. Surgiu então a idéia de trabalhar com materiais que não trouxessem maiores despesas, como materiais recicláveis e que também fossem doados pela comunidade.

O trabalho de paisagismo foi desenvolvido utilizando árvores nativas da região, como a quixabeira e árvore histórica, como o pau-brasil. A maior parte das mudas de plantas foram doadas por um horto da cidade e outras doadas pelos professores e por alguns membros da comunidade.

O uso de material reciclado, como pneus velhos que foram obtidos através da doação de uma borracharia, permitiu, usando a criatividade dos alunos e pintura com tintas coloridas, transformar em brinquedos aquele entulho que antes não tinha nenhuma utilidade. Seguindo a mesma lógica, utilizou-se toras de madeira, que foram retiradas do aterro sanitário da cidade, e entalhadas por um serralheiro, sendo transformadas em bancos, permitindo às crianças um espaço de descanso no pátio.

Esta atividade ocorreu com a presença das professoras (faltando apenas uma), dos funcionários, de alunos (em torno de 60), da diretora e de alguns membros da comunidade e contou com a coordenação da engenheira florestal, que havia ministrado o curso de horticultura e orientou o plantio das mudas com suas respectivas localizações.



FIGURA 26 PAISAGISMO NO PÁTIO - PLANTIO DA VEGETAÇÃO



FIGURA 27 PAISAGISMO NO PÁTIO - MATERIAL RECICLÁVEL

Deve-se ressaltar que os materiais utilizados para a execução desta atividade, com exceção da terra vegetal, foram todos adquiridos através de doações, incluindo o transporte das toras de madeira, para serem utilizadas como bancos no pátio e dos pneus, que foram aproveitados e transformados em brinquedos. Tanto a madeira, como os pneus, foram pintados de forma a colorir o ambiente, melhorando o aspecto da escolinha e permitindo às crianças viverem em um ambiente com mais cor.

4.2. INTERVENÇÃO NO PRÉDIO

A edificação sofreu com a longa ausência de manutenção e reformas, comprometendo o bom desempenho do prédio. Durante seus vinte anos de existência, passou por algumas intervenções, que não foram suficientes para preservar a escola da natural degradação causada pelo tempo e pela depredação.

O comprometimento do prédio no que concerne à pintura, manutenção das instalações elétrica e hidráulica, reparos nas portas (com consertos nas fechaduras), problema presente por causa da depredação; falta de uso de mural (estragando as paredes), pois todos os cartazes eram colocados diretamente nelas e estragos na cobertura (por causa do vandalismo), foram algumas das questões que serviram de referencial, para que, com base nas técnicas de investigação utilizadas, o projeto de intervenção fosse elaborado.

Através da percepção dos usuários, com a aplicação de questionários e entrevistas, buscou-se subsídio para referendar quais seriam as intervenções passíveis de realização diante deste contexto.

A intervenção transcorreu com a escola em pleno funcionamento, sendo esta uma das restrições à amplitude das modificações. A alternativa usada para contornar este problema foi trabalhar durante os finais de semana e algumas vezes suspender as aulas na sexta-feira, quando as atividades a serem desenvolvidas requeriam mais tempo.

O uso de pintura com cores claras foi utilizado como opção para melhorar o conforto visual, ressaltando que a estética de qualquer ambiente contribui para que a atividade do usuário seja mais agradável e produtiva.

4.2.1 Construção do pátio coberto.

O fato da escola não dispor de uma área coberta para desenvolver as suas atividades de lazer e para que as crianças fiquem protegidas dos raios solares, no horário do lanche, já que não existe nenhum local apropriado para lancharem, fez com que fosse incluído na proposta de intervenção a construção de um pátio coberto. O objetivo desta intervenção foi de humanizar o ambiente, reduzir a incidência do calor sobre as crianças e colaborar com a sua educação.

A construção de um pátio coberto, conforme solicitação da comunidade, com o objetivo de ser utilizado para o momento da distribuição da merenda e para as

confraternizações da escola se concretizou. Porém, foi muito difícil convencer as pessoas de que haveria melhorias em seu ambiente de trabalho, pois estas não acreditavam que esta área fosse construída, conforme depoimentos de professores e funcionários, devido ao tempo em que a escola não passava por uma intervenção.

O pátio coberto foi construído em frente à sala da merenda e próximo aos sanitários, com o objetivo de facilitar a higiene e distribuição do lanche. A escolha desta localização contou com a participação dos arquitetos da Secretaria de Planejamento, que fizeram avaliação técnica para definir o local mais adequado e também dos usuários da escola, que foram envolvidos no processo decisório.

O pátio coberto foi construído em uma área de 80 m², utilizando como cobertura, telha de cimento amianto, a parede de fundo com pé-direito de 3,40m e as paredes laterais, na altura de 1,20m. O pátio está conectado com a sala da merenda e para que o lanche possa transcorrer de forma tranqüila, foram construídos bancos em alvenaria nas laterais, com os assentos revestidos de mármore.



FIGURA 28 CONSTRUÇÃO DO PÁTIO COBERTO

Durante a atividade desenvolvida pelos alunos, para a pintura dos painéis nos muros, os artistas presentearam a escola com um mural, onde todos fizeram pequenos painéis individuais, que se transformaram em um mural de grande impacto visual e de um valor artístico, que talvez não seja percebido pela comunidade da escola. Este painel foi pintado no pátio coberto e teve o poder de transformá-lo em um pátio diferente dos pátios das demais

escolas. É importante destacar a espontaneidade das crianças durante a execução dos painéis, pintados por elas, e a boa vontade dos artistas durante o desenvolvimento das atividades.



FIGURA 29 VISTA DO PÁTIO COBERTO

A execução do painel, que também surgiu de forma espontânea, pois não havia sido planejado, enriqueceu a participação dos artistas, que saíram da posição de instrutores das crianças, para a posição de artistas plásticos exercendo a atividade artística.



FIGURA 30 PINTURA DO MURAL NO PÁTIO.

4.2.2 Cobertura



FIGURA 31 PINTURA DA FACHADA E DA COBERTURA

A intervenção sofrida pela cobertura foi constituída de pintura com tinta Látex de cor branca, aplicada na superfície externa e interna das telhas. O uso desta técnica se além ao fato de que superfícies com cores claras têm sua refletividade aumentada reduzindo, portanto o calor do ambiente.

Para que as telhas pudessem ser pintadas passaram por um processo de limpeza, o que se configurou em uma das maiores dificuldades para que esta etapa pudesse ser concluída. Houve uma dificuldade muito grande em encontrar mão de obra que se dispusesse a realizar a tarefa, pois o pé - direito é muito alto e as telhas são velhas, caracterizando esta atividade como de risco.

Para que a cobertura fosse pintada pela face externa, apenas um operário se dispôs a realizar a limpeza e pintura. Foram retirados de cima da telha todo tipo de sujeira, variando do sapato velho a pedras.

Somente na sala da secretaria a cobertura recebeu um tratamento diferenciado, pois foi colocada uma lâmina de alumínio colada na superfície interna da telha no intuito de verificar qual seria o comportamento térmico da cobertura, verificando se houve redução na temperatura deste ambiente em relação aos demais. O alumínio utilizado para a realização desta experiência foi aquele comercialmente usado para embalar alimentos. A princípio, a empreiteira que realizou a intervenção na escola colocou dificuldades para que esta etapa

fosse realizada, uma vez que eles nunca haviam trabalhado com esse material e não sabiam como aplicá-lo. Buscou-se orientação de um especialista em serigrafia, que orientou como seria o processo de aplicação e qual o tipo de cola que serviria para esta finalidade.

4.2.3 Paredes e muros

As paredes foram pintadas de cores claras, buscando clarear o ambiente para melhorar o desempenho térmico e lumínico. Antes de todas as decisões serem tomadas, foram consultados professores, alunos e funcionários, onde as suas opiniões foram consideradas e compatibilizadas com as avaliações técnicas, para que o ambiente fosse melhorado, assegurando melhor desempenho e mais conforto.



FIGURA 32 VISTA DO MURO



FIGURA 33 PINTURA DAS PAREDES

Para a escolha das tintas da fachada interna e das salas de aula, foram realizadas várias reuniões com os professores e com os pintores para que as cores utilizadas dessem mais vida a este espaço e proporcionassem melhor desempenho à edificação. Também as crianças foram ouvidas e tiveram as suas opiniões consideradas.

Os muros foram pintados na face interna, de cor branca, para receberem a pintura dos painéis, pois se encontravam bastante estragados pelos efeitos das intempéries e pela falta de manutenção. Na face externa, receberam apenas uma pintura branca, embora constasse na especificação do projeto, que deveria ser feito um painel com uma composição de cores gerando um visual mais agradável, mas que, infelizmente, não foi realizado pela empreiteira, que apenas realizou uma pintura superficial no muro.

4.2.4 Aberturas

Os elementos das aberturas da fachada e do fundo são do tipo cobogó e tiveram os septos ampliados. As aberturas foram vazadas na frente, na parte mais alta e no fundo, na parte mais baixa, permitindo que suas áreas fossem ampliadas, com o objetivo de melhorar a ventilação e iluminação, para maior conforto e segurança aos usuários. Houve um acréscimo de 50% na área da abertura dos septos dos cobogós.

Estes elementos foram pintados de branco, permitindo melhor efeito visual, com o benefício de melhorar a iluminação nas salas de aula, funcionando como pequenas prateleiras de luz.



FIGURA 34 ABERTURA DOS SEPTOS DOS COBOGÓS

As portas são todas de madeira e foram pintadas na cor branco gelo, acompanhando as especificações aplicadas com o objetivo de melhorar o desempenho térmico e lumínico. O uso de cores claras nas portas ajuda a complementar o objetivo de melhorar o ambiente, beneficiando a estética e buscando educar a criança no sentido de preservar mais a sua escola.

Para intervenção similar em uma edificação que estivesse mais conservada, os gastos seriam mais reduzidos, possibilitando a várias edificações escolares receberem estas melhorias.

Todas as alterações sofridas pelo prédio se configuraram em modificações aplicáveis em qualquer edificação. As intervenções podem ser aplicadas em outras escolas, uma vez que o baixo custo proporciona a opção de aplicar esta proposta em novos ambientes da comunidade.

Faz-se necessário avaliar quais os benefícios que as intervenções proporcionaram a esta edificação e qual a influência que as alterações resultantes trouxeram para os seus usuários. O capítulo seguinte fará a análise dos resultados obtidos após as intervenções desenvolvidas no prédio e no pátio.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O capítulo atual descreve as análises dos dados coletados após as intervenções desenvolvidas no prédio e no pátio, no intuito de averiguar quais os benefícios resultantes das modificações no ambiente físico da escola.

Através da aplicação de questionários e entrevistas, pesquisou-se, considerando a percepção dos usuários, quais as condições de conforto que as instalações desse equipamento proporcionavam antes e depois da intervenção. Foram aplicados questionários e entrevistas nos dois momentos, buscando captar, através da frequência em que as questões foram respondidas pelos usuários, como se sentiam nas duas oportunidades em que concretizaram as suas sensações, de maneira possível a qualificá-las qualitativa e quantitativamente.

As informações obtidas através da aplicação de questionários e entrevistas foram complementadas com os dados obtidos através da realização de duas medições no ambiente físico. A primeira ocorreu em todos os ambientes da escola com exceção dos sanitários, antes da intervenção. A segunda medição, ocorreu após a intervenção ter sido concluída e foi realizada em todos os ambientes, com exceção dos sanitários, onde não foram detectados problemas referentes ao conforto térmico e visual.

Para as análises relativas ao conforto térmico, através dos dados coletados com as medições, adotou-se os seguintes métodos:

1. Cálculo da carga térmica incidente na superfície do teto, na primeira e segunda medição, usando o software Luz do Sol (Roriz, 1995).
2. Cálculo da temperatura radiante das superfícies do teto.
3. Uso da Carta Bioclimática de Givoni para caracterizar a zona de conforto.
4. Utilização de diagramas e tabelas para avaliação do conforto térmico, através do cálculo da Porcentagem Estimada de Insatisfeitos (PEI) (conforme Ruas, 1999, p.67).

Para análise do conforto visual utilizou-se:

1. Verificação do nível de iluminação necessário em um ambiente.

5.1 RESULTADOS DOS QUESTIONÁRIOS

5.1.1 Questionários aplicados depois da intervenção.

5.1.1.1 Professores e Funcionários.

Participaram da pesquisa 15 usuários, entre professores e funcionários de um universo total de 19 pessoas.

As perguntas foram de caráter objetivo e subjetivo. Da segunda à nona questão as respostas foram objetivas e da décima à décima primeira, subjetivas, conforme encontra-se no modelo do questionário, anexo 7.

TABELA 8 Questionário aplicado com professores e funcionários

2. Como você acha que ficou a iluminação de seu ambiente de trabalho após a reforma?				
Melhorou muito	Melhorou	Permanece a mesma coisa	Piorou	Piorou muito
73%	20%	7%	0%	0%
3. Você acha que houve alguma modificação na temperatura sua sala após a reforma?				
Melhorou muito	Melhorou	Permanece a mesma coisa	Piorou	Piorou muito
60%	40%	0%	0%	0%
4. Quanto à nova aparência interna do edifício, qual a sua opinião?				
Melhorou muito	Melhorou	Permanece a mesma coisa	Piorou	Piorou muito
80%	20%	0%	0%	0%
5. Quanto à nova aparência externa do edifício, qual a sua opinião?				
Melhorou muito	Melhorou	Permanece a mesma coisa	Piorou	Piorou muito
80%	20%	0%	0%	0%
6. Quanto ao pátio da escola após a modificação, qual a sua opinião?				
Melhorou muito	Melhorou	Permanece a mesma coisa	Piorou	Piorou muito
100%	0%	0%	0%	0%
7. Quanto aos sanitários da escola, qual a sua opinião?				
Melhorou muito	Melhorou	Permanece a mesma coisa	Piorou	Piorou muito
20%	80%	0%	0%	0%
8. Quanto à cantina da escola, qual a sua opinião?				
Melhorou muito	Melhorou	Permanece a mesma coisa	Piorou	Piorou muito
20%	67%	13%	0%	0%
9. Quanto à cor das paredes, como você acha que está o prédio da escola?				
Melhorou muito	Melhorou	Permanece a mesma coisa	Piorou	Piorou muito
100%	0%	0%	0%	0%

Para a análise das respostas dos questionários utilizou-se o diagrama de Pareto, construído a partir dos resultados obtidos com os professores e funcionários. Adotou-se no eixo horizontal uma escala representativa de valores de 0 a 10 assim distribuídos:

QUADRO 3 ESCALA DE VALORES PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO

Escala de Valores	Avaliação	
0,0 ↑ (-)	Piorou	↑ tendência negativa
2,5	Piorou muito	
5,0	Permanece a mesma coisa	
7,5 ↓ (+)	Melhorou	↓ tendência positiva
10,0	Melhorou muito	

No eixo vertical têm-se os itens de desempenho avaliados de acordo com o número de questões do questionário aplicado junto aos usuários da escola Prof^a Marília Queiróz. Considerando-se que dentro de uma escala de 0 a 10, todos os itens que apresentaram valores inferiores a 7,5 podem ser tratados, de acordo com o princípio de Pareto, como crônicos.

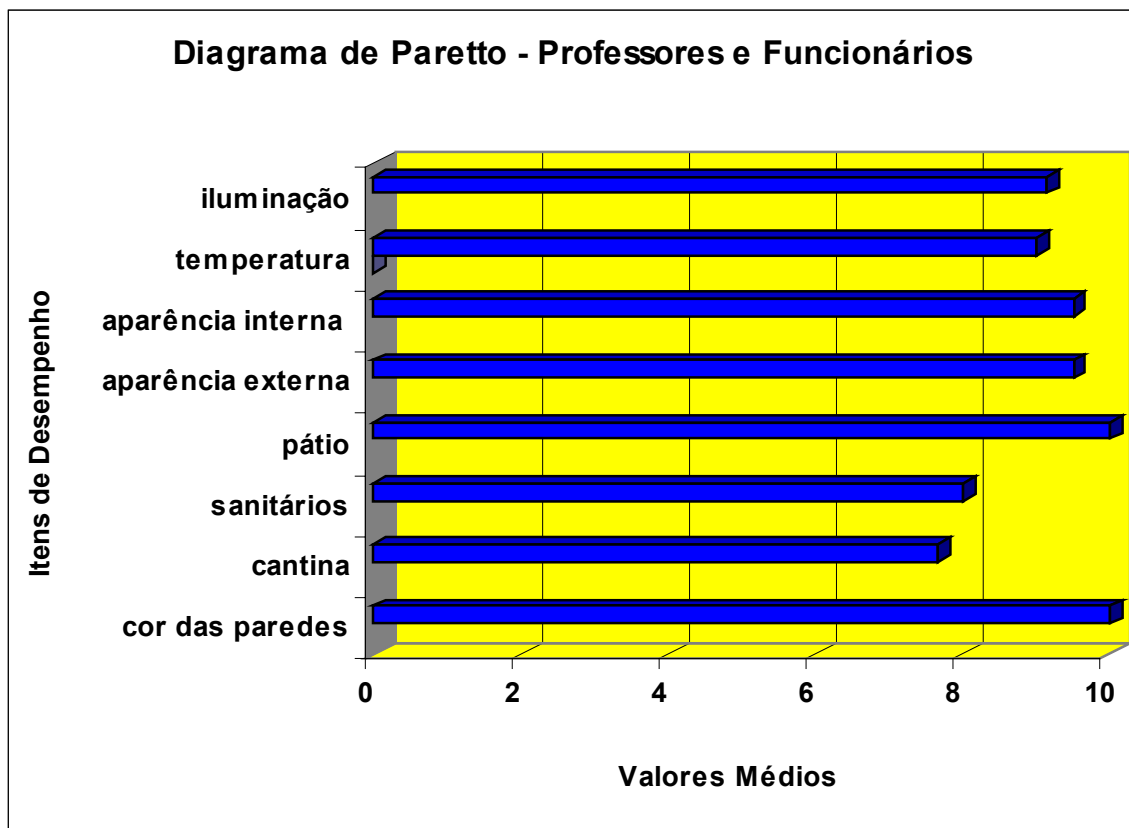


FIGURA 35 DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO

Os itens que apresentaram os menores valores na opinião dos professores e funcionários, foram os sanitários e a cantina, mostrando que estes dois ambientes, embora não representem um problema crônico, pouco melhoraram.

Para a questão de número 10, perguntou-se se teriam mais alguma sugestão de melhoria para ser feita na escola e para a questão de número 11 quais seriam estas melhorias. Obteve-se 87% de respostas afirmativas e 13% de respostas negativas, à pergunta de número 10. Para a questão de número 11, as solicitações e a frequência em que aconteceram, encontram-se no quadro abaixo.

QUADRO 4 SOLICITAÇÕES DE MELHORIA.

Trocar o piso	60%
Passarela de ligação entre a entrada da escola e a sala de aula	27%
Colocar bebedouro	13%
Ventilador no teto	20%
Árvores	7%
Torneira	7%
Novo quadro de giz	14%
Armário	7%

5.1.1.2 Alunos.

Participaram da pesquisa 91 alunos dos dois turnos. Não houve dificuldades para que respondessem o questionário, pois a experiência com a aplicação do primeiro questionário ajudou bastante o entendimento das crianças.

Alguns alunos, deixaram de responder a determinadas questões, por causa da falta de atenção, durante a aplicação dos questionários. Observou-se que brincavam uns com os outros, tendo a atenção desviada com as brincadeiras, e muitas vezes dispersando a atenção dos colegas.

Com as respostas obtidas para a questão de número 2 (o que você gosta mais na sua escola depois que foi reformada), observou-se a importância que o pátio passou a ter para as crianças. Para 46% delas, o pátio é o que mais se destaca após a reforma da escola.

TABELA 9 Questionário aplicado com os alunos.

1. Como está a sua escola depois da reforma?				
Muito bonita 41%	Bonita 50%	Mais ou menos (regular) 7%	Feia 2%	Muito feia 0%
2. O que você gosta mais na sua escola depois que foi reformada?				
Da sala de aula 12%	Da merenda 5%	Da professora 32%	Do pátio 46%	Da secretaria 5%
Obs: 2 alunos não responderam.				
3. Como você se sente na sala de aula depois que a escola foi reformada?				
Muito bem 58%	Bem 32%	Mais ou menos (regular) 7%	Mal 1%	Muito mal 2%
4. Como você acha que estão as paredes da sua escola?				
Melhorou muito 76%	Melhorou 14%	Está a mesma coisa 4%	Piorou 2%	Piorou muito 4%
5. Como você acha que sua sala é?				
Muito ventilada 44%	Ventilada 15%	Mais ou menos (regular) 13%	Pouco ventilada 20%	Sem ventilação 8%
6. O que você mais gosta no pátio da sua escola?				
Brinquedos 30%	Árvores 28%	Horta 14%	Uma área coberta 28%	
7. o que mais você gostaria que tivesse no pátio da sua escola?				
Uma quadra de esportes 30%	Uma piscina 54%	Mais brinquedos 9%	Outras árvores 5%	Outros bancos de madeira 2%
8. Você gosta de estudar quando:				
Todas as luzes estão acesas 12%	Algumas luzes estão acesas 14%	Não tem nenhuma luz acesa 8%	A porta da sala fica aberta 61%	A porta da sala está fechada e as luzes estão apagadas 5%
9. Como você acha que ficou sua sala depois de abrir os buraquinhos na janela?				
Melhorou muito 64%	Melhorou 24%	Está a mesma coisa 9%	Piorou 1%	Piorou muito 2%
10. Como você acha que ficaram os banheiros da escola?				
Melhorou muito 51%	Melhorou 37%	Está a mesma coisa 6%	Piorou 2%	Piorou muito 4%
Obs: 3 alunos não responderam.				
11. Como você acha que ficou o muro da sua escola quando você olha aqui dentro?				
Muito bonito 37%	Bonito 37%	Mais ou menos (regular) 23%	Feia 2%	Muita feia 1%
Obs: 1 aluno não respondeu.				
12. Como você acha que ficou o portão da sua escola?				
Melhorou muito 58%	Melhorou 28%	Está a mesma coisa 8%	Piorou 4%	Piorou muito 3%
Obs: 1 aluno não marcou nenhuma das alternativas.				
13. Como você acha que ficou o muro da sua escola quando você olha lá de fora, na rua?				
Melhorou muito 39%	Melhorou 40%	Está a mesma coisa 9%	Piorou 8%	Piorou muito 4%

É importante destacar que, na opinião dos alunos, a escola está mais bonita ou muito mais bonita e que apenas 7% das crianças acham que a escola permanece mais ou menos e somente 2% acham que a escola está mais feia. Para a maioria das crianças a escola melhorou muito, embora ainda solicitem algumas melhorias.

Segundo as crianças, os aspectos externos da escola como os muros e o portão, melhoraram bastante. Vale a pena destacar a construção do pátio coberto, com 28% de aprovação, e comparar com brinquedos, que obteve 30% de aceitação como resposta, para a pergunta em que foram questionados sobre o que mais gostavam no pátio da escola.

5.2 RESULTADOS DAS ENTREVISTAS

5.2.1 Entrevistas aplicadas depois da intervenção.

Durante e após a intervenção foram entrevistados professores, alunos e funcionários, aproveitando todas as oportunidades que surgiam, no intuito de buscar captar, através da percepção dos usuários, como se sentiam em relação ao ambiente depois de reformado e o que gostariam de melhorar.

As entrevistas individuais mostraram que os professores e funcionários gostariam de obter mais alguns benefícios e quando questionados sobre quais seriam as melhorias que achavam importante que fossem realizadas, responderam:

⇒ Trocar o piso das salas.

⇒ Colocar ventilador no teto.

⇒ Arborizar mais a escola.

Para as entrevistas em grupos, realizadas com professores e funcionários do turno vespertino e matutino, as respostas obtidas para as perguntas foram relatadas na ordem da importância em que foram citadas:

O que vocês estão achando da escola depois que foi reformada?

⇒ A escola melhorou muito.

⇒ Está mais bonita.

⇒ Temos que cuidar para que não se estrague.

⇒ Não queremos aquele ambiente horrível de volta.

Para a segunda pergunta, “o que mais gostariam de melhorar na escola”, responderam:

- ⇒ Trocar o piso das salas.
- ⇒ Arborizar mais o pátio.
- ⇒ Trazer mais brinquedos.
- ⇒ Colocar mural nas salas.

Foram utilizados os resultados dos questionários aplicados depois da intervenção e analisados através do critério em que a ordem com que as respostas aparecem obedece à importância dada.

1. Na perspectiva dos professores e funcionários

Questões com desempenho satisfatório:

- ⇒ Aparência do pátio;
- ⇒ Aparência externa e interna da edificação;
- ⇒ Conforto lumínico;
- ⇒ Conforto térmico.

Questões com desempenho insuficiente

- ⇒ Piso;
- ⇒ Ligação entre a entrada da escola e a sala de aula;
- ⇒ Ventilador;
- ⇒ Disponibilidade de bebedouros;

2. Na perspectiva dos alunos

Questões com desempenho satisfatório

- ⇒ Conforto térmico;
- ⇒ Aparência da escola;

⇒ Pátio.

Questões com desempenho insuficiente

⇒ Os equipamentos do pátio;

⇒ A aparência do muro, na face externa.

As entrevistas referendaram, em muito, as respostas dadas pelos questionários. Para os professores e funcionários, durante as entrevistas individuais, os maiores destaques dados foram sempre: necessidade de trocar o piso, colocar ventilador de teto e arborizar mais o pátio.

Para as entrevistas realizadas com o grupo de professores e funcionários, as respostas confirmaram o que as entrevistas individuais apontaram e também referendaram o que havia sido levantado através da aplicação dos questionários, destacando sempre a necessidade da troca do piso, arborização, instalação de mais brinquedos e murais nas salas de aula. Segundo a opinião dos professores e funcionários, a escola melhorou muito, está mais bonita, mas ainda necessita de melhorias.

Durante as entrevistas individuais com as crianças, logo que iniciava-se alguma pergunta, as respostas fluíam com grande rapidez e os pedidos surgiam sempre obedecendo a esta ordem:

⇒ Quadra de esportes.

⇒ Piscina.

⇒ Mais brinquedos.

⇒ Ventilador.

⇒ Árvores.

As entrevistas em grupo mostraram que embora se sentissem contemplados com as modificações, existiam ainda, muitas solicitações a serem atendidas.

Para a entrevista realizada com os grupos de alunos foram feitas as seguintes perguntas: O que vocês estão achando da escola depois que foi reformada? O que mais

gostariam de melhorar na escola? As respostas obtidas, relatadas na ordem de importância em que foram citadas, foram as seguintes:

⇒ A escola está mais bonita.

⇒ Estamos gostando mais de vir para a escola depois que ficou mais bonita.

⇒ Vamos cuidar melhor da escola.

E para a segunda pergunta responderam:

⇒ Gostariam que tivesse quadra de esportes.

⇒ Piscina.

⇒ Mais brinquedos.

⇒ Mais árvores.

⇒ Que o piso das salas fosse trocado, porque estava muito feio.

Embora o pátio da escola tenha sido modificado com o plantio de árvores, observou-se durante as entrevistas, que todos os usuários sentiam necessidade de arborizar mais o ambiente escolar, por causa do pouco tempo em que as mudas foram plantadas e pela ausência de sombreamento, durante o período de calor.

Alguns alunos mostraram desejo de preservar com bastante zelo o novo ambiente, para que nunca mais se deparassem com aquelas paredes sujas e aqueles sanitários depredados. Outros encontravam-se menos motivados, mas mesmo assim, nos seus depoimentos, demonstraram satisfação por estarem na escola.

É importante destacar as entrevistas realizadas com alguns pais de alunos, que através dos seus depoimentos demonstraram grande satisfação em ver como estava a escola dos seus filhos e que iriam convidar alguns pais para matricularem os seus filhos na escola, que agora estava muito melhor.

Além dos pais, alguns moradores do bairro visitaram a escola e demonstraram a sua satisfação em ver que a comunidade ganhou uma escola mais bonita e agradável e que teve o

poder de despertar a curiosidade daqueles que jamais a tinham visto como algo que também é seu.

Também tivemos a oportunidade de entrevistar as crianças que estudam em outra escolinha do bairro. Um grupo de 8 crianças, alunos da alfabetização, perguntaram se poderiam estudar nesta escola pois, acharam que ela estava muito bonita e iriam pedir à sua mãe para estudarem lá. Estas crianças tiveram a oportunidade de visitar a escola depois da intervenção e brincar naquele espaço que antes não as conquistava.

Com os alunos, tanto para as entrevistas individuais como para as entrevistas de grupos, através do levantamento feito, chegou-se às seguintes manifestações: “a escola está mais bonita”, “estamos gostando mais de vir para a escola depois que ficou mais bonita” e “vamos cuidar melhor da escola”, mas “gostaríamos que tivesse piscina”, “quadra de esportes”, “mais brinquedos”, “mais árvores” e que “o piso das salas fosse trocado”.

Observando as respostas dadas pelos alunos durante as entrevistas, concluímos que embora se sintam contemplados com a nova aparência da escola, necessitam satisfazer alguns desejos, para eles distantes, como a possibilidade de um banho de piscina, de disporem de uma quadra de esportes para brincarem, num bairro de periferia, habitado por população de baixa renda e com pouco acesso à saúde, educação e habitação.

5.3 RESULTADOS DAS MEDIÇÕES

Todos os dados das medições, encontram-se nas planilhas denominadas Ambiente Analisado, conforme Anexo 3. Os dados ambientais de temperatura, velocidade do ar, umidade e nível de iluminância foram variáveis obtidas através do uso do termômetro de globo e de superfície, anemômetro de fio quente, psicrômetro e luxímetro.

As medições realizadas serviram como informação complementar ao estudo que tem a sua configuração caracterizada pelo uso de questionários e entrevistas.

O conforto térmico e o conforto visual foram analisados usando métodos aplicados por diversos autores, buscando subsídios para referendar as hipóteses da pesquisa.

5.3.1 Conforto Térmico

5.3.1.1 Cálculo da carga térmica devido a insolação em relação à superfície do teto, na primeira e segunda medição.

A energia que incide sobre um corpo pode ser absorvida, refletida ou transmitida. O corpo analisado é caracterizado como opaco e, portanto não transmite nenhuma parcela da energia incidente.

TABELA 10 Comportamento dos corpos opacos diante da energia radiante

Acabamento superficial	α_a (coeficiente de absorção diante da radiação solar)
Superfícies de qualquer material muito escuro	0,85 – 0,98
Superfícies de qualquer material escuro (tijolo)	0,65 – 0,80
Superfícies de qualquer material claras	0,25 – 0,50
Concreto	0,65 – 0,70
Pinturas betuminosas	0,85 – 0,98
Pinturas com pigmentos metálicos (alumínio ou bronze)	0,30 – 0,50
Chapas de alumínio ou ferro galvanizado novas	0,40 – 0,65
Chapas de alumínio ou ferro galvanizado sujas	0,70 – 0,90
Chapas de fibrocimento novas	0,45 – 0,60
Chapas de fibrocimento sujas	0,70 – 0,80
Alumínio, cromo ou cobre polidos	0,10 – 0,40

Fonte: Sattler, 1999.

A insolação absorvida pela cobertura era muito intensa antes da intervenção, devido a sua coloração escurecida. Com a pintura de tinta látex branco reduziu, portanto, o fator de absorção da insolação.

A sala da secretaria sofreu uma intervenção diferenciada, pois além da pintura da telha com tinta látex branca, foi usada uma lâmina de alumínio cuja emissividade adotada será 0,05 conforme tabela 11. A chapa de fibrocimento, nova ou suja tem emissividade de 0,90.

TABELA 11 Emissividade de alguns materiais

MATERIAL	EMISSIVIDADE (ϵ)
Alumínio polido	0,05
Ferro galvanizado	0,20
Demais materiais de construção	0,90

Fonte: Lamberts, 1997.

Os dados de radiação solar fornecidos pelas figuras 36 e 37 correspondem às duas medições realizadas no dia 18/10 e 18/12.

FIGURA 36 DADOS DE RADIAÇÃO SOLAR - SOFTWARE LUZ - 18/10

Radiação Solar (Wh/m ²) - Latitude:- 12.00 Nebulosidade: 00.8 Dia:18 Set						
	116	206	296	26	COB	TOTAL
06,03	0	0	0	0	0	0
06,53	260	14	14	155	64	506
07,03	414	23	23	263	165	888
07,52	497	30	30	337	283	1176
08,02	527	35	35	385	405	1388
08,52	518	40	40	411	523	1531
09,02	479	43	43	419	629	1614
09,51	419	46	46	413	722	1646
10,01	343	49	49	396	801	1638
10,51	257	51	51	370	866	1595
11,01	162	53	53	336	916	1520
11,50	62	54	54	295	948	1413
12,00	54	54	149	248	959	1464
12,50	54	54	249	196	948	1500
12,99	53	53	344	141	916	1506
13,49	51	51	429	85	866	1482
13,99	49	67	503	49	801	1470
14,49	46	114	564	46	722	1493
14,98	43	156	608	43	629	1479
15,48	40	188	627	40	523	1417
15,98	35	208	614	35	405	1297
16,48	30	209	559	30	283	1111
16,97	23	184	453	23	165	847
17,47	14	121	276	14	64	488
17,97	0	0	0	0	0	0
TOTAL	4429	1895	5811	4728	13605	30468

FIGURA 37 DADOS DE RADIAÇÃO SOLAR - SOFTWARE LUZ – 18/12

Radiação Solar (Wh/m ²) - Latitude:- 12,00 Nebulosidade: 00,8 Dia:18 Dez							
	116	206	296	26	COB	TOTAL	
05,65	0	0	0	0	0	0	0
06,16	283	13	13	30	59	397	
06,66	465	22	22	57	153	719	
07,17	575	29	29	80	265	976	
07,68	630	34	34	94	383	1176	
08,19	644	39	39	100	499	1320	
08,70	625	43	43	96	606	1412	
09,21	581	46	46	85	701	1458	
09,71	520	48	48	65	783	1465	
10,22	446	63	51	51	853	1464	
10,73	364	100	52	52	910	1479	
11,24	274	142	54	54	950	1474	
11,75	179	187	54	54	972	1447	
12,25	82	235	54	54	972	1397	
12,76	54	282	120	54	950	1459	
13,27	52	327	207	52	910	1548	
13,78	51	370	284	51	853	1609	
14,29	48	410	352	48	783	1642	
14,79	46	444	406	46	701	1642	
15,30	43	468	443	43	606	1602	
15,81	39	478	459	39	499	1514	
16,32	34	467	448	34	383	1367	
16,83	29	428	405	29	265	1155	
17,34	22	349	322	22	153	868	
17,84	13	215	192	13	59	492	
18,35	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	6097	5239	4177	1302	14268	31083	

Obeve-se a radiação solar incidente sobre a cobertura, para latitude 12^o e nebulosidade de 0,08. No dia da primeira medição esta radiação foi de 13.605 Wh/m² e, durante a segunda medição, igual a 14.268 Wh/m².

TABELA 12 Incidência sobre o telhado

	Sala de Aula		Secretaria	
	Antes da intervenção	Depois da intervenção	Antes da intervenção	Depois da intervenção
Carga Térmica	13.605 Wh/m ²	14.268 Wh/m ²	13.605 Wh/m ²	14.268 Wh/m ²
Absortividade	0,70	0,45	0,70	0,45
Emissividade	0,90	0,90	0,90	0,05

Para a irradiância de 13.605 Wh/m^2 , incidente sobre a cobertura das salas de aula antes da pintura, obteve-se, considerando o coeficiente de emissividade e absorvidade conforme a Tabela 12, a carga térmica de $13.605 \times 0,7 \times 0,9 = 8571 \text{ Wh/m}^2$. Após a intervenção, para a irradiância de 14.268 Wh/m^2 e considerando os dois coeficientes obteve-se $14.268 \times 0,45 \times 0,90 = 5779 \text{ Wh/m}^2$.

A sala da secretaria encontrava-se na mesma situação das salas de aula, antes da intervenção, com irradiância igual a 8571 Wh/m^2 . Após a intervenção, com o uso da pintura e da lâmina alumínio na cobertura, a irradiância passou a ser de $14.268 \times 0,45 \times 0,90 = 5779 \text{ Wh/m}^2$. Fica comprovado que um material com baixa emissividade reduz a quantidade de radiação solar absorvida (Sattler, 1999).

5.3.1.2 Cálculo da temperatura radiante

A temperatura radiante média das superfícies (t_{rm}) é determinada valendo-se dos valores da temperatura de globo (t_g), da velocidade do ar na altura do globo (v) e da temperatura do ar (t_a).

A temperatura de globo está relacionada com o calor trocado por convecção, que, por sua vez, depende da velocidade do ar que incide sobre o globo. Essa dependência é contabilizada pelo coeficiente de troca de calor por convecção (h_c).

Quando $v > 0$, o cálculo da t_{rm} só pode iniciar após conhecer-se a real participação da velocidade do ar na troca por convecção, o que é feito determinando-se h_c para a convecção natural e para a forçada. O maior valor de h_c definirá se a t_{rm} deve ser calculada para a convecção natural ou para a forçada.

$$\text{Convecção natural} \Rightarrow \boxed{h_c = 1,4 \cdot [t_g - t_a]^{0,25} / d}$$

$$\text{Convecção forçada} \Rightarrow \boxed{h_c = 6,3 \cdot v^{0,6} / d^{0,4}}$$

Sala 1

1ª Medição: $t_a = 29,4^0 \text{ C}$; $t_g = 29,8^0 \text{ C}$; $d = 0,95$; $v = 0,12 \text{ m/s}$

$h_c = 1,4 \cdot [29,8^0 - 29,4^0]^{0,25} / 0,95 \Rightarrow h_c = 1,17$ para convecção natural

$h_c = 6,3 \cdot 0,12^{0,6} / 0,95^{0,4} \Rightarrow h_c = 1,8$ para convecção forçada

2ª Medição: $t_a = 28^0 \text{ C}$; $t_g = 28,6^0 \text{ C}$; $d = 0,95$; $v = 0,08 \text{ m/s}$

$h_c = 1,4 \cdot [28,6^0 - 28^0]^{0,25} / 0,95 \Rightarrow h_c = 1,29$ para convecção natural

$h_c = 6,3 \cdot 0,08^{0,6} / 0,95^{0,4} \Rightarrow h_c = 1,41$ para convecção forçada

Secretaria

1ª Medição: $t_a = 29^0 \text{ C}$; $t_g = 29,4^0 \text{ C}$; $d = 0,95$; $v = 0,13 \text{ m/s}$

$h_c = 1,4 \cdot [29,4^0 - 29^0]^{0,25} / 0,95 \Rightarrow h_c = 2,36$ para convecção natural

$h_c = 6,3 \cdot 0,13^{0,6} / 0,95^{0,4} \Rightarrow h_c = 2,67$ para convecção forçada

2ª Medição: $t_a = 27,2^0 \text{ C}$; $t_g = 28,4^0 \text{ C}$; $d = 0,95$; $v = 0,05 \text{ m/s}$

$h_c = 1,4 \cdot [28,4^0 - 27,2^0]^{0,25} / 0,95 \Rightarrow h_c = 2,36$ para convecção natural

$h_c = 6,3 \cdot 0,05^{0,6} / 0,95^{0,4} \Rightarrow h_c = 2,67$ para convecção forçada

Através do coeficiente de troca de calor por convecção h_c , determinamos se a convecção é natural ou forçada. Para o cálculo da t_{rm} , na convecção natural, usamos a fórmula 1 e para convecção forçada, a fórmula 2 :

$$(1) t_{rm} = \{ (t_g + 273)^4 + 0,4 \cdot 10^8 \cdot [t_g - t_a]^{0,25} \cdot (t_g - t_a) \}^{0,25} - 273$$

$$(2) t_{rm} = [(t_g + 273)^4 + 2,5 \cdot 10^8 \cdot v^{0,6} \cdot (t_g - t_a)]^{0,25} - 273$$

As análises das temperaturas foram realizadas para a sala 1 e para a sala da secretaria. Os outros ambientes foram medidos com pancadas de chuva, reduzindo a temperatura das superfícies e descaracterizando a situação habitual da edificação.

QUADRO 5 TEMPERATURA DOS TETOS NA 1ª MEDIÇÃO

	Sala 1	Secretaria
Temperatura medida na superfície interna	41 ⁰ C	42 ⁰ C
Trm	30,1 ⁰ C	30 ⁰ C
	(convecção forçada)	(convecção forçada)

QUADRO 6 TEMPERATURA DOS TETOS NA 2^A MEDIÇÃO

	Sala 1	Secretaria
Temperatura medida na superfície interna	36 ⁰ C	27 ⁰ C
Trm	28,3 ⁰ C	28,8 ⁰ C
	(convecção forçada)	(convecção natural)

5.3.1.3 Uso da Carta Bioclimático de Givoni (CBG) para caracterizar a zona de atuação da edificação

Foram feitas duas análises para verificar se as condições térmicas do ar no interior das salas, encontravam-se dentro dos limites de conforto. Aplicou-se a carta bioclimática para países em desenvolvimento, com o objetivo de averiguar se as pessoas se sentem em conforto térmico no ambiente.

Para definirmos qual a zona de atuação em que a edificação se encontrava, entramos na carta bioclimática com as estratégias indicadas para Salvador conforme (Lamberts, 1997, p.128). Como Feira de Santana, não possui carta bioclimática própria, adotou-se a carta de Salvador.

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar exterior dos quadros 7 e 8 foram plotados diretamente sobre a Carta Bioclimática de Givoni, permitindo identificar a zona de atuação em que a edificação se encontra.

QUADRO 7 DADOS DE TEMPERATURA E UMIDADE

Sala de aula		1 ^a medição	2 ^a Medição
	Temperatura de bulbo seco		29,4 ⁰ C
Umidade relativa		74%	82%

QUADRO 8 DADOS DE TEMPERATURA E UMIDADE

Secretaria		1 ^a medição	2 ^a Medição
	Temperatura de bulbo seco		29 ⁰ C
Umidade relativa		80%	82%

1ª medição:

QUADRO 9 ENQUADRAMENTO EM ZONA DE CONFORTO.

CBG	Secretaria	Sala 1
	Zona 2	Zona 2

2ª medição:

QUADRO 10 ENQUADRAMENTO EM ZONA DE CONFORTO.

CBG	Secretaria	Sala 1
	Zona 2	Zona 2

A zona 2 é aquela em que se destaca a estratégia de ventilação, como a mais indicada para solucionar o desconforto térmico.

Com estes dados constatou-se que mesmo depois da intervenção, todos os ambientes analisados continuaram dentro da zona 2, mostrando a necessidade de aumentar a ventilação ampliando as aberturas existentes ou modificando-as. O sombreamento também reduz o ganho solar melhorando o conforto térmico.

5.3.1.4 Utilização de diagramas e tabelas para avaliação do conforto térmico através do cálculo da Porcentagem Estimada de Insatisfeitos (PEI), conforme (Fanger, 1970).

Para a determinação do PEI, faz-se necessário definir o Voto Médio Estimado (VME), que representa a sensação térmica de um grupo de pessoas, quando expostas a determinadas combinação das variáveis pessoais e ambientais.

Com as variáveis pessoais e ambientais dadas, obtêm-se da Tabela F, Anexo 12, às vezes com auxílio da interpolação, os valores de VME para cada ponto. Convém mencionar que esses valores de VME, obtidos na Tabela F, correspondem à condição em que $t_{rm} = t_a$, o que não é válido para este caso, tornando necessária a correção desses valores.

Convém ressaltar que a Tabela F não coloca como variáveis a umidade do ar e a temperatura radiante média, e isto se deve ao fato de Fanger ter considerado a umidade relativa do ar igual a 50% e a temperatura radiante média igual à temperatura do ar ambiente. Portanto, se as condições do ambiente diferem destas, o voto médio estimado dado na Tabela 3 tem que ser corrigido. Para isso Fanger preparou os gráficos das figuras 18 e 19 que permitem quantificar, respectivamente, a influência da variação da temperatura radiante média e da umidade no voto médio estimado dado na Tabela 3. As figuras permitem obter

coeficientes de correção dados em função do tipo de vestimenta, da velocidade relativa do ar e do nível de atividade (Ruas, 1999).

Como o ambiente que foi analisado difere destas condições, corrigimos o VME dado na Tabela F, usando o gráficos das figuras 6, onde usamos o $\Delta VME/^{\circ}C$ trm para atividade sedentária e figura 7 com o $\Delta VME/\%UR$ também para atividade sedentária.

Foi feito o cálculo do PEI para os ambientes analisados, antes e depois da intervenção. Para as condições adotadas usou-se $M = 58,2 W/m^2$, que representa atividade sedentária em sala de aula, e um valor de $I_{CL} = 0,5$ clo, para as crianças vestindo roupa leve (segundo Fanger 1970).

Inicia-se a resolução supondo $UR = 50\%$ e que a $trm = t_a$. Assim pode-se, com os demais dados do problema, utilizar a Tabela F e encontrar VME para essa condição que é igual a 1,17.

Sala 1: Dados da 1ª medição

$$M = 58,2 W/m^2$$

$$I_{CL} = 0,5 \text{ clo}$$

$$t_a = 29,4 ^{\circ}C$$

$$trm = 30,1 ^{\circ}C$$

$$UR = 74\%$$

$$v = 0,12 \text{ m/s}$$

Dados da 2ª medição

$$M = 58,2 W/m^2$$

$$I_{CL} = 0,5 \text{ clo}$$

$$t_a = 28 ^{\circ}C$$

$$trm = 28,3 ^{\circ}C$$

$$UR = 82\%$$

$$v = 0,07 \text{ m/s}$$

Consideram-se agora as condições reais de UR e de trm. Com os dados sobre o nível de atividade, tipo de vestimenta e velocidade do ar, obtém-se das figuras 6 e 7, os coeficientes $\Delta VME/^{\circ}C$ trm = 0,16 e $\Delta VME/\%UR = 0,009$.

1ª Medição:

Agora utilizando o VME inicialmente obtido na Tabela F, igual a 1,17 e calculando o efeito da UR, 24% superior que a primeira considerada (50%), e da trm, 0,7 $^{\circ}C$ maior que t_a , encontra-se a sensação térmica real:

- efeito de UR ($74\% - 50\% = 24\%$)

$$24 \times \Delta VME/\%UR = 24 \times 0,009 = 0,216$$

- efeito da trm ($trm = t_a + 0,7$)

$$0,7 \times \Delta VME/^{\circ}C \text{ trm} = 0,7 \times 0,16 = 0,112$$

Dessa forma o VME_{real} será $VME_{inicial}$, obtido com a suposição inicial, somado aos efeitos da UR e da trm:

$VME_{real} = 1,17 + 0,216 + 0,112 = 1,498$ sensação de calor, com cerca de **50%** de pessoas insatisfeitas.

2ª Medição: $\Delta VME/^{\circ}C_{trm} = 0,16$ e $\Delta VME/\%UR = 0,009$.

Agora utilizando o VME inicialmente obtido na Tabela F, $VME = 0,98$ e calculando o efeito da UR, 32% superior que a primeira considerada (50%), e da trm, $0,3^{\circ}C$ maior que t_a , encontra-se a sensação térmica real:

- efeito de UR ($82\% - 50\% = 32\%$)

$$32 \times \Delta VME/\%UR = 32 \times 0,009 = 0,288$$

- efeito da trm ($trm = t_a + 0,3$)

$$0,3 \times \Delta VME/^{\circ}C_{trm} = 0,3 \times 0,16 = 0,048$$

Dessa forma o VME_{real} será $VME_{inicial}$, obtido com a suposição inicial, somado aos efeitos da UR e da trm:

$VME_{real} = 0,98 + 0,288 - 0,048 = 1,22$, sensação de calor com cerca de **35%** de pessoas insatisfeitas. Conclui-se que na sala de aula, o número de pessoas insatisfeitas que consideram o ambiente termicamente desconfortável extrapola o índice de 20%, correspondente à situação de conforto. Todavia, a melhoria na sala de aula é evidente, pois o índice de insatisfeitos caiu de 50% para 35%.

Secretaria: Dados da 1ª medição

$$M = 58,2 \text{ W/m}^2$$

$$I_{CL} = 0,5 \text{ clo}$$

$$t_a = 29^{\circ}C$$

$$trm = 30^{\circ}C$$

$$UR = 80\%$$

$$v = 0,25 \text{ m/s}$$

Dados da 2ª medição

$$M = 58,2 \text{ W/m}^2$$

$$I_{CL} = 0,5 \text{ clo}$$

$$t_a = 27,2^{\circ}C$$

$$trm = 28,8^{\circ}C$$

$$UR = 82\%$$

$$v = 0,04 \text{ m/s}$$

Consideram-se agora as condições reais de UR e de trm. Com os dados sobre o nível de atividade, tipo de vestimenta e velocidade do ar, obtém-se das figuras 6 e 7 os coeficientes $\Delta VME/^{\circ}C_{trm} = 0,15$ e $\Delta VME/\%UR = 0,009$

1ª Medição:

Agora utilizando o VME inicialmente obtido na Tabela F, $VME = 1,08$ e calculando o efeito da UR, 16% superior que a primeira considerada (50%), e da trm, $1,0^{\circ}C$ maior que t_a , encontra-se a sensação térmica real:

- efeito de UR ($80\% - 50\% = 30\%$)

$$30 \times \Delta VME/\%UR = 30 \times 0,009 = 0,27$$

- efeito da trm ($trm = t_a + 1,0$)

$$1,0 \times \Delta VME/^{\circ}C \text{ trm} = 1,0 \times 0,15 = 0,15$$

Dessa forma o VME_{real} será VME_{inicial} , obtido com a suposição inicial, somado aos efeitos da UR e da trm:

$VME_{\text{real}} = 1,08 + 0,27 + 0,15 = 1,5$ sensação de calor com cerca de **50%** de pessoas insatisfeitas.

2ª Medição:

$$\Delta VME/^{\circ}C \text{ trm} = 0,16 \quad \Delta VME/\%UR = 0,008$$

Agora utilizando o VME inicialmente obtido na Tabela F $VME = 0,42$, e calculando o efeito da UR, 32% superior que a primeira considerada (50%), e da trm, $1,6^{\circ}C$ maior que t_a , encontra-se a sensação térmica real:

- efeito de UR ($82\% - 50\% = 32\%$)

$$32 \times \Delta VME/\%UR = 32 \times 0,008 = 0,255$$

- efeito da trm ($trm = t_a + 1,6$)

$$1,6 \times \Delta VME/^{\circ}C \text{ trm} = 1,6 \times 0,16 = 0,256$$

Dessa forma, o VME_{real} será VME_{inicial} , obtido com a suposição inicial somado aos efeitos da UR e da trm:

$VME_{real} = 0,42 + 0,255 + 0,256 = 0,931$ leve sensação de desconforto com **22%** de pessoas insatisfeitas. Conclui-se que na secretaria 78% das pessoas estão satisfeitas, caracterizando o ambiente como próximo do termicamente confortável.

5.3.2 Conforto Visual

5.3.2.1 Verificação do nível de iluminação necessário em um ambiente.

De forma simplificada, pode ser feita uma verificação inicial do nível de iluminação necessário em um ambiente, através da classificação em alta, média e baixa iluminação. Através desta análise, caracteriza-se se o nível de iluminação obtido, condiz com as tarefas a serem executadas (conforme Lamberts, 1997, p.45). É importante destacar que a tarefa executada em sala de aula necessita de 300 a 500 lux, atendendo à classificação de média iluminação.

No ambiente da escola, constatou-se, conforme depoimentos dos alunos e das professoras, que existiam pontos, nos cantos da sala, que recebiam pouca luz, causando dificuldades para o desenvolvimento das tarefas visuais dos alunos.

TABELA 13 Valores médios de Iluminância com Luz Natural

Ambiente	Média da 1ª medição	Média da 2ª medição	2ª Medição / 1ª Medição
Sala 1	31	124	4
Sala 2	158	192	1,2
Sala 3	34	213	6,3
Sala 4	122	129	1,1
Secretaria	106	263	2,5
Sala da Merenda	45	61	1,4

Analisando os dados obtidos na Tabela 13, observou-se que mesmo não atingindo os requisitos necessários, houve melhoria em todos os ambientes. Para a sala 3 e a secretaria obteve-se valores superiores a 200 lux e mesmo não atingindo os requisitos definidos pela Norma, o ganho ficou comprovado.

Deve-se cuidar para que o direcionamento adequado e a intensidade da iluminação proporcionem boas condições de trabalho. Com o uso de cores apropriadas e da ausência de ofuscamento as tarefas visuais poderão ser desenvolvidas adequadamente.

As causas do ofuscamento podem ser: uma fonte de luz de brilho intenso, insuportável à visão humana; ou o contraste entre luminâncias num ambiente; ou o reflexo da luz numa superfície polida. Qualquer que seja o tipo de ofuscamento, sempre significará uma perda em termos de qualidade (Alvarez, 1995).

Conforme depoimentos dos usuários, observou-se que, em alguns ambientes, ocorreu ofuscamento devido ao brilho muito intenso que o muro pintado de branco causou provocando saturação por causa do excesso de luz. Para os alunos que estavam sentados próximo à porta o incômodo era acentuado. Após a pintura dos painéis nos muros, houve redução no excesso de luz, melhorando o desenvolvimento das suas tarefas em sala de aula.

5.4 ANÁLISE DAS INTERVENÇÕES NO PÁTIO

O processo de mudança no pátio teve início com as primeiras reuniões que aconteceram na escola e durante as quais identificou-se pessoas interessadas em promover esta mudança. No início foram poucos os que acreditaram que esta transformação poderia dar certo pois, segundo os argumentos dos usuários, o solo era muito ruim, o clima quente, seria muito difícil que alguma vegetação pudesse crescer, e faltaria o comprometimento das pessoas na sua preservação.

Foi feito contato com uma engenheira florestal, que elaborou um projeto de paisagismo nos moldes tradicionais, incluindo a compra de brinquedos industrializados e plantas ornamentais. Analisou-se o projeto conjuntamente e decidiu-se criar uma proposta alternativa, que fez uso de materiais recicláveis e do uso de mudas de vegetais, doadas pela comunidade.

Durante as primeiras entrevistas realizadas na escola, conforme depoimentos dos professores e funcionários da secretaria, a dificuldade de sensibilizar os alunos e seus pais era muito grande, existiam problemas para garantir as condições de higiene nas salas de aula e os atos de vandalismo dilapidavam o patrimônio público, contextualizando, portanto, a necessidade de um trabalho de envolvimento e conscientização da comunidade, para que se conseguisse realizar o trabalho de paisagismo no pátio, melhorando a qualidade do ambiente, com o uso de vegetação e dos materiais recicláveis, transformados em brinquedos.

Conforme Titman apud Fedrizzi, (1999, p.25), a experiência tem mostrado que quando as crianças estão envolvidas em cuidar dos pátios e “fazendo coisas” nos mesmos, a sua atitude em relação à escola e a opinião da escola, em relação à atitude das crianças, é consideravelmente mais positiva. Entretanto, isso não é verdadeiro apenas para as crianças. Na maioria dos casos onde crianças, pais e outros participaram no melhoramento ou mudaram algum aspecto do pátio escolar, os benefícios foram sentidos em todas as pessoas envolvidas e na imagem da escola.

As crianças só tiveram conhecimento do projeto de paisagismo no pátio, depois que as propostas analisadas tomaram corpo, com aquisição dos materiais recicláveis, pneus e toras de madeira, da doação das mudas para o plantio e, principalmente, do envolvimento das professoras e funcionários.

Durante as entrevistas realizadas com os alunos, que questionados sobre como gostariam que fosse a escola, responderam que queriam brinquedos, um pátio para brincarem na sombra, uma horta, solicitação de vegetação como roseiras, coqueiros, frutas, quadra de esportes, bancos para sentarem na sombra, observou-se como seria interessante envolver as crianças, que, na verdade, já queriam melhorar o pátio e a sua escola.

Além dos professores, funcionários e alunos, a comunidade externa de usuários na pessoa dos moradores do bairro e dos pais, foi convidada a participar do projeto, de forma a garantir o envolvimento de todos, configurando o trabalho como um projeto realizado conjuntamente e, em consequência, por todos preservado.

O paisagismo do pátio, que incluiu a pintura dos painéis nos muros, o plantio da vegetação, a utilização de pneus pintados como brinquedos, o uso de toras de madeira, que funcionaram como bancos e a construção da horta, modificou a escola de forma concreta e visível na opinião dos professores, funcionários, alunos, pais e de toda a comunidade que visita a escola.

A atividade realizada com a pintura dos painéis nos muros foi, para todos os que participaram, muito importante, porque mudou a cara da escola. O aspecto de presídio foi modificado com os trabalhos artísticos produzidos pelas crianças.

O plantio da vegetação no pátio, com a participação de todos os usuários da escola e de pais e membros da comunidade, conforme os depoimentos daqueles que tiveram a oportunidade de conhecê-la antes, modificou de forma bastante visível todo o ambiente. Na

percepção daqueles que visitaram a escola depois da intervenção, é muito melhor estudar naquela escola do que em outras que conhecem.

Com a implantação da horta, que também contribuiu para modificar o pátio, além de fornecer legumes e hortaliças para serem usados na preparação da merenda, completou-se a intervenção. A produção, embora pequena, forneceu tomates, hortaliças, pimentão e ervas por um período aproximado de 60 dias. Embora não tenha sido feito o controle da produção, conforme depoimento da merendeira, cerca de 1kg de tomate era recolhido por dia, 6 pimentões, hortaliças e ervas à vontade.

Através do questionário aplicado para os professores e funcionários, que foram interrogados sobre a modificação do pátio, obteve-se 100% de respostas para a alternativa “melhorou muito” e 0% para as demais opções que foram “melhorou”, “permanece a mesma coisa”, “piorou” e “piorou muito”. Analisando as respostas do grupo de professores e funcionários conclui-se que a aprovação às modificações foi total.

Para as crianças foram duas as perguntas sobre a intervenção no pátio. Perguntou-se o que mais gostavam no pátio e as respostas foram distribuídas da seguinte forma: brinquedos 30%; árvores, 28%; horta, 14%; uma área coberta, 28%. Para a pergunta o que mais gostariam que tivesse no pátio responderam: uma quadra de esportes, 30%; uma piscina, 54%; mais brinquedos, 9%; outras árvores, 5% e outros bancos de madeira, 2%.

Observando as respostas das crianças constatou-se que, mesmo buscando outras opções para melhorar a escola, sentem-se contempladas pelos benefícios proporcionados com a intervenção.

5.5 DISCRIMINAÇÃO DO ORÇAMENTO DA INTERVENÇÃO

Em se tratando dos custos realizados com a intervenção, foram gastos com o projeto, R\$27.000,00, conforme mostra o Quadro 11. De todas as alterações sofridas pela escola com as propostas da intervenção propriamente dita, gastou-se R\$16.000,00 e com manutenção R\$11.000,00. O estado em que a escola se encontrava era de alta degradação, pois a manutenção era deficiente, conforme depoimentos da direção e observação *in loco*.

Calculando os gastos por pessoa, para obter um referencial do investimento realizado obteve-se: $R\$27.000,00 / 196 = R\$137,76$. Este índice serve como indicativo para definição do custo despendido com a intervenção, incluindo manutenção.

Também se calculou o custo real da intervenção dividindo R\$16.000,00 / 196 e obteve-se R\$ 81,63, destacando-se porém, que este não é o custo anual, pois as intervenções podem ocorrer em tempos variados.

A importância do custo do projeto de intervenção fica caracterizada pela alteração do ambiente, comprovada pela resposta dos usuários e da comunidade.

O projeto de paisagismo desenvolvido no pátio da escola teve como característica primordial a inexistência de custo, uma vez que o uso de materiais recicláveis, como pneus e toras de madeira, juntamente com as mudas de plantas doadas pela comunidade, garantiram a gratuidade total do projeto.

QUADRO 11 DISCRIMINAÇÃO DO ORÇAMENTO

Gastos	Intervenção	Manutenção
Construção do pátio	R\$5.000,00	x
Pintura das paredes	R\$3.000,00	X
Pintura das telhas	R\$3.800,00	X
Pintura das portas	R\$1.600,00	X
Pintura dos muros	R\$2.400,00	X
Abertura dos cobogós	R\$200,00	X
Revisão das instalações hidro-sanitárias	X	R\$3.200,00
Revisão da instalação elétrica	X	R\$1.800,00
Troca das fechaduras	X	R\$500,00
Demolição do reservatório	X	R\$500,00
Recuperação da cobertura	X	R\$1.500,00
Recuperação dos quadros de giz	X	R\$1.000,00
Recuperação das portas	X	R\$800,00
Recuperação do pedestal	X	R\$600,00
Abertura de letreiros	X	R\$500,00
Serviços de limpeza	X	R\$600,00
Total	R\$16.000,00	R\$11.000,00

5.6 CONCLUSÕES RESULTANTES DAS ANÁLISES DOS EFEITOS DA INTERVENÇÃO

Os resultados obtidos com a intervenção caracterizaram a melhoria do ambiente. Através dos dados obtidos com as medições, avaliou-se o ganho obtido em relação ao conforto térmico e visual. Em se tratando do pátio, observou-se que após as transformações

realizadas, o ambiente melhorou muito para 100% dos usuários, contemplando alguns dos anseios que tinham.

5.6.1 RESULTADOS DA PESQUISA ATRAVÉS DOS DADOS OBTIDOS COM AS MEDIÇÕES

Para as entrevistas, que foram aplicadas em paralelo com as primeiras medições (anexo 5), observou-se que o desconforto era muito acentuado para os usuários e a frequência com que se manifestaram diversos itens das respostas, serviu para comprovar esta situação.

Os dados relacionados ao conforto térmico mostraram que 85,9% das pessoas sentiam que, durante a maior parte do ano, o ambiente era quente e que como consequência, a temperatura foi para 37,7%, “ruim” e para 60,4%, “péssima”. Referendando os problemas de conforto térmico com relação à ventilação, 88,7% dos usuários disseram que era “fraca” e 10,4% “boa”, comprovando que o ambiente necessitava de melhor ventilação.

Na avaliação dos usuários em relação à iluminação em sala de aula, 23,6% acharam “péssima” e 29,3% acharam “ruim”, mostrando que em torno de 50% das pessoas achavam que o conforto visual precisava melhorar.

Através dos dados coletados com as medições e após a intervenção ter sido realizada avaliou-se o seguinte ganho em relação ao conforto térmico e visual.

Em se tratando da carga térmica, obteve-se redução do coeficiente de absorção que caiu de 0,40 para 0,90, através da pintura com tinta látex branca, diminuindo a irradiância absorvida estimada de 14.268 Wh/m² para 5779 Wh/m².

Para a sala da secretaria, que além da pintura recebeu a lâmina de alumínio, obteve-se maior ganho por causa da sua baixa emissividade, permitindo que o fluxo emitido estimado fosse reduzido de 8571 Wh/m² para 321 Wh/m², quando o alumínio foi utilizado na face inferior da cobertura.

Para concluir esta análise referente ao conforto térmico da edificação procurou-se através do uso da carta bioclimática de Givoni, definir qual a zona climática em que a edificação se situava, e conforme se constatou, a zona encontrada foi a 2, zona esta que demonstra a necessidade de melhorar mais a ventilação do ambiente. O sombreamento também deverá ser utilizado, contribuindo para reduzir o ganho solar.

Para concluir, analisou-se as médias dos pontos medidos em todos os ambientes e se definiu que em função da heterogeneidade apresentada, faz-se necessário refazer o projeto de iluminação das salas da escola.

Ao se analisar os efeitos da intervenção desenvolvida no pátio da escola, pode-se concluir, quando 100% dos usuários respondem que o ambiente “melhorou muito” através das modificações realizadas, que o projeto desenvolvido contemplou os anseios da população e que o ambiente sofreu transformações que caracterizaram uma significativa melhoria do seu padrão.

Quando se analisou as respostas dadas pelos alunos, vimos que para eles, o pátio foi transformado em um ambiente que auxilia a criança a preservar e brincar, sem depredar.

Após todas as conclusões a que se chegou, pode-se retroalimentar novos projetos e reformular os que já foram executados, através de propostas de intervenções com baixo custo e num curto prazo de execução, constituindo-se em subsídios para futuros projetos.

5.6.2 DIRETRIZES PARA NOVOS PROJETOS

Ao término da avaliação da intervenção no ambiente construído da escola, através da aplicação de questionários, entrevistas e medições, intervenção esta que envolveu modificações no prédio e no pátio, verificou-se que as informações apreendidas durante essas análises, não se restringem somente à escola Prof^a Marília Queiroz, podendo servir como diretrizes para intervenções na maioria das edificações escolares do Brasil.

Soluções econômicas, como limpeza e pintura da cobertura com tinta látex branca e utilização de uma lâmina de alumínio, melhoram o desempenho do elemento garantindo mais conforto para os usuários.

O uso de cobogós como elemento de abertura nos moldes existentes na escola, dificulta a passagem da luz e do vento, impossibilitando um desempenho satisfatório. Mostrou-se uma solução econômica, a ampliação dos septos destes elementos, vazando-os de forma a garantir melhor iluminação e ventilação a estes ambientes.

Uma solução definitiva para resolver o problema dos cobogós seria elaborar um projeto que atendesse tanto ao conforto ambiental como à segurança, que é a justificativa mais forte para que continue sendo adotado como elemento construtivo nas escolas.

As portas especificadas no projeto da escola são de madeira pintada de vermelho, com o objetivo de preservar melhor dos estragos causados pelos alunos. O uso de cores escuras para as portas, não garante maior preservação, contribuindo para escurecer o ambiente.

O conforto lumínico é outro problema que precisou ser considerado e algumas soluções foram adotadas para melhorar este aspecto. Como as salas de aula eram ambientes escuros, abriu-se o septo dos cobogós e pintou-se este elemento de branco para melhorar a iluminação. Outros recursos como a colocação de ‘brise’ fixos ou dirigíveis, horizontais ou verticais, dependendo da localização e do ângulo de incidência, poderiam ser adotados.

O paisagismo no pátio ocorreu com plantio de vegetação, construção de horta e uso de materiais recicláveis. A vegetação deve ser tratada de tal modo que o crescimento das mudas venha beneficiar ao conforto térmico e à estética do pátio. Os bancos devem ser tratados para que a madeira não sofra muito as ações das intempéries e os pneus usados como brinquedos, devem ser sempre pintados, mantendo as cores e ajudando a preservar o aspecto lúdico do pátio.

Para a utilização do pátio coberto durante o lanche e atividades comemorativas e de lazer, as crianças devem ser conscientizadas e educadas de forma a aprenderem a preservar o ambiente.

Com base nas análises realizadas após a intervenção, procurou-se através das conclusões, avaliar se os objetivos apresentados foram cumpridos e com as sugestões para futuros trabalhos, caracterizar outros aspectos da edificação, que merecem estudos mais detalhados.

6 CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A análise dos resultados obtidos, baseada nos objetivos geral e específicos, propostos neste trabalho, encontra, através das respostas dadas pelos usuários do ambiente físico, com o uso da aplicação dos questionário e entrevistas, subsídios para constatar que houve melhoria na escola. Considerando ainda os resultados obtidos com as observações e medições, concluímos que os objetivos foram alcançados.

6.1 DESENVOLVER PARÂMETROS PARA INTERVENÇÕES DE MELHORIA NA ESTRUTURA FÍSICA DE ESCOLAS DO ENSINO FUNDAMENTAL DA REDE PÚBLICA MUNICIPAL

O objetivo principal desta dissertação, desenvolver parâmetros para intervenções de melhoria do ambiente na estrutura física de escolas do ensino fundamental da rede pública municipal, encontra-se contemplado conforme mostram as observações, entrevistas e questionários, realizados depois da alteração desenvolvida através da pesquisa-ação, embora saibamos que muitas melhorias ainda possam ser realizadas neste ambiente.

Para uma comunidade carente, cuja população é constituída por famílias de baixa renda, tendo incluídos em seu universo, pais e crianças que sobrevivem catando lixo, é importante ressaltar que os resultados obtidos com a intervenção da escola representam melhoria do padrão de vida dos que usam este espaço, buscando criar perspectivas para suas vidas no futuro.

O custo da intervenção desenvolvida na escola é um fator importante a ser destacado, comprovando que usando os conhecimentos já existentes, podemos melhorar o ambiente construído garantindo um padrão de vida mais confortável para os seus usuários. É importante destacar que sendo uma intervenção realizada com poucos recursos, o projeto pode ser reaplicado em outros ambientes que tenham similaridades.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos, identificar alternativas de melhoria no ambiente da escola, tanto no edifício quanto no pátio, com baixo custo e curto prazo de implantação e avaliar o efeito da intervenção desenvolvida na escola, encontram-se contemplados e referendados através dos questionários, entrevistas e observações realizadas no ambiente da escola após as modificações.

6.2.1 Identificar alternativas de melhoria no ambiente da escola, tanto no edifício quanto no pátio, com baixo custo e curto prazo de implantação

As melhorias introduzidas no ambiente da escola, de forma a concretizar intervenção com custo baixo e realizada num prazo curto, se realizaram, embora várias intercorrências tenham prejudicado este objetivo. Como o recurso disponível, para que a intervenção ocorresse, veio do FUNDEF, e a sua liberação dependia da Secretaria de Educação e Prefeitura, houve atraso na disponibilização do recurso, e conseqüentemente, na execução da ação propriamente dita. Além disso, as mudanças climáticas comprometeram, tanto as medições como a realização do projeto, estendendo o cronograma de atividades além do previsto.

A intervenção desenvolveu-se na edificação e no pátio, considerando o ambiente como um todo. Para avaliar o impacto de uma das intervenções que ocorreram no pátio, a introdução de uma horta, ouvimos professores, alunos e funcionários. Infelizmente, por causa dos problemas administrativos existentes na escola, as professoras e alunos dos turnos da manhã e da tarde estavam se desentendendo com relação a distribuição dos trabalhos de preservação da horta. O entendimento conturbado existente entre eles ocasionou falta de maiores cuidados, prejudicando a manutenção da horta, que já estava produzindo legumes e hortaliças, utilizados inclusive, para auxiliar na produção da merenda escolar.

6.2.2 Avaliar o efeito da intervenção desenvolvida na escola

Avaliando o efeito da intervenção desenvolvida no prédio da escola, vale a pena destacar: em primeiro lugar, o efeito obtido com a utilização da lâmina de alumínio aplicada na sala da secretaria, que reduziu a temperatura da superfície do teto em 6⁰ C, em relação a sala vizinha; a abertura dos septos dos cobogós, que permitiu melhor efeito na ventilação, iluminação e redução na temperatura dos ambientes; o uso de tintas de cores claras nas portas e paredes, determinando melhor a luminosidade e tornando os espaços mais atrativos; a pintura na superfície externa e interna da cobertura, com tinta de cor branca, diminuindo as temperaturas do ambiente, conforme ficou comprovado através das medições realizadas; construção do pátio coberto, que, de acordo com alguns depoimentos, era um sonho difícil de acreditar e que será utilizado durante o lanche das crianças e para as comemorações festivas da escola. Concluimos, portanto, que diante dos fatos expostos este objetivo é um fato concreto.

Foi feito o cálculo da temperatura radiante média, que possibilitou avaliar a porcentagem estimada de insatisfeitos mostrando que houve redução neste índice. Para a sala de aula o percentual de insatisfeitos caiu de **50%** para **35%**, demonstrando que houve ganho no desempenho da edificação, na percepção do usuário. Para a sala da secretaria, o percentual de insatisfeitos caiu de **50%** para **22%**, comprovando que o ambiente pode ser caracterizado como confortável na percepção dos seus usuários.

6.3 MODIFICAÇÕES DE BAIXO CUSTO PODEM AUMENTAR A SATISFAÇÃO DO USUÁRIO EM RELAÇÃO AO AMBIENTE ESCOLAR

A hipótese da pesquisa, modificações de baixo custo podem aumentar a satisfação do usuário em relação ao ambiente escolar, foi comprovada pela pesquisa-ação realizada na escola e referendada pelas medições e pesquisas de opiniões, através de questionários e entrevistas.

Toda ação desenvolvida no ambiente da escola contou com a participação de seus usuários, mostrando a interação existente com a comunidade e ressaltando a importância do envolvimento de todos. O trabalho, em seu contexto, teve um contato direto com a realidade dura das escolas da rede pública municipal, sendo caracterizado por um estudo que interagiu de forma direta com esta realidade.

Todas as preocupações e informações aqui lançadas, podem não produzir soluções plenamente satisfatórias, porém, se empregadas, atenuarão os problemas oriundos do desconforto ambiental, contribuindo para a melhoria do desempenho da edificação.

Através de intervenções, que podem ser realizadas com poucos recursos e que são realizáveis num prazo curto, comprova-se que as melhorias obtidas no ambiente são significativas, quando inseridas num contexto caracterizado por uma escola de bairro de periferia, carente de infra-estrutura e dos requisitos mínimos para se adquirir uma vida saudável.

A qualidade de vida dos professores, funcionários e dos alunos mudou. O lanche passou a acontecer num local apropriado, as festas de confraternização passaram a ser realizadas no pátio coberto, no recreio os alunos dispõem de lazer, os professores trabalham em um ambiente mais limpo e agradável e os funcionários vivenciam uma realidade para eles antes desconhecida pois, com as salas limpas, o trabalho deles diminui.

A revisão bibliográfica, possibilitou a ampliação do conhecimento sobre os temas abordados, mostrando a importância e relevância que estão sendo dadas atualmente aos problemas relacionados ao desempenho da edificação. É de fundamental importância avaliar a forma como o ambiente físico se comporta, retroalimentando novos projetos e corrigindo as falhas existentes.

6.4 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.

Como sugestões para trabalhos futuros, deixamos os questionamentos que ainda não foram devidamente esclarecidos e que merecem estudos mais detalhados. Destacamos entre eles:

- ⇒ Analisar o desempenho escolar dos alunos, após as modificações introduzidas na escola, para avaliar a interferência do ambiente no processo ensino-aprendizagem;
- ⇒ Avaliar o requisito de desempenho referente à segurança nas escolas.
- ⇒ Realizar APOs nas escolas, com o objetivo de diagnosticar e fazer recomendações na área de conforto ambiental, retroalimentando novas propostas projetuais;
- ⇒ Avaliar qual o custo – benefício da manutenção e reforma das escolas, em edificações que se encontram depredadas;

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – NB 57. **Illuminância de Interiores**, Maio, 1991.

AKUTSU et al. **Critérios mínimos de desempenho para habitações térreas de interesse social. Conforto térmico**. Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT). São Paulo, 1990.

ALVARES, Ana C. **Procedimentos para análise e avaliação da iluminação em ambientes escolares**. Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ, 1995.

ALVES, Mariza W. Percepção da Arquitetura e do urbanismo: uma aproximação com o ensino nas classes populares. In: RIO, Vicente Del; OLIVEIRA, Livia de (Org.). **Percepção ambiental: a experiência brasileira**. São Paulo: Nobel, 1996.

ARZTEGUI, José M. **El Proyecto para la Eficiencia Térmica de los Edificios**. Curso ministrado durante o III Encontro Nacional e I Encontro Latino – Americano de Conforto no Ambiente Construído. Gramado, RS. 1995.

BARBOSA, Eduardo F. Visão da escola como organização e como sistema. In: BARBOSA, Eduardo F. et al. **Gerência da qualidade total na Educação**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni. 1993, p. 6-7

BARBOSA, L.V.C **Lixo: uma alternativa sub-humana de sobrevivência**. Monografia (Graduação em Enfermagem) – Departamento de Saúde, Universidade Estadual de Feira de Santana, 1999.

BONIN, Luís C. **Considerações sobre a utilização do conceito de desempenho como instrumento para a modernização tecnológica na construção de edificações**. VII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUTIVO. 1998. Florianópolis. SC.

CAMPELLO, CLÁUDIO.; ENGESLBERG, VALERIE.; **O Vandalismo em Escolas Públicas**. Pesquisa do Mestrado em Desenvolvimento Urbano da Universidade Federal de Pernambuco, 1993.

CANTER, D.; CRAIK, K.; **Environmental psychology**. Journal of Environmental Psychology. 1: 1-11, 1981.

CANTER, D.; DONALD, I. **Environment psychology in the United Kingdom**. In: STOKLOS, D.; ALTMAN, I. (eds). Handbook of environmental psychology. New York, Willey, 1986.

CIB, Comissão W45. **Educational buildings: a list of occupants requirements**. Building Research and Practice. November/December, 1978.

CIB Report. **Working with the performance approach in building, Publication 64**. Rotterdam. 1982. 30p.

COMPANHIA DE CONSTRUÇÕES ESCOLARES DO ESTADO DE SÃO PAULO – CONESP. **Manual de Dimensionamento Modular e Especificações de Ambientes para Construções Escolares de 1º Grau**, São Paulo, CONESP, 1977.

CONESCAL, **Revista Especializada en Construcciones Escolares**. México, Ediciones Mar y Pesca. v.2 .dez.1972.

COSTA, Ênio C. **Arquitetura ecológica: condicionamento térmico natural**. São Paulo: Edgar Blücher, 1982.

COSTELLO, Lineu. **Metodologia y Técnicas de Investigaciones de Percepcion Ambiental**. 1992.

DAVIDOFF, Linda L. **Introdução à Psicologia**. Tradução Auripebo Berrance Simões, Maria da Graça Lustosa; São Paulo: MacGraw – Hill do Brasil, 1983.

DEL CARLO, U.; MOTTA, C.F.A.; **Nível de Satisfação em Conjuntos Habitacionais da Grande São Paulo**. São Paulo, IPT, 1975.

DEL RIO, Vicente.; OLIVEIRA, Livia (Org.). **Percepção Ambiental: a experiência brasileira**. São Paulo: Nobel, 1996.

DRAFT UNINTERNATIONAL STANDARD ISO/DIS 6241. **Performance standards in building – Principles for their preparation and factors to be considered**. 1982. 13p.

FANGER, O. **Thermal Comfort – Analysis and Application in Environmental Engineering**. Copenhaguen, 1970. 224p.

FEDRIZZI, Beatriz. **Improving Public Schoolyards in Porto Alegre, Brazil**, 1997. 218f. Thesis (Doctoral) - Swedish of Agricultural Sciences Alnarp.

FEDRIZZI, Beatriz. **Paisagismo no pátio da escola**: Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1999.

FEDRIZZI, Beatriz. **Reações à Modificação dos Pátios Escolares**. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1998.

FEIRA DE SANTANA. Prefeitura Municipal. **Segundo Relatório Intermediário. Vol 1 – Texto. Revisão 3**. Plano de Gestão de Limpeza Urbana (PGLU). Feira de Santana. Março de 2000.

FISHER, J.; BELL, P.; BAUM, A.; **Environmental psychology**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1984.

FOLIENSTE, G. C.; LEICESTER, R. H.; PHAM, L.; **Development of the CIB Proactive Program on Performance Based Building Codes and Standards**, 1998. 48p.

GUNTHER,HARTMUT.;ROZESTRATEN,REINIER.;**Conceito,Origeme Desenvolvimento da Psicologia Ambiental**. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1992.

GOMES, Roberto, F. **Caracterização de condições climáticas**. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. São Paulo, 1978.

GRAHN, Patrick. **The importance of green urban áreas for people`s well-being**. European Regional Planning, no 56, 1994.

GURGEL, P. R. H.; PORTELA, A. L. ; BASTOS, E. S. B.; **Ditos Sobre a Evasão Escolar: estudo de casos no estado da Bahia**, 1997.

HARTMUT, G.; REINIER, J. A.; **Conceito, Origem e Desenvolvimento da Psicologia Ambiental: Sua Área de Pesquisa e de Ação**. In: **IV Simpósio da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Psicologia (ANPEPP)**. Brasília, 1992.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA (IPT). **Critérios mínimos de desempenho para habitações térreas de interesse social**. 1975.54 p.

IBGE. **Indicadores Conjunturais**. Tabela - Rendimento médio mensal. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/> Acesso: em jan. 2001.

KOENIGSBERGER, O.; INGERSOL, T.; MAHONEY, A. et al. **Manual of Tropical Housing and Building, Part One: Climate Design**. London: Longman Group Limited, 1974.

KOWALTOWSKI, D.; LABAKI, L.; **O Projeto Arquitetônico e o Conforto Ambiental: Necessidade de uma Metodologia**. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1992.

LAM, William, M. C. **Sunlighting as Formgiver for Architecture**. New York, Ed. Van Nostrand Reinhold, 1986.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R.; **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW, 1997.

LEWIS, Charles, A. **Gardening as Healing Process**. In: Francis, M.; Hester, R. **The meaning of gardens**, Massachusetts: Cambridge, 1991.

LIMA, Mayumi S. **A Cidade e a Criança**. São Paulo, Livraria Nobel S.A, 1989.

MAGALHÃES, Maria Amália A.A. **O Projeto de Iluminação Natural: Estudo Comparativo de Métodos de Medição e de Simulação**. São Paulo, Tese de Doutorado. FAU-USP, 1995.

MASCARÓ, Lúcia Raffo de. **Luz, clima e arquitetura**. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1983.

MELLO, Guiomar N. **Magistério de primeiro grau – da competência técnica ao compromisso político**. São Paulo, Cortez, 1982.

MELO, R.G.C. **Psicologia ambiental: uma nova abordagem da psicologia**. Psicologia., USP, São Paulo, v.2, n.1/2 p. 85-103, 1991.

MIMBACAS, Alicia. **Comportamento do Usuário e Condensação: Cooperativa Habitacional VICMAN**. Porto Alegre, 1998. 93p. Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil – CPGEC. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

MONTEIRO, C.; LOUREIRO, C.; ROAZZI, A.; **A Satisfação como Critério de Avaliação do Ambiente Construído**: um estudo aplicado ao prédio escolar. Mestrado em Desenvolvimento Urbano da Universidade Federal de Pernambuco, 1993.

MOORE, TUTTLE e HOWELL (1985) In: G.T MOORE; E.H.ZUBE (eds), **Advances in environment, behaviour and design**. New York: Plenum Press, v.1, 1985.

NBR 5413. **Iluminância de Interiores**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1991.

NUTALL, Carolyn. **Agrofloresta para crianças**: uma sala de aula ao ar livre / Carolyn Nutall; tradução de Rogério C. E. Santo, ilustrações de Mary-Anne Cotter. – Lauro de Freitas: Instituto de Permacultura da Bahia, 1999.

ORNSTEIN, S.; ROMERO, M.; **Avaliação pós-ocupação (APO) do ambiente construído**. São Paulo: Studio Nobel: Editora da Universidade de São Paulo, 1992.

ORNSTEIN, S.; MILEO, A.P.; MARTINS, C.A.; **Avaliação Pós-Ocupação (APO) e a arquitetura escolar na grande São Paulo: Parâmetros para a qualidade de projeto**. Universidade de São Paulo/USP, 1995.

ORNSTEIN, S.; NETO, J.; **O desempenho dos edifícios da rede estadual de ensino. O caso da Grande São Paulo. Avaliação técnica: primeiros resultados**. Universidade de São Paulo/USP, 1995.

PENIN, Sonia. **Cotidiano e escola**; a obra em construção. São Paulo: Cortez, 1995. p xi.

PEREIRA, F; BOGO, J.; **Análise de desempenho térmico e verificação do potencial de uso da iluminação natural para edificações escolares**. Santa Catarina, 1994. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação – PPG. Universidade Federal de Santa Catarina.

PEREIRA, Fernando O. R. **Iluminação Natural no Ambiente Construído**. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUIDO, 3. ENCONTRO LATINO – AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUIDO, 1. 1995, Gramado, RS.

PEREIRA, Fernando O. R.; CUNHA NETO, José A. B. **Princípios para otimização do Desempenho Térmico de Componentes da Edificação**. In: I Simpósio de Desempenho de Materiais e Componentes de Construção Civil. Florianópolis: ANTAC/UFSC, 1987.

PROSHANSKY, H.; IELTSON, W.; RIVLIN, L.; **Environmental psychology: Man and his physical setting**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1970.

REDIN, Euclides. **O espaço e o tempo da criança**; se der tempo a gente brinca! – Porto Alegre : Mediação, 1998, p. 8.

REIS, Antônio, T.; LAY, Maria Cristina.; **As técnicas de APO como instrumento de Análise Ergonômica do Ambiente Construído**. Curso ministrado durante o III Encontro Nacional e I Encontro Latino – Americano de Conforto no Ambiente Construído, RS, Gramado, 1995.

REVISTA RAÍZES E ASAS. Centro de Pesquisas para Educação e Cultura – CENPEC. São Paulo, vol.6.

RORIZ, M. **Software Luz do Sol** – Versão 1.1. Radiação Solar e Iluminação Natural. São Carlos – São Paulo, 1995.

ROSADO, Clarissa. **A influência das cores no conforto térmico-lumínico e na redução do consumo de energia nas edificações**. Rio Grande do Sul. Laboratório de Termo Acústica, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, 1996.

RUAS, Álvaro, C. **Conforto Térmico nos Ambientes de Trabalho**. Ministério do Trabalho. FUNDACENTRO. 1999.

SATTLER, Miguel, A. **Notas de aula da disciplina Habitabilidade**, A Luz Natural. Núcleo Orientado à Inovação na Edificação (NORIE), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

SATTLER, Miguel, A. **Notas de aula da disciplina Habitabilidade**, Caracterização das Formas de Transferência de Calor: Radiação, Convecção e Condução. Núcleo Orientado à Inovação na Edificação (NORIE), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

SELENE, H.; PORTO, M. F. S.; FREITAS, C.M.; **Qualidade de Vida e Riscos Ambientais**. Editora da Universidade Federal Fluminense, 2000.

SILVA, Radamés, T. (Org.). **Arquitetura e Energia**: uma tecnologia de projetos. Grupo de estudos de arquitetura alternativa. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1981.

SOUZA, Carlos, L. **Cognição Ambiental e Desenho Urbano: APO de um Espaço Urbano com Enfoques dos Aspectos Perceptivos – O caso da Nova Av. Faria Lima**. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 1997.

TAYLOR, A. R.; VLASTOS, G. School Zone: **Learning Environments for Children**. Corrales, New México, School Zone, inc. 1983.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1998.

TOLEDO, Eustáquio. **Ventilação Natural em Edifícios**. Lisboa, LNEC, Divisão de Conforto da Edificação, Proc. 35/1/3214, 1967.

TUAN, YI-Fu. **Espaço e Lugar: a perspectiva da experiência** - tradução de Livia de Oliveira. São Paulo, 1983.

VILLAS, Boas, M. **Ventilação em Arquitetura**. Universidade de Brasília, Instituto de Arquitetura e Urbanismo, 1983.

XAVIER, A. P.; LAMBERTS, R.; **Temperatura Interna de Conforto e Percentagem de Insatisfeitos para Atividade Escolar: Diferenças entre a Teoria e a Prática**. Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC, 1994.

ZUBE, E. H.; MOORE, G. In: G.T. MOORE; E.H. ZUBE (eds.). **Preface of Advances in environment, behaviour and design**. New Iork: Plenum Press, v.1, p.vii, 1987.

ANEXOS

ANEXO 1. QUESTIONÁRIOS APLICADOS ANTES DA INTERVENÇÃO

QUESTIONÁRIO PARA PROFESSORES E FUNCIONÁRIOS

Marque qual a sua função: Professor Funcionário

1) Há quanto tempo você usa o edifício da escola?

Anos Meses

2) Como você qualifica sua sala de trabalho quanto ao tamanho?

Ótima Boa Razoável Precária Péssima

3) Como você qualifica sua sala de trabalho quanto à quantidade de móveis?

Ótima Boa Razoável Precária Péssima

4) Como você qualifica a iluminação de seu ambiente de trabalho?

Ótima Boa Razoável Precária Péssima

5) Quanto à temperatura no verão, como você considera sua sala?

Ótima Boa Razoável Precária Péssima

6) Quanto à temperatura no inverno, como você considera sua sala?

Ótima Boa Razoável Precária Péssima

7) Quanto à aparência interna do edifício, qual sua opinião?

Ótima Boa Razoável Precária Péssima

8) Quanto à aparência externa do edifício, qual sua opinião?

Ótima Boa Razoável Precária Péssima

9) Quanto ao pátio da escola, qual a sua opinião?

Ótima Boa Razoável Precária Péssima

10) Quanto aos sanitários da escola, qual a sua opinião?

Ótima Boa Razoável Precária Péssima

11) Quanto à cantina da escola, qual a sua opinião?

Ótima Boa Razoável Precária Péssima

12) Qual sua opinião sobre o piso das salas?

Ótima Boa Razoável Precária Péssima

13) Como você qualifica o edifício quanto ao tamanho?

Ótima Boa Razoável Precária Péssima

14) Como você qualifica o edifício quanto à cor das paredes?

Ótima Boa Razoável Precária Péssima

15) Quanto à manutenção como se encontra sua escola?

Ótima Boa Razoável Precária Péssima

ANEXO 2. QUESTIONÁRIOS APLICADOS ANTES DA INTERVENÇÃO

QUESTIONÁRIO PARA ALUNOS

MARQUE COM UM X A MELHOR RESPOSTA PARA VOCÊ.

1. Como é a sua escola?

- Muito bonita Bonita Mais ou menos (regular) Feia Muito feia

2. O que você gosta mais na sua escola?

- Da sala de aula Da merenda Da professora Do pátio Da secretaria

3. Como você se sente na sala de aula?

- Muito bem Bem Mais ou menos (regular) Mal Muito mal

4. Como você gostaria que fossem as paredes da sua escola?

- Paredes escuras Paredes claras Paredes brancas
 Paredes coloridas Paredes pretas

5. Você gostaria que a sua sala fosse:

- Muito ventilada Ventilada Mais ou menos (regular) Pouco Ventilada Sem ventilação

6. O que você gostaria que tivesse no pátio da sua escola?

- Brinquedos Árvores Horta Uma área coberta Uma quadra de esportes

7. Você gosta de estudar quando:

- Todas as luzes estão acesas Algumas luzes estão acesas Não tem nenhuma luz acesa

A porta da sala fica aberta para iluminar bem a sala e as luzes estão apagadas

A porta da sala está fechada e as luzes estão apagadas

8. Você gostaria que a sua sala tivesse;

- Janela na frente Janela atrás Tivesse janela na frente e atrás
 Não tivesse janela na frente Não tivesse janela atrás

9. Como você gostaria que fosse o chão da sala de aula?

- Preto Vermelho Branco Amarelo Marrom

10. Como você gostaria que fossem os banheiros da escola?

- Um só para os meninos Um só para meninas Um só para a professora
 Um para os funcionários Um para todas as pessoas da escola

11. Como você acha que é a frente da sua escola ?

- Muito bonita Bonita Mais ou menos (regular) Feia Muito feia

12. Como você gostaria que fosse o portão da sua escola?

- Muito alto Alto Médio Baixo Muito baixo

13. Como você gostaria que fosse o muro da sua escola?

- Muito alto Alto Médio Baixo Muito baixo

ANEXO 3. PLANILHA DE DADOS DAS MEDIÇÕES

AMBIENTE ANALISADO		SECRETARIA			
DATA MEDIÇÃO	18/09/00	HORA INICIAL	12:30	HORA FINAL	13:25
CARACTERIZAÇÃO		FUNÇÃO	SECRETARIA	ORIENTAÇÃO	116 (SE)
		TELHADO	FIBROCIMENTO	AREA (m2)	18,75
				PÉ DIREITO	3,4
MATERIAIS UTILIZADOS		FORRO	NÃO TEM	PAREDE	TIJOLO
				PISO	CIMENTO
CARACTERIZAÇÃO DO TEMPO NO MOMENTO DA MEDIÇÃO					
INFORMAÇÕES QUALITATIVAS			CROQUIS		
TEMPO	QUENTE				
CHUVA	NÃO				
VENTO	MÉDIO				
NEBULOSIDADE	ALTA				
VARIÁVEIS AMBIENTAIS MEDIDAS					
TEMPERATURAS					
Temperaturas do ar °C					
	interior				
TBS	29				
TBU	24				
TBG	29,4				
Temperatura das superfícies °C					
Teto	42				
Piso	28				
Parede A	29				
Parede B	28				
Parede C	29				
Parede D	29				
VELOCIDADES DO AR (m/seg)					
	h= 2,00m	h=0,60m			
Externo					
Pto 0	2,2	1,48			
Interno					
Pto 1	0,12	0,1			
Pto 2	0,08	0,12			
Pto 3	0,1	0,36			
Pto 4	0,15	0,12			
Pto 5	0,2	0,14			
Pto 6	0,28	0,32			
Pto 7	0,7	0,35			
Pto 8	0,24	0,22			
Pto 9	0,22	0,18			
UMIDADE RELATIVA	80%				
ILUMINÂNCIA (lux)					
		Natural	Nat+Artificial		
Externo					
Pto 0					
Interno					
Pto 1		45	50		
Pto 2		100	110		
Pto 3		190	230		
Pto 4		1700	1800		
Pto 5		90	170		
Pto 6					
Pto 7					
Pto 8					
Pto 9					

AMBIENTE ANALISADO		SECRETARIA			
DATA MEDIÇÃO	18/12/00	HORA INICIAL	12:30	HORA FINAL	12:57
CARACTERIZAÇÃO		FUNÇÃO	SECRETARIA	ORIENTAÇÃO	116 (SE)
MATERIAIS UTILIZADOS		TELHADO	FIBROCIMENTO	AREA (m2)	18,75
		FORRO	ALUMÍNIO	PÉ DIREITO	3,4
		PAREDE	TIJOLO		
		PISO	CIMENTO		
CARACTERIZAÇÃO DO TEMPO NO MOMENTO DA MEDIÇÃO					
INFORMAÇÕES QUALITATIVAS			CROQUIS		
TEMPO	MÉDIO				
CHUVA	NÃO				
VENTO	NÃO				
NEBULOSIDADE	ALTA				
VARIÁVEIS AMBIENTAIS MEDIDAS					
TEMPERATURAS					
Temperaturas do ar °C					
	interior				
TBS	27,2				
TBU	24,6				
TBG	28,4				
Temperatura das superfícies °C					
Teto	27				
Piso	25				
Parede A	27				
Parede B	26				
Parede C	26				
Parede D	26				
VELOCIDADES DO AR (m/seg)					
	h= 2,00m	h=0,60m			
Externo					
Pto 0	0,5	0,4			
Interno					
Pto 1	0,02	0			
Pto 2	0,04	0			
Pto 3	0,02	0			
Pto 4	0,16	0,14			
Pto 5	0	0			
Pto 6					
Pto 7					
Pto 8					
Pto 9					
ILUMINÂNCIA (lux)					
	Natural	Nat+Artificial			
Externo					
Pto 0					
Interno					
Pto 1	180	190			
Pto 2	220	230			
Pto 3	400	445			
Pto 4	2400	3500			
Pto 5	250	275			
Pto 6					
Pto 7					
Pto 8					
Pto 9					
UMIDADE RELATIVA	82%				

AMBIENTE ANALISADO		SALA 1			
DATA MEDIÇÃO	18/09/00	HORA INICIAL	11:15	HORA FINAL	11:50
CARACTERIZAÇÃO		FUNÇÃO	AULA	ORIENTAÇÃO	116 (SE)
MATERIAIS UTILIZADOS		AREA (m2)	44,05	PÉ DIREITO	3,4
		TELHADO	FIBROCIMENTO	FORRO	NÃO
				PAREDE	TIJOLO
				PISO	CIMENTO
CARACTERIZAÇÃO DO TEMPO NO MOMENTO DA MEDIÇÃO					
INFORMAÇÕES QUALITATIVAS			CROQUIS		
TEMPO	QUENTE				
CHUVA					
VENTO	MÉDIO				
NEBULOSIDADE	ALTA				
VARIÁVEIS AMBIENTAIS MEDIDAS					
TEMPERATURAS					
Temperaturas do ar °C					
	interior				
TBS	29,4				
TBU	25,8				
TBG	29,8				
Temperatura das superfícies °C					
Teto	41				
Piso	27				
Parede A	28				
Parede B	27				
Parede C	27				
Parede D	27				
VELOCIDADES DO AR (m/seg)					
	h= 2,00m	h=0,60m			
Externo					
Pto 0	0,6	0,4			
Interno					
Pto 1	0,1	0,01			
Pto 2	0,2	0,02			
Pto 3	0,3	0,14			
Pto 4	0,15	0,12			
Pto 5	0,05	0,1			
Pto 6	0,2	0,12			
Pto 7	0,4	0,32			
Pto 8	0,2	0,01			
Pto 9	0,02	0,02			
ILUMINÂNCIA (lux)					
	Natural	Nat+Artificial			
Externo					
Pto 0					
Interno					
Pto 1	45	50			
Pto 2	30	65			
Pto 3	30	70			
Pto 4	20	35			
Pto 5	35	65			
Pto 6	30	40			
Pto 7	180	190			
Pto 8	30	30			
Pto 9	25	25			
UMIDADE RELATIVA 74%					

AMBIENTE ANALISADO		SALA 1			
DATA MEDIÇÃO	18/12/00	HORA INICIAL	12:57	HORA FINAL	13:10
CARACTERIZAÇÃO		FUNÇÃO	AULA	ORIENTAÇÃO	116 (SE)
				AREA (m2)	44,05
				PÉ DIREITO	3,4
MATERIAIS UTILIZADOS		TELHADO	FIBROCIMENTO	FORRO	NÃO
				PAREDE	TIJOLO
				PISO	CIMENTO
CARACTERIZAÇÃO DO TEMPO NO MOMENTO DA MEDIÇÃO					
INFORMAÇÕES QUALITATIVAS			CROQUIS		
TEMPO	MÉDIO				
CHUVA					
VENTO	NÃO				
NEBULOSIDADE	ALTA				
VARIÁVEIS AMBIENTAIS MEDIDAS					
TEMPERATURAS					
Temperaturas do ar °C					
	interior				
TBS	28				
TBU	25,4				
TBG	28,6				
Temperatura das superfícies °C					
Teto	36				
Piso	26				
Parede A	27				
Parede B	26				
Parede C	26				
Parede D	26				
VELOCIDADES DO AR (m/seg)					
	h= 2,00m	h=0,60m			
Externo					
Pto 0	0,7	0,8			
Interno					
Pto 1	0,04	0,12			
Pto 2	0,18	0,16			
Pto 3	0,02	0,01			
Pto 4	0,14	0,12			
Pto 5	0,14	0,04			
Pto 6	0,02	0,02			
Pto 7	0,12	0,14			
Pto 8	0,04	0,06			
Pto 9	0,04	0,01			
ILUMINÂNCIA (lux)					
	Natural	Nat+Artificial			
Externo					
Pto 0					
Interno					
Pto 1	95	145			
Pto 2	120	180			
Pto 3	115	175			
Pto 4	85	120			
Pto 5	165	170			
Pto 6	155	185			
Pto 7	300	430			
Pto 8	130	150			
Pto 9	100	115			
UMIDADE RELATIVA	82%				

AMBIENTE ANALISADO		SALA 2			
DATA MEDIÇÃO	18/09/00	HORA INICIAL	11:55	HORA FINAL	12:25
CARACTERIZAÇÃO		FUNÇÃO	AULA	ORIENTAÇÃO	116 (SE)
				AREA (m2)	44,05
				PÉ DIREITO	3,4
MATERIAIS UTILIZADOS		TELHADO	FIBROCIMENTO	FORRO	NÃO TEM
				PAREDE	TIJOLO
				PISO	CIMENTO
CARACTERIZAÇÃO DO TEMPO NO MOMENTO DA MEDIÇÃO					
INFORMAÇÕES QUALITATIVAS			CROQUIS		
TEMPO	QUENTE				
CHUVA					
VENTO	MÉDIO				
NEBULOSIDADE	ALTA				
VARIÁVEIS AMBIENTAIS MEDIDAS					
TEMPERATURAS					
Temperaturas do ar °C					
	interior				
TBS	29,4				
TBU	25,8				
TBG	29,2				
Temperatura das superfícies °C					
Teto	38				
Piso	27				
Parede A	29				
Parede B	28				
Parede C	28				
Parede D	26				
VELOCIDADES DO AR (m/seg)					
	h= 2,00m	h=0,60m			
Externo					
Pto 0	3,6	2,4			
Interno					
Pto 1	0,15	0,25			
Pto 2	1	0,4			
Pto 3	0,12	0,22			
Pto 4	0,2	0,2			
Pto 5	0,18	0,35			
Pto 6	0,42	0,4			
Pto 7	0,14	0,12			
Pto 8	0,3	0,2			
Pto 9	1,5	1,5			
UMIDADE RELATIVA	74%				
ILUMINÂNCIA (lux)					
		Natural	Nat+Artificial		
Externo			Sem lâmpada		
Pto 0					
Interno					
Pto 1		120			
Pto 2		180			
Pto 3		160			
Pto 4		110			
Pto 5		140			
Pto 6		250			
Pto 7		110			
Pto 8		190			
Pto 9		420			

AMBIENTE ANALISADO		SALA 2			
DATA MEDIÇÃO	18/12/00	HORA INICIAL	11:35	HORA FINAL	11:55
CARACTERIZAÇÃO		FUNÇÃO	AULA	ORIENTAÇÃO	116 (SE)
				AREA (m2)	44,05
				PÉ DIREITO	3,4
MATERIAIS UTILIZADOS		TELHADO	FIBROCIMENTO	FORRO	NÃO TEM
				PAREDE	TIJOLO
				PISO	CIMENTO
CARACTERIZAÇÃO DO TEMPO NO MOMENTO DA MEDIÇÃO					
INFORMAÇÕES QUALITATIVAS			CROQUIS		
TEMPO	MÉDIO				
CHUVA					
VENTO	NÃO				
NEBULOSIDADE	ALTA				
VARIÁVEIS AMBIENTAIS MEDIDAS					
TEMPERATURAS					
Temperaturas do ar °C					
	interior				
TBS	26,8				
TBU	25,4				
TBG	27,4				
Temperatura das superfícies °C					
Teto	30				
Piso	25				
Parede A	26				
Parede B	25				
Parede C	25				
Parede D	25				
VELOCIDADES DO AR (m/seg)					
	h= 2,00m	h=0,60m			
Externo					
Pto 0	0,24	0,3			
Interno					
Pto 1	0,02	0,02			
Pto 2	0,02	0,04			
Pto 3	0,08	0,04			
Pto 4	0,02	0,02			
Pto 5	0,02	0,04			
Pto 6	0,04	0,08			
Pto 7	0,02	0,02			
Pto 8	0,04	0,04			
Pto 9	0	0,02			
ILUMINÂNCIA (lux)					
	Natural	Nat+Artificial			
Externo					
Pto 0					
Interno					
Pto 1	160	165			
Pto 2	230	240			
Pto 3	230	235			
Pto 4	155	160			
Pto 5	220	220			
Pto 6	250	260			
Pto 7	140	145			
Pto 8	150	160			
Pto 9	600	650			
UMIDADE RELATIVA	89%				

AMBIENTE ANALISADO		SALA 3			
DATA MEDIÇÃO	18/09/00	HORA INICIAL	13:45	HORA FINAL	14:30
CARACTERIZAÇÃO		FUNÇÃO	AULA	ORIENTAÇÃO	116 (SE)
MATERIAIS UTILIZADOS		TELHADO	FIBROCIMENTO	AREA (m2)	44,05
				PÉ DIREITO	3,4
				FORRO	
				PAREDE	
				PISO	
				TIJOLO	
				CIMENTO	
CARACTERIZAÇÃO DO TEMPO NO MOMENTO DA MEDIÇÃO					
INFORMAÇÕES QUALITATIVAS			CROQUIS		
TEMPO	QUENTE				
CHUVA					
VENTO	M ÉDIO				
NEBULOSIDADE	ALTA				
VARIÁVEIS AMBIENTAIS MEDIDAS					
TEMPERATURAS					
Temperaturas do ar °C					
	interior				
TBS	28,6				
TBU	22,2				
TBG	28,6				
Temperatura das superfícies °C					
Teto	35				
Piso	27				
Parede A	29				
Parede B	28				
Parede C	28				
Parede D	28				
VELOCIDADES DO AR (m/seg)					
	h= 2,00m	h=0,60m			
Externo					
Pto 0	1,6	1,1			
Interno					
Pto 1	0,18	0,12			
Pto 2	0,5	0,35			
Pto 3	0,08	0,18			
Pto 4	0,11	0,2			
Pto 5	0,2	0,4			
Pto 6	0,15	0,12			
Pto 7	0,4	0,32			
Pto 8	0,36	0,12			
Pto 9	0,18	0,16			
UMIDADE RELATIVA	57%				
ILUMINÂNCIA (lux)					
	Natural	Nat+Artificial			
Externo					
Pto 0					
Interno					
Pto 1	40	90			
Pto 2	30	75			
Pto 3	36	80			
Pto 4	55	110			
Pto 5	58	90			
Pto 6	25	55			
Pto 7	330	590			
Pto 8	19	54			
Pto 9	11	42			

AMBIENTE ANALISADO		SALA 3	
DATA MEDIÇÃO	18/12/00	HORA INICIAL	13:15
		HORA FINAL	13:40
CARACTERIZAÇÃO	FUNÇÃO	ORIENTAÇÃO	AREA (m2)
	AULA	116 (SE)	44,05
MATERIAIS UTILIZADOS	TELHADO	FORRO	PAREDE
	FIBROCIMENTO	NAO	TIJOLO
			PISO
			CIMENTO
CARACTERIZAÇÃO DO TEMPO NO MOMENTO DA MEDIÇÃO			
INFORMAÇÕES QUALITATIVAS		CROQUIS	
TEMPO	MÉDIO		
CHUVA			
VENTO			
NEBULOSIDADE	ALTA		
VARIÁVEIS AMBIENTAIS MEDIDAS			
TEMPERATURAS			
Temperaturas do ar °C			
	interior		
TBS	28,2		
TBU	25,4		
TBG	28		
Temperatura das superfícies °C			
Teto	35		
Piso	27		
Parede A	28		
Parede B	27		
Parede C	27		
Parede D	27		
VELOCIDADES DO AR (m/seg)			
	h= 2,00m	h=0,60m	
Externo			
Pto 0	1,4	1,2	
Interno			
Pto 1	0,22	0,32	
Pto 2	0,36	0,14	
Pto 3	0,32	0,12	
Pto 4	0,26	0,3	
Pto 5	0,08	0,02	
Pto 6	0,04	0,02	
Pto 7	0,24	0,16	
Pto 8	0,06	0,08	
Pto 9	0,06	0,02	
UMIDADE RELATIVA	82%		
ILUMINÂNCIA (lux)			
	Natural	Nat+Artificial	
Externo			
Pto 0			
Interno			
Pto 1	210	260	
Pto 2	200	240	
Pto 3	185	250	
Pto 4	300	350	
Pto 5	290	290	
Pto 6	190	220	
Pto 7	370	500	
Pto 8	180	220	
Pto 9	150	185	

AMBIENTE ANALISADO		SALA 4	
DATA MEDIÇÃO	18/09/00	HORA INICIAL	13:30
		HORA FINAL	14:00
CARACTERIZAÇÃO		FUNÇÃO	AULA
		ORIENTAÇÃO	116 (SE)
		AREA (m2)	44,05
		PÉ DIREITO	3,4
MATERIAIS UTILIZADOS		TELHADO	FORRO
		FIBROCIMENTO	NÃO
		TIJOLO	
		PISO	CIMENTO
CARACTERIZAÇÃO DO TEMPO NO MOMENTO DA MEDIÇÃO			
INFORMAÇÕES QUALITATIVAS			
TEMPO	QUENTE		
CHUVA			
VENTO	MÉDIO		
NEBULOSIDADE	QALTA		
VARIÁVEIS AMBIENTAIS MEDIDAS			
TEMPERATURAS			
Temperaturas do ar °C			
	interior		
TBS	29,2		
TBU	23,6		
TBG	28,4		
Temperatura das superfícies °C			
Teto	40		
Piso	28		
Parede A	30		
Parede B	29		
Parede C	28		
Parede D	28		
VELOCIDADES DO AR (m/seg)			
	h= 2,00m	h=0,60m	
Externo			
Pto 0	5	3,36	
Interno			
Pto 1	0,02	0,15	
Pto 2	0,6	0,35	
Pto 3	0,22	0,25	
Pto 4	0,1	0,1	
Pto 5	0,15	0,15	
Pto 6	0,3	0,4	
Pto 7	0,12	0,08	
Pto 8	0,3	0,1	
Pto 9	0,35	0,3	
UMIDADE RELATIVA	64%		
CROQUIS			
ILUMINÂNCIA (lux)			
	Natural	Nat+Artificial	
Externo			
Pto 0			
Interno			
Pto 1	120	150	
Pto 2	250	300	
Pto 3	140	145	
Pto 4	65	70	
Pto 5	150	160	
Pto 6	150	240	
Pto 7	55	65	
Pto 8	50	50	
Pto 9	2500	2550	

AMBIENTE ANALISADO		SALA 4	
DATA MEDIÇÃO	18/12/00	HORA INICIAL	10:57
			HORA FINAL 11:27
CARACTERIZAÇÃO	FUNÇÃO	ORIENTAÇÃO	ÁREA (m ²)
	AULA	116 (SE)	44,05
MATERIAIS UTILIZADOS	TELHADO	FORRO	PAREDE
	FIBROCIMENTO	NÃO	TIJOLO
			PISO
			CIMENTO
CARACTERIZAÇÃO DO TEMPO NO MOMENTO DA MEDIÇÃO			
INFORMAÇÕES QUALITATIVAS			
TEMPO	NUBLADO		
CHUVA			
VENTO			
NEBULOSIDADE	ALTA		
VARIÁVEIS AMBIENTAIS MEDIDAS			
TEMPERATURAS			
Temperaturas do ar °C			
	interior		
TBS		27	
TBU		24,4	
TBG		26,6	
Temperatura das superfícies °C			
Teto		31	
Piso		26	
Parede A		27	
Parede B		26	
Parede C		25	
Parede D		26	
VELOCIDADES DO AR (m/seg)			
	h= 2,00m	h=0,60m	
Externo			
Pto 0	0,6	0,48	
Interno			
Pto 1	0	0,04	
Pto 2	0,04	0,02	
Pto 3	0,04	0	
Pto 4	0,04	0,2	
Pto 5	0	0	
Pto 6	0,02	0,1	
Pto 7	0,06	0,02	
Pto 8	0,1	0,24	
Pto 9	0,08	0,22	
UMIDADE RELATIVA	81%		
CROQUIS			
ILUMINÂNCIA (lux)			
	Natural	Nat+Artificial	
Externo			
Pto 0			
Interno			
Pto 1	110	170	
Pto 2	150	180	
Pto 3	120	175	
Pto 4	110	170	
Pto 5	180	210	
Pto 6	180	185	
Pto 7	75	110	
Pto 8	110	145	
Pto 9	550	650	

AMBIENTE ANALISADO		SALA DA MERENDA			
DATA MEDIÇÃO	18/09/00	HORA INICIAL	14:25	HORA FINAL	15:05
CARACTERIZAÇÃO		FUNÇÃO	COZINHA	ORIENTAÇÃO	116 (SE)
MATERIAIS UTILIZADOS		TELHADO	FIBROCIMENTO	AREA (m2)	12,6
		FORRO	NÃO EXISTE	PÉ DIREITO	3,4
		PAREDE	TIJOLO		
		PISO	CIMENTO		
CARACTERIZAÇÃO DO TEMPO NO MOMENTO DA MEDIÇÃO					
INFORMAÇÕES QUALITATIVAS		CROQUIS			
TEMPO	QUENTE				
CHUVA					
VENTO	MÉDIO				
NEBULOSIDADE	ALTA				
VARIÁVEIS AMBIENTAIS MEDIDAS					
TEMPERATURAS					
Temperaturas do ar °C					
	interior				
TBS	28,8				
TBU	24				
TBG	28,2				
Temperatura das superfícies °C					
Teto	34				
Piso	26				
Parede A	29				
Parede B	28				
Parede C	29				
Parede D	29				
VELOCIDADES DO AR (m/seg)					
	h= 2,00m	h=0,60m			
Externo					
Pto 0	1,6				
Interno					
Pto 1	0,2				
Pto 2	0,2				
Pto 3	0,14				
Pto 4	0,14				
Pto 5	0,2				
Pto 6					
Pto 7					
Pto 8					
Pto 9					
ILUMINÂNCIA (lux)					
	Natural	Nat+Artificial			
Externo					
Pto 0					
Interno					
Pto 1	35	45			
Pto 2	20	30			
Pto 3	55	45			
Pto 4	70	95			
Pto 5	150	170			
Pto 6					
Pto 7					
Pto 8					
Pto 9					
UMIDADE RELATIVA	68%				

AMBIENTE ANALISADO		SALA DA MERENDA			
DATA MEDIÇÃO	18/12/00	HORA INICIAL	13:40	HORA FINAL	14:05
CARACTERIZAÇÃO		FUNÇÃO	ORIENTAÇÃO	AREA (m2)	PÉ DIREITO
MATERIAIS UTILIZADOS		COZINHA	116 (SE)	12,6	3,4
		TELHADO	FORRO	PAREDE	PISO
		FIBROCIMENTO	NÃO EXISTE	TIJOLO	CIMENTO
CARACTERIZAÇÃO DO TEMPO NO MOMENTO DA MEDIÇÃO					
INFORMAÇÕES QUALITATIVAS			CROQUIS		
TEMPO	MÉDIO				
CHUVA					
VENTO	FRACO				
NEBULOSIDADE	ALTA				
VARIÁVEIS AMBIENTAIS MEDIDAS					
TEMPERATURAS					
Temperaturas do ar °C					
	interior				
TBS	27,8				
TBU	24,2				
TBG	37,2				
Temperatura das superfícies °C					
Teto	36				
Piso	25				
Parede A	31				
Parede B	26				
Parede C	28				
Parede D	28				
VELOCIDADES DO AR (m/seg)					
	h= 2,00m	h=0,60m			
Externo					
Pto 0	1,4	1,6			
Interno					
Pto 1	0,12	0,16			
Pto 2	0,14	0,1			
Pto 3	0,12	0,08			
Pto 4	0,06	0,04			
Pto 5	0,2	0,6			
Pto 6					
Pto 7					
Pto 8					
Pto 9					
ILUMINÂNCIA (lux)					
	Natural	Nat+Artificial			
Externo					
Pto 0					
Interno					
Pto 1	45	60			
Pto 2	45	55			
Pto 3	80	100			
Pto 4	75	105			
Pto 5	950	1000			
Pto 6					
Pto 7					
Pto 8					
Pto 9					
UMIDADE RELATIVA	74%				

ANEXO 4. DADOS REFERENTES AOS DIAS EM QUE OCORRERAM AS MEDIÇÕES

Dados referentes aos dias 17, 18 e 19/10, período em que ocorreram as primeiras medições.

TABELA A - Nível Micro – Primeira medição

DIAS	PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm)	TEMPERATURA (°C)			UMIDADE DO AR (%)			EVAP. (mm)	INSO. (h e dec.)	PRESSÃO (mb)
		NOR	MAX	MIN	NOR	MAX	MIN			
17	0,0	23,8	28,6	21,2	80	92	60	2,5	7,2	991,0
18	0,0	23,1	28,6	20,2	83	90	73	3,5	6,6	992,1
19	0,4	22,8	28,0	19,2	76	86	62	2,6	9,2	990,7

Fonte: Estação Climatológica N° 83221 – INMET – Feira de Santana

Dados referentes aos dias 17, 18 e 19/12, período em que ocorreram as segundas medições.

TABELA B - Nível Micro – Segunda medição

DIAS	PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm)	TEMPERATURA (°C)			UMIDADE DO AR (%)			EVAP. (mm)	INSO. (h e dec.)	PRESSÃO (mb)
		NOR	MAX	MIN	NOR	MAX	MIN			
17	1,9	23,6	25,6	21,0	86	98	69	1,8	0,0	984,9
18	0,6	24,3	28,0	21,8	86	92	80	0,5	0,2	986,6
19	0,0	24,6	26,8	20,0	71	77	54	1,2	4,1	985,8

Fonte: Estação Climatológica N° 83221 – INMET – Feira de Santana

ANEXO 5. PLANILHA DE ENTREVISTAS

Entrevistador.....

Tempo meteorológico:
 Quente Chuvoso Ventilado

Condições da abóbada celeste:
 Encoberta Parcialmente coberta Clara

Tipo de vestimenta do entrevistado:
 Inverno Meia estação Verão

Idade:	Sexo
--------	------

1. Como é a temperatura desta sala no período de verão?
 Ótima Boa Ruim Péssima
 Em caso de ruim ou péssimo
 Um pouco quente Bastante quente Insuportável
 Qual o horário crítico?.....

2. Como você sente a temperatura do cômodo no período de inverno?
 Ótima Boa Ruim Péssima
 Em caso de ruim ou péssimo
 Tão quente quanto no verão Fria Muito fria
 Qual o horário crítico?.....

3. Como caracteriza esta sala, ao longo do ano, em relação ao C.Térmico?
 Maior parte do ano quente Maior parte do ano fria
 Maior parte do ano confortável

4. Como você está sentindo a temperatura desta sala neste momento?
 Ótima Boa Ruim Péssima
 Em caso de ruim ou péssimo. Por quê?
 Quente Frio

5. Como é a ventilação natural deste cômodo?
 Forte Boa Fraca

6. Usa algum meio mecânico?
 Sim Não
 Qual?.....

7. Acharia necessário aumentar a ventilação?
 Sim Não

8. Sem acender as luzes, como você avalia o nível de claridade desta sala?
 Ótima Boa Ruim Péssima
 Em caso de ruim ou péssimo. Por quê?
 Clara Escura

9. Como você avalia a iluminação deste cômodo, com as luzes acesas?
 Ótima Boa Ruim Péssima
 Em caso de ruim ou péssimo. Por quê?
 Clara Escura

10. Com relação ao nível de ruído do exterior, como você qualifica este cômodo?
 Ótimo Bom Ruim Péssimo

11. Com relação ao nível de ruído da própria escola, como você qualifica este cômodo?
 Ótimo Bom Ruim Péssimo

12. Existe algum equipamento na sua sala de aula que transmita desconforto?
 Sim Não
 Se sim, qual e por quê?.....

13. Existe alguma interferência externa que cause desconforto no interior da sala?
 Sim Não
 Se sim, o que? (mosquito, odores, etc).....

14. Além dos aspectos perguntados, existe algum que você gostaria de acrescentar?.....

ANEXO 6. TABELA C - REQUISITOS DOS USUÁRIOS

Requirement	Factors
1. Stability	Mechanical resistance to static and dynamic actions, both individually and in combination. Resistance to impacts, intentional and unintentional abuse, accidental actions.
2. Fire safety	Cyclic (fatigue) effects. Risks of outbreak of fire and of spread of fire. Physiological effects (smoke and ventilation). Alarm time (detection and alarm systems). Evacuation time (escape routes). Survival time (fire compartmentation).
3. Safety in use	Safety in respect of aggressive agents (protection against explosions, burning, sharp points and edges, moving mechanisms, electrocution, radioactivity, inhalation or contact with poisonous substances, infection). Safety during movements and circulation (limitation of floor slipperiness, unobstructed passage, guard rails, etc.). Security against human or animal intrusion.
4. Tightness	Water (rain, ground water, drinking water, waste water, etc.). Air, gas. Snow, dust.
5. Hygrothermal	Control of air temperature, thermal radiation, air velocity and relative humidity (limitation of variation in time and in space, response of controls). Control of condensation.
6. Air purity	Ventilation. Control of odours.
7. Acoustical	Control of noise (continuous and intermittent). Intelligibility of sound. Reverberation time.
8. Visual	Provision or control of nature or artificial lighting (required illuminance, freedom from glare, luminance contrast and stability). Sunlight (insolation). Possibility of darkness. Aspect of spaces and surfaces (colour, texture, regularity, flatness, verticality, horizontality, perpendicularity, etc.). Visual contact, internally and with the external world (links and barriers for privacy, freedom from optical distortion).
9. Tactile	Surface properties, roughness, dryness, warmth, suppleness. Freedom from discharges of static electricity.
10. Anthropodynamic	Limitation of whole body accelerations and vibrations (transient and continuous). Pedestrian comfort in windy areas. Ease of movement (slope of ramps, pitch of staircases). Manoeuvrability (operation of doors, windows, controls on equipment, etc.).
11. Hygiene	Facilities for human body care and cleaning. Water supply. Evacuation of waste water, waste materials and smoke.
12. Suitability of spaces for specific uses	Number, size, geometry, subdivision, and interrelation of spaces. Provision of services and equipment. Furnishability, flexibility.
13. Durability	Retention of performance over required service life.
14. Economic	Capital, running and maintenance costs.

ANEXO 7. QUESTIONÁRIOS APLICADOS DEPOIS DA INTERVENÇÃO

QUESTIONÁRIO PARA PROFESSORES E FUNCIONÁRIOS

Marque qual a sua função: Professor

Funcionário

1) Há quanto tempo você usa o edifício da escola?

Anos

Meses

2) Como você acha que ficou a iluminação de seu ambiente de trabalho após a reforma?

Melhorou muito

Melhorou

Permanece a mesma coisa

Piorou

Piorou muito

3) Você acha que houve alguma modificação na temperatura da sua sala após a reforma?

Melhorou muito

Melhorou

Permanece a mesma coisa

Piorou

Piorou muito

4) Quanto à nova aparência interna do edifício, qual sua opinião?

Melhorou muito

Melhorou

Permanece a mesma coisa

Piorou

Piorou muito

5) Quanto à nova aparência externa do edifício, qual sua opinião?

Melhorou muito

Melhorou

Permanece a mesma coisa

Piorou

Piorou muito

6) Quanto ao pátio da escola após a modificação, qual a sua opinião?

Melhorou muito

Melhorou

Permanece a mesma coisa

Piorou

Piorou muito

7) Quanto aos sanitários da escola, qual a sua opinião?

Melhorou muito

Melhorou

Permanece a mesma coisa

Piorou

Piorou muito

8) Quanto à cantina da escola, qual a sua opinião?

Melhorou muito

Melhorou

Permanece a mesma coisa

Piorou

Piorou muito

9) Quanto à cor das paredes, como você acha que está o prédio da escola?

Melhorou muito

Melhorou

Permanece a mesma coisa

Piorou

Piorou muito

10) Você teria mais alguma sugestão de melhoria para ser feita na escola?

Sim

Não

11) Se você respondeu sim para a questão 10, qual seriam as sugestões que gostaria de dar?

ANEXO 8. QUESTIONÁRIOS APLICADOS DEPOIS DA INTERVENÇÃO

QUESTIONÁRIOS PARA ALUNOS

MARQUE COM UM X A MELHOR RESPOSTA PARA VOCÊ

1. Como está a sua escola depois da reforma?

- Muito bonita Bonita Mais ou menos (regular) Feia Muito feia

2. O que você gosta mais na sua escola depois que foi reformada?

- Da sala de aula Da merenda Da professora
 Do pátio Da secretaria

3. Como você se sente na sala de aula depois que a escola foi reformada?

- Muito bem Bem Mais ou menos (regular) Mal Muito mal

4. Como você acha que estão as paredes da sua escola?

- Melhorou muito Melhorou Está a mesma coisa Piorou Piorou muito

5. Como você acha que sua sala é?

- Muito ventilada Ventilada Mais ou menos (regular) Pouco Ventilada Sem ventilação

6. O que você mais gosta no pátio da sua escola?

- Brinquedos Árvores Horta A área coberta

7. O que mais você gostaria que tivesse no pátio da sua escola?

- Uma quadra de esportes Uma piscina Mais brinquedos Outras árvores
 Outros bancos de madeira

8. Você gosta de estudar quando:

- Todas as luzes estão acesas Algumas luzes estão acesas Não tem nenhuma luz acesa
 A porta da sala fica aberta A porta da sala está fechada e as luzes estão apagadas

9. Como você acha que ficou sua sala depois de abrir os buraquinhos na janela?

- Melhorou muito Melhorou Está a mesma coisa Piorou Piorou muito

10. Como você acha que ficaram os banheiros da escola?

- Melhorou muito Melhorou Está a mesma coisa Piorou Piorou muito

11. Como acha que ficou o muro da sua escola quando você olha aqui dentro?

- Muito bonito Bonito Mais ou menos (regular) Feia Muito feia

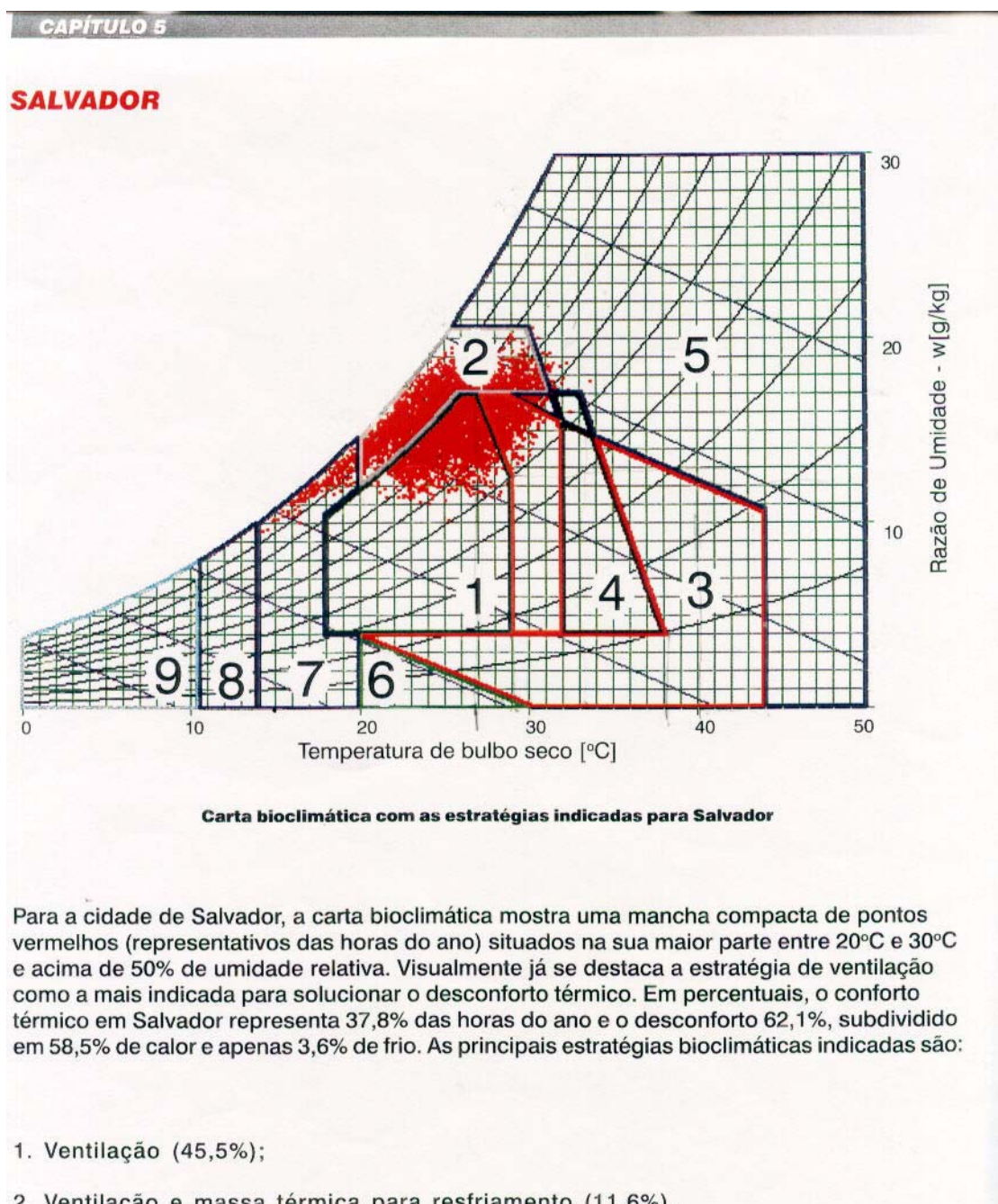
12. Como você acha que ficou o portão da sua escola?

- Melhorou muito Melhorou Está a mesma coisa Piorou Piorou muito

13. Como acha que ficou o muro da sua escola quando você olha lá de fora, na rua?

- Melhorou muito Melhorou Está a mesma coisa Piorou Piorou muito

ANEXO 9. CARTA BIOCLIMÁTICA



ANEXO 10. DADOS DE METABOLISMO - TABELA D - METABOLISMO PARA DIFERENTES ATIVIDADES

Atividade	(Met)	(W/m ²)	Atividade	(Met)	(W/m ²)
1. <u>Repouso</u> •Dormindo •Reclinado •Sentado, quieto •Em pé, sem esforço	0,7 0,8 1,0 1,2	40,7 46,6 58,2 69,8	3.3. Empurrando carrinho em terreno plano, carga de 100 Kgf, velocidade de 4,5 Km/h 3.4. Misturando a argamassa 3.5. Fazendo forma para concretagem 3.6. Concretando fundação 3.7. compactando concreto com vibrador 3.8. Subindo em escada portátil com 70° de inclinação, velocidade de 11,2 m/min •sem carga •com 20 kgf de carga 3.9. Cavando vala	3,9 2,7 3,1 4,7 3,8 5,0 6,2 4,6 a 5,3	230 155 180 275 220 290 360 270 a 310
2. <u>Andando</u> 2.1. Superfície plana e sem carga •2 km/h •3Km/h •4Km/h •5Km/h 2.2. Superfície plana com carga, 4 Km/h •10 Kgf •30 Kgf •50Kgf 2.3. Aclive e sem carga, 3 Km/h •Inclinação 5° •Inclinação 10° •Inclinação 15° Declive e sem carga, 5 Km/h •Inclinação 5° •Inclinação 10° •Inclinação 15° 2.5. Subindo escada, altura do degrau 0,17m •80 degraus por minuto Descendo escada, altura do degrau 0,17m •80 degraus por minuto	1,9 2,4 2,8 3,4 3,2 4,3 6,2 3,3 4,7 6,7 2,2 1,9 2,1 7,6 2,7	110 140 165 200 185 250 360 195 275 390 130 115 120 440 155	4. Serviço de carpintaria 4.1. Serrando manualmente 4.2. Serrando com máquina 4.3. Aplainando manualmente 5. <u>Trabalho em fundição</u> 5.1. Moldagem manual de peças •peças de tamanho pequeno •peças de tamanho médio •usando martelo pneumático 5.2. Limpeza e rebarbação •trabalho com martelo pneumático •esmerilhamento, corte 6. <u>Indústria mecânica</u> 6.1. Trabalho em máquina ferramenta •leve (ajustar, montar) •médio •pesado 6.2. Trabalho com ferramenta manual •leve (polimento leve) •médio (polimento) •pesado (furação pesada)	4,0 a 4,8 1,8 a 2,2 5,6 a 6,4 2,4 4,9 3,0 3,0 3,0 1,7 2,4 3,6 1,7 2,7 3,9	233 a 280 105 a 128 326 a 372 140 285 175 175 175 100 140 210 100 160 230
3. <u>Indústria da construção civil</u> 3.1. Assentamento de tijolos (construindo muro de mesma área) •tijolo sólido (peso de 3,8 Kgf) •tijolo furado (peso de 4,2 Kgf) •bloco furado (peso de 15,3 Kgf) •bloco furado (peso de 23,4 Kgf)	2,6 2,4 2,1 2,3 4,7	150 140 125 135 275	7. <u>Agricultura</u> 7.1. Escavando com pá (24 levantamento/min) 7.2. Cavando com enxada (peso da enxada 1,25 Kgf)	6,5 2,9	380 170

Fonte: Ruas, p.16

ANEXO 11. DADOS DE RESISTÊNCIA TÉRMICA DO VESTUÁRIO

TABELA E - Resistência térmica dos itens de vestuário

Itens do Vestuário	Material de fabricação	Massa (g)	I _{CLU} (clo)
Roupa de baixo			
Sutiã	–	44	0,01
Calcinha	100% nylon	27	0,03
Calcinha e sutiã curtos	nylon	87	0,04
Meia calça	–	39	0,02
Cueca	Poliéster, algodão	66	0,03
Cueca	100% algodão	65	0,04
Ceroula até acima do joelho	lã	137	0,06
Ceroula até abaixo do joelho	algodão	186	0,08
Ceroula até o tornozelo	lã	198	0,12
Baby-doll acima do joelho	nylon	65	0,14
Baby-doll altura do joelho	nylon	82	0,16
Camiseta sem manga	algodão	150	0,06
Camiseta sem manga	poliéster, algodão	106	0,05
Camiseta com manga curta	100% algodão	105	0,08
Camiseta com manga curta	algodão	180	0,10
Camiseta com manga longa	algodão	200	0,12
Camisas, camisetas e blusas			
Camisa com gola, manga larga	100% SEF	–	0,33
Camisa com gola, manga larga	65% poliéster, 35% algodão	–	0,31
Camisa com gola, manga larga	algodão	362	0,33
Camisa com gola, manga larga	algodão	370	0,29
Camisa com gola, manga larga	65% poliéster, 35% algodão	360	0,21
Camisa com gola, manga larga	–	190	0,15
Camisa com gola, manga larga	–	220	0,18
Camisa com gola, manga larga	65% poliéster, 35% algodão	196	0,25
Camisa com gola, manga larga	65% poliéster, 35% algodão	156	0,19
Camisa com gola, manga larga	80% algodão, 20% poliéster	309	0,34
Camisa com gola, manga curta	65% poliéster, 35% algodão	–	0,25
Camisa com gola, manga curta	algodão	284	0,24
Camisa esporte, manga curta	100% algodão	228	0,17
Camisa sem manga, gola canoa	65% poliéster, 35% algodão	113	0,21
Camiseta sem manga	algodão	210	0,18

Fonte: Ruas, p.23

ANEXO 12. DADOS DOS VOTOS MÉDIOS ESTIMADOS

TABELA F -Votos médios Estimados (VME)

Grau de atividade física = 58,2 W/m ² (1 Met)										
Isolamento Térmico Vestimenta clo	Temperatura Ambiente °C	Velocidade Relativa do Ar (m/s)								
		< 0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50
0	26	-1,62	-1,62	-1,96	-2,34					
	27	-1,00	-1,00	-1,36	-1,69					
	28	-0,39	-0,42	-0,76	-1,05					
	29	0,21	0,13	-0,15	-0,39					
	30	0,80	0,68	0,45	0,26					
	31	1,39	1,25	1,08	0,94					
	32	1,96	1,83	1,71	1,61					
	33	2,50	2,41	2,34	2,29					
0,25	24	-1,52	-1,52	-1,80	-2,06	-2,47				
	25	-1,05	-1,05	-1,33	-1,57	-1,94	-2,24	-2,48		
	26	-0,58	-0,61	-0,87	-1,08	-1,41	-1,67	-1,89	-2,66	
	27	-0,12	-0,17	-0,40	-0,58	-0,87	-1,10	-1,29	-1,97	-2,41
	28	0,34	0,27	0,07	-0,09	-0,34	-0,53	-0,70	-1,28	-1,66
	29	0,80	0,71	0,54	0,41	0,20	0,04	-0,10	-0,58	-0,90
	30	1,25	1,15	1,02	0,91	0,74	0,61	0,50	0,11	-0,14
	31	1,71	1,61	1,51	1,43	1,30	1,20	1,12	0,83	0,63
0,50	23	-1,10	-1,10	-1,33	-1,51	-1,78	-1,99	-2,16		
	24	-0,72	-0,74	-0,95	-1,11	-1,36	-1,55	-1,70	-2,22	
	25	-0,34	-0,38	-0,56	-0,71	-0,94	-1,11	-1,25	-1,71	-1,99
	26	0,04	-0,01	-0,18	-0,31	-0,51	-0,66	-0,79	-1,19	-1,44
	27	0,42	0,35	0,20	0,09	-0,08	-0,22	-0,33	-0,68	-0,90
	28	0,80	0,72	0,59	0,49	0,34	0,23	0,14	-0,17	-0,36
	29	1,17	1,08	0,98	0,90	0,77	0,68	0,60	0,34	0,19
	30	1,54	1,45	1,37	1,30	1,20	1,13	1,06	0,86	0,73
0,75	21	-1,11	-1,11	-1,30	-1,44	-1,66	-1,82	-1,95	-2,36	-2,60
	22	-0,79	-0,81	-0,98	-1,11	-1,31	-1,46	-1,58	-1,95	-2,17
	23	-0,47	-0,50	-0,66	-0,78	-0,96	-1,09	-1,20	-1,55	-1,75
	24	-0,15	-0,19	-0,33	-0,44	-0,61	-0,73	-0,83	-1,14	-1,33

Fonte: Ruas, p.45