



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANÁLISE DO ESPAÇO CONSTRUÍDO: UMA APLICAÇÃO  
EM EDIFICAÇÕES ESCOLARES**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UFPE  
PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE  
MODALIDADE MESTRADO PROFISSIONALIZANTE  
POR

**ANTÔNIO ALCÊU CÂMARA JÚNIOR**

Orientadora: Profa. Laura Bezerra Martins, Dra.

RECIFE, JANEIRO/ 2005

**Câmara Júnior, Antônio Alcêu**

**Análise do espaço construído : uma aplicação em edificações escolares / Antônio Alcêu Câmara Júnior. – Recife : O Autor, 2005.**

**xii, 225 folhas : il., tab., fig.**

**Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Engenharia de Produção, 2005.**

**Inclui bibliografia, apêndices e anexos.**

**1. Engenharia de produção – Ergonomia. 2. Espaço construído – Edificações escolares – Necessidades humanas de uso, segurança e conforto – Análise pós-ocupação. 3. Espaço existente – Lei de uso e ocupação do solo e lei de edificações e instalações – Análise comparativa. I. Título.**

**65.015  
620.82**

**CDU (2.ed.)  
CDD (22.ed.)**

**UFPE  
BC2004-125**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA  
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE  
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE DE

**ANTÔNIO ALCÊU CÂMARA JÚNIOR**

***“Análise do Espaço Construído:  
Uma Aplicação em Edificações Escolares”.***

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GERÊNCIA DA PRODUÇÃO

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o candidato ANTÔNIO ALCÊU CÂMARA JÚNIOR **APROVADO.**

Recife, 31 de janeiro de 2005.

Profª. LAURA BEZERRA MARTINS, Doutor (UFPE)

Prof. MARCELO MARCIO SOARES, PhD (UFPE)

Prof. MAURÍCIO ROCHA DE CARVALHO, Doutor (UFPE)

A esta vitória dedico a **DEUS**,  
sempre presente em minha vida.

Aos meus pais, **Antônio** e **Alba**,  
por acreditarem em mim e  
incentivarem os meus sonhos.

A minha amada **Marta**, esposa e  
companheira, que muito me  
estimulou e apoiou em todas as  
horas.

## **AGRADECIMENTOS**

À professora Laura Bezerra Martins, minha orientadora, pela ajuda, paciência e confiança depositada em mim durante esta dissertação.

Aos professores Marcelo Márcio Soares e Maurício Rocha de Carvalho por participarem da banca e terem contribuído para o melhoramento deste trabalho.

Ao meu irmão, Sandro Sérgio, pessoa muito especial, com quem sempre posso contar.

À professora Denise, pelo esclarecimento, compreensão e confiança depositada em mim durante todo o processo de desenvolvimento do mestrado.

Ao trio, mais que atenciosas, Ivani, Juliani e Jane, pela colaboração, atenção e dedicação a todos os alunos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

A UFPE e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção que, no cumprimento de seu papel social na construção do conhecimento e da pesquisa, deu-me oportunidade de desenvolver este trabalho.

## RESUMO

Nesta dissertação, busca-se analisar os ambientes da escola visando a um maior conforto e segurança apresentando dimensionamento adequado para atividades escolares. Enquadra-se no campo de estudo na área da ergonomia, com interface homem-ambiente ou Ergonomia do ambiente construído com ênfase na utilização de APO (Análise Pós Ocupação) e na metodologia da Ergonomia e qualidade da escola pública, além das normas existentes, como ferramenta de avaliação capaz de subsidiar informações que deverá contribuir na análise/aprimoramento de normas e estabelecer em diretrizes para futuras intervenções/projetos das edificações escolares.

Estudaram-se as normas existentes, os fatores de conforto, iluminação, acústica, segurança, acessibilidade, entre outros, verificado em três estudos de caso em escolas estaduais na cidade do Recife. Foi escolhida uma escola de pequeno, médio e grande porte, para análise de seus ambientes segundo a visão do usuário e do ponto de vista técnico, baseado nas normas existentes.

Foi gerado um diagnóstico identificando os principais problemas existentes nas edificações escolares do ponto de vista do usuário e feitas algumas análises técnicas de cada um dos ambientes da escola, dando ênfase para as salas de aula, pois nelas se encontra a maioria dos usuários deste edifício. Alguns resultados, como o de subdimensionamento do ambiente, gerando acúmulo de funções nos espaços, poderiam ser evitados na hora do projeto, se houvesse disponibilidade dos fatores ergonômicos que há por trás de cada ambiente.

## **ABSTRACT**

In this study, we have analyzed school environments aiming at a bigger comfort and security providing an environment with the sizing adjusted for pertaining to school activities. The field of study is ergonomics, with interface man-environment or Ergonomics of the environment constructed with emphasis in the use of APO - Análise Pós Ocupação (Post Occupation Analysis) and in the methodology of the Ergonomics and quality of the public school, beyond the existing norms, as a tool of evaluation capable to subsidize information that will have to contribute in the enhancing of norms and to establish guide lines for future interventions and projects of the school facilities.

The existing norms had been studied, beyond the factors of comfort, illumination, acoustics, security, accessibility, among others, verified in three studies of case in state schools in the city of Recife. Schools of small, average and great sizes were chosen, and their environments were analyzed according to the point of view of the user and the one based on the existing norms.

A diagnosis was generated identifying the main existing problems in the constructions pertaining to school of the point of view of the user and made some analyses techniques of each one of environments of the school, giving emphasis for the classrooms, therefore it is in that if they find the majority of the users of this building. Some results, as of the bad projecting of the environment generating an accumulation of functions in the spaces, could be prevented in the hour of the project, if we had knowledge of the ergonomic factors.

# SUMÁRIO

|           |                                                      |           |
|-----------|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>  | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                              | <b>1</b>  |
| 1.1       | APRESENTAÇÃO DO TEMA .....                           | 1         |
| 1.2       | DELIMITAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO .....                | 2         |
| 1.3       | OBJETIVOS.....                                       | 4         |
| 1.3.1     | <i>Objetivo geral</i> .....                          | 4         |
| 1.3.2     | <i>Objetivos específicos</i> .....                   | 4         |
| 1.4       | JUSTIFICATIVA.....                                   | 5         |
| 1.5       | RESUMO DOS CAPÍTULOS.....                            | 5         |
| <b>2</b>  | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>                    | <b>8</b>  |
| 2.1       | ERGONOMIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO .....               | 8         |
| 2.1.1     | <i>Integração Homem-Ambiente</i> .....               | 8         |
| 2.1.2     | <i>Acessibilidade</i> .....                          | 10        |
| 2.1.3     | <i>Segurança</i> .....                               | 13        |
| 2.1.4     | <i>Conforto ambiental</i> .....                      | 16        |
| 2.1.4.1   | Conforto térmico .....                               | 17        |
| 2.1.4.2   | Iluminação .....                                     | 22        |
| 2.1.4.2.1 | Métodos dos Lumens.....                              | 25        |
| 2.1.4.3   | Acústica .....                                       | 30        |
| 2.1.4.4   | Ventilação.....                                      | 33        |
| 2.1.5     | <i>Influência das cores</i> .....                    | 39        |
| 2.2       | CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES DE ENSINO .....          | 44        |
| 2.2.1     | <i>Segmentos de ensino</i> .....                     | 44        |
| 2.2.2     | <i>Os usuários</i> .....                             | 47        |
| 2.2.3     | <i>Estrutura funcional do edifício escolar</i> ..... | 48        |
| 2.3       | CARACTERIZAÇÃO DOS AMBIENTES.....                    | 49        |
| 2.3.1     | <i>Diretrizes gerais</i> .....                       | 49        |
| 2.3.2     | <i>Modulação dos ambientes</i> .....                 | 50        |
| 2.3.3     | <i>Pré-dimensionamento dos ambientes</i> .....       | 50        |
| 2.3.4     | <i>Especificações dos ambientes</i> .....            | 57        |
| 2.3.5     | <i>Acessibilidade às edificações escolares</i> ..... | 66        |
| 2.4       | ASPECTOS LEGAIS.....                                 | 93        |
| 2.5       | CONSIDERAÇÕES .....                                  | 95        |
| <b>3</b>  | <b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>             | <b>96</b> |
| 3.1       | ANÁLISE PÓS-OCUPAÇÃO (APO) .....                     | 96        |
| 3.2       | ERGONOMIA E QUALIDADE DA ESCOLA PÚBLICA .....        | 99        |
| 3.3       | CONSIDERAÇÕES .....                                  | 101       |
| 3.4       | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS ADOTADOS .....           | 103       |
| 3.4.1     | <i>Pré-teste</i> .....                               | 103       |
| 3.4.2     | <i>Coleta de dados</i> .....                         | 104       |
| 3.4.3     | <i>Diagnóstico (Resultados e Discussão)</i> .....    | 110       |
| 3.4.4     | <i>Conclusões e recomendações</i> .....              | 110       |
| 3.5       | DEFINIÇÃO DA AMOSTRA .....                           | 111       |
| 3.5.1     | <i>Amplitude do Universo</i> .....                   | 111       |
| 3.5.2     | <i>Nível de confiança estabelecido</i> .....         | 112       |

|          |                                                                |            |
|----------|----------------------------------------------------------------|------------|
| 3.5.3    | <i>Erro Máximo Permitido</i> .....                             | 112        |
| 3.5.4    | <i>Porcentagem com que o Fenômeno se Verifica</i> .....        | 112        |
| 3.5.5    | <i>Cálculo do tamanho da Amostra</i> .....                     | 113        |
| <b>4</b> | <b>ESTUDO DE CASO</b> .....                                    | <b>115</b> |
| 4.1      | CONTEXTUALIZAÇÃO .....                                         | 115        |
| 4.2      | RESULTADOS .....                                               | 117        |
| 4.2.1    | <i>Escola 1</i> .....                                          | 117        |
| 4.2.1.1  | Resultados do levantamento técnico .....                       | 117        |
| 4.2.1.2  | Resultados do questionário.....                                | 133        |
| 4.2.1.3  | Discussões .....                                               | 136        |
| 4.2.2    | <i>Escola 2</i> .....                                          | 139        |
| 4.2.2.1  | Resultados do levantamento técnico .....                       | 139        |
| 4.2.2.2  | Resultados do questionário.....                                | 154        |
| 4.2.2.3  | Discussões .....                                               | 157        |
| 4.2.3    | <i>Escola 3</i> .....                                          | 162        |
| 4.2.3.1  | Resultados do levantamento técnico .....                       | 162        |
| 4.2.3.2  | Resultados do questionário.....                                | 179        |
| 4.2.3.3  | Discussões .....                                               | 182        |
| 4.3      | CONSIDERAÇÕES .....                                            | 185        |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS</b> ..... | <b>187</b> |
|          | <b>BIBLIOGRAFIA</b> .....                                      | <b>191</b> |
|          | <b>ANEXOS</b> .....                                            | <b>196</b> |
|          | <b>APÊNDICES</b> .....                                         | <b>210</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Figura 2.1 - Trocas higrótérmicas entre o homem e seu entorno</i> .....                                                                                       | 19 |
| <i>Figura 2.2- Gráfico Climatológico – Recife 1961-1990.</i> .....                                                                                               | 20 |
| <i>Figura 2.3 - Sistema de iluminação típicos em áreas de trabalho</i> .....                                                                                     | 24 |
| <i>Figura 2.4 - Posicionamento das luminárias</i> .....                                                                                                          | 24 |
| <i>Figura 2.5 - Perfil de propagação da luz natural que penetra pelas janelas</i> .....                                                                          | 25 |
| <i>Figura 2.6 - Luminária TMS 500 Philips com uma lâmpada.</i> .....                                                                                             | 26 |
| <i>Figura 2.7 - O padrão do vento pode ser alterado pela organização urbana. O resultado pode piorar as condições climáticas se causar zonas de calma.</i> ..... | 34 |
| <i>Figura 2.8 - Exemplo de influência favorável à ventilação que a vegetação pode propiciar.</i> .....                                                           | 34 |
| <i>Figura 2.9 - Eliminação do calor da insolação sobre as coberturas</i> .....                                                                                   | 37 |
| <i>Figura 2.10 - Fluxo de ar através de ambientes que dispõem de aberturas opostas (corte).</i> .....                                                            | 38 |
| <i>Figura 2.11 - Cores primárias (cores- pigmento).</i> .....                                                                                                    | 40 |
| <i>Figura 2.12 - Cores primárias (cores-luz).</i> .....                                                                                                          | 40 |
| <i>Figura 2.13 - Cores secundárias.</i> .....                                                                                                                    | 41 |
| <i>Figura 2.14 - Circulo de cores. As cores diametralmente opostas são complementares entre si.</i> .....                                                        | 41 |
| <i>Figura 2.15 - A Lavadeira – Hugo Espíritu Escobar</i> .....                                                                                                   | 42 |
| <i>Figura 2.16 – As cores “modificando” os ambientes.</i> .....                                                                                                  | 44 |
| <i>Figura 2.17 – Estrutura Funcional do Edifício Escolar - Relação entre conjuntos e usuários.</i> .....                                                         | 49 |
| <i>Figura 2.18 - Dimensões do módulo de referência (M.R.).</i> .....                                                                                             | 67 |
| <i>Figura 2.19 – Áreas de transferência para bacia sanitária.</i> .....                                                                                          | 68 |
| <i>Figura 2.20 - Bacia sanitária - Barras de apoio lateral e fundo.</i> .....                                                                                    | 69 |
| <i>Figura 2.21 – Bacia sanitária – Exemplo de barra de apoio lateral com fixação na parede de fundo.</i> .....                                                   | 69 |
| <i>Figura 2.22 – Bacia sanitária com caixa acoplada.</i> .....                                                                                                   | 69 |
| <i>Figura 2.23 – Barras de apoio (dimensões em centímetros).</i> .....                                                                                           | 70 |
| <i>Figura 2.24 - Adequação de altura da bacia sanitária suspensa.</i> .....                                                                                      | 70 |
| <i>Figura 2.25 - Adequação de altura da bacia sanitária alongada.</i> .....                                                                                      | 71 |
| <i>Figura 2.26 - Adequação de altura da bacia sanitária com sóculo.</i> .....                                                                                    | 71 |
| <i>Figura 2.27 - Altura de acionamento da descarga.</i> .....                                                                                                    | 71 |
| <i>Figura 2.28 - Boxe para bacia sanitária - Transferência lateral – Exemplo.</i> .....                                                                          | 72 |
| <i>Figura 2.29 - Boxe para bacia sanitária — Reformas — Área de manobra externa — Exemplo.</i> .....                                                             | 72 |
| <i>Figura 2.30 - Área de aproximação para P.M.R.</i> .....                                                                                                       | 72 |
| <i>Figura 2.31 - Área de aproximação para P.C.R.</i> .....                                                                                                       | 73 |
| <i>Figura 2.32 - Mictórios - Exemplos.</i> .....                                                                                                                 | 73 |
| <i>Figura 2.33 - Área de aproximação para P.M.R.</i> .....                                                                                                       | 73 |
| <i>Figura 2.34 - Área de aproximação para P.C.R.</i> .....                                                                                                       | 74 |
| <i>Figura 2.35 - Exemplos de instalação de barras junto ao lavatório.</i> .....                                                                                  | 74 |
| <i>Figura 2.36 - Lavatórios embutidos em bancadas — Exemplo.</i> .....                                                                                           | 74 |
| <i>Figura 2.37 - Área de transferência para boxe de chuveiro — Exemplo.</i> .....                                                                                | 75 |
| <i>Figura 2.38 - Boxe para chuveiro com barras vertical e horizontal – Exemplo.</i> .....                                                                        | 76 |
| <i>Figura 2.39 – Boxe para chuveiro com barra de apoio em L - Exemplo.</i> .....                                                                                 | 76 |
| <i>Figura 2.40 – Perspectiva do boxe com as barras de apoio.</i> .....                                                                                           | 76 |
| <i>Figura 2.41 - Acessórios junto ao lavatório — Exemplo.</i> .....                                                                                              | 77 |
| <i>Figura 2.42 - Alcance manual frontal com superfície de trabalho - Pessoa em cadeira de rodas.</i> .....                                                       | 77 |
| <i>Figura 2.43 - Alcance manual frontal – Pessoa em pé.</i> .....                                                                                                | 78 |
| <i>Figura 2.44 - Acessórios sanitários — Espelhos.</i> .....                                                                                                     | 78 |
| <i>Figura 2.45 – Papeleiras.</i> .....                                                                                                                           | 79 |
| <i>Figura 2.46 – Portas com revestimento e puxador horizontal – Exemplo.</i> .....                                                                               | 80 |
| <i>Figura 2.47 – Aproximação bebedouro — Exemplo.</i> .....                                                                                                      | 80 |
| <i>Figura 2.48 – Aproximação mesa — Exemplo.</i> .....                                                                                                           | 81 |
| <i>Figura 2.49 – Largura para deslocamento em linha reta.</i> .....                                                                                              | 81 |
| <i>Figura 2.50 – Área para manobra sem deslocamento.</i> .....                                                                                                   | 82 |
| <i>Figura 2.51 - Área para manobra de cadeiras de rodas com deslocamento.</i> .....                                                                              | 82 |
| <i>Figura 2.52 - Transposição de obstáculos isolados.</i> .....                                                                                                  | 83 |
| <i>Figura 2.53 – Empunhadura.</i> .....                                                                                                                          | 83 |
| <i>Figura 2.54 - Comandos e controles.</i> .....                                                                                                                 | 84 |
| <i>Figura 2.55 - Ângulo visual - Plano vertical.</i> .....                                                                                                       | 84 |
| <i>Figura 2.56 – Ângulo visual – Plano horizontal.</i> .....                                                                                                     | 85 |

|                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 2.57 - Cones visuais da pessoa em pé — Exemplo.....                                           | 85  |
| Figura 2.58 - Cones visuais da pessoa sentada — Exemplo.....                                         | 86  |
| Figura 2.59 - Cones visuais da pessoa em cadeira de rodas – Exemplo.....                             | 86  |
| Figura 2.60 – Banco – Exemplo.....                                                                   | 87  |
| Figura 2.61 - Mesa - Exemplo.....                                                                    | 87  |
| Figura 2.62- Balcão — Exemplo.....                                                                   | 88  |
| Figura 2.63 - Altura dos corrimãos em rampas e escadas – Exemplos.....                               | 88  |
| Figura 2.64- Prolongamento do corrimão - Exemplos.....                                               | 89  |
| Figura 2.65- Corrimãos laterais em escadas – Exemplos.....                                           | 89  |
| Figura 2.66- Corrimão intermediário.....                                                             | 90  |
| Figura 2.67- Dimensionamento de rampas – Exemplo.....                                                | 90  |
| Figura 2.68 - Inclinação transversal e largura de rampas – Exemplo.....                              | 91  |
| Figura 2.69 - Patamares das rampas – Exemplo.....                                                    | 92  |
| Figura 2.70 - Altura e largura do degrau (dimensões em centímetros).....                             | 92  |
| Figura 2.71 - Símbolo internacional de acesso.....                                                   | 94  |
| Figura 2.72 - Símbolo internacional de acesso — Proporções.....                                      | 94  |
| Figura 3.1 – Fluxograma da metodologia APO.....                                                      | 96  |
| Tabela 3.2 – Índice de qualidade percebida para o item Ambiente Térmico.....                         | 100 |
| Tabela 3.3 – Índice de qualidade percebida para o item Ambiente Térmico.....                         | 101 |
| Figura 3.4 – IQPEC – Usuários (adaptado).....                                                        | 107 |
| Figura 4.1 - Zonas de Urbanização da cidade do Recife (adaptado).....                                | 116 |
| Figura 4.2 – Escola 1, planta baixa do térreo (2004).....                                            | 118 |
| Figura 4.3 – Local para lixo – Escola 1.....                                                         | 120 |
| Figura 4.4 – Programa e Estrutura funcional do edifício escolar 1.....                               | 121 |
| Figura 4.5 – Sobreposição de usos – Diretoria.....                                                   | 123 |
| Figura 4.6 - Sobreposição de usos – BWC alunas.....                                                  | 124 |
| Figura 4.7 - Sobreposição de usos - BWC alunos.....                                                  | 124 |
| Figura 4.8 – Acesso de uma das salas de aula – Degrau de 35cm de altura.....                         | 125 |
| Figura 4.9 – Pequenos obstáculos de acesso – Sala de informática.....                                | 125 |
| Figura 4.10 – Pequenos obstáculos de acesso – Sala de aula e recreio coberto.....                    | 125 |
| Figura 4.11 - Acesso principal sem rebaixo na calçada – Escola 1.....                                | 126 |
| Figura 4.12 – Circulação externa – Escola 1.....                                                     | 126 |
| Figura 4.13 – Sala dos professores.....                                                              | 127 |
| Figura 4.14 – Telefone público – Sala dos professores.....                                           | 127 |
| Figura 4.15 – Recreio coberto – Bebedouro e caixa de distribuição geral de energia.....              | 128 |
| Figura 4.16 – Piso com pouca abrasão – Cozinha.....                                                  | 128 |
| Figura 4.17 - Sala de informática.....                                                               | 129 |
| Figura 4.18 - Furos na cobertura - Recreio coberto.....                                              | 129 |
| Figura 4.19 – Exemplo de dano e pichação – Escola 1.....                                             | 130 |
| Figura 4.20 – Saída para ventilação e iluminação das salas de aula.....                              | 131 |
| Figura 4.21 – Necessidade de ventiladores – Sala do diretor.....                                     | 131 |
| Figura 4.22 – Posicionamento correto das lâmpadas na sala 7.....                                     | 132 |
| Figura 4.23 – Improvisação da sinalização com papel.....                                             | 133 |
| Figura 4.24 - Sinalização dos banheiros em cima da porta.....                                        | 133 |
| Figura 4.25 - Escola 1, IQPEC em relação aos usuários.....                                           | 134 |
| Figura 4.26 - GIP dos usuários – Escola 1.....                                                       | 135 |
| Figura 4.27 - Frequência de utilização nas horas de lazer (alunos) – Escola 1.....                   | 136 |
| Figura 4.28 – Circulação externa a edificação escolar 1.....                                         | 136 |
| Figura 4.29 – Detalhe do acesso à sala de aula 6.....                                                | 137 |
| Figura 4.30 – Abertura da grande no sentido do fluxo de fuga do ambiente.....                        | 138 |
| Figura 4.31 – Programa e estrutura funcional do edifício escolar 2.....                              | 140 |
| Figura 4.32 – Local para lixo – Escola 2.....                                                        | 142 |
| Figura 4.33 - Estreitamento da circulação em função da estrutura do pilar lançado na circulação..... | 146 |
| Figura 4.34 – Lançamento correto dos pilares nas circulações.....                                    | 146 |
| Figura 4.35 – Rampa com inclinação acima da recomendada.....                                         | 146 |
| Figura 4.36 - Calçada não adaptada para acesso de pessoas com necessidades especiais.....            | 147 |
| Figura 4.37 – Barreira de acessibilidade na entrada social.....                                      | 147 |
| Figura 4.38 – Sala dos professores – Escola 2.....                                                   | 148 |
| Figura 4.39 - Localização dos bebedouros.....                                                        | 148 |
| Figura 4.40 - Acesso ao palco do recreio coberto.....                                                | 149 |

|                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 4.41 – Detalhe do palco no recreio coberto.....                                                       | 149 |
| Figura 4.42 – Cerâmica padrão utilizada nas salas de aula – Escola 2.....                                    | 150 |
| Figura 4.43 - Ato ilícito de pichação - Escola 2.....                                                        | 150 |
| Figura 4.44 - Quadra da escola e estacionamento - Escola 2.....                                              | 151 |
| Figura 4.45 - Instalação elétrica exposta.....                                                               | 151 |
| Figura 4.46 - Piso da circulação muito elevado e rampa sem corrimãos.....                                    | 151 |
| Figura 4.47 – Pátio interno com proteção natural de radiação.....                                            | 152 |
| Figura 4.48 – Pátio interno com radiação solar direta.....                                                   | 152 |
| Figura 4.49 - Luminária da sala de aula 1 - Escola 2.....                                                    | 153 |
| Figura 4.50 - Luminárias da sala de aula 12 - Escola 2.....                                                  | 154 |
| Figura 4.51 - Escola 2, IQPEC em relação aos usuários.....                                                   | 155 |
| Figura 4.52 - Escola 2, GIP – Usuários.....                                                                  | 156 |
| Figura 4.53 - Escola 2, frequência de utilização nas horas de lazer (alunos).....                            | 157 |
| Figura 4.54 - Sala de xadrez - Escola 2.....                                                                 | 158 |
| Figura 4.55 – Circulação não suficiente – Escola 2.....                                                      | 158 |
| Figura 4.56 – Bom recuo da edificação e grandes árvores, proporcionando um bom isolamento da edificação..... | 159 |
| Figura 4.57 – Visão geral BWC – Alunos.....                                                                  | 160 |
| Figura 4.58 - Abertura BWC - Alunos.....                                                                     | 160 |
| Figura 4.59 - Box de um dos banheiros.....                                                                   | 160 |
| Figura 4.60 – WBC adaptado – Escola 2.....                                                                   | 161 |
| Figura 4.61 - Lavatório dos alunos - Escola 2.....                                                           | 161 |
| Figura 4.62 - Programa e estrutura funcional do edifício escolar 3.....                                      | 163 |
| Figura 4.63 – Acesso ao estacionamento/ espaço para lixo - Escola 3.....                                     | 165 |
| Figura 4.64 – Sala da diretora/ vice-diretora – Escola 3.....                                                | 170 |
| Figura 4.65 - Sala da coordenação - Escola 3.....                                                            | 170 |
| Figura 4.66 – Corredores – Escola 3.....                                                                     | 171 |
| Figura 4.67 - Rampa com inclinação acima na norma - Escola 3.....                                            | 171 |
| Figura 4.68 – Acesso principal, início da rampa – Escola 3.....                                              | 172 |
| Figura 4.69 – Chegada a entrada principal da escola 3.....                                                   | 172 |
| Figura 4.70 - Sala dos professores - Escola 3.....                                                           | 173 |
| Figura 4.71 - Bebedouros junto ao BWC dos funcionários - Recreio coberto da escola 3.....                    | 173 |
| Figura 4.72 – Altura da circulação – Escola 3.....                                                           | 173 |
| Figura 4.73 – Altura do interruptor (1,25m) - Escola 3.....                                                  | 174 |
| Figura 4.74 - Ato de pichação - Escola 3.....                                                                | 175 |
| Figura 4.75 – Ato de pichação e dano no BWC - escola 3.....                                                  | 175 |
| Figura 4.76 – Instalações elétricas adaptadas na secretaria – Escola 3.....                                  | 175 |
| Figura 4.77 – As “esquadrias” (brises) da sala 30 – Escola 3.....                                            | 176 |
| Figura 4.78 – Ventiladores nas salas de aula – Escola 3.....                                                 | 176 |
| Figura 4.79 - Falta de manutenção dos ventiladores - Escola 3.....                                           | 177 |
| Figura 4.80 - Luminária da sala de aula 1 - Escola 3.....                                                    | 178 |
| Figura 4.81 - Luminárias da sala de aula 14 - Escola 3.....                                                  | 178 |
| Figura 4.82 - Sala de informática - Escola 3.....                                                            | 179 |
| Figura 4.83 - Escola 3, IQPEC em relação aos usuários.....                                                   | 180 |
| Figura 4.84 - Escola 2, GIP – Usuários.....                                                                  | 181 |
| Figura 4.85 - Escola 3, frequência de utilização nas horas de lazer (alunos).....                            | 181 |
| Figura 4.86 – Sala de xadrez/ video – Escola 3.....                                                          | 182 |
| Figura 4.87 – Mau conservação dos sanitários – Escola 3.....                                                 | 183 |
| Figura 4.88 – Abertura para ventilação dos sanitários – Alunos.....                                          | 183 |
| Figura 4.89 - Entrada principal - Escola 3.....                                                              | 184 |
| Figura 4.90 – Arborização - (A)Pátio interno e (B)Entre a sala e o muro.....                                 | 184 |
| Figura 0.1 - Dimensionamento Recomendado.....                                                                | 200 |
| Figura 0.2 – Visibilidade e acústica.....                                                                    | 200 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Tabela 1.1 – Número de estabelecimentos no Brasil, Pernambuco e Recife (Fundamental e Médio)</i> .....                         | 3   |
| <i>Tabela 1.2 – Número de estabelecimentos educacionais do Estado e Municipal do Recife (Fundamental e Médio)</i> .....           | 3   |
| <i>Tabela 2.1 - Calor cedido ao ambiente (W), segundo a atividade desenvolvida pelo indivíduo</i> .....                           | 17  |
| <i>Tabela 2.2 - Diagrama do conforto térmico</i> .....                                                                            | 19  |
| <i>Tabela 2.3 - Fator de utilização luminária TMS 500 com uma lâmpada de fluorescente de 40W</i> .....                            | 27  |
| <i>Tabela 2.4 - Fator de utilização para luminárias TMS 500 com duas lâmpadas fluorescentes de 40W</i> .....                      | 27  |
| <i>Tabela 2.5 – Principais características da fluorescente tubular comum</i> .....                                                | 29  |
| <i>Tabela 2.6 - Níveis sonoros para tráfego urbano</i> .....                                                                      | 31  |
| <i>Tabela 2.7 - Nível de critérios de avaliação para ambientes externos, em dB</i> .....                                          | 32  |
| <i>Tabela 2.8 - Valores dos níveis para conforto acústico dB</i> .....                                                            | 32  |
| <i>Tabela 2.9 - Tabela com a velocidade do ar interno como uma porcentagem da velocidade externa do ar</i> .....                  | 39  |
| <i>Tabela 2.10 – Conjuntos funcionais de um edifício escolar</i> .....                                                            | 48  |
| <i>Tabela 2.11 - Áreas admissíveis para cada ambiente</i> .....                                                                   | 51  |
| <i>Tabela 2.12 - Instalações sanitárias mínimas obrigatórias</i> .....                                                            | 52  |
| <i>Tabela 2.13 - Número de peças sanitárias em relação ao número de alunos</i> .....                                              | 54  |
| <i>Tabela 2.14 - Número de peças sanitárias em relação ao número de funcionários</i> .....                                        | 55  |
| <i>Tabela 2.15- Instalações e equipamentos de apoio</i> .....                                                                     | 55  |
| <i>Tabela 2.16 - Número de peças sanitárias em relação ao número de aluno de educação física</i> .....                            | 56  |
| <i>Tabela 3.1 – Tabela para se chegar ao IQPEC (adaptado)</i> .....                                                               | 106 |
| <i>Tabela 3.2 – Grau de Importância Percebida (GIP) – Usuários (Adaptado)</i> .....                                               | 108 |
| <i>Tabela 3.3 – Grau de Importância Percebida (GIP) – Usuários (adaptado)</i> .....                                               | 109 |
| <i>Tabela 4.1 – Análise das áreas – Escola 1</i> .....                                                                            | 122 |
| <i>Tabela 4.2 - Análise das áreas – Escola 2</i> .....                                                                            | 143 |
| <i>Tabela 4.3 - Análise das áreas – Escola 3</i> .....                                                                            | 166 |
| <i>Tabela 0.1 – Valores médios de reflexão para materiais ou cores</i> .....                                                      | 199 |
| <i>Tabela 0.2 - Unidades Urbanas por bairros componentes*</i> .....                                                               | 201 |
| <i>Tabela 0.3 - Condições de ocupação e aproveitamento do solo nas zonas de urbanização e nas zonas especiais de centro</i> ..... | 204 |
| <i>Tabela 0.4 – Requisitos de estacionamento para usos e atividades urbanas</i> .....                                             | 206 |
| <i>Tabela 0.5 – Dimensionamento da circulação em função do tipo de estacionamento</i> .....                                       | 207 |
| <i>Tabela 6 - Variação do conforto térmico no 1º Quadrimestre – Recife 1961-1990</i> .....                                        | 210 |
| <i>Tabela 7 - Variação do conforto térmico no 2º Quadrimestre – Recife 1961-1990</i> .....                                        | 210 |
| <i>Tabela 8 - Variação do conforto térmico no 3º Quadrimestre – Recife 1961-1990</i> .....                                        | 210 |

## **1 INTRODUÇÃO**

### **1.1 Apresentação do tema**

O homem urbano, segundo Ornstein (1996), passa cerca de 80% do seu tempo nas edificações. Logo, os ambientes devem atender no mínimo às necessidades humanas de: USO, CONFORTO e SEGURANÇA. Assim, as edificações escolares passam a ter um papel preponderante aos estudantes e funcionários.

Segundo Ornstein (1992), todo e qualquer produto colocado em uso, nos países desenvolvidos, inclusive o ambiente construído, passa por um processo que implica obrigatoriamente em mecanismos de controle de qualidade, tendo em vista o atendimento das necessidades de seus usuários. No Brasil, ao contrário, tem-se a repetição sucessiva de diversos produtos pouco satisfatórios para o usuário, em especial se destacando aqueles que se constituem em uma monumental massa construída de edificações públicas e privada, colocada em uso nos últimos 40 anos, sem um controle efetivo da qualidade ou avaliações de seu desempenho.

A edificação escolar passa a ter um papel importante dentro das edificações construídas, pelo número de escolas existentes em nosso país. Além disso, essa edificação se destaca por proporcionar um ambiente que favoreça a função produtora e transmissora de conhecimento, proporcionando aos alunos o desenvolvimento de suas potencialidades. Dessa forma, todo equipamento escolar deve ser cuidadosamente planejado, respeitando todos os princípios inerentes ao seu funcionamento, já que este espaço é o elemento básico e constitutivo da aprendizagem.

Para podermos encontrar um caminho que diminua os problemas encontrados nas edificações escolares, é importante avaliar o seu desempenho.

No caso belga, segundo Motteau (1987) Apud Ornstein (1992), a maior parte das patologias surgidas no decorrer do uso do edifício são provenientes da fase anterior ao uso, ou seja, da fase de produção do edifício, principalmente em três etapas, o projeto com 46% das patologias, seguido da construção com 20% e dos materiais adotados com 11,9%. Ainda segundo Ornstein (1992), sabe-se que, observadas proporções um pouco distintas, o projeto, no caso brasileiro, também é fonte de parcela significativa de deficiências de desempenho do edifício.

Todavia, a ausência de pesquisas avaliativas sistemáticas dos ambientes construtivos em uso faz com que exista um distanciamento enorme entre causas e conseqüências, perdendo-se, portanto, o controle global da qualidade do processo.

O foco deste trabalho está direcionado a fazer uma avaliação sobre problemática dos projetos de espaços escolares construídos e da adequação destes a realização das atividades a que se destinam, tanto do ponto de vista técnico, através das normas e recomendações existentes, quanto do ponto de vista do usuário, através dos questionários, partindo da hipótese de que no projeto pode estar a origem da maioria das patologias nos edifícios escolares.

O campo de estudo da proposta se insere na área da ergonomia com interface homem-ambiente ou Ergonomia do ambiente construído (Hendrick, 1991 apud Moraes & Mont'Alvão, 2000), com ênfase na utilização de APO (Análise Pós Ocupação) juntamente com a ergonomia e qualidade da escola pública, como ferramentas de avaliação capaz de subsidiar informações úteis na análise/aprimoramento de normas e criar diretrizes para futuras intervenções/projetos das edificações escolares.

## **1.2 Delimitação do objeto de estudo**

Segundo o INEP/MEC (2003), no Brasil há 169.075 estabelecimentos de ensino fundamental e 23.118 estabelecimentos de ensino médio. Distribuídas pelas cinco regiões do nosso país. Em relação aos estabelecimentos de ensino fundamental, 48% estão no Nordeste, 22% no Sudeste, 14% no Norte, 11% no Sul e 5% no Centro-Oeste. Já em relação aos estabelecimentos de ensino médio, 43% estão no Sudeste, 27% no Nordeste, 15% no Sul, 8% no Centro-Oeste e 7% no Norte.

Estes estabelecimentos estão distribuídos entre as redes de ensino privado e público (federal, estadual e municipal). Em relação ao Brasil, 89% dos estabelecimentos de ensino fundamental são públicos e 11% são privados, mas, no ensino médio, 70% são públicos e 30% são privados.

Em Pernambuco, 82% dos estabelecimentos de ensino fundamental são públicos e 18% são privados, mas, no ensino médio, 73% são públicos e 27% são privados. Especificamente em Recife, esta relação entre a rede de ensino privado e público muda um pouco, já que 55% dos estabelecimentos de ensino fundamental são privados e 45% são públicos, porém, no nível médio, 55% são públicos e 45% são privados.

Assim, em Pernambuco estão 10.455 estabelecimentos do ensino fundamental e 1.237 em relação ao ensino médio, isto é, 6,18% dos estabelecimentos do ensino fundamental do Brasil estão em Pernambuco, bem como 5,35% dos estabelecimentos do ensino médio; é verificado que estes estabelecimentos estão distribuídos entre as redes de ensino público (federal, estadual e municipal) e particular (ver tabela 1.1).

Tabela 1.1 – Número de estabelecimentos no Brasil, Pernambuco e Recife (Fundamental e Médio)

Fonte: INEP/ MEC (2003)

| Rede de Ensino | Brasil      |        | Pernambuco  |       | Recife      |       |
|----------------|-------------|--------|-------------|-------|-------------|-------|
|                | Fundamental | Médio  | Fundamental | Médio | Fundamental | Médio |
| Federal        | 42          | 159    | 3           | 9     | 2           | 3     |
| Estadual       | 31.821      | 15.163 | 1.046       | 794   | 182         | 122   |
| Municipal      | 118.105     | 939    | 7.513       | 101   | 232         | 2     |
| Privada        | 19.107      | 6.857  | 1.893       | 333   | 500         | 103   |
| Total          | 169.075     | 23.118 | 10.455      | 1.237 | 916         | 230   |

Na tabela 1.1, está nas redes de ensino municipal e estadual a maior concentração e estabelecimentos de ensino público em Recife.

O objeto de estudo desta pesquisa consta das escolas de ensino fundamental e médio de Pernambuco, localizadas no município de Recife e que pertençam às redes de ensino estadual e municipal (ver tabela 1.2). Dessa forma, as escolas selecionadas são aquelas que possuem os dois níveis de ensino simultaneamente (fundamental e médio), totalizando 57 escolas localizadas na rede estadual de ensino, pois das escolas municipais nenhuma existe em Recife que possua o nível de ensino fundamental e médio (1ª à 8ª série/ 1º ao 3º ano).

Com isso, a população estudada é de 57 escolas da rede estadual de ensino, localizadas em Pernambuco, no município do Recife, que possuem o nível de ensino fundamental(1ª à 8ª série) e médio(1º ao 3º ano) simultaneamente. Essas foram divididas em três grupos em relação ao seu porte: pequeno, médio e grande. A pesquisa apresenta uma escola de cada porte para fazer um estudo de caso.

Tabela 1.2 – Número de estabelecimentos educacionais do Estado e Municipal do Recife (Fundamental e Médio)

Fonte: INEP/ MEC (2003)

| Rede de Ensino | Recife      |       | Recife               |                     |
|----------------|-------------|-------|----------------------|---------------------|
|                | Fundamental | Médio | Fundamental ou Médio | Fundamental e Médio |
| Estadual       | 182         | 122   | 196                  | 57                  |
| Municipal      | 232         | 2     | 222                  | 0                   |
| Total          | 414         | 124   | 418                  | 57                  |

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo geral

O objetivo da pesquisa é fazer uma análise ergonômica do ambiente construído a partir da Avaliação Pós-Ocupação (APO), da metodologia da ergonomia e qualidade da escola pública e dos parâmetros das normas e legislações, visando à elaboração de instrumentos de avaliação e análise das deficiências de desempenho do edifício.

Tudo isso contribuirá para subsidiar informações que deverão contribuir na análise/aprimoramento de normas e estabelecer referências para futuras intervenções/projetos das edificações escolares. Servindo assim, para consulta de estudantes ou profissionais de arquitetura, engenharia, ergonomia, design e áreas afins.

### 1.3.2 Objetivos específicos

Com o intuito de alcançar a proposta acima, os objetivos específicos deste trabalho de dissertação são:

- Determinar uma tabela que relacione as áreas dos ambientes, as áreas de abertura de ventilação e iluminação recomendada pela Lei nº16.292 de 29.01.1997 sobre Edificações e Instalações na Cidade do Recife e verificar se as edificações escolares se utilizaram destes requerimentos projetuais a partir da relação do projeto ideal e do projeto executado no espaço escolar (idealizado/ realidade);
- Identificar as questões prioritárias dentro de cada edificação escolar estudada em relação ao conforto ambiental a partir dos usuários;
- Aferir através do método dos Lumens se a iluminação artificial está apropriada ou não para o ambiente, especificamente a sala de aula (nas escolas que serão estudadas há aula no período noturno). Esta iluminação tem de atender aos requisitos luminotécnicos para esse ambiente.
- Realizar análise das edificações escolares, confrontando os dados encontrados junto ao levantamento técnico com os dados levantados juntos aos usuários, considerando questões relacionadas à segurança, ao desenho universal<sup>1</sup>, à acessibilidade, ao conforto ambiental e ao bem-estar dos usuários para que haja um bom desenvolvimento do ensino/aprendizagem.

---

<sup>1</sup> Segundo Ubierna (2001), o Design Universal está associado ao projeto de uma ampla categoria de produtos, concebidos para ser utilizados pelo maior número de pessoas possíveis.

## 1.4 Justificativa

Todas as transformações ocorridas na pedagogia, nas ciências humanas e na arquitetura contemporânea contribuíram para a integração dos espaços físicos das escolas no processo pedagógico (Lopes, 1996). A construção de informações sobre as edificações escolares baseadas num levantamento técnico, e este, fundamentados na avaliação do(s) sistema(s) construtivo(s), na avaliação funcional, na avaliação energética e do conforto ambiental. Este levantamento técnico confrontado com a avaliação da satisfação dos usuários deve revelar uma melhor concepção na elaboração de projetos e/ou futuras intervenções nestes espaços.

Objetivando identificar o desempenho das edificações após o decurso de algum tempo de uso, são desenvolvidas metodologias para APO (Avaliação Pós-Ocupação) que buscam contemplar a edificação sob diversos enfoques.

“Para os diversos problemas detectados em trabalhos de APO, em conjuntos habitacionais, verifica-se que os moradores desses edifícios buscam invariavelmente uma solução, tentando corrigir falhas técnicas ou promover ampliações, pela inadequação da habitação às aspirações mínimas dos habitantes.” (Villarouco, 2001).

Segundo Romero & Ornstein (2003), a um estudo aplicado a 364 salas de aulas verificou que 70% delas estavam com orientações inadequadas, gerando assim desconforto aos seus usuários.

Configura-se desse modo, a necessidade dos estudos e pesquisas sobre esse tema, pois reduzirá em muito os erros cometidos na elaboração de projetos e nas intervenções. Favorecerá assim os aspectos referentes à acessibilidade, layout, segurança, conforto ambiental, entre outros, tornando possível à criação e correção dos problemas identificados nas edificações, proporcionando ambientes mais adequados para seus usuários e também mais condizentes com a proposta para que haja um bom desenvolvimento do ensino/ aprendizagem.

## 1.5 Resumo dos Capítulos

Esta dissertação se divide em 5 capítulos, brevemente descritos a seguir:

*Capítulo 2 – Fundamentação teórica.* Neste capítulo, procura-se abranger os pontos mais importantes que vão servir de subsídio para uma análise do ambiente construído, como a integração do homem-ambiente, a acessibilidade, a segurança, o conforto ambiental (conforto térmico, iluminação, acústica e ventilação) e a influência das cores. Além disso, busca-se caracterizar as unidades de ensino, em relação ao segmento de ensino, os usuários, a estrutura funcional do edifício escolar, a caracterização e as especificações para cada um dos

ambientes. E por fim, mostraremos aspectos legais relevantes para a construção de edificações escolares em Recife encontrados dentro da Lei nº 16.176/ 96, de 09/04/96 de Uso e ocupação do Solo da Cidade do Recife – atualizada em 30/01/1997 e a Lei nº 16.292 de 29/01/1997 sobre Edificações e Instalações na Cidade do Recife.

Capítulo 3 – Procedimentos metodológicos. Neste capítulo, iremos apresentar duas metodologias que servirão como base para se desenvolver um procedimento metodológico que será utilizado na pesquisa.

A primeira metodologia é a análise pós-ocupação que, segundo Ornstein (1992), é uma das metodologias correntes de avaliação de desempenho de ambientes construídos. A segunda metodologia, conforme Gonçalves & Fidelis (1998), é de avaliar a Escola Pública segundo a percepção dos usuários, levando em consideração as condições ergonômicas do trabalho e da qualidade do serviço prestado. Posteriormente, faremos algumas considerações sobre essas duas metodologias e organizaremos o procedimento metodológico que será utilizado nesta pesquisa.

Capítulo 4 – Estudo de caso. Neste capítulo, iremos aplicar os procedimentos metodológicos, comentados no capítulo anterior, em três escolas estaduais em Recife, cujo objetivo é aplicar os conhecimentos ergonômicos no ambiente construído, analisando a edificação escolar como um todo, enfocando o ponto de vista técnico e do usuário.

As três escolas representando uma de porte pequeno, médio e grande, respectivamente são:

- Escola Estadual Nossa Senhora de Fátima (21 turmas), no Bairro da Guabiraba;
- Escola Estadual Professor Olívio Montenegro (34 turmas), no Bairro da Encruzilhada;
- Escola Professor Jordão Emereciano (95 turmas), no Bairro do Ibura 3, a maior escola do Estado de Pernambuco, tanto em relação ao espaço físico como em número de alunos.

Além disso, expõe-se todas as análises e discussões realizadas nestas três escolas buscando a melhoria das condições específicas do trabalho do ser humano visando atender no mínimo às necessidades humanas de: uso, conforto e segurança.

Capítulo 5 – Conclusões e recomendações para futuras pesquisas. Neste capítulo, apresenta-se uma lista de recomendações dos principais resultados encontrados nesta pesquisa. Procurou-se fazer uma avaliação sobre problemática dos projetos de espaços escolares construídos e da adequação destes a realização das atividades a que se destinam, tanto do ponto de vista técnico, através das normas e recomendações existentes, quanto do

ponto de vista do usuário, através dos questionários, partindo da hipótese de que no projeto pode estar à origem da maioria das patologias nos edifícios escolares.

Por fim, como forma de complementação desta pesquisa, foram sugeridas algumas recomendações para futuros trabalhos.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste capítulo, procura-se abranger os pontos mais importantes que vão servir de subsídio para uma análise do ambiente construído, mostrando dados importantes para esta pesquisa. Assim, buscamos conceituar a edificação escolar e seus ambientes dentro de um enfoque ergonômico tratando da integração homem-ambiente, mostrando aspectos importantes em relação à acessibilidade, conforto térmico, iluminação e acústica, além de mostrar a influência das cores sobre o estado emocional, a produtividade e a qualidade do trabalho.

Em relação às edificações escolares, procuramos caracterizá-las mostrando os tipos de segmentos existentes, quais os seus usuários e principalmente mostrando uma estrutura funcional do edifício. Após isso, caracterizamos os ambientes mostrando suas diretrizes gerais, expondo alguns pré-dimensionamentos importantes e considerações específicas de cada ambiente. Além disso, com base na NBR 9050/ 2004, buscamos apresentar os dimensionamentos para a acessibilidade às edificações escolares.

Dessa forma, para concluir, falaremos dos aspectos legais para a construção de escolas, mostrando os itens mais relevantes para um bom projeto e / ou intervenção.

No final deste capítulo, faremos algumas considerações em relação aos tópicos abordados, mostrando, dentro dos tópicos apresentados, as partes mais importantes para o trabalho.

### **2.1 Ergonomia do Ambiente Construído**

#### **2.1.1 Integração Homem-Ambiente**

A escola, por se tratar de um dos equipamentos públicos mais abertos e interativos com o cotidiano da cidade, deve ser tratada não só como um estabelecimento público ou privado onde se ministra, sistematicamente, ensino coletivo, mas como um local em que crianças e adolescentes sejam permanentemente estimulados para o aprendizado.

“Neste contexto, a figura tradicional do professor, depositário do conhecimento, tendo os alunos como platéia passiva no ambiente de uma sala de aula convencional programada para aulas expositivas, está sofrendo mudanças rapidamente. Por outro lado, a perspectiva de atuação do profissional do futuro é a de um indivíduo capaz de interagir em grupo. O mercado buscará, cada vez mais, profissionais capazes de atuar em equipe e preocupados com a qualidade. A escola desempenhará papel fundamental na formação deste indivíduo participativo e cooperativo.” (Lopes, 1996). Como vimos, esta nova escola passará a ser um

espaço aglutinador e interativo, onde se possam realizar trabalhos em grupo, buscar informações em meios visuais, microcomputadores interligados a redes, centros de pesquisa, bibliotecas, universidades e outras escolas do mundo inteiro.

Segundo o estudo desenvolvido pelo IBAM (Instituto Brasileiro de Administração Municipal, Rio de Janeiro), CPU (Centro de Estudos e Pesquisa Urbanas), PCRJ (Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro) e SMU (Secretaria Municipal de Urbanismo.), a arquitetura da escola deve permitir flexibilidade para absorver mudanças físicas e transformações em seus ambientes. Espaços abertos e generosos, que não interponham dificuldades à organização de grupos de trabalho e permitam a utilização de equipamentos de áudio, vídeo e computação.

É bem verdade que a nossa realidade impede que façamos a modificação da escola no mesmo ritmo dos acontecimentos. Exemplo: se há um grupo de alunos que se interessa por xadrez, logo a escola precisará de um espaço para esse tipo de atividade, até mesmo porque os edifícios tendem a durar mais que os processos que lhes dão origem, além do que, nem sempre dispomos de espaços projetados para serem uma escola, e sim, de um local adaptado para este fim.

A escola por ser um dos equipamentos públicos mais abertos e interativos com o cotidiano da cidade, deve, portanto, oferecer aos seus usuários áreas de convívio, que devem potencializar o imaginário, o lúdico, o artístico, o afetivo e o cognitivo.

Segundo Faria (2000), o espaço físico de uma escola não deve resumir-se ao seu tamanho, ele precisa tornar-se um ambiente moldável, melhorando as condições de vida de todos os envolvidos e atendendo às exigências individuais e coletivas.

A partir do exposto, é levantada uma série de implicações essenciais para que essa edificação possua ambientes construídos que devem atender, no mínimo, às necessidades humanas de uso, conforto e segurança, já que “o homem urbano passa 80% de seu tempo no interior das edificações<sup>2</sup>”. (Ornstein, 1996).

E o que isso tem a ver com ergonomia? E o que é ergonomia? O neologismo ergonomia compreende os termos gregos ergo (trabalho) e nomos (normas, regras). Entretanto, a etimologia do vocábulo não define precisamente o seu significado. Segundo Moraes & Mont’Alvão (2000), a origem do termo ergonomia remonta a 1857, quando o polonês W. Jastrzebowski deu como título para uma de suas obras: *Esboço da Ergonomia ou ciência do trabalho baseado sobre as verdadeiras avaliações das ciências da natureza*. Porém, o termo ergonomia é utilizado pela primeira vez, como campo do saber específico, como objeto

---

<sup>2</sup> Segundo o vídeo Arquitetura Escolar produzido pela FAUUSP (1996).

próprio e objetivos particulares, pelo psicólogo inglês K. F. Hywell Muffel, no dia 8 de julho de 1949, quando pesquisadores resolveram formar uma sociedade para o estudo dos seres humanos no seu ambiente de trabalho – a Ergonomic Research Society. Nessa data, em Oxford, criou-se a primeira sociedade de Ergonomia, que congregava psicólogos, fisiologistas e engenheiros ingleses – pesquisadores interessados nas questões relacionadas à adaptação do trabalho ao homem.

No entanto, Moraes & Mont’Alvão (2000) definem a Ergonomia como uma tecnologia projetual das comunicações entre homem e máquina, trabalho e ambiente. Como prática, segundo os autores, a Ergonomia compreende a aplicação de tecnologia da interface homem-sistema a projeto ou modificações de sistemas para aumentar a segurança, conforto e eficiência do sistema e da qualidade de vida.

“Um sistema homem-máquina significa que o homem e a máquina têm uma relação recíproca um com o outro”. (Grandjean Apud Moraes & Mont’Alvão, 2000).

Dessa forma, a escola passa a ter um papel importante dentro da Ergonomia do ambiente construído a ser estudado, pois é nela que os indivíduos passam boa parte de nossas vidas. Com isso, todo edifício escolar deve ser cuidadosamente planejado, respeitando todos os princípios inerentes ao seu funcionamento, tanto para a elaboração do projeto/intervenção de uma escola, a fim de que todos que estejam envolvidos nesse sistema combinem numa perspectiva de satisfazer “os objetivos práticos da ergonomia que são os requisitos humanos de segurança, conforto e bem-estar”(Iida, 2001).

### 2.1.2 Acessibilidade

“Deve-se assegurar a melhoria da infra-estrutura física das escolas, generalizando inclusive as condições para a utilização das tecnologias educacionais em multimídia, contemplando-se desde a construção física, com adaptações adequadas a portadores de necessidades especiais, até os espaços especializados de atividades artístico-culturais, esportivas, recreativas e a adequação de equipamentos.” (Diretrizes da LEI N° 010172 , DE 9 DE JANEIRO DE 2001).

Segundo Souza (1996), a construção de uma sociedade, para todos, é, antes de tudo, compreender que as diferenças entre cada um de nós não podem servir para segregar e excluir, mas para nos tornar solidários e tolerantes, de modo que possamos banir a arrogância e a indiferença e para sepultarmos a hipocrisia alimentada pela racionalidade de um mundo que globaliza a exclusão e a miséria.

Como afirma a ABNT/ NBR-9050 (2004), as barreiras humanas, sociais e arquitetônicas segregam os indivíduos portadores de deficiências, impondo-lhes restrições ao exercício de uma cidadania plena e de uma vida mais digna e participativa.

Cada um de nós para poder ter acesso a alguma coisa, seja ela o que for, precisa vencer barreiras. Essas barreiras tanto podem ser visíveis quanto invisíveis. Segundo Prado (1997), as barreiras visíveis são os impedimentos concretos, como a falta de acessibilidade a alguma edificação por falta de rampas; as invisíveis fazem parte de como as pessoas são vistas na sociedade; a eliminação das barreiras visíveis colabora para a diminuição das barreiras invisíveis.

“Acessibilidade é a possibilidade de acesso a um lugar. A acessibilidade (...) influencia fortemente sobre os níveis de valores essenciais/fundamentais (...). A formação que mais satisfaz é aquela na qual podemos ponderar as acessibilidades por diferentes tipos de oportunidades (emprego, locais de compra, locais de lazer, etc.)” (Choay, 1996 apud Corde, 1998).

Segundo o PLANO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (LEI Nº 010172, DE 9 DE JANEIRO DE 2001), o conhecimento da realidade é ainda bastante precário, porque não dispomos de estatísticas completas nem sobre o número de pessoas com necessidades especiais nem sobre o atendimento que essas pessoas recebem. Foi somente a partir do ano 2000 que o Censo Demográfico forneceu dados mais precisos, que permitiram análises mais profundas da realidade desses indivíduos.

Segundo o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2000), em torno de 14,5% da população do Brasil são portadoras de necessidades especiais. Essas podem ser de diversas ordens - visuais, auditivas, físicas, mentais, múltiplas, distúrbios de conduta e também superdotação ou altas habilidades. Isso representa cerca de 24,6 milhões de pessoas que se declararam portadoras de necessidades especiais. Entre elas, 19,8 milhões estavam nas zonas urbanas, e 4,8 milhões, nas zonas rurais em 2000.

Os números de matrícula de portadores de necessidades especiais, nos estabelecimentos escolares, são tão baixos que não permitem qualquer confronto o contingente total das pessoas que se enquadram nessa categoria. Em 2003, havia 358.898 alunos, distribuídos da seguinte forma: 58,8% com problemas mentais; 15,2%, com deficiências múltiplas; 10,1%, com problemas de audição; 2,6% de visão; 3,5%, com problemas físicos; 3,0%, de conduta. Apenas 0,2% com altas habilidades ou eram superdotados e 6,6% recebiam "outro tipo de atendimento"(Sinopse Estatística da Educação Básica/Censo Escolar 2003, do MEC/INEP).

No ano de 2003, o Censo Escolar verificou que nos 5.560 municípios brasileiros há 55.265.848 matrículas na Educação Básica. Dessas matrículas, somente 0,65% são matrículas de alunos portadores de necessidades educativas especiais. As diferenças regionais são grandes. No Nordeste, estão matriculados 17,3% destes alunos de necessidades especiais; no Norte, estão matriculados 6,1%; no Sudeste, estão matriculados 45,2%; no Sul, estão matriculados 24% e no Centro-Oeste, estão matriculados 7,4%.

No Norte, destacando-se pelo baixo número de alunos matriculados com necessidades especiais, Roraima com 0,1% das matrículas. É no Pará que se encontra o maior número de matrículas, com 2,5% das matrículas.

No Nordeste, destacando-se pelo baixo número de alunos matriculados com necessidades especiais, Alagoas com 0,5% das matrículas. É em Pernambuco que se encontra o maior número de matrículas, com 4,6% das matrículas.

No Sul, destacando-se pelo “baixo” número de alunos matriculados com necessidades especiais, Santa Catarina com 4,3% das matrículas. É no Paraná que se encontra o maior número de matrículas, com 13% das matrículas.

No Sudeste, destacando-se pelo “baixo” número de alunos matriculados com necessidades especiais, Espírito Santo com 2,6% das matrículas. É em São Paulo que se observa o mais alto percentual do Brasil, com 20,1% das matrículas.

No Centro-Oeste, destacando-se pelo “baixo” número de alunos matriculados com necessidades especiais, Mato Grosso do Sul com 1,6% das matrículas. É em Goiás que se encontra o maior número de matrículas, com 1,9% das matrículas.

Entre as esferas administrativas, 34,48% dos estabelecimentos de educação especial em 2003 eram estaduais; 35,18%, municipais; 30,3%, particulares e 0,04%, federais. Como os estabelecimentos são de diferentes tamanhos, as matrículas apresentam alguma variação nessa distribuição: 61,3% são da iniciativa privada; 21,2%, estaduais; 17,3%, municipais e 0,2%, federais. Nota-se que o atendimento particular, nele incluído o oferecido por entidades filantrópicas, é responsável por quase metade de toda a educação especial no País. Dadas as discrepâncias regionais e a insignificante atuação federal, há necessidade de uma atuação mais incisiva da União nessa área.

Dessa forma, segundo Barros (1999), um bom projeto arquitetônico passa a ter uma fundamental importância na construção de uma sociedade inclusiva, seguindo o conceito de acessibilidade para todos como condição para boa qualidade de vida. A acessibilidade na escola começa a partir do entorno próximo a ela e se estende aos espaços internos de transição

e percursos entre os diversos ambientes do edifício escolar (Lopes, 1996). Tudo isso, levando em consideração o acesso universal, além de atender às recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que busca estabelecer critérios e parâmetros técnicos mínimos de qualidade e conforto no que se refere ao requisito de acessibilidade descrito na NBR 9050/2004.

### 2.1.3 Segurança

Qualquer que seja a localização da escola e a sua dimensão, é necessário solucionar os riscos de segurança possíveis e elaborar planos de atuação a serem adotados em caso de necessidades (Santos, 2000).

O Ministério Público é a instituição que tem a função constitucional de defender a ordem jurídica, o regime democrático e os interesses sociais e individuais indisponíveis. Dentre esses interesses sociais, está o direito à segurança, previsto nos artigos 5º e 6º da Constituição Federal. Por outro lado, cabe ao Ministério Público o dever de zelar pelo efetivo respeito dos serviços de relevância pública aos direitos garantidos na Constituição Federal.

É notório o crescimento da violência na sociedade, e isso se reflete no ambiente escolar, onde os malefícios são ainda maiores por envolverem indivíduos em formação. E é em relação à manutenção, preservação e formação dos indivíduos dentro das edificações escolares que esta “violência da sociedade” se transforma, dentro das escolas, em degradação do ambiente e serve de mau exemplo para os alunos.

O Ministério Público do Distrito Federal, com o objetivo de orientar a comunidade escolar quanto aos procedimentos que devem ser adotados em casos de crimes, contravenções e atos infracionais ocorridos na escola ou no perímetro escolar instituiu uma Comissão de Segurança Escolar (2002). Essa iniciativa visa a estudar a situação no Distrito Federal e propor ao Poder Público medidas de prevenção e combate a violência através da elaboração de uma cartilha.

É importante deixarmos claro o que são crimes, contravenções e atos infracionários. Segundo essa cartilha:

- Crimes são condutas ilícitas descritas nas legislações penais como tais e praticadas por pessoas que possuem ao menos 18 anos de idade.
- Contravenções são ilícitos menos graves que os crimes. Para ambos os ilícitos (crimes e contravenções), a legislação indica quais são as penas aplicáveis em caso de condenação.

Segundo esta cartilha (Comissão de Segurança Escolar, 2002), para efeitos penais e considerado criança toda pessoa até 12 (doze) anos de idade incompletos e adolescente toda pessoa entre 12 (doze) e 18 (dezoito) anos de idade incompletos. Pessoa com idade de 18 anos ou mais é considerada maior. Exemplo: Um estudante de 18 anos, sem porte de arma, que entra na escola na posse de um revólver calibre 38 comete o crime previsto no art. 10, caput, da Lei 9437/97: “portar arma de fogo sem autorização legal ou regulamentar”.

- Os atos infracionais são as condutas praticadas por crianças ou adolescentes e que estão descritas nas legislações penais como crimes ou contravenções. Exemplo: Um estudante de 16 anos é encontrado com pequena quantidade de “maconha” dentro da sala de aula. Trazer consigo, para uso próprio, substância entorpecente é crime previsto no art. 16 da Lei 6.368/76 (Lei de Tóxicos). Portanto, a conduta que ele praticou é descrita como crime. No entanto, como se trata de pessoa menor de dezoito anos, ele cometeu ato infracional e não crime.

Os ilícitos compreendem crimes, contravenções e atos infracionais. Os atos infracionais são os crimes e contravenções cometidos por crianças e adolescentes. Segundo a cartilha publicada pela Comissão de Segurança Escolar, os ilícitos mais comuns na escola são o dano, a pichação, o porte de armas, uso de entorpecentes, o tráfico de entorpecentes, a ameaça, a lesão corporal, a rixa, o ato obsceno, a corrupção de menores, o atentado violento ao pudor e o estupro. As penalidades para esses atos infracionais, encontram-se no anexo 1 deste trabalho.

As contravenções penais que mais se verificam em escolas são importunação ofensiva ao pudor, embriaguez e omissão de comunicação de crime. As penalidades para essas contravenções se encontram no anexo 1 deste trabalho.

“O direito à segurança, de caráter coletivo, sendo mais amplo, sobrepõe-se aos direitos individuais que porventura estiverem em conflito com ele. Tais direitos individuais devem, portanto, ser respeitados na medida em que não interfiram na realização dos procedimentos de segurança da coletividade.” (COMISSÃO DE SEGURANÇA ESCOLAR DO MINISTÉRIO PÚBLICO DO DISTRITO FEDERAL E TERRITÓRIOS, 2002).

Cuidar da segurança na escola também é dar atenção à edificação escolar quanto aos itens de segurança, pois as suas condições físicas em relação ao estado de conservação, iluminação, temperatura, nível de ruído, cores, etc. Tudo isso, caso receba a devida atenção, colabora para ocorrência de acidentes.

É importante a necessidade de haver nas escolas palestras e sinalizações que informem como o público deve usar os equipamentos existentes no local e como se comportar em caso de emergência, indicando rotas de fuga, o uso de extintor, entre outros. “É desejável que situações de risco nunca ocorram, mas ninguém pode garantir que elas não venham a acontecer, do mesmo modo ninguém pode ter a certeza de se esta ou aquela escola está isenta de riscos. Isso significa que devemos prevêê-las todas, embora as hierarquizando. Isto é, qualquer que seja a localização da escola e a sua dimensão é necessário equacionar os riscos de segurança possíveis e elaborar planos de atuação a adaptar em caso de necessidade.” (Santos, 2000).

Com isso, Santos (2000) propõe três condições fundamentais que podem oferecer riscos em uma escola.

- Primeiro problema são algumas construções escolares apresentam um estado de degradação tal que constituem um risco permanente para a segurança física, como exemplo, tetos que ameaçam desabar; telhados que não resistem a uma chuva mais intensa; instalações elétricas precárias ou deterioradas. Vez por outra, a televisão chama a nossa atenção para um desses casos e é bem provável que outros não cheguem à televisão.
- Segundo problema é quem controla o acesso a esses edifícios? Em alguns casos, ninguém, ao que parece. Em muitos outros esse controle é precário. O acesso de estranhos à edificação escolar tanto pode trazer risco à integridade física dos alunos como à de quem trabalha na escola. É importante observar que a falta de controle de acesso pode favorecer a furtos e depredações ao patrimônio escolar.
- Terceiro ponto é a acessibilidade na concepção dos edifícios escolares. Segundo Santos (2000), quase todos foram desenhados por alguém que imagina os alunos sentados nas suas carteiras, seguindo mais ou menos atentamente as explicações dos professores. A maior parte do tempo é isso que acontece. Mas basta assistir à entrada e saída das aulas em muitas escolas para perceber o que poderia acontecer numa situação de emergência. Frequentemente os corredores são demasiado estreitos; as escadarias que ligam os vários pisos constituem pontos de estrangulamento; as saídas para o exterior são insuficientes. Infelizmente, tudo isto só é lembrado após passarmos por uma situação de emergência.

Segundo Cortez (2002), os mais importantes materiais estruturais da edificação devem ser resistentes ao fogo. Para se definir a quantidade, a localização e a sinalização dos equipamentos de combate a incêndio, basta verificar as normas do Corpo de Bombeiros local. De uma maneira geral, é importante cumprir algumas recomendações quando da elaboração do projeto, de forma a garantir a segurança do edifício escolar contra incêndio e pânico, a saber:

- Prever um extintor CO<sub>2</sub> na casa de bambas, pois é sufocante, esfria e elimina o oxigênio. Atinge de 1,00m a 3,00m com jato intermitente.
- Prever extintores de pó químico seco junto à cozinha, ao refeitório e aos quadros de luz e força. Também é sufocante e elimina o oxigênio, porém, atinge de 3,00 a 6,00m com jato intermitente.
- Os locais destinados a reuniões com área superior a 100,00m<sup>2</sup> devem ser dotados de mais de uma porta de saída no sentido de escape.

Um aspecto importante a observar são as portas de acesso. Segundo o Art. 175 do CÓDIGO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO (1996), as portas das saídas de emergência e as portas das salas e compartimentos com capacidade acima de 50 (cinquenta) pessoas, e em comunicação com os acessos, devem abrir no sentido de trânsito de saída. Ao abrir, não poderão diminuir a largura efetiva dos acessos para valores menores do que a largura mínima exigida. Será que esta norma é seguida nas edificações escolares? Isso irá ser visto em nossa pesquisa mais adiante.

Como se pode observar, não só a violência prejudica a qualidade do ensino e aumenta a evasão escolar como também a falta de uma estrutura física pode trazer danos não só para o aprendizado dos alunos como causar marcas para o resto de sua vida.

#### 2.1.4 Conforto ambiental

Segundo Iida (2001), uma grande fonte de tensão no trabalho são as condições ambientais desfavoráveis, como excesso de calor, ruídos e vibrações. Esses fatores causam desconforto, aumentam o risco de acidentes e podem provocar danos consideráveis à saúde.

“Para cada uma das variáveis ambientais, há certas características que são mais prejudiciais ao trabalho. Cabe ao projetista conhecer essas limitações e, na medida do possível, tomar as providências necessárias para manter os trabalhadores fora desta faixa de risco.” (Iida, 2001).

Segundo Ornstein (1992), o conforto ambiental pode ser avaliado quanto ao conforto térmico, quanto à iluminação, quanto à acústica e quanto à ventilação.

## 2.1.4.1 Conforto térmico

O sucesso do funcionamento dos organismos vivos depende do seu relacionamento com o ambiente externo. Há duas classes de organismos: os pecilotérmicos e os homeotérmicos. Os primeiros não controlam sua temperatura (ex. os insetos, répteis, peixes, entre outros). Já os segundos mantêm sua temperatura interna relativamente constante por mecanismos fisiológicos de acordo com a produção e perda de calor metabólico.

“O homem é um animal homeotérmico. Seu organismo é mantido a uma temperatura interna sensivelmente constante. Essa temperatura é da ordem 37°C, com limites muito estreitos (entre 36,1°C e 37,2°C), sendo 32°C o limite inferior e 42°C o limite superior para sobrevivência, em estado de enfermidade.” (Frota & Schiffer, 2000).

Segundo Frota & Schiffer (2000), a “máquina humana” tem um rendimento muito baixo, pois, da energia produzida pelo metabolismo humano, cerca de 80% se transforma em calor, que deve ser dissipado para que o organismo seja mantido em equilíbrio. É claro que tanto o calor produzido como o dissipado dependem da atividade que o indivíduo desenvolve (ver tabela 2.1).

Tabela 2.1 - Calor cedido ao ambiente ( $W$ ), segundo a atividade desenvolvida pelo indivíduo.

Fonte: Frota & Schiffer (2000)

| Atividade                       | Calor Metabólico | Calor Sensível | Calor Latente |
|---------------------------------|------------------|----------------|---------------|
| durante o sono (basal)          | 80               | 40             | 40            |
| sentado, em repouso             | 115              | 63             | 52            |
| em pé, em repouso               | 120              | 63             | 57            |
| sentado, cosendo à mão          | 130              | 65             | 65            |
| escritório (atividade moderada) | 140              | 65             | 75            |
| em pé, trabalho leve            | 145              | 65             | 80            |
| datilografando rápido           | 160              | 65             | 95            |
| lavando pratos                  | 175              | 65             | 110           |
| confeccionando calçados         | 190              | 65             | 125           |
| andando                         | 220              | 75             | 145           |
| trabalho leve, em bancada       | 255              | 80             | 175           |
| garçom                          | 290              | 95             | 195           |
| descendo escada                 | 420              | 140            | 280           |
| serrando madeira                | 520              | 175            | 345           |
| nadando                         | 580              | —              | —             |
| subindo escada                  | 1280             | —              | —             |
| esforço máximo                  | 870 a 1400       | —              | —             |

A definição de conforto térmico é bastante difícil, segundo Frota & Schiffer (2000), pois, além dos fatores físicos, envolve uma gama de fatores pessoais que tornam sua definição bastante subjetiva. Dessa forma, o conforto térmico pode ser visto e analisado sob dois pontos de vista: pessoal ou ambiental. Se formos considerar apenas o ponto de vista pessoal, define-se conforto térmico como sendo uma condição mental que expresse

satisfação com o ambiente térmico. O ambiente térmico pode ser definido como o conjunto das variáveis térmicas ou meteorológicas do local em questão, que influenciam as trocas de calor entre o meio e o organismo humano, sendo assim um fator que intervém de forma direta ou indireta na saúde e bem estar dos indivíduos e na realização das suas tarefas diárias. Do ponto de vista físico, confortável é o ambiente cujas condições permitam a manutenção da temperatura interna sem a necessidade de serem acionados os mecanismos termo-reguladores, ou seja, é necessário que o organismo humano se encontre em balanço térmico com o meio ambiente.

Sendo a pele o principal órgão termorregulador do organismo humano, é através dela que se realizam as trocas de calor. A temperatura da pele é regulada pelo fluxo sanguíneo que a percorre. Ao sentir desconforto térmico, o primeiro mecanismo fisiológico a ser ativado é a regulação vasomotora do fluxo sanguíneo da camada periférica do corpo, a camada subcutânea, através da vasodilatação ou vasoconstrição, reduzindo ou aumentando a resistência térmica dessa camada subcutânea. Outro mecanismo de termorregulação da pele é a transpiração ativa, que tem início quando as perdas por convecção e radiação, somadas às perdas por perspiração insensível, são inferiores às perdas necessárias à termorregulação. A transpiração ativa se faz por meio das glândulas sudoríparas. Os limites da transpiração são as perdas de sais minerais e a fadiga destas glândulas sudoríparas.

Os primeiros estudos acerca do conforto térmico datam do início do século passado. Esses estudos tinham o objetivo principal de avaliar de que maneira as condições termohigrométricas afetavam o rendimento do trabalho. As condições de conforto térmico são funções da atividade desenvolvida pelo indivíduo, da sua vestimenta e das variáveis ambientais que proporcionam as trocas de calor entre o corpo e o ambiente.

Assim, o conforto higrotérmico é obtido sempre que o indivíduo consegue manter, através das trocas higrotérmicas (Fig. 2.1), um equilíbrio entre seu corpo (que está em torno de  $36,7^{\circ}\text{C}$  – valor entre  $36,1^{\circ}\text{C}$  e  $37,2^{\circ}\text{C}$ ) e o entorno.

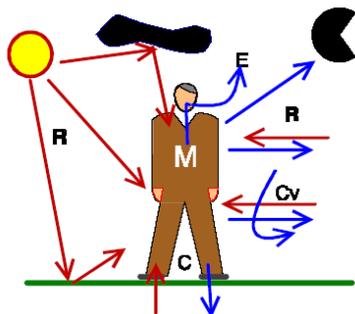


Figura 2.1 - Trocas higróticas entre o homem e seu entorno

Fonte: Krause (2004)

**M** - metabolismo, ou a produção de calor interno do corpo.

**R** - trocas por radiação. Entre o Sol e o corpo, entre o corpo e a abóbada celeste, entre o corpo e os demais corpos (paredes, etc.)

**C** - trocas por condução, contato. Entre o corpo e toda superfície em que ele toca.

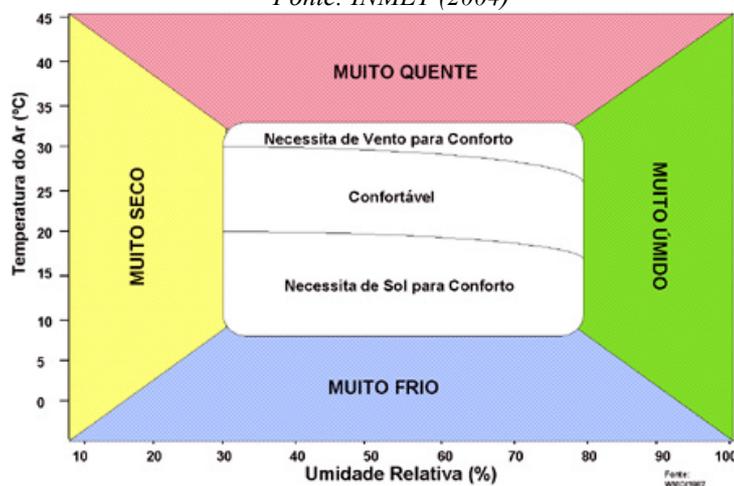
**Cv** - trocas por convecção. Entre o corpo e o ar que está em seu contato direto.

**E** - trocas por evaporação. Eliminação do calor pela troca pulmonar, na expiração e através da pele, pelos poros.

As trocas ilustradas anteriormente ocorrem todo o tempo e podem mudar de sentido - de perda para ganho de calor - segundo haja mudança de local, de momento (dia/noite), de atividade (metabolismo) e de vestuário. O fundamental, para que estejamos em sensação de conforto higrótico é que o somatório dessas trocas seja nulo. Ou seja, todo calor que estejamos produzindo em excesso possa ser eliminado e que não percamos calor necessário à manutenção do equilíbrio interno. Ou seja, o rendimento de qualquer atividade, possui um vínculo estreito com as condições higróticas do seu entorno. Para conhecer estes valores, várias pesquisas foram feitas com inúmeras pessoas em várias situações. Os resultados foram transformados em gráficos de ajuda ao diagnóstico de conforto higrótico chamados diagramas bioclimáticos. Eles interpretam os valores instantâneos de umidade e temperatura do ar em função de parâmetros de conforto (tabela 2.2). Esta tabela é fornecida pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e contém um diagrama bioclimático para o conforto humano.

Tabela 2.2 - Diagrama do conforto térmico.

Fonte: INMET (2004)



Na figura 2.2 encontram-se os níveis referente à temperatura (média, máxima e mínima) e umidade relativa em relação a cidade do Recife.

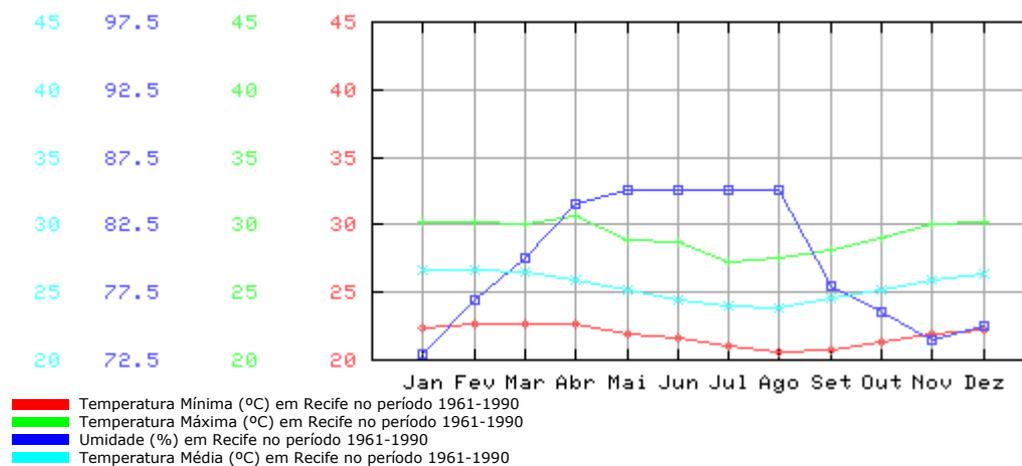


Figura 2.2- Gráfico Climatológico – Recife 1961-1990.

Fonte: INMET (2004)

Fazendo uma relação entre a tabela 2.2 e a figura 2.2, considerando os dados de 1961 a 1990, podemos dividir o ano em três quadrimestres e mostrarmos a variação do conforto térmico representado pela área hachurada (ver apêndice 1).

- No primeiro quadrimestre (Janeiro a Abril), encontraremos três fases de conforto térmico, são elas: muito úmido, confortável e necessitando de vento para conforto. Em boa parte do primeiro quadrimestre, a predominância é entre o conforto e necessitando de vento para conforto (ver apêndice 1 na tabela 8.1).
- No segundo quadrimestre (Maio a Agosto), encontraremos a fase de conforto térmico na área de muito úmido (ver apêndice 1 na tabela 8.2).
- No terceiro quadrimestre (Setembro a Dezembro), encontraremos duas fases de conforto térmico, são elas: confortável e necessitando de vento para conforto (ver apêndice 1 na tabela 8.3).

Baseados nisso, podemos comparar o resultado dos questionários e das visitas *in loco* e verificar se a concordância ou não com estes dados relacionados com o conforto térmico.

Além disso, segundo Hertz (1998), o sol pode se transformar em um grave problema, especialmente quando a temperatura é alta. Nessa situação, ele se torna muito brilhante, e o ofuscamento causado transmite um intenso calor para o interior dos ambientes. O objetivo de um bom projeto é evitar a absorção ou a entrada direta (ou por reflexão) dos extremos de luz e de calor, para resultar em um melhor nível de conforto no interior do edifício.

Em geral, ainda segundo o autor, todos os telhados estão expostos ao sol, contudo, a quantidade de radiação incidente sobre as superfícies externas varia de acordo com a sua orientação e com a presença ou ausência de uma sombra protetora. O conhecimento da incidência da luz do sol é indispensável para poder determinar dados importantes, como:

- as paredes que vão receber maior ou menor radiação solar;
- a profundidade da penetração do sol até o interior e, conseqüentemente, a forma e o tamanho de um projeto que leve em conta a presença da sombra, protegendo o interior.

Entretanto, segundo Hertz (1998), é evidente que os efeitos do clima no ambiente interno dependem em parte do tamanho e da função do edifício. Para casa, por exemplo, 90% do calor interior é resultado de ganho devido ao clima. Para edifícios grandes, com o maior número de usuários e iluminação artificial, esta porcentagem baixa para 60%. Como isso, a forma e a orientação do edifício, além, das características do clima, sempre devem ser levadas em conta nas decisões tomadas no projeto.

Na região tropical do Recife com latitude  $8^{\circ}01'$  (dado: Frota & Schiffer, 2000), os edifícios com andares múltiplos recebem maior radiação solar nos lados leste e oeste. Teoricamente, esses dois lados deveriam receber a mesma quantidade de energia, com o mesmo efeito, o que na realidade não acontece. Segundo Hertz (1998), o padrão normal das regiões tropicais é um índice mais alto de umidade e nebulosidade durante as manhãs, tendo como resultado uma redução no ganho de calor. O resultado é que o lado oeste tem ao maior impacto no nível de conforto, em relação às demais superfícies verticais do edifício. Ainda, segundo o autor, só nos edifícios pequenos, de um ou dois andares, é que o telhado começa a interferir no ganho de calor total dos espaços interiores. O alto ganho de calor pelo teto também é um aspecto comum às regiões tropicais. Devido à latitude baixa, a orientação do edifício terá pouca influência na redução do ganho de calor pelo telhado. Entretanto, em um edifício de forma retangular, com um eixo comprido, alinhado na direção leste-oeste, o ganho de calor pelas paredes será reduzido. Com relação ao telhado, a solução para se reduzir o ganho de calor é projetar uma edificação com mais andares ou até mesmo usando uma superfície refletora de cor clara, o importante é interceptar a energia solar impedindo que ela aqueça o telhado. No entanto, essa vantagem pode ser limitada em zonas muito quentes e ensolaradas.

Para Hertz (1998), toda essa manipulação da forma, da altura e da proporção, como propósito de reduzir o ganho de calor, não pode perder de vista o interesse e a atenção que devem ser dispensados à ventilação. A melhor solução é um edifício que não tenha mais que

um cômodo de largura. Assim, com a baixa velocidade das brisas nas regiões tropicais, podem-se conseguir melhores resultados pela ventilação cruzada graças às janelas nas duas paredes opostas.

#### 2.1.4.2 Iluminação

Os critérios para avaliação luminotécnica, tanto do ponto de vista da iluminação natural como da artificial, são vários e interdependentes. Primeiramente, precisa-se estabelecer uma classificação das tarefas visuais realizadas nos diversos espaços da escola. A norma brasileira NBR5413 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que recomenda os níveis mínimos de iluminância (lux), parte inicialmente de uma classificação geral das tarefas visuais.

A norma diz que os valores apresentados são para classes de tarefas visuais e que para a determinação dos valores de iluminâncias específicas é necessário considerar quatro fatores: o tempo de realização, a precisão da tarefa, a idade de quem a realiza e a refletância do fundo da tarefa, ou seja, uma relação de contrastes. A partir daí, a norma especifica os valores como mínimos para diferentes atividades, como, por exemplo, 300 lux para a iluminação geral em escolas. Porém, esse valor somente é válido para condições ótimas em todos os sentidos, o que significa que 300 lux somente é aplicado em escolas para crianças e adolescentes. Existe um grande número de escolas para outras finalidades, por exemplo, as escolas profissionais, cuja iluminância mínima pode ser substancialmente superior.

Os valores que a ABNT/ NBR 5413 especifica, no caso de escolas, para cada um de seus diferentes espaços são os seguintes:

|                                           |         |
|-------------------------------------------|---------|
| - salas de aula _____                     | 300 lux |
| - salas de trabalhos manuais _____        | 300 lux |
| - laboratórios                            |         |
| geral _____                               | 200 lux |
| local _____                               | 500 lux |
| - anfiteatros e auditórios                |         |
| platéia _____                             | 220 lux |
| tribuna _____                             | 500 lux |
| - sala de desenho _____                   | 500 lux |
| - salão de reuniões _____                 | 200 lux |
| - sala de educação física _____           | 150 lux |
| - costuras e atividades semelhantes _____ | 500 lux |

- artes culinárias \_\_\_\_\_ 200 lux
- Escadas, circulação e banheiros \_\_\_\_\_ 100-150 lux
- Zonas de estacionamento \_\_\_\_\_ 20 - 50 lux

Segundo Iida (2001), a iluminação dos locais de trabalho deve ser cuidadosamente planejada desde as etapas iniciais de projeto do edifício, fazendo-se aproveitamento adequado da luz natural e suplementando-a com a luz artificial, sempre que for necessário. A luz natural, além de ser de boa qualidade, proporciona economia com gastos energéticos. Entretanto, a incidência direta da luz solar deve ser evitada, pois provoca perturbações visuais e, se ela incidir sobre paredes envidraçadas, tende a aquecer o ambiente.

A claridade do ambiente é determinante não apenas pela intensidade da luz, mas também pelas distâncias e pelo índice de reflexão das paredes, tetos e pisos, além é claro do mobiliário.

O sistema de iluminação, assim como a escolha do tipo de lâmpadas, luminárias e a distribuição das mesmas dependem das características do trabalho a ser executado. Existem basicamente três tipos de sistemas de iluminação (ver figura 2.3):

- *Iluminação geral* – A iluminação se obtém pela colocação regular de luminárias em toda a área, garantindo-se, assim, um nível uniforme de iluminamento sobre o plano horizontal.
- *Iluminação localizada* – A iluminação localizada concentra maior intensidade de iluminamento sobre a tarefa, enquanto o ambiente geral recebe menos luz, da ordem de 50% da primeira. A iluminação localizada se consegue pela colocação de luminárias próximas aos locais onde são executados os trabalhos.
- *Iluminação combinada* – A iluminação geral é complementada com focos de luz localizados sobre a tarefa, com intensidade de 3 a 10 vezes superior ao do ambiente geral, principalmente nos seguintes casos: a tarefa exige iluminamento local acima de 1.000 lux; a tarefa exige luz dirigida para discriminar certas formas, texturas ou defeitos e, por fim, existem obstáculos físicos que dificultam a propagação da iluminação geral.

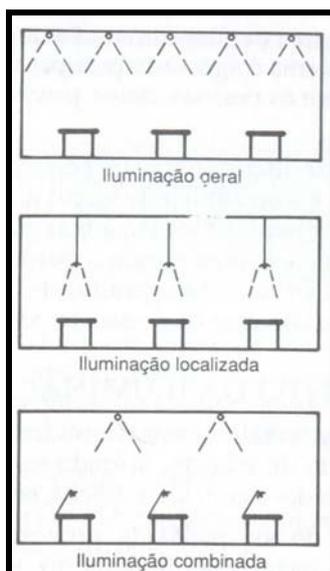


Figura 2.3 - Sistema de iluminação típicos em áreas de trabalho

Fonte: Iida (2001)

As luminárias devem ser posicionadas de modo a evitar a incidência da luz direta ou refletida sobre os olhos, para não provocar ofuscamento. De preferência, devem se situar acima de  $30^\circ$  em relação à linha de visão (horizontal) e, se possível, devem ser colocadas lateralmente ou atrás do trabalhador, para evitar a luz direta ou refletida nos seus olhos (ver figura 2.4).



Figura 2.4 - Posicionamento das luminárias

Fonte: Iida (2001)

Segundo Iida (2001), para o caso de grandes áreas, a luz lateral das janelas tem uma contribuição insignificante. Contudo, as janelas têm um grande valor psicológico, permitindo a visão para o “mundo” externo. Isso pode ser comprovado pela preferência das pessoas pelos locais próximos às janelas e as reclamações daqueles que ficam nas áreas centrais, que se queixam de isolamento.

Para um aproveitamento adequado da luz natural, é necessário haver grande superfície de áreas envidraçadas (ver figura 2.5). Essa iluminação natural só será efetiva até uma profundidade de duas vezes a altura da janela, acima do plano de trabalho. Assim,

supondo que o plano de trabalho esteja a 1m de altura e o pé direito seja de 4m, com janelas até o teto, a iluminação natural será efetiva até a distância de 6m. As grandes áreas envidraçadas também são problemáticas. Elas tendem a aquecer muito no verão e a perder calor no inverno, prejudicando o conforto térmico. O ofuscamento também é um problema, pois mesmo que o sol não atinja diretamente a janela, as grandes áreas com muita claridade no campo visual tendem a provocar desconforto visual.

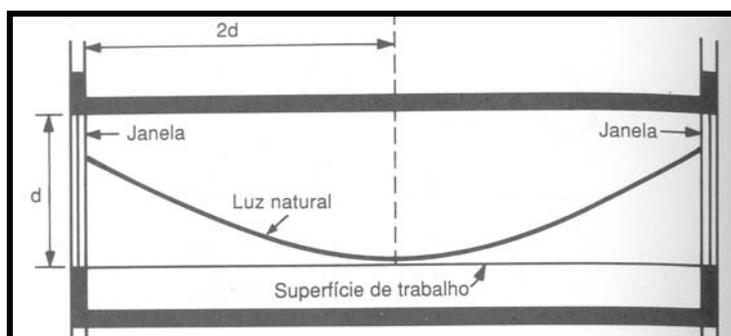


Figura 2.5 - Perfil de propagação da luz natural que penetra pelas janelas

Fonte: Iida (2001)

Segundo Garcia Júnior (1996), em um projeto de iluminação, devem-se levar em consideração alguns fatores de extrema importância:

1. Obter um nível de iluminamento (iluminância - E) adequado à utilização do ambiente que será iluminado. Iluminância (E) é o fluxo luminoso incidente por unidade de área iluminada, ou ainda, em um ponto de uma superfície, a densidade superficial de fluxo luminoso recebido. Sua unidade de medida é o lux.
2. Escolher adequadamente as lâmpadas e luminárias que serão empregadas, levando-se em conta também o fator economia. Reproduzir as cores dos objetos e do ambiente corretamente.
3. Obter uma distribuição de luz uniforme nos planos que serão iluminados.
4. Não criar impressão de mal-estar e desconforto nas pessoas que irão utilizar o ambiente.
5. Lembrar que a iluminação deve estar sempre em harmonia com o projeto global do ambiente, ou seja, diferenciar sempre os ambientes cuja iluminação deve ter função decorativa e os que devem ser iluminados procurando-se obter o máximo de funcionalidade.

#### 2.1.4.2.1 Métodos dos Lumens

O Método dos Lumens é utilizado para calcular o número de lâmpadas e luminárias, levando em conta as dimensões e o tipo do ambiente que será iluminado. Esse método foi

aplicado para verificar se a quantidade e/ou qualidade da iluminação aplicada na sala de aula estavam dentro dos padrões estabelecidos por esse método.

A escolha da sala de aula para aplicação dos Métodos dos Lumens se deu pelo fato de ser o principal espaço dentro das edificações escolares e que abrange o maior número de ambientes e de usuários, no caso, os alunos.

Segundo Garcia Júnior (1996), um roteiro com sete etapas pode ser seguido para se fazer os cálculos necessários, são eles:

1. Escolha do nível de iluminamento (E). No caso da sala de aula é de 300 lux / NBR 5413.
2. Determinação do fator do local (K). Este valor depende das dimensões do ambiente e da altura do plano de trabalho que será iluminado. Para isso pode-se utilizar a fórmula 2.1.

$$K = \frac{C.L}{(C + L).A} \quad \text{Fórmula 2.1}$$

Onde: C= Comprimento do Local.

L= Largura do Local.

A= Altura da Luminária ao Plano de Trabalho.

3. Escolha das lâmpadas e das luminárias. Por questão de custo e manutenção em todas as escolas estudadas a maioria das luminárias era do tipo TMS 500 (ver figura 2.6) da Philips com uma ou duas lâmpadas e as lâmpadas sendo fluorescentes de 40w.

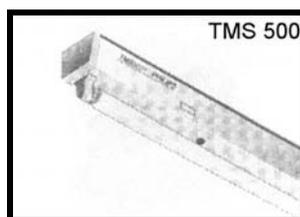


Figura 2.6 - Luminária TMS 500 Philips com uma lâmpada.

Fonte: Garcia Júnior (1996)

4. Determinação do fator de utilização ( $\eta$ ). Pode-se definir o fator de utilização como sendo a razão do fluxo útil, isto é, aquele que incide efetivamente sobre um plano de trabalho, para o fluxo total emitido. Depende da distribuição de luz e do rendimento da luminária, reflexão do teto, parede e plano de trabalho ou piso e do fator de local (K). Para determinar o fator de utilização da luminária escolhida admite-se para K o valor mais próximo do calculado e avaliam-se as reflexões médias do teto, das paredes e do plano de trabalho pelo seguinte critério:

Pegam-se os índices 1, 3, 5 e 7 que significam (Anexo 2):

- 1 – superfície escura (10% de reflexão);
- 3 – superfície média (30% de reflexão);
- 5 – superfície clara (50% de reflexão);
- 7 – superfície branca (70% de reflexão).

A seguir, monta-se um número com três algarismos onde:

- 1º algarismo representa a reflexão do teto;
- 2º algarismo representa a reflexão das paredes;
- 3º algarismo representa a reflexão do piso.

Com esses dados, entra-se na tabela da luminária escolhida e obtém-se o valor do fator de utilização ( $\eta$ ). No nosso estudo, só vamos considerar o valor das luminárias TMS 500 com uma ou duas lâmpadas, logo, só podemos entrar na tabela 2.3, da luminária TMS 500 (com uma lâmpada fluorescente de 40w) ou na tabela 2.4, da luminária TMS 500 (com duas lâmpadas fluorescentes de 40W).

Tabela 2.3 - Fator de utilização luminária TMS 500 com uma lâmpada de fluorescente de 40W

Fonte: Garcia (1996)

| TMS 500 - 1 TL 40W |              |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
|--------------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| FATOR LOCAL K      | REFLETÂNCIAS |     |     |     |     |     |     |     |     |  |
|                    | 751          | 731 | 711 | 551 | 531 | 511 | 331 | 311 | 000 |  |
| 0.60               | .31          | .24 | .19 | .28 | .22 | .18 | .20 | .17 | .13 |  |
| 0.80               | .39          | .31 | .26 | .35 | .29 | .24 | .26 | .22 | .18 |  |
| 1.00               | .44          | .37 | .31 | .40 | .34 | .29 | .31 | .27 | .22 |  |
| 1.25               | .50          | .43 | .37 | .45 | .39 | .34 | .36 | .32 | .26 |  |
| 1.50               | .55          | .48 | .42 | .49 | .44 | .39 | .40 | .36 | .29 |  |
| 2.00               | .61          | .55 | .49 | .55 | .50 | .46 | .46 | .42 | .35 |  |
| 2.50               | .66          | .60 | .55 | .60 | .55 | .51 | .50 | .47 | .39 |  |
| 3.00               | .69          | .64 | .59 | .63 | .58 | .54 | .53 | .50 | .43 |  |
| 4.00               | .73          | .69 | .65 | .67 | .63 | .60 | .58 | .55 | .47 |  |
| 5.00               | .76          | .72 | .69 | .69 | .66 | .63 | .60 | .58 | .50 |  |

Tabela 2.4 - Fator de utilização para luminárias TMS 500 com duas lâmpadas fluorescentes de 40W

Fonte: Garcia (1996)

| TMS 500 - 2 TLD 40W |               |              |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------|---------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 000                 | FATOR LOCAL K | REFLETÂNCIAS |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                     |               | 751          | 731 | 711 | 551 | 531 | 511 | 331 | 311 | 000 |
| .28                 | 0.60          | .32          | .25 | .21 | .28 | .22 | .19 | .19 | .16 | .12 |
| .34                 | 0.80          | .39          | .32 | .28 | .34 | .28 | .24 | .25 | .21 | .16 |
| .39                 | 1.00          | .45          | .38 | .33 | .39 | .33 | .29 | .29 | .26 | .19 |
| .45                 | 1.25          | .50          | .44 | .39 | .43 | .38 | .34 | .33 | .30 | .22 |
| .48                 | 1.50          | .54          | .48 | .44 | .47 | .42 | .38 | .36 | .33 | .25 |
| .54                 | 2.00          | .60          | .55 | .51 | .52 | .48 | .45 | .41 | .39 | .29 |
| .58                 | 2.50          | .64          | .60 | .56 | .56 | .52 | .49 | .45 | .42 | .32 |
| .61                 | 3.00          | .67          | .63 | .59 | .58 | .55 | .52 | .47 | .45 | .34 |
| .64                 | 4.00          | .71          | .67 | .64 | .62 | .59 | .56 | .51 | .49 | .37 |
| .66                 | 5.00          | .73          | .70 | .67 | .64 | .61 | .59 | .53 | .51 | .39 |

5. Determinação do fluxo total ( $\phi T$ ). Para se determinar o fluxo total pode-se utilizar a fórmula 2.2.

$$\phi T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot d} \quad \text{Fórmula 2.2}$$

Onde: E= Nível de Iluminamento.

S= Área do ambiente.

$\eta$  = Fator de utilização.

$d$  = Fator de depreciação.

Fator de depreciação é a razão do iluminamento no plano de trabalho, após um certo período de uso da iluminação, para o iluminamento obtido nestas condições com a instalação nova. Com o tempo as paredes e o teto ficarão sujos, os equipamentos de iluminação acumularão poeira e as lâmpadas fornecerão menor quantidade de luz. Na prática, para amenizarmos o efeito desses fatores e admitindo-se uma boa manutenção a cada 6 meses, podemos adotar os seguintes valores de  $d$  :

- Ambiente limpo  $d = 0,9$ ;
- Ambiente médio  $d = 0,8$ ;
- Ambiente sujo  $d = 0,6$ .

6. Cálculo do número de luminárias (ver fórmula 2.3). Sabe-se que cada lâmpada fornece certo valor de lumens (fluxo luminoso), no nosso estudo a lâmpada fluorescente de 40W utilizada possui 2.350 lm, caso seja utilizada outra lâmpada basta verificar na tabela de lâmpadas dos devidos fabricantes. A tabela abaixo (tabela 2.5), por exemplo, se refere às lâmpadas fluorescentes tubulares comuns da OSRAM.

Deduz-se que teremos um número de lumens por luminárias ( $\phi L$ ) e que:

$$\text{n}^\circ \text{ de luminárias} = \frac{\phi T}{\phi L} \quad \text{Fórmula 2.3}$$

Tabela 2.5 – Principais características da fluorescente tubular comum.

Fonte: OSRAM (2003)



|                                  |  Potência em Watt |  Temperatura de cor * |  Fluxo luminoso em lumens |  Diâmetro d em mm |  Comprimento L em mm |  Base/ Soquete |  Quant. p/ caixa |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Vida útil: 7.500 horas</b>    |                                                                                                    |                                                                                                        |                                                                                                            |                                                                                                     |                                                                                                         |                                                                                                   |                                                                                                     |
| <b>L15 LD <sup>1)</sup></b>      | 15                                                                                                 | 6100 K                                                                                                 | 840                                                                                                        | 26                                                                                                  | 438                                                                                                     | G13                                                                                               | 25                                                                                                  |
| <b>L20 LDE <sup>3)</sup></b>     | 20                                                                                                 | 5250 K                                                                                                 | 1060                                                                                                       | 33                                                                                                  | 590                                                                                                     | G13                                                                                               | 20                                                                                                  |
| <b>L30 LD <sup>1)</sup></b>      | 30                                                                                                 | 6100 K                                                                                                 | 2000                                                                                                       | 26                                                                                                  | 895                                                                                                     | G13                                                                                               | 25                                                                                                  |
| <b>L40 LDE <sup>3)</sup></b>     | 40                                                                                                 | 5250 K                                                                                                 | 2700                                                                                                       | 33                                                                                                  | 1200                                                                                                    | G13                                                                                               | 20                                                                                                  |
| <b>L110 LDE HO <sup>2)</sup></b> | 110                                                                                                | 5250 K                                                                                                 | 8300                                                                                                       | 38                                                                                                  | 2371                                                                                                    | G13                                                                                               | 10                                                                                                  |
| <b>L110 LD <sup>2)</sup></b>     | 110                                                                                                | 6100 K                                                                                                 | 8300                                                                                                       | 38                                                                                                  | 2371                                                                                                    | G13                                                                                               | 15                                                                                                  |
| <b>L110 21-840 <sup>2)</sup></b> | 110                                                                                                | 4000 K                                                                                                 | 9350                                                                                                       | 38                                                                                                  | 2371                                                                                                    | G13                                                                                               | 15                                                                                                  |

1) Opera com reator magnético de partida convencional (com starter).

2) Opera com reator magnético de partida rápida.

3) Opera com REATOR ELETRÔNICO FLUORTRONIC.

\* “Temperatura de Cor é a grandeza que expressa a aparência de cor da luz, sendo sua unidade o Kelvin (K). Quanto mais alta a temperatura de cor, mais branca é a cor da luz. A luz quente é que tem aparência de cor amarelada e a temperatura de cor baixa: (menor que 3000 K). A luz fria, ao contrário, tem aparência azul - violeta, com temperatura de cor elevada: (4000 K ou mais). A luz branca natural é aquela emitida pelo sol em céu aberto ao meio dia, cuja temperatura de cor é 5800 K.” (Manual da OSRAM, 2003).

Lâmpadas fluorescentes compactas de mesma potência com diferentes temperaturas de cor podem ter o mesmo fluxo luminoso? O que acontece é que as lâmpadas com temperatura de cor mais elevada (ex.: 4000K - Branca Fria) apresentam uma falsa sensação de maior claridade, pois sua luz é mais branca. Esta luz mais branca é indicada para ambientes onde se deseja estimular a produtividade, tais como em cozinhas, áreas de serviço, escritórios, escolas, etc. Por outro lado, lâmpadas com temperatura de cor mais baixa (ex.: 2700K - Amarelada)

tornam o ambiente mais aconchegante e agradável, criando uma atmosfera relaxante ideal para aplicações residenciais com em quartos ou salas.

7. Distribuição das luminárias. O espaçamento entre as luminárias depende de sua altura ao plano de trabalho (altura útil) e da sua distribuição de luz. Esse valor situa-se geralmente, entre 1 a 1,5 vezes o valor da altura útil em ambas as direções. O espaçamento até as paredes deverá ser a metade desse valor.

Vale ressaltar que se no número de luminárias calculadas resultarem em valores incompatíveis com esses limites, os mesmos deverão ser ajustados para não se correr o risco de o ambiente ficar com sombras. O ajuste é feito sempre se elevando o número de luminárias ou mudando-se a sua distribuição.

#### 2.1.4.3 Acústica

Segundo Ornstein & Romero (2003), o objetivo da acústica arquitetônica é proporcionar o melhor desempenho de qualquer tarefa, eliminando eventuais incômodos causados pelo som. Portanto, o grau de conforto acústico está ligado ao nível de ruído interno (fontes internas e externas), que varia à medida que o nível de exigência da atividade exercida também varia. A norma brasileira NBR 10152, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), estabelece níveis de ruído interno máximo aceitável, que são tomados como requisito básico para o desempenho acústico da escola e para as recomendações para as escolas em geral.

A obtenção do nível de ruído interno máximo depende dos seguintes fatores:

1. caracterização das fontes externas e internas de ruído;
2. posicionamento do edifício (e dos ambientes) em relação às fontes internas e externas de ruído;
3. redução do nível de ruído externo através do poder de isolamento da envolvente;
4. redução do nível de ruído através do poder de absorção dos materiais de acabamento.

Para avaliação e recomendações do presente trabalho, são considerados esses parâmetros, mesmo que avaliados de forma subjetiva, através da percepção dos usuários e através de observações *in loco*.

O que caracteriza a fonte externa de ruído são às vias de tráfego que contornam o terreno e as fontes ruidosas (às vezes não tão próximas), tais como as vias de tráfego pesado, as vias férreas e os aeroportos. O conceito dado à análise do entorno vai depender do nível de ruído externo à edificação em estudo. As vias de tráfego podem ser classificadas segundo a tabela 2.6 .

Tabela 2.6 - Níveis sonoros para tráfego urbano

Fonte: Ornstein &amp; Romero (2003)

| Tipo de via     | Nível sonoro da via (dBA) | Valor adotado para a APO (dBA) |
|-----------------|---------------------------|--------------------------------|
| Tráfego intenso | 80 - 90                   | 85                             |
| Tráfego médio   | 70 - 80                   | 75                             |
| Tráfego fraco   | 60 - 70                   | 65                             |

Salienta-se, segundo Ornstein & Romero (2003), que a inclinação da via de tráfego aumenta os níveis sonoros em aproximadamente 3 dB(A), assim como as condições ruins de pavimentação das vias e também a presença de obstáculos para controle de velocidade (tartarugas e lombadas).

Segundo a Organização Mundial de Saúde –OMS (Silva, 2004), a poluição sonora é a terceira forma de poluição, perdendo apenas para a poluição do ar e da água, que vem se agravando, exigindo soluções que controlem seus efeitos no meio ambiente e se convertam numa melhor qualidade de vida para os cidadãos. Esse fator ganha destaque, quando analisamos o ambiente escolar em salas de aulas construídas com a qualidade acústica inadequada. O problema a princípio invisível, porém trazendo sérias implicações para o aprendizado e o bem-estar dos usuários.

Um exemplo que pode ilustrar bem isso está em um artigo de Gonçalves Neto (2001), o qual comenta sobre professores e alunos da cidade de São Paulo que são vítimas de situações extremas de poluição sonora nas escolas, normalmente localizadas próximo de locais barulhentos, como grandes avenidas. A constatação vem de um levantamento prévio realizado em escolas municipais pela equipe de Saúde Auditiva da Prefeitura. Em algumas medições, o nível de ruído ultrapassou os 100 decibéis (dB) - a Organização Mundial de Saúde (OMS) ressalta que os índices adequados para a aprendizagem devem ficar entre 38 dB e 48 dB.

Nesse mesmo artigo, Gonçalves Neto constata que o ambiente escolar na cidade de São Paulo está altamente contaminado pelo ruído. Como resultado, os alunos têm seu processo de aprendizagem prejudicado, e os professores ficam sujeitos a uma carga de estresse adicional, resultando na piora da qualidade do ensino. Os dados levantados pela equipe de fonoaudiólogas da Secretaria Municipal da Saúde na região da Lapa e do Butantã, na Zona Oeste, impressionam. Durante um intervalo de recreação numa escola municipal de 1º grau foram registrados 105 dB durante o horário de recreação - quase o mesmo barulho de um

helicóptero (110 dB) ao pousar. Mesmo nas salas em que os alunos se mantiveram em silêncio, o nível de ruído ficou em média nos 80 dB. Em outras escolas da região de São Paulo, constatou-se o mesmo problema.

Segundo a fonoaudióloga Akemi Nagata, no artigo de Gonçalves Neto (2001), o problema tem origem em fontes internas e externas. “As escolas ficam em locais barulhentos e foram construídas sem preocupação com o isolamento acústico”, diz Nagata. Isso acaba estimulando as crianças a produzirem mais ruído, numa espécie de cultura do barulho, que só piora as coisas.

Os valores de referência são os estabelecidos pela ABNT, cujas normas NBR 10.151 e 10.152 indicam os níveis de pressão sonora para ambientes internos e externos, conforme tabelas 2.7 e 2.8.

*Tabela 2.7 - Nível de critérios de avaliação para ambientes externos, em dB.*

*Fonte: NBR 10.151.*

| Tipos de Áreas                                                  | Diurno | Noturno |
|-----------------------------------------------------------------|--------|---------|
| Áreas estritamente residencial urbana, de hospitais ou escolas. | 50     | 45      |

*Tabela 2.8 - Valores dos níveis para conforto acústico dB.*

*Fonte: NBR 10.152.*

| Locais                                         | dB(A)   |
|------------------------------------------------|---------|
| Bibliotecas, salas de música, alas de desenho. | 35 - 45 |
| Salas de aula, laboratórios.                   | 40 - 50 |
| Circulação                                     | 45 - 55 |

#### **Notas:**

(1) O valor inferior da faixa representa o nível sonoro para conforto, enquanto o valor superior significa o nível sonoro aceitável para a finalidade.

(2) Níveis superiores aos estabelecidos são considerados de desconforto, sem necessariamente implicar risco dano a saúde.

As atividades desenvolvidas nas escolas exigem silêncio e concentração. É necessário, portanto, prever proteção contra ruídos provenientes de outros ambientes escolares ou do espaço exterior. O Centro de Estudos e Pesquisas Urbanas do IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal – RJ (Lopes, 1996) recomenda para diminuir as fontes de ruídos externos, como também para melhorar a qualidade térmica dos ambientes, fazer um trabalho de arborização. Além disso, prescreve a preocupação com o correto dimensionamento e tratamento adequado do ambiente, principalmente na sala de aula, a qual deve assegurar a perfeita recepção da voz do professor.

No caso específico da sala de aula, é mostrada uma simulação do ambiente (Anexo 3) segundo Cortez (2002), que considera que as dimensões desse tipo de ambiente são definidas principalmente pela disposição do mobiliário e pelos espaços de circulação, assim como o critério de visibilidade determina a profundidade do ambiente e o tamanho do quadro, além do critério de acústica, que também determina a profundidade do ambiente.

#### 2.1.4.4 Ventilação

A ventilação proporciona a renovação do ar do ambiente, sendo de grande importância para higiene em geral e para o conforto térmico de verão em regiões de clima temperado e de clima quente e úmido. Por esse motivo, um mínimo de ventilação permanente é indispensável.

Segundo Hertz (1998), a falta de ventilação nas zonas urbanas, com uma alta densidade populacional, tem sido uma causa fundamental na transmissão de doenças, além de provocar desconfortos e tensão. Sem uma boa circulação do ar dentro dos edifícios, existe aumento no nível de umidade produzido, por exemplo, na cozinha, no banheiro, e pela própria transpiração dos corpos. Nos climas quente-úmidos, a ventilação é vital para o conforto, e o aproveitamento das brisas é absolutamente necessário. A relação do conforto interno com o movimento do ar externo é tão importante como os fluxos do ar no ambiente interno. Nesses climas, o uso de ventilação cruzada é fundamental, não só no projeto de um cômodo, como também na organização de edifício e urbanização.

Para se obter um melhor resfriamento, por ventilação, a velocidade do ar é mais importante que o seu volume. Pode-se incrementar a velocidade pelo efeito Venturi, ao ter uma entrada de ar menor que a saída.

O processo de promover o movimento do ar sem recorrer a sistemas mecânicos, segundo Hertz (1998), geralmente é feito por duas maneiras:

- Permitir uma ventilação cruzada por pressão do vento.
- Estimular o movimento do ar por meio de chaminés e diferenças de temperaturas.

O ar, assim como qualquer gás, quando aquecido, mantém a sua massa, mas aumenta seu volume. Torna-se menos denso. Em compartimentos fechados então, o ar quente busca as regiões mais altas, e o ar frio as mais baixas. Complementarmente, o ar quente sobe em função da menor pressão atmosférica, que é menor quanto maior for a altura. Esse é o princípio básico da convecção natural do ar por diferença de pressão.

É importante salientar, segundo Hertz (1998), que antes de se preocupar com a circulação do ar pelos cômodos como uma maneira de resfriar o ambiente, é preciso observar

o movimento do ar ao redor do edifício, para, em seguida, pensar na sua entrada pelas janelas. Os prédios altos na proximidade, os elementos geográficos naturais altos, as árvores e os arbustos podem desviar o ar ou influir em sua velocidade. O efeito do ar circulando por um edifício é a formação de zonas de alta e de baixa pressão nos lados e nos telhados; essas zonas podem ser modificadas pelos elementos que estiverem ao redor do edifício (ver figuras 2.7 e 2.8).

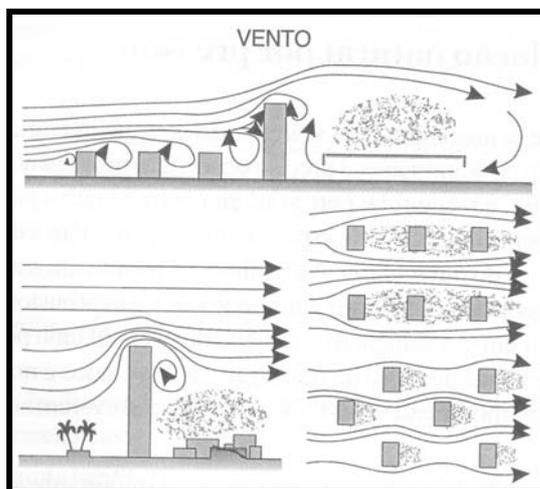


Figura 2.7 - O padrão do vento pode ser alterado pela organização urbana. O resultado pode piorar as condições climáticas se causar zonas de calma.

Fonte: Hertz (1998)

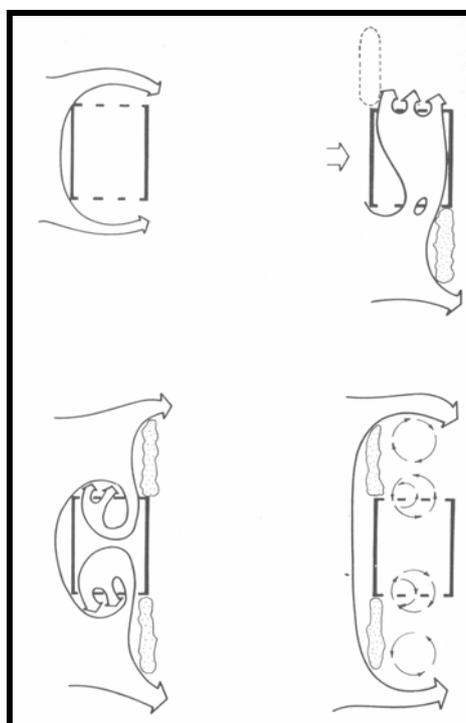


Figura 2.8 - Exemplo de influência favorável à ventilação que a vegetação pode propiciar.

Fonte: Frota & Schiffer (2000)

Na aplicação de ventilação por pressão, é importante aproveitar a alta pressão (pressões positivas) – o lado do edifício que enfrenta o vento – para que o ar entre no edifício (ambiente), como também a baixa pressão (pressões negativas) – o lado sem vento – para sugar o ar mais quente de dentro que está para sair pela pressão do vento. Se não há mudanças na direção da ventilação dentro do edifício, ou seja, se existe uma linha reta entre a entrada e a saída do ar, sua velocidade pode até se acelerar, o que é uma vantagem em se tratando de proporcionar conforto. Se, pelo contrário, existem muitos desvios na direção que o ar segue para alcançar a saída, a velocidade vai diminuir até tornar-se fraca e sem força para ventilar bem.

É importante ressaltar que além de funcionar como mecanismo para promover a perda de calor por substituir ar quente por ar mais fresco, a ventilação pode produzir uma sensação de alívio em relação à temperatura, ou seja, uma temperatura aparente mais baixa que a real. Por causa do alto nível de umidade nas regiões tropicais, é difícil o corpo humano perder calor por transpiração. O movimento do ar, seja ele fresco ou não, produzirá conforto por incrementar a perda de calor pelo corpo. O resultado desse efeito da ventilação acarretará uma redução aparente de até aproximadamente 4°, embora normalmente varie entre 2° a 3°. Essa redução torna-se significativa ao se examinar a pequena diferença entre a variação das temperaturas diurnas nas regiões tropicais, a qual não é muito maior que esse efeito produzido pela ventilação.

Assim, a ventilação pode trazer vários benefícios ao ambiente interno, como reduzir a temperatura do ambiente, ao trocar o ar quente de dentro pelo ar mais fresco de fora, e aumentar a transpiração dos usuários, proporcionando uma sensação de redução da temperatura, com o simples movimento do ar. É um grande equívoco pensar que uma janela grande, localizada no lado de alta pressão, servirá para promover mais ventilação.

Segundo Hertz (1998), as aberturas com área maior que 60% da superfície das paredes apresentam poucas vantagens em relação ao conforto. “Na realidade, muito mais eficaz, é uma abertura maior no lado de baixa pressão”. Essa abertura proporcionará o efeito de aumento da velocidade do ar ao entrar no cômodo, embora isso dependa, como técnica, de um vento com direção dominante sem muita variação.

“Uma numerosa quantidade de saídas de ar, contrapondo-se a um menor número de entradas, todas do mesmo tamanho, servirá para aumentar a ventilação da mesma maneira. Se as aberturas estão localizadas, simetricamente, em lados opostos do edifício, e alinhadas segundo a direção do vento, o ar entrará em um ângulo definido pela diferença de pressão de

ambos os lados. No interior, o ar seguirá sua direção original, até que, pela baixa pressão, seja impelido ao exterior pelo lado oposto”. Hertz (1998)

A localização das saídas e entradas de ar, em relação à altura sobre o nível do piso, também contribui para a eficácia dos efeitos de movimento de ar. Em geral, pode-se notar que:

- O tipo e a localização das entradas têm uma grande relação com o padrão do movimento do ar no interior. Em contraposição, as saídas têm menor relação com esse padrão.
- Mais importante que o número de trocas do ar por hora num cômodo é a velocidade do seu movimento. Por isso, o tamanho das saídas deve ser maior que o das entradas.
- As mudanças na direção do movimento do ar, ao cruzar os espaços interiores, reduzem significativamente sua velocidade e, por isso, devem ser evitadas.
- Edifícios na proximidade da construção, elementos topográficos e a paisagem podem influir para melhorar ou piorar a ventilação natural.
- A forma arquitetônica, mediante o uso de beirais, brises e pestanas, pode aumentar ou reduzir a velocidade do ar em relação à ventilação.

A diferença das temperaturas interna e externa (ventilação por efeito chaminé), assim como as diferenças de pressão dos dois lados do edifício, causam movimento no ar. No primeiro caso, o movimento é vertical, ou seja, uma coluna de ar quente que sobe. Quanto mais marcadas forem as diferenças entre essas temperaturas, quanto maior for a diferença de altura entre a entrada e a saída de ar e quanto maiores forem as aberturas de entrada e saída do ar mais forte será o movimento.

Em zonas onde existe uma oscilação acentuada entre as temperaturas do dia e da noite, o movimento do ar mais quente do edifício ocorrerá com mais facilidade. Um problema com a utilização das diferenças de temperatura como sistema de resfriamento é a baixa velocidade do ar que resulta; por isso, esse não é um bom substituto para a ventilação por meio de brisas naturais.

A pequena diferença de temperatura que existe nas zonas mais quentes e úmidas e a reduzida diferença de altura possível entre a entrada e a saída de ar, na maioria dos andares dos edifícios, provocam pouco movimento do ar. O resultado é um resfriamento limitado. O aspecto mais importante desta técnica é sua capacidade de diminuir a temperatura da estrutura, ou seja, baixar a temperatura dos elementos arquitetônicos que formam o ambiente.

Em decorrência dessa queda, o corpo humano pode perder o calor para a estrutura por radiação. Isso é importante em relação à sensação de conforto, porque modifica a temperatura aparente, que muitas vezes é mais importante que a real.

Segundo Costa (2000), quando se deseja eliminar o calor da insolação sobre as coberturas por meio da ventilação natural, é essencial proteger-se o ambiente por meio de forro, sobre o qual é canalizado o ar que se desloca pelo aquecimento e, ao mesmo tempo, arrasta calor para o exterior (ver figura 2.9). Caso o ambiente tenha grande concentração de pessoas ou outras fontes de calor que possam levá-lo a uma temperatura superior à do ambiente externo, é interessante fazer com que o ar de ventilação do forro passe pela zona habitada; caso contrário, não.

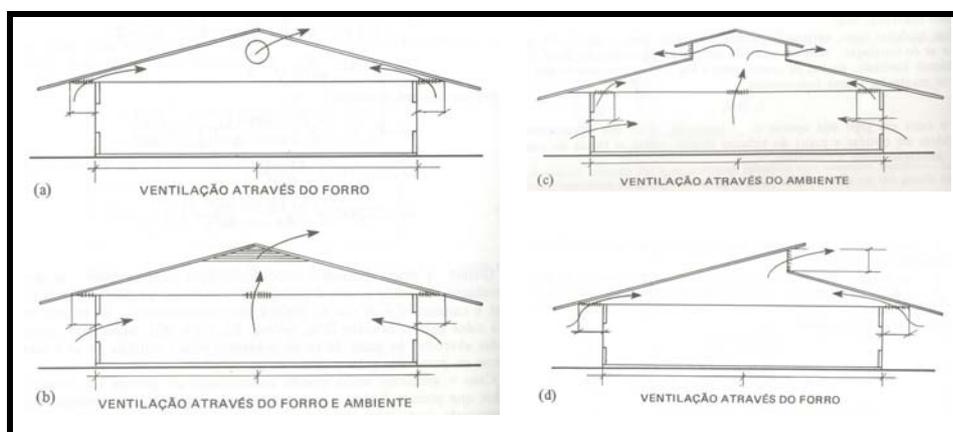


Figura 2.9 - Eliminação do calor da insolação sobre as coberturas

Fonte: Costa (2000)

Em relação às janelas, na maioria dos casos, a introdução da luz, do calor e do ar é, evidentemente, através delas. Justamente, as informações sobre o tamanho, a localização e a orientação das janelas são de grande importância para um projetista que trabalha em qualquer parte do mundo. Esse fato tem uma importância maior nas regiões tropicais do Brasil.

Do ponto de vista funcional, as características das janelas também variam de acordo com as necessidades específicas dos tamanhos dos cômodos e das atividades neles desenvolvidas.

Segundo Hertz (1998), nos cômodos com apenas uma janela e nenhuma saída de ar, mesmo que seja uma porta, nem a orientação nem o tamanho dessa janela têm relação com a velocidade da ventilação. Só existem velocidades altas do ar perto da janela. Por isso, nas regiões tropicais, a ventilação cruzada é fundamental, especialmente quando decorrente de duas janelas opostas nos cômodos.

Já nos cômodos com janelas opostas, se o tamanho das janelas for semelhante tanto por onde o ar entra quanto por onde o ar sai, a velocidade do ar cruzado no interior não varia com a modificação do tamanho da entrada.

Mas, se ao contrário, o tamanho da saída aumenta ou diminui, a velocidade do ar seguirá o mesmo padrão. Se as duas aberturas forem iguais, vale a pena aumentar sua largura. O resultado será uma maior velocidade, embora esse efeito seja limitado quando a janela excede um tamanho de dois terços em relação à parede. Na realidade, enquanto as janelas grandes permitem uma maior ventilação, as vantagens de ter grandes aberturas diminuem quando as janelas alcançam 60% da área da parede. É interessante notar que as janelas mais altas permitem uma maior velocidade do ar, apesar de uma janela mais alta que 1,10m ter pouca utilidade para ventilar a parte ocupada do cômodo. A localização e a orientação da janela: a altura de uma janela pode variar de acordo com a função do cômodo (ver figura 2.10). Uma cama, ao contrário de uma mesa de trabalho, precisa do movimento do ar mais próximo do piso, já numa sala de aula este movimento deve estar um pouco acima do piso.

No cômodo típico, segundo Hertz (1998), o peitoril não deve ser mais alto que 0,9 m. A chave do projeto é que a altura do peitoril deve ser 15% menor que a altura do movimento do ar ao cruzar o cômodo. Para localizar melhor as janelas simétricas nos dois lados opostos de um cômodo, o projeto tem que considerar os seguintes fatores:

- Se a direção do vento que sopra até a janela é normal, ou seja, perpendicular, a localização das janelas não é problemática.
- Se o ângulo de incidência é menor que  $45^\circ$ , o cômodo terá pouca ventilação (ver tabela 2.9). Nesse caso, é melhor encontrar outra orientação para as janelas, em vez da simetria.

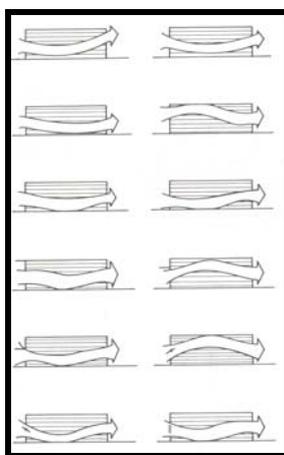


Figura 2.10 - Fluxo de ar através de ambientes que dispõem de aberturas opostas (corte).

Fonte: Frota & Schiffer (2000)

Tabela 2.9 - Tabela com a velocidade do ar interno como uma porcentagem da velocidade externa do ar

Fonte: Hertz (1998)

|                           |  | Orientação do vento |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|--|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                           |  | 0                   | 15    | 30    | 45    | 60    | 75    | 90    |
| Localização das aberturas |  | 22,06               | 16,12 | 9,88  | 10,76 | 16,68 | 22,60 | 22,06 |
|                           |  | 19,96               | 14,88 | 9,88  | 8,88  | 13,64 | 20,96 | 25,36 |
|                           |  | 21,36               | 14,66 | 9,56  | 8,28  | 10,76 | 17,24 | 22,52 |
|                           |  | 24,16               | 21,80 | 11,76 | 8,96  | 17,84 | 23,48 | 26,12 |
|                           |  | 23,80               | 20,24 | 10,08 | 8,28  | 13,68 | 21,60 | 27,04 |
|                           |  | 22,20               | 19,20 | 12,48 | 6,44  | 10,80 | 16,20 | 23,72 |
|                           |  | 22,80               | 21,96 | 17,24 | 10,04 | 17,66 | 23,80 | 23,72 |
|                           |  | 23,66               | 21,20 | 14,48 | 10,60 | 14,40 | 22,48 | 27,60 |
|                           |  | 22,20               | 20,80 | 17,44 | 10,04 | 13,36 | 19,64 | 24,16 |

### 2.1.5 Influência das cores

“A cor é uma resposta subjetiva a um estímulo luminoso que penetra nos olhos. O olho é um instrumento integrador de estímulos. Ele nunca percebe um estímulo isolado, mais um conjunto de estímulos simultâneos e complexos, que interagem entre si, formando uma imagem, que pode ter característica diferentes (por exemplo, movimento) daqueles estímulos, quando considerados isoladamente.” (Iida, 2001)

A visão das cores é, segundo Foglia (1987), um dos aspectos mais interessantes e debatidos da sensibilidade ocular, e seu estudo é utilizado nas mais diversas áreas do conhecimento, abrangendo a filosofia, a psicologia, as engenharias e mais especificamente a ergonomia.

Do ponto de vista físico, segundo Iida (2001), as cores do espectro visível podem ser consideradas como ondas eletromagnéticas na faixa de 400 a 750nm (1nm= 1nanômetro= 10<sup>-9</sup> m), como as seguintes bandas dominantes:

- Azul – abaixo de 480 nm
- Verde – 480 a 560 nm

- Amarelo – 560 a 590 nm
- Laranja – 590 a 630 nm
- Vermelho – acima de 630 nm

Segundo Pedrosa (1999), quando falarmos de cores, temos duas linhas de pensamento distintas: a Cor-Luz e a Cor-Pigmento. Falar de cor sem falar de luz é impossível, mesmo se tratando da Cor-Pigmento, pois ela, a luz, é imprescindível para a percepção da cor, seja ela Cor-Luz ou Cor-pigmento. No caso da Cor-Luz, ela é a própria cor, isto é, a cor da luz se caracteriza pelos comprimentos de onda de maior intensidade na fonte. No caso da Cor-Pigmento, ela (a luz) é refletida pelo material, fazendo com que o olho humano perceba esse estímulo como cor, isto é, caracterizando-se pela absorção e reflexão seletiva das ondas luminosas incidentes.

A cor que enxergamos é aquela que absorve todos os comprimentos de onda e não reflete nada. Os dois extremos da classificação das cores são o branco, ausência total de cor, ou seja, luz pura; e o preto, ausência total de luz, o que faz com que não se reflita nenhuma cor. Essas duas "cores", portanto, não são exatamente cores, mas características da luz, que convencionamos chamar de cor.

Quando nos referimos à cor de um objeto, geralmente subentendemos que o mesmo é visto sob luz branca ou solar. Com outras luzes, como acontece com muitos tipos de lâmpadas comerciais, as cores podem ser percebidas diferentemente.

As cores se dividem em:

- Cores Primárias - São as cores puras, isto é, que não se fragmentam.

As cores primárias das cores-pigmento são: Vermelho, Amarelo e Azul (ver figura 2.11).

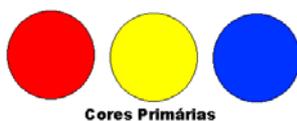


Figura 2.11 - Cores primárias (cores- pigmento).

Fonte: Pedrosa (1999)

As cores primárias das cores-luz são: Azul, Vermelho e Verde (ver figura 2.12).



Figura 2.12 - Cores primárias (cores-luz).

Fonte: Pedrosa (1999)

- Cores Secundárias – São as combinações surgidas de duas a duas cores primárias. São elas: laranja, o verde e o violeta (ver figura 2.13, nesta ordem ).



Figura 2.13 - Cores secundárias.

Fonte: Pedrosa (1999)

- Cores Terciárias - São obtidas pela mistura de uma primária com uma ou mais secundárias. Na figura 2.14 abaixo fica mais simples de entender:

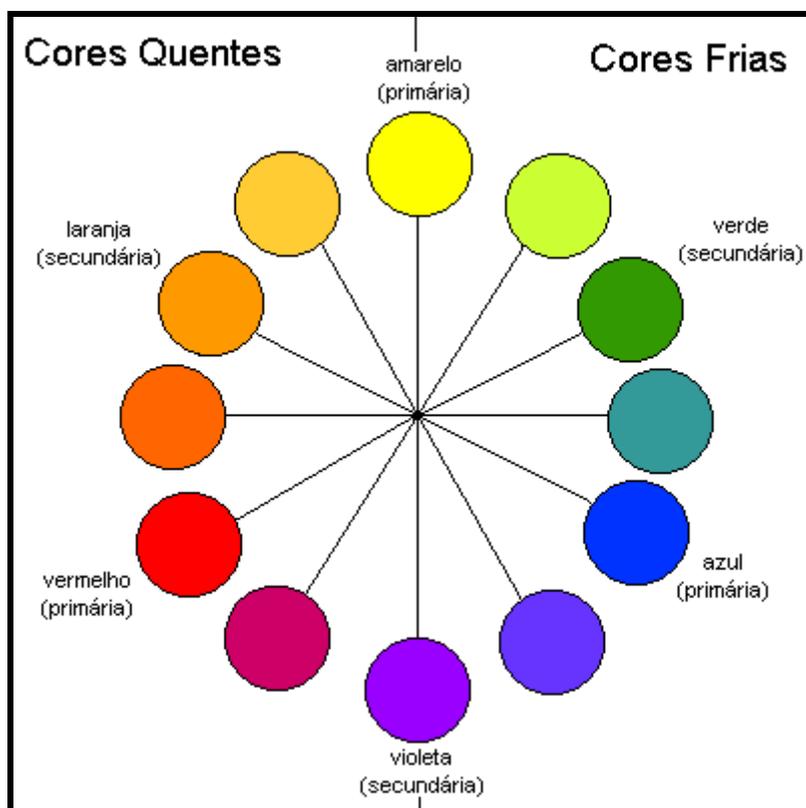


Figura 2.14 - Círculo de cores. As cores diametralmente opostas são complementares entre si.

Fonte: Pedrosa (1999)

Note na figura 2.14, que uma cor primária é sempre complementada pôr uma cor secundária. Esta é a cor que está em oposição à posição desta cor primária. Por exemplo, a cor complementar do vermelho é o verde. As cores complementares são usadas para dar força e equilíbrio a um trabalho, criando contrastes. Raramente se usam apenas cores complementares em um trabalho, o efeito pode ser desastroso, mas em alguns casos é extremamente

interessante. Os pintores figurativos, em geral, usam as cores complementares apenas para acentuar as outras criando assim, equilíbrio no trabalho (ver figura 2.15).



Figura 2.15 - A Lavadeira – Hugo Espiritu Escobar<sup>3</sup>

Vale lembrar que as cores complementares são as que mais contrastes entre si oferecem, sendo assim, se queremos destacar um amarelo, devemos colocar junto dele um violeta. Outra característica importante das cores complementares é que elas se neutralizam entre si. O que isso quer dizer? Que se quisermos tirar a "potência" de um amarelo, basta acrescentar-lhe certa quantidade de violeta até que o neutralizando em um tom de cinza, até chegar ao preto. (Processo químico de composição de cores).

Segundo Iida (2001), existem estudos comprovados da influência das cores sobre o estado emocional, a produtividade e a qualidade do trabalho. O ser humano apresenta diversas reações a cores, que podem deixar triste ou alegre, calmo ou irritado. O vermelho, o laranja, e o amarelo sugerem calor; enquanto o verde, o azul e o verde-azul sugerem o frio. É importante salientar que as cores possuem também diferentes simbologias, associações e superstições, que variam de acordo com a região e a cultura. Entre as associações normalmente feitas com as diversas cores, podemos destacar as seguintes:

- **Vermelho** – é a cor quente, agressiva, estimulante e em muitas sociedades, significa a cor da profilaxia, da cura e da limpeza espiritual. Para o uso em imóveis recomenda-se a utilização em superfícies pequenas devido à sensação de calor causada e a ilusão de que os objetos estão saltando para cima do observador.
- **Amarelo** – é a cor que evoca dominação, riqueza material e espiritual. Muitas vezes é associado também a despeito, traição, solidão e desespero, por ser intenso e agudo. Logo, causa incômodo quando aplicado em grandes superfícies devido à intensa irradiação de

<sup>3</sup> Hugo Espiritu Escobar, artista plástico (Peru), residente no Brasil desde 1992, com experiência de mais de 40 anos, aqui apresenta uma obra de óleo sobre tela de estilo figurativo contemporâneo acrescido de um texturizado.

luz, o ideal é usá-lo em pequenos ambientes ou buscar tons mais opacos e puxados para o ocre.

- **Verde** – é a cor da sensatez, do equilíbrio, da passividade e da sabedoria. Medidas de tensão nervosas e pressões sanguíneas comprovam a qualidade calmante do verde, justificando o seu uso em locais de repouso e mesas de jogo. É simbolicamente associada à esperança, felicidade e libertação do movimento para frente (sinal verde).
- **Azul** – é a cor fria por excelência, é ideal para grandes superfícies pela tranquilidade transmitida e a sensação de paz e calma. Exerce apelo intelectual, simbolizando inteligência e raciocínio. Deve ser combinado com cores mais alegres para evitar um visual muito depressivo.
- **Laranja** – é a cor muito quente, viva e acolhedora. É o equilíbrio óptico entre o vermelho e o amarelo e para os ocidentais tem o significado do equilíbrio entre o espírito e o instinto. Estimula o cérebro para a degustação e o paladar e, portanto, é ideal para cozinha, restaurantes ou lanchonetes.
- **Branco** – é a cor da pureza, simbolizando a paz, nascimento e morte. É tido como uma cor neutra. Só não deve ser utilizado em toda a casa, pois retira a personalidade das residências.
- **Preto** – é a cor deprimente, evoca a sombra e o frio, o caos, o nada, o céu noturno, o mal, a angústia, a tristeza, o inconsciente e a morte. O preto, não é exatamente uma cor, ele é a ausência de todas as tonalidades e da luz. Deve ser usado apenas em pequenas aplicações para realçar outras cores, jamais sozinho ou em grandes extensões.

Uma boa escolha da cor para um projeto está na sensibilidade de perceber que há uma grande dispersão relacionada a preferências de cores, provocada por diferença de sexo, idade, cultura e religiões. O uso de cores deve ser cuidadosamente planejado, junto com a arquitetura e a iluminação, de modo que o conjunto seja harmônico. As paredes, máquinas, equipamentos de transporte, de segurança e até os utensílios e ferramentas individuais deverão seguir as cores planejadas.

Além disso, deve-se alertar para alguns “truques”, com o uso da cor, que podem resolver alguns problemas existentes em determinados ambientes (ver figura 2.16). Nos pontos em que há necessidade de maior visibilidade, pode-se aumentar o contraste de cores e o nível de iluminação.

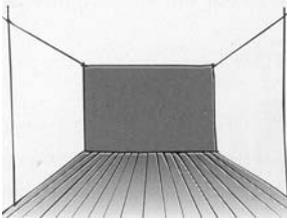
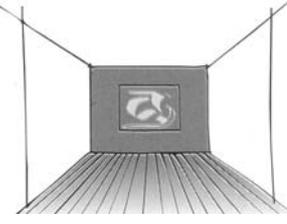
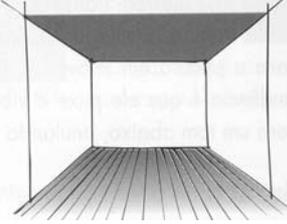
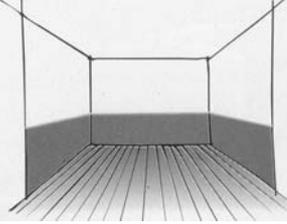
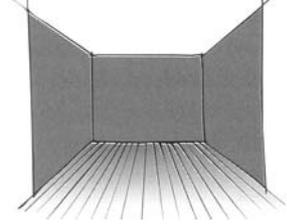
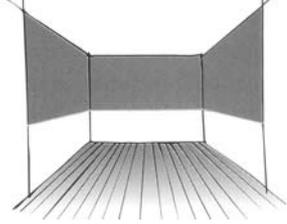
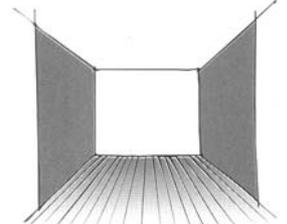
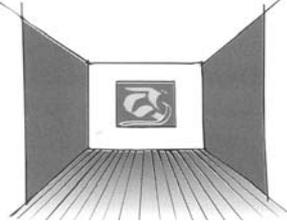
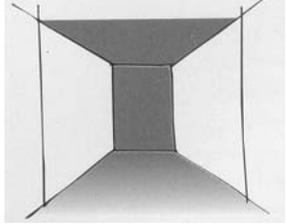
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                 |                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Encurtar Ambientes</b><br/>Se o cômodo retangular é comprido demais, uma solução simples é aplicar cores mais escura nas paredes menores para dar a sensação de um espaço mais curto.</p>                                                                                                                                                                        |                                                                                       | <p><b>Esconder Objetos</b><br/>Usando a mesma cor do objeto na parede de irá camuflar a peça.</p>                                                               |   |
| <p><b>Rebaixar o teto</b><br/>Aplicando um tom mais escuro que o usado nas paredes o pé-direito parecerá mais baixo.</p>                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                       | <p><b>Alongar a Parede</b><br/>Dividir a parede ao meio com um barrado pintando a área superior com um tom mais claro e a inferior com um tom mais escuro.</p>  |   |
| <p><b>Elevar o teto</b><br/>Aplicando um tom mais claro que o escolhido para as paredes o efeito é contrário do citado acima, ou seja, o teto parecerá mais alto do que realmente é.</p>                                                                                                                                                                               |                                                                                       | <p><b>Encurtar a Parede</b><br/>Dividir a parede ao meio com um barrado pintando a área superior com um tom mais escuro e a inferior com um tom mais claro.</p> |   |
| <p><b>Alongar Ambientes</b><br/>Para dar mais profundidade a um cômodo quadrado é necessário aplicar cores mais escuras em paredes opostas.<br/><br/>A mesma idéia de pintura, porém, utilizada com o objetivo de para destacar objetos.<br/><br/>Aplicando uma cor intensa ou contrastante na parede que servirá como fundo ao objeto ele terá mais visibilidade.</p> |   | <p><b>Alargar corredor</b><br/>Corredores muito estreitos devem ter suas paredes de fundo e o teto pintados com um tom mais escuro que os demais.</p>           |  |

Figura 2.16 – As cores “modificando” os ambientes.

Fonte: Revista construção do começo ao fim nº2 (2000)

## 2.2 Caracterização das unidades de ensino

### 2.2.1 Segmentos de ensino

Segundo a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, título V, referente aos níveis e das modalidades de educação e ensino, no capítulo I, Art.21 encontraremos que a educação escolar compõe-se de:

- I- Educação Básica, formada pela educação infantil, ensino fundamental e ensino médio.
- II- Educação Superior.

Pelo *Plano Estadual de Educação* (PEE), encontrado na LEI Nº 12.252, DE 08 DE JULHO DE 2002, encontramos que “devido ao acentuado grau de descentralização do sistema educacional brasileiro, os governos estaduais e municipais desempenham um papel primordial, sobretudo no provimento da Educação Básica. O regime de colaboração tem permitido a municipalização da educação infantil, com ênfase na pré-escola, e do ensino fundamental, principalmente das primeiras quatro séries (fundamental I), caracterizando uma atenção progressiva à criança na faixa etária de zero a 10 anos. Os Estados, por sua vez, têm assumido o ensino médio e colaboram com os municípios no atendimento ao ensino fundamental, ofertando, prioritariamente, as séries finais (5ª à 8ª – fundamental II), caracterizando uma atenção sistemática ao jovem.

Num país com a dimensão e a diversidade do Brasil, o regime de colaboração ainda está em construção. O quadro de mobilização dos municípios não é uniforme em todo o País, exigindo esforço permanente, tanto no âmbito governamental quanto das organizações sociais.

O quadro político brasileiro apresenta-se muito favorável para que o rumo do esforço educacional que o País vem empreendendo seja mantido e, o que é mais importante, tem evoluído numa direção que fortalece os setores mais comprometidos com a escola pública. Essa, hoje, já é responsável por 89% do ensino fundamental e 70% do ensino médio e com a promoção do direito de todos à Educação.

Podemos citar diversos segmentos de ensino público encontrado no nosso estado, são eles:

- Creche
- Fundamental 1ª à 4ª série
- Médio Profissionalizante
- Supletivo Preparatório para Exame
- Especial Aluno Integrado
- Pré-Escola
- Fundamental 5ª à 8ª série
- Especial Exclusivo
- Especial Sala de Recursos
- Alfabetização
- Médio

- Supletivo Avaliação
- Especial Turma Específica
- Educação Profissional

Escolheram-se as escolas localizadas no município de Recife e que tivessem simultaneamente a ensino fundamental (I e II) e ensino médio. Assim, teríamos facilidade de acesso ao local, verificaríamos se realmente é uma tendência do estado priorizar o ensino médio e teríamos uma amplitude maior de pessoas para aplicar a metodologia, facilitando no processo de levantamento de informações em relação ao ambiente construído.

As séries do ensino fundamental estão divididas da seguinte forma:

- 1ª Série- faixa etária dos 07 aos 08 anos de idade;
- 2ª Série- faixa etária dos 08 aos 09 anos de idade;
- 3ª Série- faixa etária dos 09 aos 10 anos de idade;
- 4ª Série- faixa etária dos 10 aos 11 anos de idade.
- 5ª Série- faixa etária dos 11 aos 12 anos de idade;
- 6ª Série- faixa etária dos 12 aos 13 anos de idade;
- 7ª Série- faixa etária dos 13 aos 14 anos de idade;
- 8ª Série- faixa etária dos 14 aos 15 anos de idade.

Já as séries do ensino médio estão divididas da seguinte forma:

- 1º Ano- faixa etária dos 15 aos 16 anos de idade;
- 2º Ano- faixa etária dos 16 aos 17 anos de idade;
- 3º Ano- faixa etária dos 17 aos 18 anos de idade;

As Gerências Regionais de Educação (GEREs) classificam o porte das escolas do estado em relação ao número de turmas, são elas:

- Escolas de pequeno porte – são escolas que possuem um total de até 20 turmas matriculadas nos três turnos;
- Escolas de médio porte – são aquelas que possuem de 21 turmas até 40 turmas matriculadas nos três turnos;
- Escolas de grande porte – são aquelas que possuem acima de 40 turmas matriculadas.

A composição desses segmentos na formação das unidades de ensino pode variar de acordo com a abrangência de serviços a serem oferecidos.

### 2.2.2 Os usuários

De acordo com o Manual para elaboração de projetos de edifícios escolares na Cidade do Rio de Janeiro (Lopes, 1996), elaborado pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM os usuários das escolas podem ser divididos em quatro conjuntos, são eles:

- Corpo discente – alunos;
- Corpo docente – professores;
- Corpo técnico-administrativo – diretores, coordenadores, técnicos e auxiliares administrativos;
- Corpo de Apoio – porteiros, serventes, cozinheiros, zeladores, etc.

As edificações escolares devem ser planejadas para atender às necessidades de sua clientela, que são principalmente crianças e adolescentes. Portanto, é necessário observar características físicas e comportamentais no momento da elaboração dos projetos, tanto do ponto de vista da adequação dos espaços quanto da escolha do mobiliário e dos equipamentos.

Conforme Lynch (1997), “a relação da criança com o espaço é fluida e contínua e, talvez por estar menos imersa em noções verbais abstratas, é mais aberta à percepção visual e auditiva do mundo que o rodeia”. Logo, um bom ambiente para o crescimento se fará num espaço ordenado e rico de significados onde a criança seja livre para explorá-lo e possa retirar-se de vez em quando para algum lugar tranquilo e protegido.

Segundo o IBAM (Lopes, 1996), “os adolescentes caracterizam-se por estar numa fase de afirmação de identidade, personalizando seus objetos e espaços. Por não se identificarem com crianças menores, torna-se difícil que compartilhem dos mesmos ambientes. Tendem a associar-se em grupos e para isso necessitam de espaços apropriados onde possam conviver e manifestar-se”.

Como foi visto, para atender à demanda de usuários, precisamos definir bem o público alvo, sejam crianças ou adolescentes que iremos trabalhar de uma escola. Para isso, é preciso criar um bom projeto e/ou intervenção levando em conta as necessidades dos usuários, não só atendendo às normas existentes, como também criando espaços que sirvam de ponte para o desenvolvimento de suas características individuais. Assim, os indivíduos serão capazes de buscar uma educação que lhes dê orientação para aprenderem a ser auto-sustentáveis e que saibam ter iniciativas para resolverem os problemas e enfrentarem novas situações.

### 2.2.3 Estrutura funcional do edifício escolar

Para projetar um edifício escolar devemos criar diversos tipos de ambientes para atender as exigências das diferentes atividades escolares. Segundo o IBAM (Lopes, 1996), podemos agrupar os ambientes em função dos conjuntos funcionais (ver tabela 2.10)

Tabela 2.10 – Conjuntos funcionais de um edifício escolar.

Fonte: Lopes (1996)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Conjunto Pedagógico</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Abriga as atividades de ensino e aprendizagem (salas de aula) que são as funções principais do edifício escolar. São necessários diferentes ambientes, formando núcleos pedagógicos que possibilitem o desenvolvimento de atividades didáticas.                                                                                                                                                                                |
| <b>Conjunto Vivência/ Assistência</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Tem como função principal abrigar as atividades de recreação, alimentação e a prática de esportes, inclusive banheiros para os alunos. É, por excelência, o espaço de convívio da escola onde as crianças podem se encontrar, relaxar, brincar, comer, além de praticar atividades pedagógicas que necessitem de um espaço mais amplo do que o das salas de aula.                                                              |
| <b>Conjunto Administrativo/ Apoio Técnico-Pedagógico</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Abriga ambientes para direção e administração, essenciais para o funcionamento regular da escola. Essas funções envolvem a responsabilidade por todas as atividades do estabelecimento e também as de relações diretas com a comunidade. Exige ainda alguns ambientes que darão apoio técnico - pedagógico ao cumprimento do currículo.                                                                                        |
| <b>Conjunto Serviços Gerais</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Compreende os serviços de infra-estrutura da unidade escolar, auxiliando e complementando as atividades nela desenvolvidas como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle de entrada e saída de pessoas e veículos;</li> <li>• Limpeza e manutenção do prédio e das áreas externas;</li> <li>• Guarda de materiais de consumo geral e de limpeza;</li> <li>• Guarda e preparo de alimentos (funcionários).</li> </ul> |

Com base na tabela 2.10 podemos distribuir estes conjuntos funcionais em relação ao conjunto de usuários do edifício escolar de acordo com o Lopes (1996), ver figura 2.17.

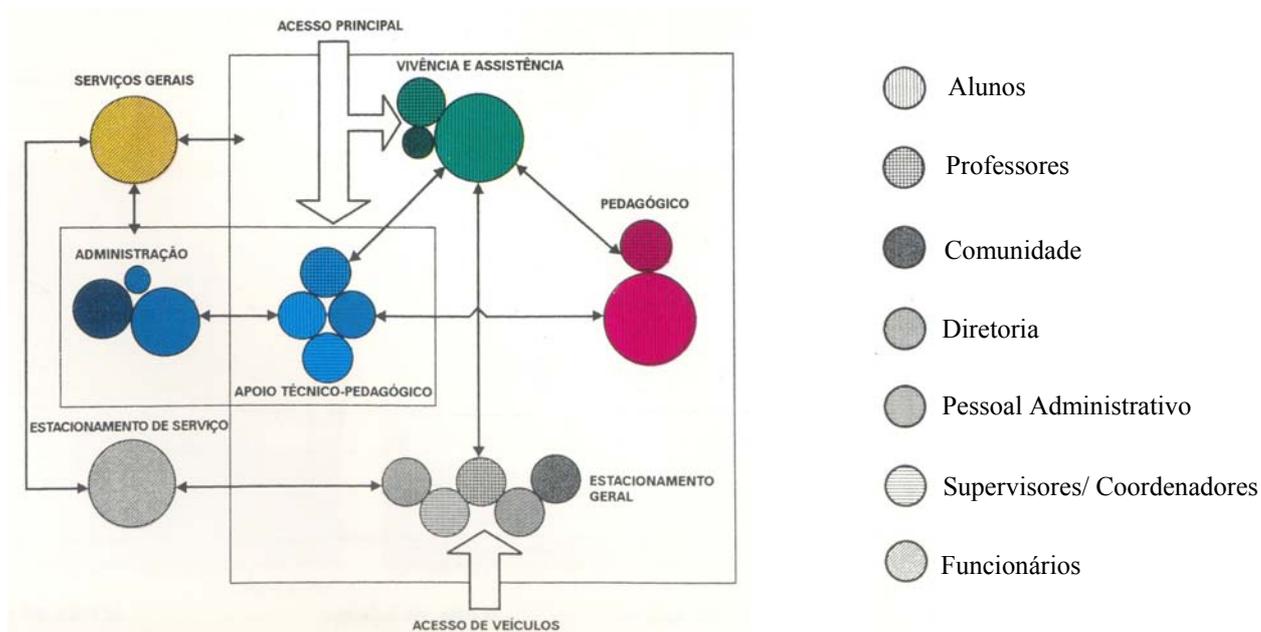


Figura 2.17 – Estrutura Funcional do Edifício Escolar - Relação entre conjuntos e usuários.

Fonte: Lopes (1996)

É claro que esta distribuição da estrutura funcional do edifício escolar pode variar de acordo com o porte das escolas e das áreas do terreno que ocupam, porém, a FUNDESCOLA recomenda que escolas com até seis salas de aulas sejam construídas em um pavimento térreo.

Nesta pesquisa, iremos analisar a distribuição de cada um dos ambientes e se suas áreas satisfazem as normas, tanto em tamanho, quanto em aberturas para ventilação e iluminação. Por fim, estudaremos com mais detalhe a sala de aula por ser um ambiente de grande importância dentro das edificações escolares, pois é nesse espaço que se encontra a maioria dos usuários.

## 2.3 Caracterização dos ambientes

### 2.3.1 Diretrizes gerais

O sistema proposto aqui está baseado nas diretrizes gerais desenvolvidas pelo Fundo de Fortalecimento da Escola – FUNDESCOLA (Pereira, 2001), que busca exemplificar algumas características que devem ter as edificações escolares, são elas:

- **FLEXIBILIDADE**, de modo a se adaptar a terrenos planos, em aclive ou em declive.
- **SOLUÇÕES COMPACTAS**, de modo a possibilitar a implantação em terrenos de formatos e tamanhos diferenciados, geralmente pequenos.
- **ABRANGER** uma gama de opções, porém obedecendo às exigências previstas no Código de Obras dos Municípios das capitais. As escolas de 04 (quatro) a 06 (seis) salas deverão ser resolvidas em um só pavimento.

- **RESULTAR** numa obra de baixo custo, racionalizada, que permita rapidez de construção e facilidade de manutenção.
- **PERMITA** ampliação da escola. O esquema de ampliação deve ser demonstrado em projeto.
- **POSSA** ser adequado às diversas condições climáticas de cada um dos Estados.
- **SISTEMA** estrutural independente para permitir, no futuro, adequações com retirada de elementos de vedação.
- **EVITAR** elementos ou soluções arquitetônicas que resultem em perigo para a segurança dos alunos.
- **APRESENTAR** soluções para os problemas de segurança contra invasões e depredações que ocorrem em grande parte das regiões, sem perda das condições ambientais de iluminação e ventilação naturais.

Dessa forma, busca-se dar regras que possibilitem projetos mais adequados para as edificações escolares. Esses pontos servirão para futuras análises do estudo de caso.

### 2.3.2 Modulação dos ambientes

Em relação às modulações dos ambientes, temos vários parâmetros, segundo as recomendações do FUNDESCOLA (Pereira, 2001), que servirão para chegar a estes valores, os mais importantes foram os materiais de construção usados e os espaços necessários para o aluno na sala de aula. As dimensões, eixo a eixo, dos espaços construídos obedecem a uma modulação de projeto de 0,90m x 0,90m, o que dá origem a ambientes com áreas múltiplas de 0,81m<sup>2</sup>.

As proporções geométricas dos ambientes devem ser as que foram mais convenientes para o desempenho das atividades, de acordo com cada projeto específico, com exceção das salas de aula que, além da área (51, 84m<sup>2</sup>), têm suas dimensões fixadas com (7,20 x 7,20m).

É importante salientar que esta modulação é padrão adotado pelo FUNDESCOLA para projetos de novas escolas, o que não significa dizer que se devem fixar os módulos em 90x90m, porém é recomendado seguir pelo menos a determinação em relação às áreas mínimas determinadas no programa arquitetônico.

### 2.3.3 Pré-dimensionamento dos ambientes

O dimensionamento adequado tem um peso significativo dentro da funcionalidade das edificações criando proporções dos ambientes dentro de uma edificação. É nesta etapa em que serão tomadas decisões, em relação à implantação ou não da edificação no terreno, se a

edificação deverá ou não ter mais de um pavimento, neste item se dá o tamanho da edificação em relação ao seu uso, habitacional ou não.

No caso específico das escolas, selecionam-se alguns parâmetros para os dimensionamentos das áreas admissíveis em relação ao número de alunos que ocupam o ambiente segundo os critérios da Secretaria de Educação e Cultura de Pernambuco (SEDUC), e FUNDESCOLA/2002 (Cortez, 2002). Para facilitar o entendimento e a comparação dos parâmetros entre os dois, decidimos mostrar as áreas admissíveis para cada ambiente através da tabela 2.11.

Tabela 2.11 - Áreas admissíveis para cada ambiente.

Fonte: SUDEC e FUNDESCOLA (Cortez, 2002)

| Conjuntos Funcionais          | AMBIENTES                        | Sugestão da Área por Ambiente (m <sup>2</sup> ) |                       | ÁREA por ALUNOS (m <sup>2</sup> ) |                     |
|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---------------------|
|                               |                                  | SEDUC                                           | FUNDES COLA           | SEDUC                             | FUNDES COLA         |
| Conjunto Pedagógico           | Sala de aula <sup>(1)</sup>      | 48 – 49                                         | 51,84                 | 1,20                              | 1,32                |
|                               | Auditório/ Sala de vídeo         | 73,50 – 122,50                                  | -                     | 1,8 – 3,0                         | 2,17                |
|                               | Biblioteca/ Sala de leitura      | 49 – 98                                         | -                     | 1,2 – 2,4                         | 2,0 – 2,3           |
|                               | Laboratório de Informática       | 49 – 73,5                                       | -                     | -                                 | 2,94                |
|                               | Laboratório de ciências          | 49 – 73,5                                       | -                     | -                                 | 2,58 – 4,59         |
| Conjunto Vivência/Assistência | Recreio coberto                  | 73,5–122,5                                      | -                     | -                                 | 0,50 – 0,94         |
|                               | Pátio “aberto”                   | -                                               | -                     | -                                 | 1,5 – 2,0           |
|                               | Grêmio                           | 24,50                                           | -                     | -                                 | -                   |
|                               | WC alunos – masc. <sup>(2)</sup> | -                                               | -                     | -                                 | -                   |
|                               | WC alunos – fem. <sup>(2)</sup>  | -                                               | -                     | -                                 | -                   |
|                               | Refeitório                       | -                                               | -                     | -                                 | 1,68 <sup>(3)</sup> |
| Conjunto Administrativo       | Hall de espera                   | 12,25– 24,50                                    | *7,0 <sup>(4)</sup>   | -                                 | -                   |
|                               | Diretoria                        | 6,12 – 24,50                                    | *12,25 <sup>(5)</sup> | -                                 | -                   |
|                               | Secretaria                       | 12,25– 36,75                                    | *14,0 <sup>(6)</sup>  | -                                 | -                   |
|                               | Arquivo                          | 6,12 – 12,25                                    | *17,50 <sup>(7)</sup> | -                                 | -                   |
|                               | Almoxarifado                     | 12,25 – 24,5                                    | *17,50 <sup>(8)</sup> | -                                 | -                   |
|                               | Coordenação                      | 6,12 – 12,25                                    | *12,25 <sup>(9)</sup> | -                                 | -                   |
|                               | Sala dos professores             | 12,25– 49,00                                    | * <sup>(10)</sup>     | -                                 | -                   |
|                               | WC administrativo/prof. Masc.    | 4,90 – 12,25                                    | * <sup>(11)</sup>     | -                                 | -                   |
|                               | WC administrativo/prof. Fem.     | 4,90 – 12,25                                    | * <sup>(11)</sup>     | -                                 | -                   |

|                              |                               |              |                        |   |   |
|------------------------------|-------------------------------|--------------|------------------------|---|---|
| <b>Conjunto Serv. Gerais</b> | Cozinha                       | 24,5– 36,75  | *24,50 <sup>(12)</sup> | - | - |
|                              | Despensa                      | 6,12– 24,50  | *19,76 <sup>(13)</sup> | - | - |
|                              | Área de serviço               | 4,90 – 12,25 | *36,50 <sup>(14)</sup> | - | - |
|                              | Depósito material de limpeza  | 4,90 – 6,12  | *8,75 <sup>(15)</sup>  | - | - |
|                              | WC/ Vestiária func. masculino | 4,90 – 6,12  | * <sup>(11)</sup>      | - | - |
|                              | WC/ Vestiária func. feminino  | 4,90 – 6,12  | * <sup>(11)</sup>      | - | - |

Notas:

\* A área é uma sugestão do FUNDESCOLA (Cortez, 2002), uma simulação, porém, o mais importante é que a área atenda as características da funcionalidade do ambiente e do seu mobiliário.

- (1) Em relação à área da sala de aula a SEDUC sugere de 48m<sup>2</sup> (6 x 8m) a 49m<sup>2</sup> (7 x 7m) já o FUNDESCOLA sugere um módulo de 51,84m<sup>2</sup> (7,20 x 7,20m) ou que contenha o valor da largura útil 7,50m ou mais e o comprimento máximo 8,10m.
- (2) Em Pernambuco, a Lei Nº16.292, de Edificações e Instalações na cidade do Recife, diz que as instalações sanitárias mínimas obrigatórias da Escolas estão relacionadas com a área total de construção da seguinte forma:

Tabela 2.12 - Instalações sanitárias mínimas obrigatórias.

Fonte: Lei Nº16.292, de Edificações e Instalações na cidade do Recife (1997).

| Área Total de Construção (m <sup>2</sup> ) | Instalação para o Público |           |          |          |           | Observações |
|--------------------------------------------|---------------------------|-----------|----------|----------|-----------|-------------|
|                                            | Masculino                 |           |          | Feminino |           |             |
|                                            | Bacia                     | Lavatório | Mictório | Bacia    | Lavatório |             |
| <b>Até 200</b>                             | 1                         | 1         | -        | 1        | 1         | A, D, E     |
| <b>De 201 a 400</b>                        | 2                         | 2         | 1        | 2        | 1         | A, D, E     |
| <b>De 401 a 750</b>                        | 3                         | 2         | 2        | 3        | 2         | B, D, E     |
| <b>Acima de 750</b>                        | -                         | -         | -        | -        | -         | C, D, E     |

Observações:

- A) As edificações com área total de construção até 400m<sup>2</sup>, deverão a inda atender às seguintes condições:
  - Quando possuírem instalações sanitárias privativas por unidade imobiliária, ficarão dispensadas das instalações mínimas previstas na tabela 2.12.
  - Quando não possuírem instalações sanitárias privativas por unidade imobiliária, deverão ter no pavimento térreo, instalações sanitárias para ambos os sexos, de acordo com o dimensionamento da tabela 2.12 e, em um total de 2% das instalações, adaptadas para pessoas portadoras de deficiência sensorial, visual e ambulatória parcial, com o mínimo de 1 conjunto.
- B) As edificações com área total de construção de 401,00 m<sup>2</sup> a 750,00 m<sup>2</sup>, deverão atender às seguintes condições:
  - Quando possuírem instalações sanitárias privativas por unidade imobiliária, deverão ter no pavimento térreo instalações sanitárias para ambos os sexos, e em um total de 2% das instalações adaptadas para pessoas portadoras de deficiência sensorial, visual e ambulatória parcial, com o mínimo de um conjunto.

- Quando não possuírem instalações sanitárias privativas por unidade imobiliária, deverão ter nos pavimentos as instalações sanitárias de acordo com o dimensionamento da tabela 2.12 e, em um total de 2% das instalações, adaptadas para pessoas portadoras de deficiência sensorial, visual e ambulatoria parcial, com o mínimo de 1 conjunto.
- C) As edificações com área total acima de 750,00 m<sup>2</sup> deverão ter para cada 400,00 m<sup>2</sup> de área acrescida ou FRAÇÃO, mais um conjunto de peças sanitárias, por sexo, e em um total de 2% de peças acrescidas, com o mínimo de uma, sejam adaptadas para pessoas de deficiência sensorial, visual e ambulatoria parcial, com o mínimo de 1 conjunto.
- Quando possuírem instalações sanitárias que não estiverem no mesmo pavimento dos compartimentos que deverão servir, ficarão situadas pelo menos, nos pavimentos imediatamente inferior ou superior.
  - Quando houver instalações sanitárias privativas em cada unidade, as edificações ficam desobrigadas desta exigência, devendo apresentar no pavimento, as instalações sanitárias para o público exigidas para a área total de construção entre 401,00 m<sup>2</sup> e 750,00 m<sup>2</sup>.
- D) Os sanitários localizados em áreas que tiverem comunicação direta com compartimentos ou espaços de uso comum ou coletivo serão providos de anteparo que impeça o devassamento do seu interior ou antecâmara.
- Quando por provido de antecâmara, a menor dimensão dela será igual ou maior que 0,80m.
- E) Para os Ginásios de Esportes, Estações Rodoviárias e Ferroviárias, Teatros, Cinemas, Casas de Espetáculos, Clubes Esportivos ou recreativos, será exigido um conjunto de peças sanitárias, para cada 200,00 m<sup>2</sup> de área acrescida ou FRAÇÃO, em um total de 2% de peças acrescidas, serem adaptadas para pessoas portadoras de deficiência sensorial, visual e ambulatoria parcial, com o mínimo de 1 conjunto.

A SEDUC segue a lei de Edificações e Instalações na cidade do Recife, porém, ela só obriga as escolas a terem instalações sanitárias adaptadas para pessoas portadoras de necessidades especiais, para as edificações escolares que possuam área construída acima de 700m<sup>2</sup>. As escolas com área construída de até 700m<sup>2</sup> só precisam ter acesso a espaços comuns (Lei Nº16.292, 1997).

O FUNDOESCOLA (Cortez, 2002) propõe para as escolas que verifiquem a quantidade de alunos por turno, e o dimensionamento se dará pegando 50% das meninas e 50% dos meninos de um turno, em seguida, com este número e só seguir as proporções expressas na tabela 2.13. Além disso, deve-se procurar seguir as recomendações da NBR 9050/2004 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) que prevê pelo menos uma bacia adaptada para atender as pessoas portadoras de necessidades especiais, de acordo com NBR 9050/ 2004.

Tabela 2.13 - Número de peças sanitárias em relação ao número de alunos.

Fonte: FUNDESCOLA (Cortez, 2002)

| Número de alunos<br>(50% de cada sexo<br>em um turno) | Proporção do número de peças em<br>relação ao número de alunos |           |          |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------|----------|
|                                                       | Bacia                                                          | Lavatório | Mictório |
| <b>Meninos</b>                                        | 1/40                                                           | 1/30      | 1/30     |
| <b>Meninas</b>                                        | 1/40                                                           | 1/30      | 0        |

- (3) Para o dimensionamento do refeitório, devemos considerar a utilização por, no mínimo, um terço da quantidade de alunos de um dos turnos da escola, prevendo-se atendimento seqüencial a três grupos, estimando-se que cada grupo leva 15 minutos para consumir a refeição.
- (4) O local de espera pode ser aproveitado a partir do aproveitamento máximo das próprias áreas cobertas e abertas para circulação, não necessitando de uma área pré-determinada, mas, que deve se destinar aos alunos, pais ou membros da comunidade em geral, para serem atendidas pelo diretor, vice-diretor, coordenadores, orientadores, professores ou para atendimento pela secretaria da escola.
- (5) A área colocada na tabela refere-se somente à sala do diretor, caso se deseje fazer a sala do vice-diretor, usar o mesmo padrão de área. Este ambiente pode variar de acordo com as especificações do projeto da sala, porém o ambiente deve ser reservado, de fácil localização e acesso pelo público interno e externo.
- (6) O mais importante é que o ambiente seja adequado para realizar a função de elaboração de registros, guarda de documentos e fornecimentos de informações ao público interno e externo.
- (7) O ambiente é destinado à guarda, por exigência legal, de documentos (históricos dos alunos, documentos sobre a vida funcional de professores e funcionários, entre outros) fora de uso corrente.
- (8) Deve ser um lugar com área que dê para guardar materiais (de escritório, escolar e manutenção) submetidos a controle de entrada e saída.
- (9) O ambiente deve estar afastado das áreas de maior concentração de ruído da escola e articular-se facilmente com a circulação geral, com as salas de aulas da direção, a sala dos professores, a sala de reuniões e a secretaria.
- (10) O FUNDESCOLA (Cortez, 2002) sugere o multiuso deste espaço tomando-o também como sala de reuniões, logo ele sugere que o cálculo da área deve levar em conta a quantidade de 1 professor por sala de aula/ turno, diretor, vice-diretor, coordenador e uma secretária. Devem-se prever mesas de reunião, prever local para guarda de objetos pessoais dos professores, preferencialmente em escaninhos individuais. Prever espaço para estar e para realização de atividades individuais de preparação de aula.
- (11) O ambiente destina-se à troca e guarda de roupa e a higiene dos professores e funcionários da escola. Prever armários com trancas. Prever pelo menos uma bacia e um boxe com chuveiro adaptados para portadores de deficiência física, de acordo com a NBR 9050/ 2004 da ABNT. Verifique a quantidade de professores e funcionários por turno e o dimensionamento se dará pegando 50% das pessoas de sexo feminino (funcionárias + professoras) e 50% das pessoas do sexo masculino (funcionários e professores) de um turno. O FUNDESCOLA (Cortez, 2002) sugere criar dois sanitários (um masculino e um feminino) para atender tanto aos professores quanto aos funcionários da escola na proporção de acordo com a tabela 2.14.

Tabela 2.14 - Número de peças sanitárias em relação ao número de funcionários.

Fonte: FUNDESCOLA (Cortez, 2002)

| Número de Pessoas<br>(50% de cada sexo<br>em um turno) | Proporção do número de peças em<br>relação ao número de alunos |           |          |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------|----------|
|                                                        | Bacia                                                          | Lavatório | Chuveiro |
| <b>Funcionários</b>                                    | 1/10                                                           | 1/20      | 1/10     |
| <b>Professores</b>                                     | 1/10                                                           | 1/20      | 1/10     |

- (12) Em relação ao tamanho da cozinha, ele pode variar. Segundo o FUNDESCOLA, ela sofre menos influência da quantidade de refeições servidas, que das suas próprias necessidades de espaço para funcionamento. Este sim, mais importante. É preciso prever espaços para pias, fogões congelador (freezer), bancada para preparação dos alimentos e armários para guarda aparelhos e utensílios. Para maior segurança e controle do espaço, é necessário prever balcão de comunicação com o refeitório/ pátio coberto, com fechamento em grade, para distribuição das refeições e devolução dos utensílios.
- (13) O espaço para estocagem dependerá do número de refeições servidas diariamente e da programação de abastecimento (semanal, quinzenal, mensal).
- (14) Ambiente para atividades de apoio aos serviços de cozinha e serviços gerais. Neste ambiente, estão localizados os depósitos de lixo, gás, além de compartimento de energia. O abrigo para gás deverá ser dimensionado de acordo com a quantidade o tipo de botijões utilizados e localizados em local afastado do comprimento de energia elétrica, O depósito de lixo deverá ter dimensões mínimas previstas pela legislação municipal local (ver tabela 2.15 – Lei de edificações e instalações na cidade do Recife, 1997) e deverá conter recipientes separados para vidros, latas, papéis, plásticos e material orgânico. Prever também um tanque para limpeza geral. O local deve ser de fácil acesso, especialmente a partir da cozinha. Prever acesso pela área externa da escola, para facilitar a retirada de lixo e entrada de materiais. Prever abrigo coberto para depósito de lixo.

Tabela 2.15- Instalações e equipamentos de apoio.

Fonte: Lei nº 16.292 (1997)

| Atividades          | Lixo               |
|---------------------|--------------------|
| Serviço de educação | 4,6 litros/ pessoa |

- (15) O ambiente destina-se à guarda de vassouras, escovas, baldes, mangueiras d'água, além de produtos utilizados na limpeza. Também poderá abrigar pincéis, tintas e ferramentas utilizadas em pequenos reparos. De acordo com cada escola, este espaço pode ser dividido em vários depósitos menores, distribuídos pela área interna do prédio. Prever pelo menos um depósito com aproximadamente 1m<sup>2</sup> (podendo ser maior) para cada 500m<sup>2</sup> de área de piso.

Fora estes principais ambientes numa escola, ainda dentro do conjunto de vivência, o FUNDOESCOLA (Cortez, 2002), sugere alguns parâmetros para a prática de educação física. Neste caso, precisaríamos de mais as áreas para os ambientes da quadra poliesportiva, do depósito de educação física e de vestiários para os alunos. Parta cada um deles, teremos as seguintes áreas:

- **Quadra poliesportiva** - Considerando as quadras de basquetebol, futebol de salão e voleibol necessita de um espaço de 714,00m<sup>2</sup> (34 x 21m). Caso deseje inserir a quadra de handebol, a área da quadra poliesportiva é de 1.380,00 m<sup>2</sup> e seja necessário uma arquibancada a área será de 1.656,00m<sup>2</sup>. Em todas as áreas já estão incluídas os espaços livres ao seu redor para a prática dos esportes.
- **Depósito de educação física** = 8,75m<sup>2</sup>. Este valor é uma simulação sugerida pelo FUNDESCOLA, baseado numa escola de 1<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> séries. É claro que este tamanho pode variar, porém, pode-se aplicar a qualquer escola que tenha várias turmas ou mais de um professor, pois o material usado por um professor para uma turma pode ser diferente do material utilizada por outro.
- **Vestiário/ sanitário de alunos** – Para o dimensionamento, são considerados 50% dos meninos e 50% das meninas de uma turma de educação física. Após isso, é utilizada a tabela 2.16 onde se terá o quantitativo de peças e com isso fazer estudos para um pré-dimensionamento. O FUNDESCOLA faz uma simulação, com uma turma de 36 alunos de uma turma e um professor gerando um vestiário masculino e outro feminino com área de 56,00 m<sup>2</sup> cada. Para o cálculo do número de chuveiros, segundo o FUNDESCOLA, foi considerado que a turma demora 20 minutos para tomar banho e trocar de roupas.

Tabela 2.16 - Número de peças sanitárias em relação ao número de aluno de educação física.

Fonte: FUNDESCOLA (Cortez, 2002)

| Alunos (50% de cada sexo em um turno) | Proporção do número de peças em relação ao número de alunos |           |          |        |          |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------|----------|--------|----------|
|                                       | Bacia                                                       | Lavatório | Chuveiro | Bancos | Armários |
| Meninos                               | 1/40                                                        | 1/20      | ½        | 1/2    | 1/1      |
| Meninas                               | 1/40                                                        | 1/20      | ½        | 1/2    | 1/1      |

De acordo com o que foi apresentado, as áreas dos ambientes têm um papel muito importante para o pré-dimensionamento das edificações escolares, além de interferir no aspecto funcional da escola. Logo, se mal dimensionada, ela acarretará danos tanto ao aspecto físico da escola, quanto ao conforto dos ambientes. “Para intervenções em ambientes, a ergonomia procura analisar a adequação de um ou mais usuários ao espaço em que se encontra.” (Almeida & Calheiros, 2002).

Segundo Moraes & Mont’Alvão (2000), a ergonomia tem como objetivo geral melhorar as condições específicas do trabalho humano com a higiene e segurança do trabalho, determinando procedimentos mais racionais e formas mais produtivas de efetuar a tarefa. Ainda segundo os autores, a ergonomia tem como centro focal de seus levantamentos,

análises, pareceres, diagnósticos, recomendações, proposições e avaliações, o homem como ser integral.

Realizou-se uma análise de áreas considerando as que propiciem um maior conforto ao usuário e que atendam às necessidades mínimas para cada ambiente.

#### 2.3.4 Especificações dos ambientes

Um bom projeto depende de algumas referências como às áreas (item já comentado) e as especificações intrínsecas de cada ambiente. Essas especificações dependem da funcionalidade do ambiente. Com o ambiente definido, podemos caracterizá-lo e verificarmos as suas exigências ambientais.

Os parâmetros usados pela SEDUC estão calcados em cima da Lei Nº16.292 (1997) de edificações e instalações na cidade do Recife e algumas recomendações do MEC. Já os parâmetros utilizados pela FUNDESCOLA (Cortez, 2002), foram levantados em parceria com a Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação (SEB/MEC) e é específico para melhoramento da qualidade das escolas, ampliando a permanência das crianças nas escolas públicas em relação às regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Para esse item das especificações de cada um dos ambientes estudados, iremos adotar os dados da FUNDESCOLA (Cortez, 2002) por se tratar de dados mais recentes e que foram feitos especificamente para as escolas públicas. As especificações serão colocadas em relação a cada ambiente, são elas:

##### **A) Diretoria**

###### Caracterização do ambiente:

- Direção e coordenação das atividades gerais da escola e apoio às atividades da direção.
- Deve estar próximo à secretaria.

###### Exigências ambientais

- Pé direito mínimo: 2,60m.
- Área de Iluminação mínima: 1/5 da área do piso.
- Área de ventilação mínima: 1/10 da área do piso.
- Laje obrigatória
- Iluminação fluorescente
- Nível de iluminamento: 300 lux
- Carga acidental a ser prevista: 300 kgf/m<sup>2</sup>

## **B) Secretaria/ arquivo**

### Caracterização do ambiente:

- Atividades administrativas da escola; apoio funcional à direção, guarda e manipulação da documentação escolar.
- Localizado de forma a permitir fácil acesso para atendimento do público e dos alunos.
- Acesso independente da entrada de alunos.
- Dotado de guichê de atendimento abrindo para um hall que comporte razoável número de pessoas, sem interferência com fluxo de circulação.

### Exigências ambientais

- Pé direito mínimo: 2,60m.
- Área de Iluminação mínima: 1/5 da área do piso.
- Área de ventilação mínima: 1/10 da área do piso.
- Laje obrigatória
- Iluminação fluorescente
- Nível de iluminamento: 300 lux
- Carga acidental a ser prevista: 300 kgf/m<sup>2</sup>
- Segurança
- Instalação para computador

## **C) Almoxarifado**

### Caracterização do ambiente:

- Estocagem de material de consumo de toda a escola.
- Deve estar próximo a secretaria.

### Exigências ambientais

- Pé direito mínimo: 2,60m.
- Área de Iluminação mínima: 1/10 da área do piso.
- Área de ventilação mínima: 1/20 da área do piso.
- Laje obrigatória.
- Iluminação fluorescente.
- Nível de iluminamento: 100 lux.
- Carga acidental a ser prevista: 300 kgf/m<sup>2</sup>.
- Segurança
- Prever prateleiras de madeira, concreto, mármore, entre outros.

#### **D) Sala de Professores**

##### Caracterização do ambiente:

- Estar dos professores, local de trabalho, preparo de material didático e guarda de objetos pessoais.

##### Exigências ambientais

- Pé direito mínimo: 2,60m.
- Área de Iluminação mínima: 1/5 da área do piso.
- Área de ventilação mínima: 1/10 da área do piso.
- Laje obrigatória.
- Iluminação fluorescente.
- Nível de iluminamento: 300 lux.
- Carga acidental ser prevista: 300kgf/m<sup>2</sup>.

#### **E) Sanitários de administração**

##### Caracterização do ambiente:

##### Exigências ambientais

- Pé direito mínimo: 2,60m.
- Área de Iluminação mínima: 1/10 da área do piso.
- Área de ventilação mínima: 1/20 da área do piso.
- Laje obrigatória.
- Iluminação fluorescente.
- Nível de iluminamento: 300 lux.
- Carga acidental a ser prevista: 300 kgf/m<sup>2</sup>.

#### **F) Sala de leitura**

##### Caracterização do ambiente:

- Atendimento às atividades curriculares como consulta e empréstimo de livros; leitura, pesquisa e trabalhos em grupo. Acervo de livros, revistas e jornais e outros meios de informação e comunicação, tais como jogos, mapas, etc.
- Acesso fácil por parte da comunidade.

##### Exigências ambientais

- Pé direito mínimo: 2,60m.

- Área de Iluminação mínima: 1/5 da área do piso.
- Área de ventilação mínima: 1/10 da área do piso.
- Laje obrigatória.
- Iluminação fluorescente.
- Nível de iluminamento: 500 lux.
- Carga accidental a ser prevista: 300 kgf/m<sup>2</sup>.
- Paredes com acabamento impermeável de cor clara.
- Ventilação cruzada, se possível, regulável e obrigatória na parede oposta à das janelas.
- Segurança.
- Integração e utilização da área externa contígua para prática da leitura.
- Instalação para computador.

### **G) Sala de informática**

#### Caracterização do ambiente:

- Sensibilização e motivação dos alunos para incorporação da tecnologia de informação e comunicação.
- Desenvolvimento de aulas de informática para pequenos grupos.

#### Exigências ambientais

- Pé direito mínimo: 2,60m.
- Área de Iluminação mínima: 1/5 da área do piso.
- Área de ventilação mínima: 1/10 da área do piso.
- Iluminação natural à esquerda do quadro de laminado melamínico branco ("quadro magnético") (vista de frente).
- Piso de material lavável e impermeável (cerâmica, pedra, etc.) até a altura do peitoril. Cores claras.
- Laje obrigatória.
- Iluminação fluorescente com a possibilidade de desligar parcialmente as luzes próximas ao "quadro magnético".
- Nível de iluminamento: 300 lux.
- Climatização garantindo temperatura ambiente entre 22°C e 25° C, com sala em uso normal.
- Linha telefônica externa, devidamente protegida contra descargas elétricas atmosféricas.
- Instalação elétrica com capacidade suficiente para alimentar todos os equipamentos (11 computadores).

- Instalação da rede lógica.
- Carga accidental a ser prevista: 300kgf/m<sup>2</sup>.

#### **H) Sala de aula**

##### Caracterização do ambiente:

- Desenvolvimento das atividades de ensino e aprendizagem que não necessitem do auxílio de equipamentos especiais.

##### Exigências ambientais

- Pé direito mínimo: 2,60m.
- Área de Iluminação mínima: 1/5 da área do piso.
- Área de ventilação mínima: 1/10 da área do piso.
- Iluminação natural à esquerda da lousa (vista de frente)
- Ventilação cruzada obrigatória na parede oposta às janelas.
- Paredes revestidas com material lavável e impermeável (cerâmica, pedras, etc.) até a altura do peitoril das janelas. Usar cores claras.
- Laje obrigatória.
- Iluminação fluorescente.
- Nível de iluminamento: 300 lux.
- Carga accidental a ser prevista: 300 kgf/m<sup>2</sup>.
- Prever pontos para a instalação de TV e vídeo.

#### **I) Cozinha/despensa**

##### Caracterização do ambiente:

- Preparo, distribuição estocagem de refeições e merendas.
- Cozinha dotada de bancada para preparo de alimentos, bancadas de apoio, prateleiras e balcão de distribuição abrindo diretamente para o refeitório.
- Despensa dotada de estrados e prateleiras para estocagem de gêneros alimentícios.
- Dispor os equipamentos de modo a favorecer o fluxo das atividades requeridas.
- Prever preferencialmente quatro lados livres para o fogão semi-industrial de 04(quatro) bocas.
- Prever localização para geladeira e *freezer* horizontal.
- Prever espaço para circulação de carro, para transporte de caldeirões, com dimensões aproximadas de 60 x 100 x 80cm.

Exigências ambientais

- Pé direito mínimo: 2,60m.
- Área de Iluminação mínima: 1/5 da área do piso (cozinha) e 1/8 da área do piso (despensa).
- Área de ventilação mínima: 1/10 da área do piso (cozinha) e 1/16 da área do piso (despensa)
- Ventilação cruzada obrigatória na parede oposta às janelas.
- Paredes com acabamento lavável e impermeável de cor clara.
- Piso resistente a freqüentes lavagens e piso antiderrapante.
- Prever desnível entre a despensa e cozinha de modo a evitar a entrada e o acúmulo de água ou detritos na despensa.
- Laje obrigatória.
- Iluminação fluorescente.
- Nível de iluminamento: - 300 lux (cozinha) e 150 lux (despensa)
- Carga acidental a ser prevista: 300 kgf/m<sup>2</sup> (cozinha) e 300 kgf/m<sup>2</sup> (despensa)
- Segurança.

**J) Sanitário de alunos**

Caracterização do ambiente:

- Higiene pessoal dos alunos.
- Deverá ter acesso direto pelo recreio coberto, caso sejam distantes das sala de aula, os sanitários poderão ser divididos em dois ambientes: um sanitário próximo às salas de aula e outro, com maior número de peças, próximo ao recreio coberto.

Exigências ambientais

- Pé direito mínimo: 2,60m.
- Área de Iluminação mínima: 1/10 da área do piso.
- Área de ventilação mínima: 1/20 da área do piso.
- Laje obrigatória.
- Iluminação fluorescente.
- Nível de iluminamento: 100 lux.
- Carga acidental a ser prevista: 300 kgf/m<sup>2</sup>.
- Piso e paredes impermeáveis, resistentes a freqüentes lavagens.

Instalações do sanitário masculino

- 02 bacias em boxes individuais
- Bancada com 03 lavatórios de embutir

- 03 mictório coletivo

Instalações do sanitário feminino

- 03 bacias em boxes individuais
- Bancada com 03 lavatórios de embutir

Observações importantes:

- Prever "shaft" entre dois conjuntos de sanitários e/ou vestiários.
- Prever torneiras e ralos para facilitar a limpeza.

***Sanitário especial***

Caracterização do ambiente:

- Higiene pessoal de pessoas portadoras de necessidades especiais, sejam alunos, professores ou visitantes.
- Localização, acessos e detalhes de acordo com diretrizes da Norma NBR 9050/ 2004.
- Situar no pavimento térreo.
- Prever integração com os sanitários e vestiários de alunos

Exigências ambientais

- Pé direito mínimo: 2,60m.
- Área de Iluminação mínima: 1/10 da área do piso.
- Área de ventilação mínima: 1/20 da área do piso.
- Laje obrigatória.
- Iluminação fluorescente.
- Nível de iluminamento: 200 lux.
- Carga acidental a ser prevista: 300 kgf/m<sup>2</sup>.
- Piso e paredes impermeáveis, resistentes a freqüentes lavagens.

***Instalações dos vestiários masculino e feminino***

- 1 bacia em box individual
- Barras especiais de apoio
- Ducha com esguicho

**K) Recreio Coberto**

Caracterização do ambiente:

- Local de recreação dos alunos; atividades relacionadas à educação física; festas e eventos comunitários.
- Prever integração com as áreas externas, refeitório, cozinha e sanitários.

- O acesso dos alunos à escola deve levar diretamente ao recreio coberto.
- Fácil acesso para a comunidade.
- Prever fechamento das circulações que ligam o galpão aos demais setores da escola
- Prever bancos.

Exigências ambientais

- Pé direito mínimo: 2,60m.
- Prever proteção contra chuvas e ventos fortes sem prejuízo da iluminação natural.
- Os ruídos produzidos no galpão não deverão interferir nas atividades pedagógicas e administrativas desenvolvidas nos demais ambientes.
- Vão livre mínimo de 9,00m de modo a garantir uma faixa de área contínua.
- Não necessita forro.
- Paredes com acabamento impermeável.
- Boa iluminação natural.
- Iluminação fluorescente.
- Nível de iluminamento: 150 lux.
- Facilitar acesso para reposição de lâmpadas e telhas.
- Prever caimento para escoamento de água de lavagem e ralos.
- Carga acidental a ser prevista: 300 kgf/m<sup>2</sup>.

Observação importante:

- Prever ralos para escoamento das águas pluviais e de lavagem dos ambientes. Torneiras para viabilizar a limpeza.

**L) Depósito de material de limpeza**

Caracterização do ambiente:

- Guarda e manuseio de materiais de limpeza.

Exigências ambientais

- Pé direito mínimo: 2,60m.
- Área de Iluminação mínima: 1/10 da área do piso.
- Área de ventilação mínima: 1/20 da área do piso.
- Laje obrigatória.
- Iluminação fluorescente.
- Nível de iluminamento: 200 lux.
- Carga acidental a ser prevista: 300 kgf/m<sup>2</sup>.

- Piso e paredes impermeáveis.

### **M) Área de serviço**

#### Caracterização do ambiente:

- Lavagem de utensílios e material de limpeza.
- Prever bancos para uso de funcionários.

#### Exigências ambientais

- Pé direito mínimo: 2,60m. .
- Área de Iluminação mínima: 1/10 da área do piso.
- Área de ventilação mínima: 1/20 da área do piso.
- Laje obrigatória.
- Iluminação fluorescente.
- Nível de iluminamento: 200 lux.
- Carga acidental a ser prevista: 300 kgt/m<sup>2</sup>.
- Paredes com acabamento lavável e impermeável.

#### Instalações

- 1 tanque de aço inoxidável para lavagem de papelões.
- 1 tanque para lavagem de pano de chão.

### **N) Sanitário/vestiário de funcionários**

#### Caracterização do ambiente:

- Banho, troca e guarda de roupas e pertences de funcionários.

#### Exigências ambientais

- Pé direito mínimo: 2,60m.
- Área de Iluminação mínima: 1/10 da área do piso.
- Área de ventilação mínima: 1/20 da área do piso.
- Laje obrigatória.
- Iluminação fluorescente.
- Nível de iluminamento: 200 lux.
- Carga acidental a ser prevista: 300 kgt/m<sup>2</sup>.
- Piso e paredes impermeáveis, resistentes a freqüentes lavagens.

#### Instalações

- 1 bacia em box individual

- 1 lavatório
- 1 chuveiro
- 1 armário para guarda de pertences.

### **O) Circulação**

#### Caracterização do ambiente:

- Largura mínima de 2,60m, circulações externas de acesso de alunos, e de 1,80m, para circulação interna.
- Considerar a possibilidade de ampliação das edificações.
- Paredes com acabamento impermeável até a altura do peitoril das janelas.
- Pé direito mínimo nas circulações cobertas: 2,40m.
- Prever aberturas de iluminação e ventilação naturais nas circulações.
- Iluminação fluorescente para circulações horizontais.
- Luz de vigia a cada 10,80m.
- Carga acidental prevista: 300kgf/m<sup>2</sup>.
- Nível de iluminamento: 150 lux.
- Prever ralos a cada 15,00 m.
- O início e término de rampas deverá possuir tratamento diferenciado no piso para orientação a pessoas portadoras de deficiências visuais.
- Prever acessibilidade de pessoas portadoras de necessidades especiais através de rampas.
- Atender às Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), particularmente a NBR 9050/ 2004 referente à acessibilidade de pessoas portadoras de necessidades especiais às edificações, espaço, mobiliário e equipamentos urbanos.

#### **2.3.5 Acessibilidade às edificações escolares**

Dentro das edificações escolares que vierem a ser construídas e/ou reformadas, todas devem atender à norma NBR 9050/ 2004 para serem consideradas acessíveis. O nosso parâmetro para análise e recomendações, segundo acessibilidade, estarão fundamentados nesta norma. Essa norma (NBR 9050/2004) estabelece critérios e parâmetros técnicos a serem observados em relação ao projeto, construção, instalação e adaptação de edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos às condições de acessibilidade. Procura assim, proporcionar à maior quantidade possível de pessoas, independentemente de idade, estatura ou limitação de mobilidade ou percepção, a utilização de maneira autônoma e segura do ambiente, edificações, mobiliário, equipamentos urbanos e elementos.

Segundo a norma, foram consideradas as medidas entre 5% a 95% da população brasileira, ou seja, os extremos correspondentes a mulheres de baixa estatura e homens de estatura elevada. Nessa Norma foram adotadas as seguintes siglas com relação aos parâmetros antropométricos:

- M.R. – Módulo de referência;
- P.C.R. – Pessoa em cadeira de rodas;
- P.M.R. – Pessoa com mobilidade reduzida;
- P.O. – Pessoa obesa;
- L.H. – Linha do horizonte.

As dimensões indicadas nas figuras são expressas em metros, exceto quando houver outra indicação. Considera-se o módulo de referência a projeção de 0,80 m por 1,20 m no piso, ocupada por uma pessoa utilizando cadeira de rodas (ver figura 2.18).

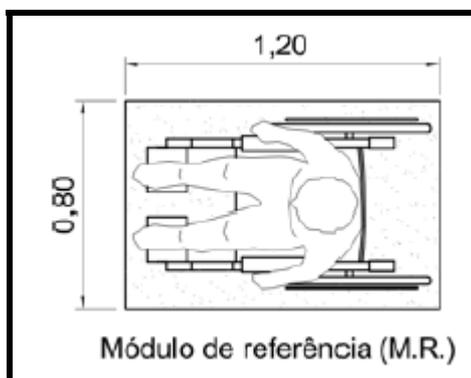


Figura 2.18 - Dimensões do módulo de referência (M.R.).

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Aqui iremos destacar alguns parâmetros de referências para análise das escolas. Na NBR 9050/ 2004 há dez itens que devem ser levados em consideração, são eles:

1. A entrada de alunos deve estar, preferencialmente, localizada na via de menor fluxo de tráfego de veículos.
2. Deve existir pelo menos uma rota acessível interligando o acesso de alunos às áreas administrativas, de prática esportiva, de recreação, de alimentação, salas de aula, laboratórios, bibliotecas, centros de leitura e demais ambientes pedagógicos. Todos estes ambientes devem ser acessíveis.
3. Em complexos educacionais, quando existirem equipamentos complementares como piscinas, livrarias, centros acadêmicos, locais de culto, locais de exposições, praças, locais de hospedagem, ambulatórios, bancos e outros, estes devem ser acessíveis.

4. Pelo menos 5% dos sanitários, com no mínimo um sanitário para cada sexo, de uso dos alunos, devem ser acessíveis. Recomenda-se, além disso, que pelo menos outros 10% sejam adaptáveis para acessibilidade.
5. Pelo menos 5% dos sanitários, com no mínimo um sanitário para cada sexo, de uso de funcionários e professores, devem ser acessíveis. Recomenda-se, além disso, que pelo menos outros 10% sejam adaptáveis para acessibilidade.

Os sanitários e vestiários acessíveis devem obedecer aos parâmetros desta Norma no que diz respeito à instalação de bacia (ver figura 2.19 a 2.29), mictório (ver figura 2.30 a 2.32), lavatório (ver figura 2.33 a 2.36), boxe de chuveiro (ver figura 2.37 a 2.40) e acessórios (ver figura 2.41 a 2.46), além das áreas de circulação (ver figura 2.49 a 2.52), transferência (ver figura 2.19), aproximação (ver figura 2.31, 2.34, 2.47 e 2.48) e alcance (ver figura 2.42 e 2.43).

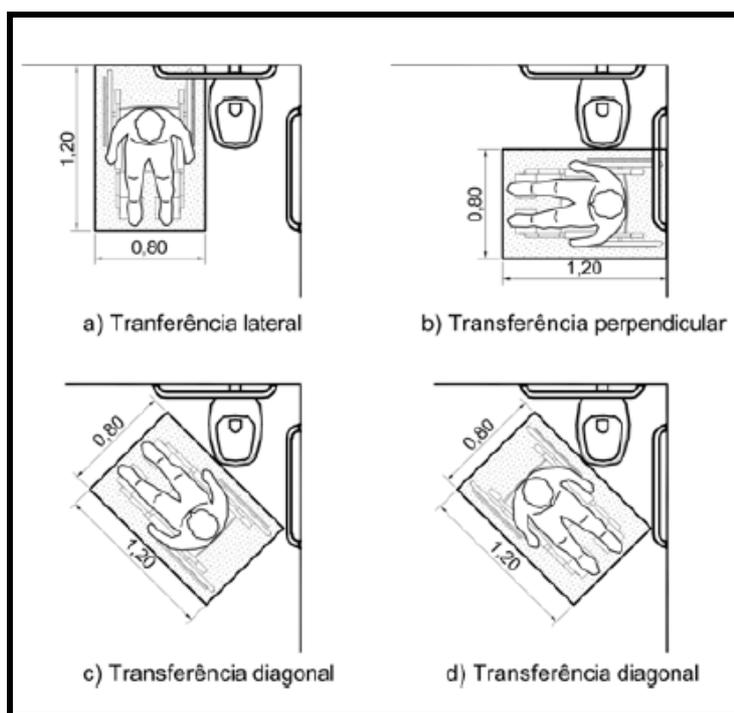


Figura 2.19 – Áreas de transferência para bacia sanitária.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

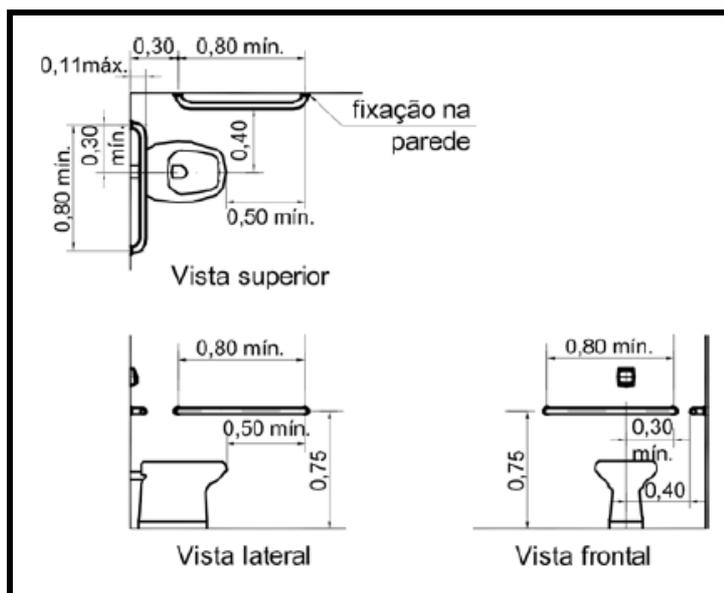


Figura 2.20 - Bacia sanitária - Barras de apoio lateral e fundo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

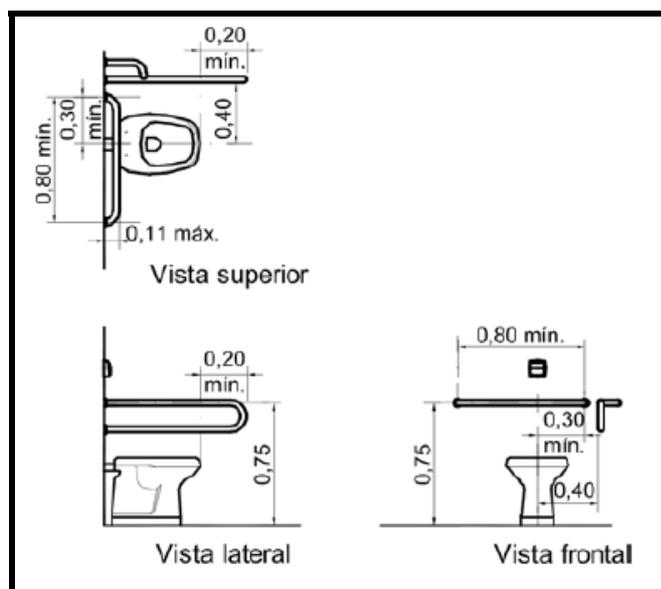


Figura 2.21 – Bacia sanitária – Exemplo de barra de apoio lateral com fixação na parede de fundo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

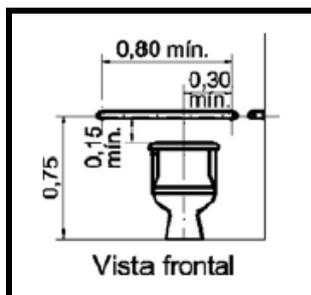


Figura 2.22 – Bacia sanitária com caixa acoplada.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Segundo a NBR 9050/2004, todas as barras de apoio utilizadas em sanitários e vestiários devem suportar a resistência a um esforço mínimo de 1,5 KN em qualquer sentido. Devem ter diâmetro entre 3 cm e 4,5 cm, e estarem firmemente fixadas em paredes ou divisórias a uma distância mínima destas de 4 cm da face interna da barra. Suas extremidades devem estar fixadas ou justapostas nas paredes ou ter desenvolvimento contínuo até o ponto de fixação com formato recurvado. Quando necessário, os suportes intermediários de fixação devem estar sob a área de empunhadura, garantindo a continuidade de deslocamento das mãos (ver figura 2.23).

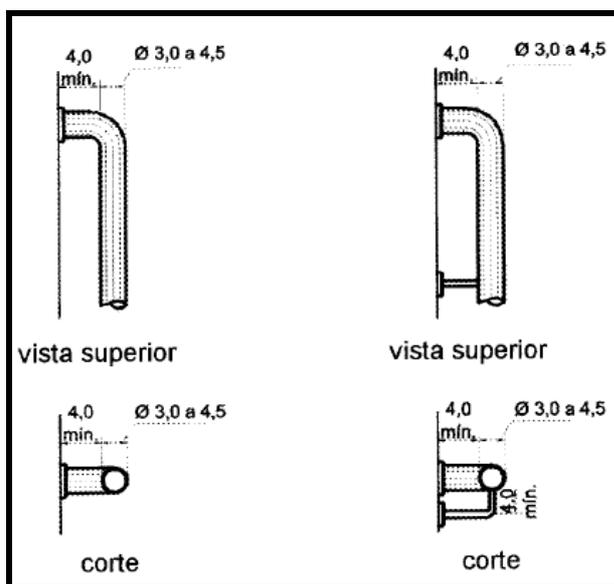


Figura 2.23 – Barras de apoio (dimensões em centímetros).

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

As bacias sanitárias devem estar a uma altura entre 0,43 m e 0,45 m do piso acabado, medidas a partir da borda superior, sem o assento. Com o assento, esta altura deve ser de no máximo 0,46 m, conforme figuras 2.24 a 2.26.

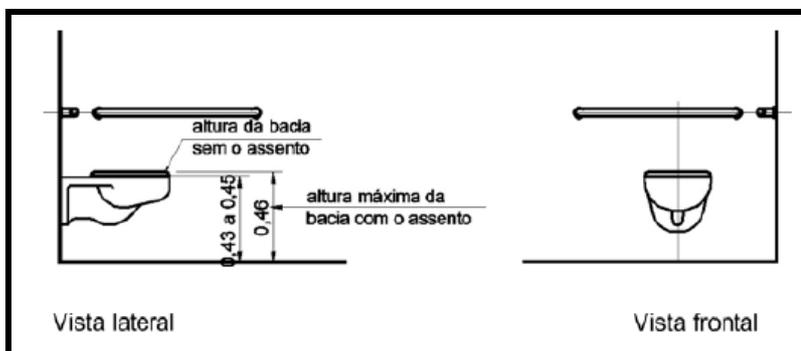


Figura 2.24 - Adequação de altura da bacia sanitária suspensa.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

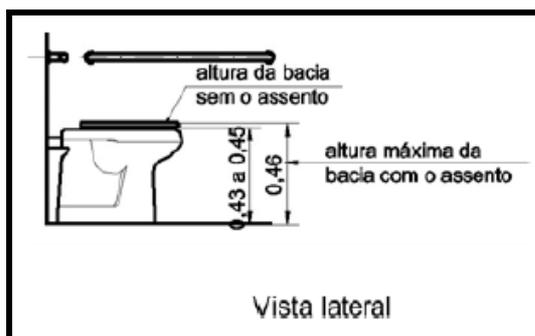


Figura 2.25 - Adequação de altura da bacia sanitária alongada.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

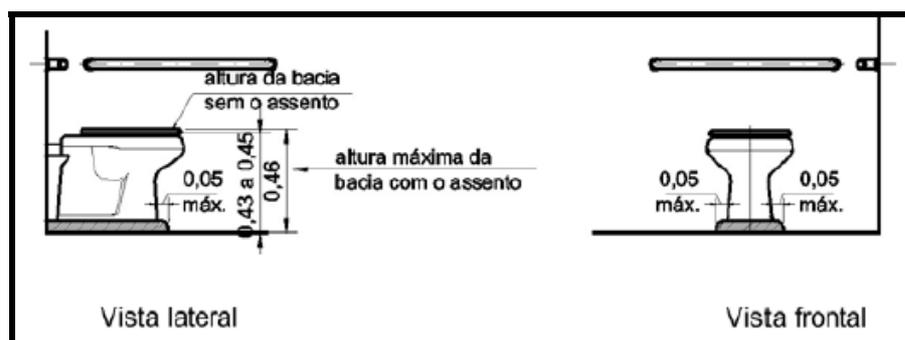


Figura 2.26 - Adequação de altura da bacia sanitária com sóculo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

O acionamento da descarga deve estar a uma altura de 1,00 m, do seu eixo ao piso acabado, e ser preferencialmente do tipo alavanca ou com mecanismos automáticos, conforme figura 2.27.



Figura 2.27 - Altura de acionamento da descarga.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Os boxes para bacia sanitária acessível devem garantir as áreas para transferência diagonal, lateral e perpendicular, bem como área de manobra para rotação de 180°, conforme figura 2.28.

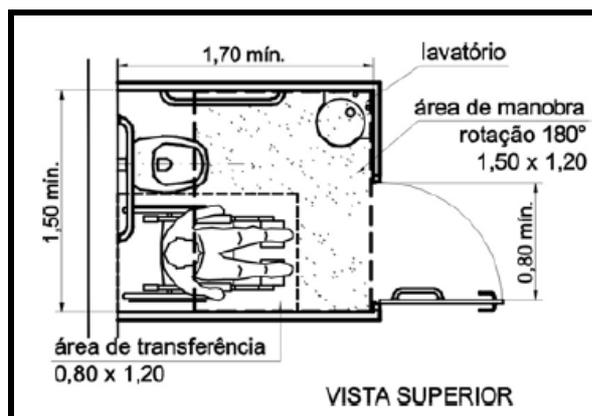


Figura 2.28 - Boxe para bacia sanitária - Transferência lateral – Exemplo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Em caso de reformas, quando for impraticável a instalação de boxes com as dimensões que atendam às condições acima especificadas, são admissíveis boxes com dimensões mínimas, de forma que atendam a pelo menos uma forma de transferência, ou se considere área de manobra externamente ao boxe, conforme figura 2.29. Neste caso, as portas devem ter 1,00m de largura.

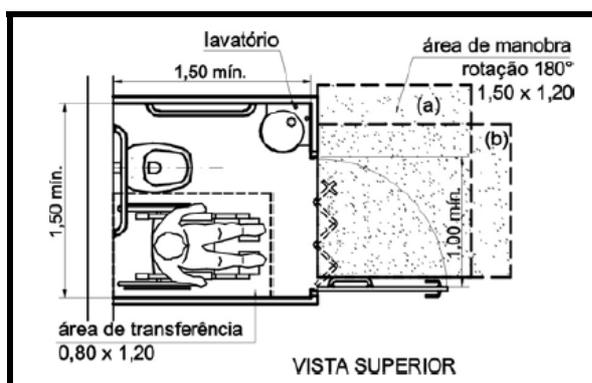


Figura 2.29 - Boxe para bacia sanitária — Reformas — Área de manobra externa — Exemplo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Deve ser prevista área de aproximação frontal em mictório para P.M.R., conforme figura 2.30, e para P.C.R., conforme figura 2.31.

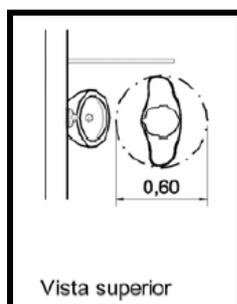


Figura 2.30 - Área de aproximação para P.M.R.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

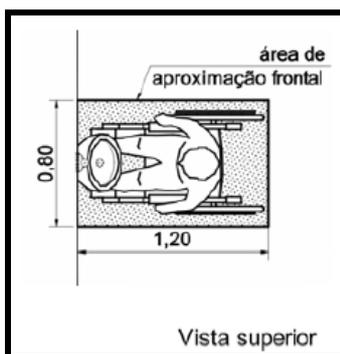


Figura 2.31 - Área de aproximação para P.C.R.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

O mictório deve ser provido de barras verticais de apoio, fixadas com afastamento de 0,60 m, centralizado pelo eixo da peça, a uma altura de 0,75 m do piso acabado e comprimento mínimo de 0,70 m, conforme figura 2.32.

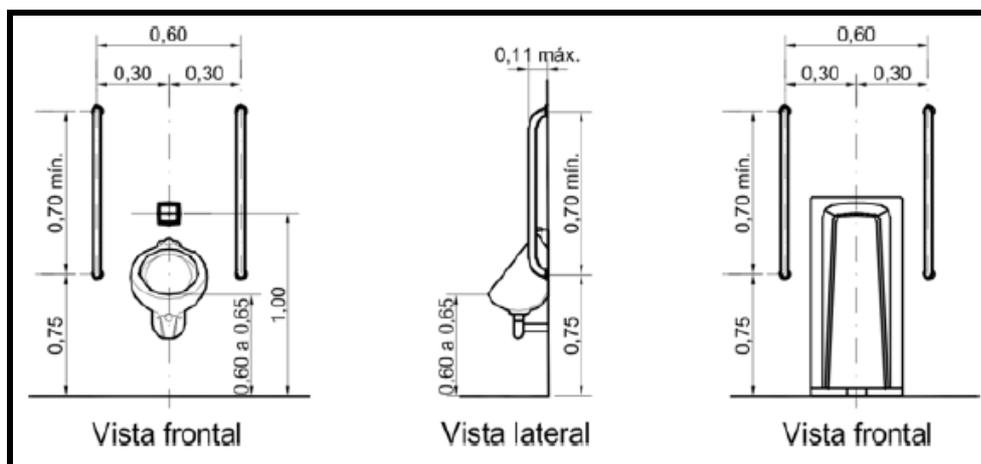


Figura 2.32 - Mictórios - Exemplos.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Em relação ao lavatório, segundo a Norma, deve ser prevista área de aproximação frontal para P.M.R., conforme figura 2.33, e para P.C.R., conforme figura 2.34, devendo estender-se até o mínimo de 0,25 m sob o lavatório.

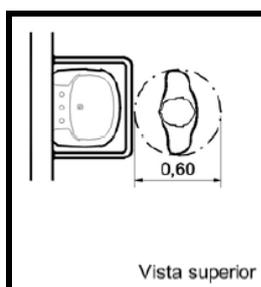


Figura 2.33 - Área de aproximação para P.M.R.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

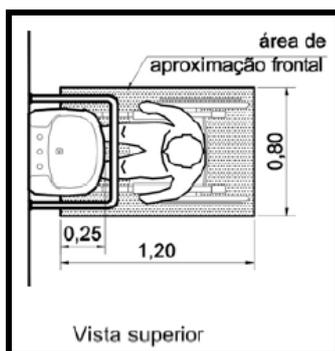


Figura 2.34 - Área de aproximação para P.C.R.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Devem ser instaladas barras de apoio junto ao lavatório, na altura do mesmo, conforme exemplos da figura 2.35. No caso de lavatórios embutidos em bancadas, devem ser instaladas barras de apoio fixadas nas paredes laterais aos lavatórios das extremidades, conforme figura 2.36.

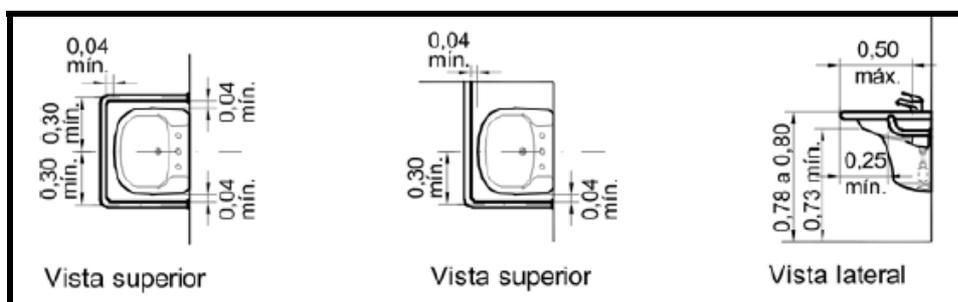


Figura 2.35 - Exemplos de instalação de barras junto ao lavatório.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

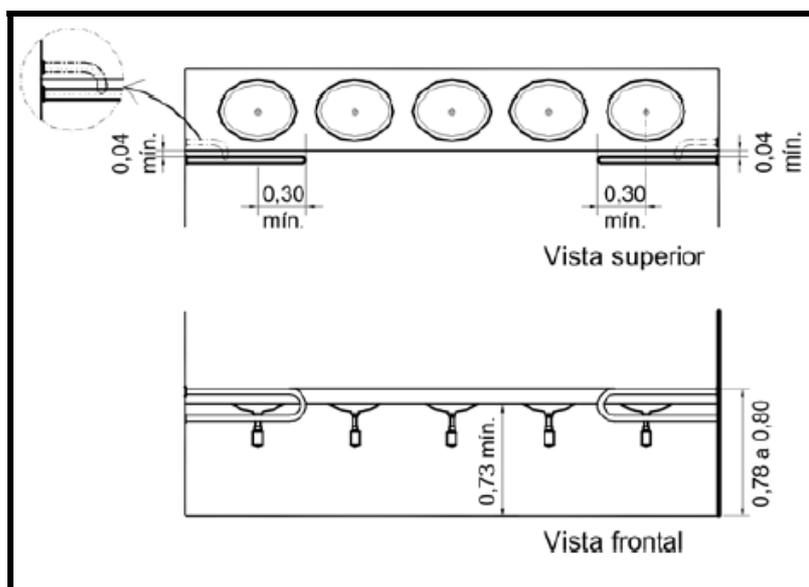


Figura 2.36 - Lavatórios embutidos em bancadas — Exemplo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Para boxes de chuveiros, deve-se prever área de transferência externa ao boxe, de forma a permitir a aproximação paralela, devendo estender-se no mínimo 0,30 m além da parede onde o banco está fixado. O local de transposição da cadeira de rodas para o banco deve estar livre de barreiras ou obstáculos, conforme figura 2.37. Quando houver porta no boxe, esta não deve interferir na transferência da cadeira de rodas para o banco e deve ser de material resistente a impacto.

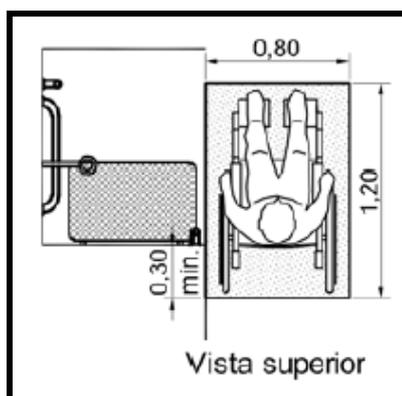


Figura 2.37 - Área de transferência para boxe de chuveiro — Exemplo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

As dimensões mínimas dos boxes devem ser de 0,90 m por 0,95 m. Os boxes devem ser providos de banco articulado ou removível, com cantos arredondados e superfície antiderrapante impermeável, ter profundidade mínima de 0,45 m, altura de 0,46 m do piso acabado e comprimento mínimo de 0,70 m. Recomenda-se banco do tipo articulado para cima. O banco e os dispositivos de fixação devem suportar um esforço de 1,5 kN.

O chuveiro deve ser equipado com desviador para ducha manual e o controle de fluxo (ducha/chuveiro) deve ser na ducha manual. Os registros ou misturadores devem ser do tipo alavanca, preferencialmente de monocomando, e ser instalados a 0,45 m da parede de fixação do banco e a uma altura de 1,00 m do piso acabado. A ducha manual deve estar a 0,30 m da parede de fixação do banco e a uma altura de 1,00 m do piso acabado, conforme figuras 2.38 a 2.40.

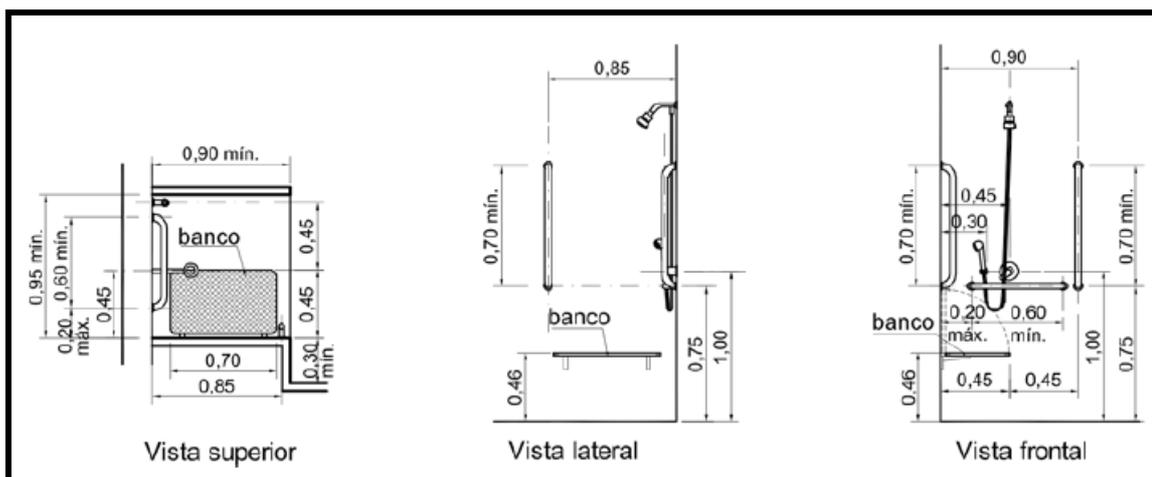


Figura 2.38 - Boxe para chuveiro com barras vertical e horizontal – Exemplo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

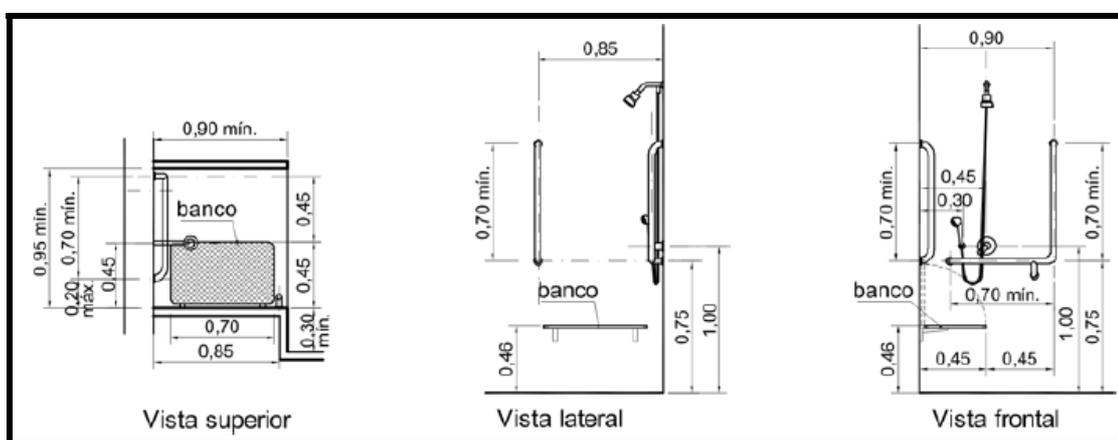


Figura 2.39 – Boxe para chuveiro com barra de apoio em L - Exemplo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)



Figura 2.40 – Perspectiva do boxe com as barras de apoio.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Admite-se que o piso do boxe para chuveiro tenha um desnível máximo de 1,5 cm do restante do sanitário. Quando superiores a 0,5 cm e até 1,5 cm, os desníveis devem ser tratados como rampa, com inclinação máxima de 1:2 (50%).

Os acessórios para sanitários, tais como cabides, saboneteiras e toalheiros, devem ter sua área de utilização dentro da faixa de alcance confortável estabelecida conforme figura 2.41 a 2.43.

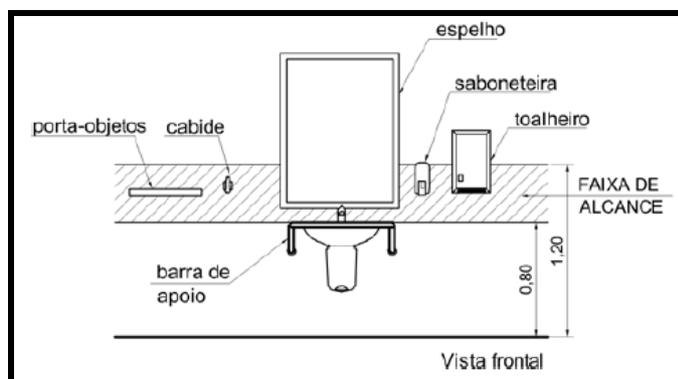


Figura 2.41 - Acessórios junto ao lavatório — Exemplo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

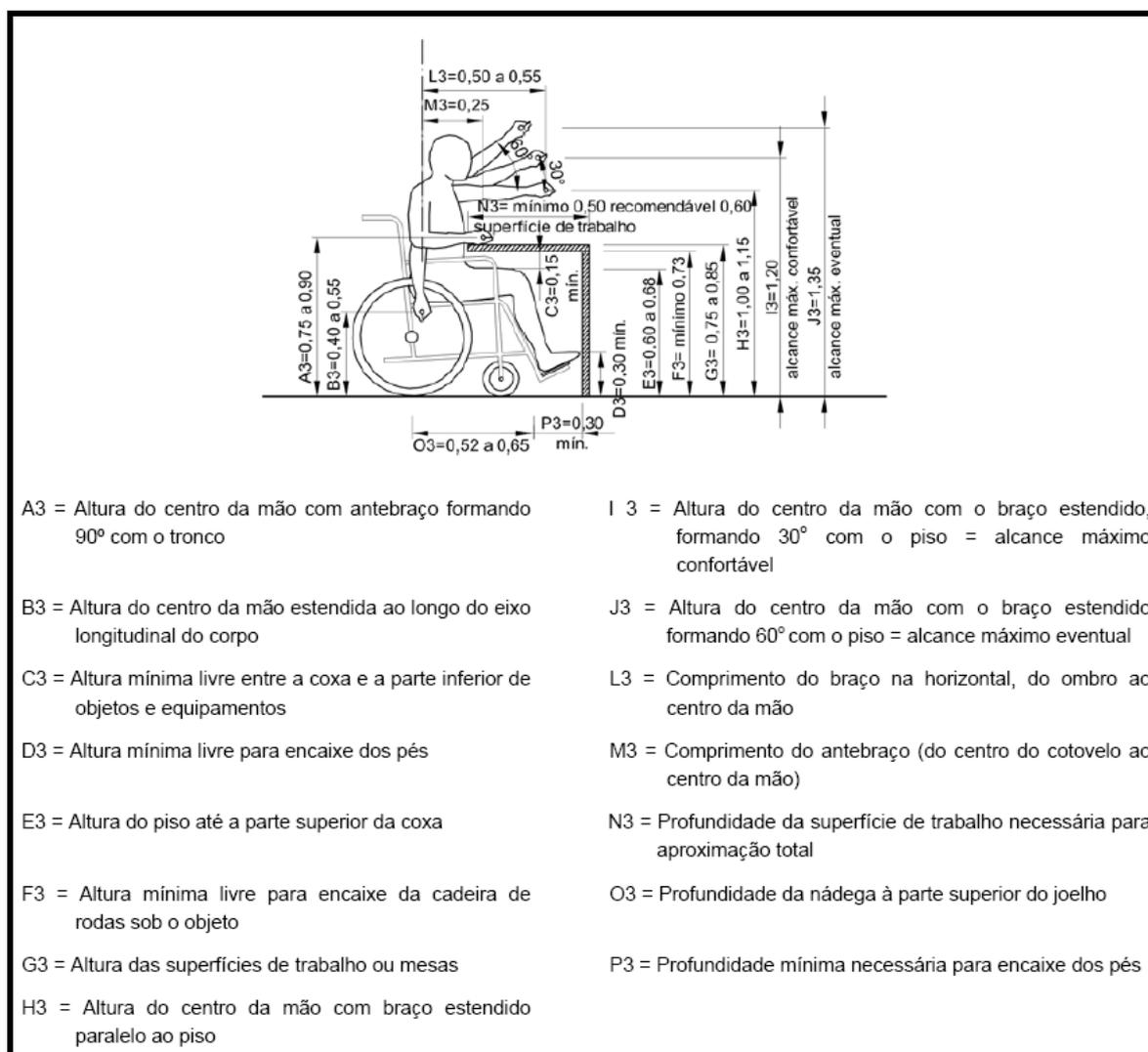


Figura 2.42 - Alcance manual frontal com superfície de trabalho - Pessoa em cadeira de rodas.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

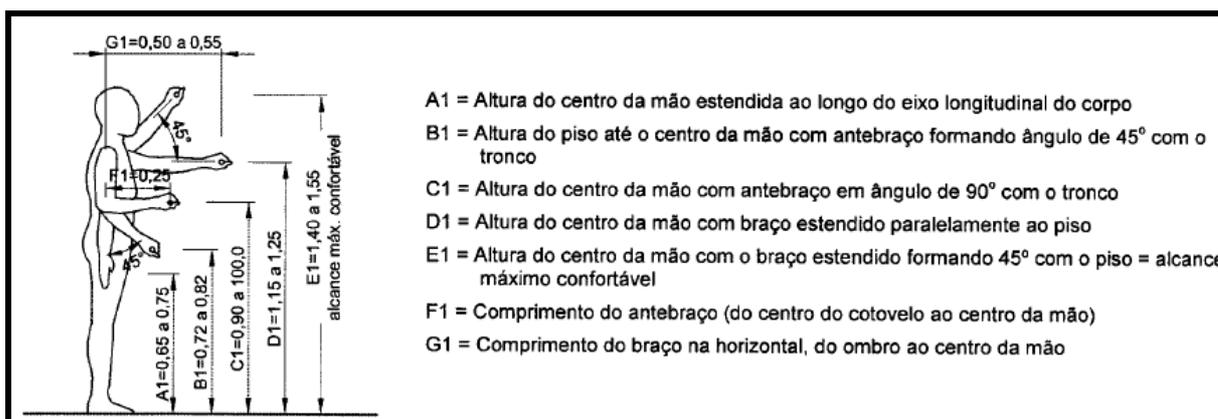


Figura 2.43 - Alcance manual frontal – Pessoa em pé.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Em relação aos espelhos, a Norma prevê que a altura de instalação deve atender às seguintes condições:

a) quando o espelho for instalado em posição vertical, a altura da borda inferior deve ser de no máximo 0,90 m e a da borda superior de no mínimo 1,80 m do piso acabado, conforme figura 2.44-(a);

b) quando o espelho for inclinado em 10° em relação ao plano vertical, a altura da borda inferior deve ser de no máximo 1,10 m e a da borda superior de no mínimo 1,80 m do piso acabado, conforme figura 2.44-(b).

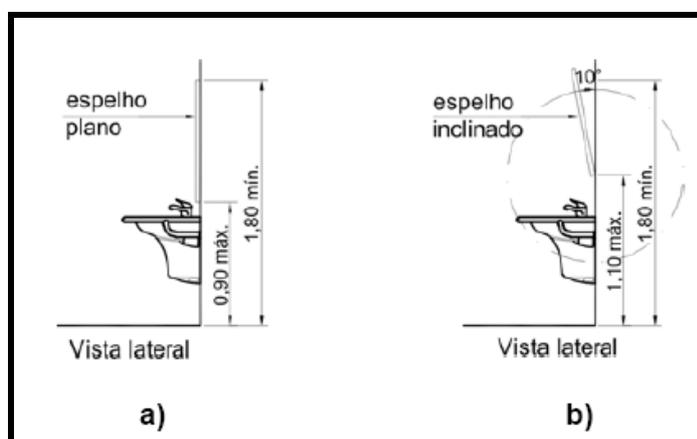


Figura 2.44 - Acessórios sanitários — Espelhos.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

As papeleiras embutidas ou que avancem até 0,10 m em relação à parede devem estar localizadas a uma altura de 0,50 m a 0,60 m do piso acabado e a distância máxima de 0,15 m da borda frontal da bacia, conforme figura 2.45-(a). No caso de papeleiras que por suas dimensões não atendam ao anteriormente descrito, devem estar alinhadas com a borda frontal

da bacia e o acesso ao papel deve estar entre 1,00 m e 1,20 m do piso acabado conforme figura 2.45-(b).

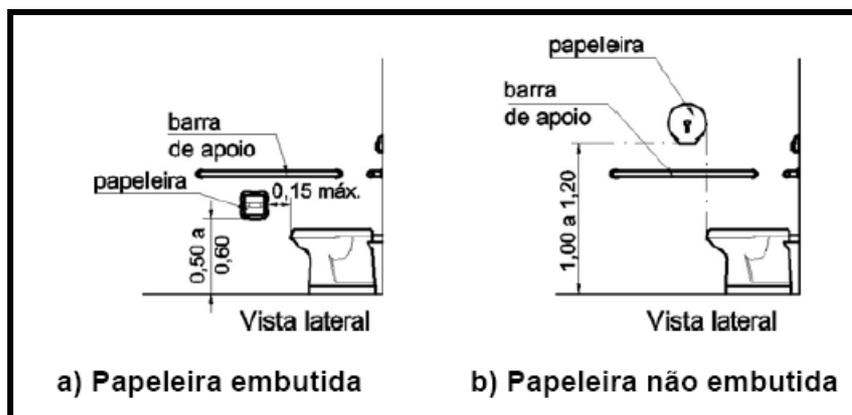


Figura 2.45 – Papeleiras.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Deve ser instalado cabide junto a lavatórios, boxes de chuveiro, bancos de vestiários, trocadores e boxes de bacia sanitária, a uma altura entre 0,80 m a 1,20 m do piso acabado, conforme figura 2.41. Recomenda-se que não seja instalado atrás de portas e que não crie saliência pontiaguda.

Deve ser instalado um porta-objetos junto aos lavatórios e dentro do box de bacia sanitária, a uma altura entre 0,80 m e 1,20 m, com profundidade máxima de 0,25 m, em local que não interfira nas áreas de transferência e manobra e na utilização das barras de apoio.

As portas de sanitários e vestiários acessíveis devem ter um puxador horizontal, conforme a figura 2.46, associado à maçaneta. Deve estar localizado a uma distância de 10 cm da face onde se encontra a dobradiça e com comprimento igual à metade da largura da porta. Esses puxadores horizontais do tipo gaveta devem ser instalados junto às dobradiças no lado interior das portas, para facilitar o fechamento de portas por P.C.R. ou P.M.R.

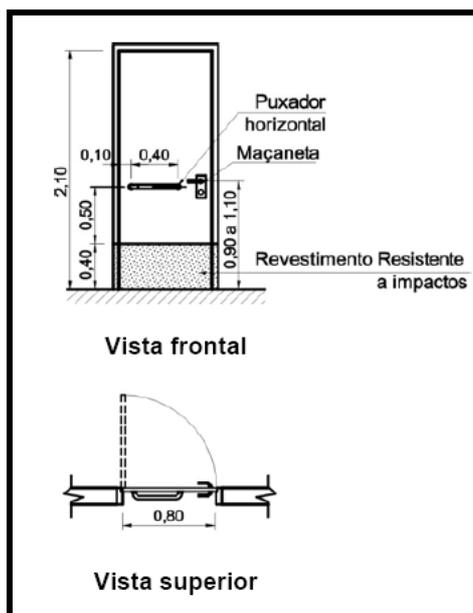


Figura 2.46 – Portas com revestimento e puxador horizontal – Exemplo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

O bebedouro acessível deve possuir altura livre inferior de no mínimo 0,73 m do piso. Deve ser garantido um M.R. (ver figura 2.18) para a aproximação frontal ao bebedouro, podendo avançar sob o bebedouro até no máximo 0,50, conforme figura 2.47. O acionamento de bebedouros do tipo garrafão, filtros com célula fotoelétrica ou outros modelos, assim como o manuseio dos copos, devem estar posicionados na altura entre 0,80 m e 1,20 m do piso acabado, localizados de modo a permitir a aproximação lateral de uma P.C.R. Quando houver copos descartáveis, o local para retirada deles deve estar à altura de no máximo 1,20 m do piso.

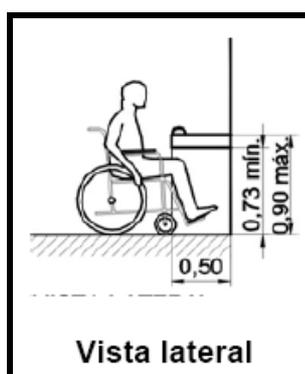


Figura 2.47 – Aproximação bebedouro — Exemplo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

As mesas ou superfícies devem possuir altura livre inferior de no mínimo 0,73 m do piso, conforme figura 2.48. Deve ser garantido um M.R. posicionado para a aproximação frontal, possibilitando avançar sob as mesas ou superfícies até no máximo 0,50 m, conforme

figura 2.48. Deve ser garantida uma faixa livre de circulação de 0,90 m e área de manobra para o acesso às mesmas.

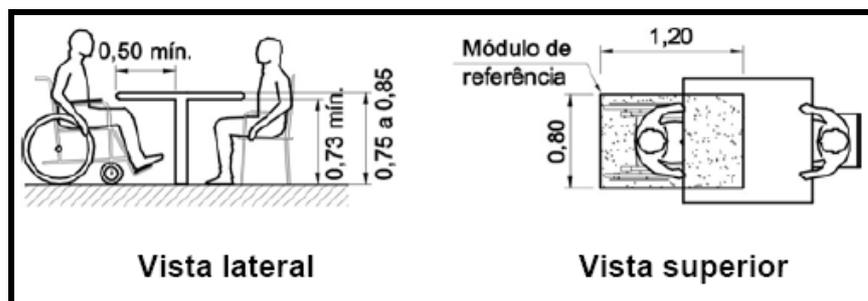


Figura 2.48 – Aproximação mesa — Exemplo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Em relação à circulação e manobra, a norma indica medidas necessárias para deslocamento (ver figura 2.49) e manobra de cadeira de rodas (ver figura 2.50 e 2.51), além das dimensões para a transposição de obstáculos (ver figura 2.52).

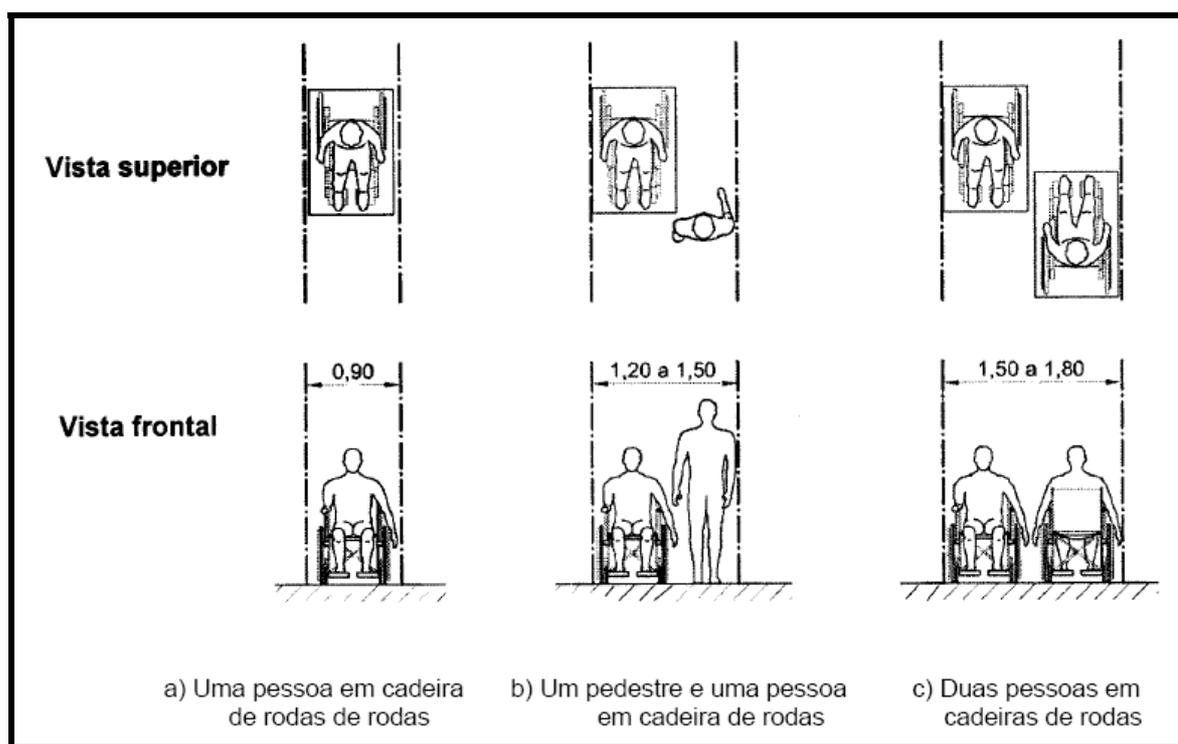


Figura 2.49 – Largura para deslocamento em linha reta.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

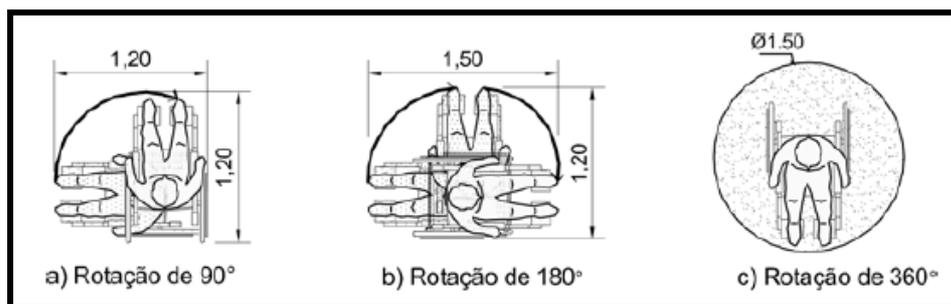


Figura 2.50 – Área para manobra sem deslocamento.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

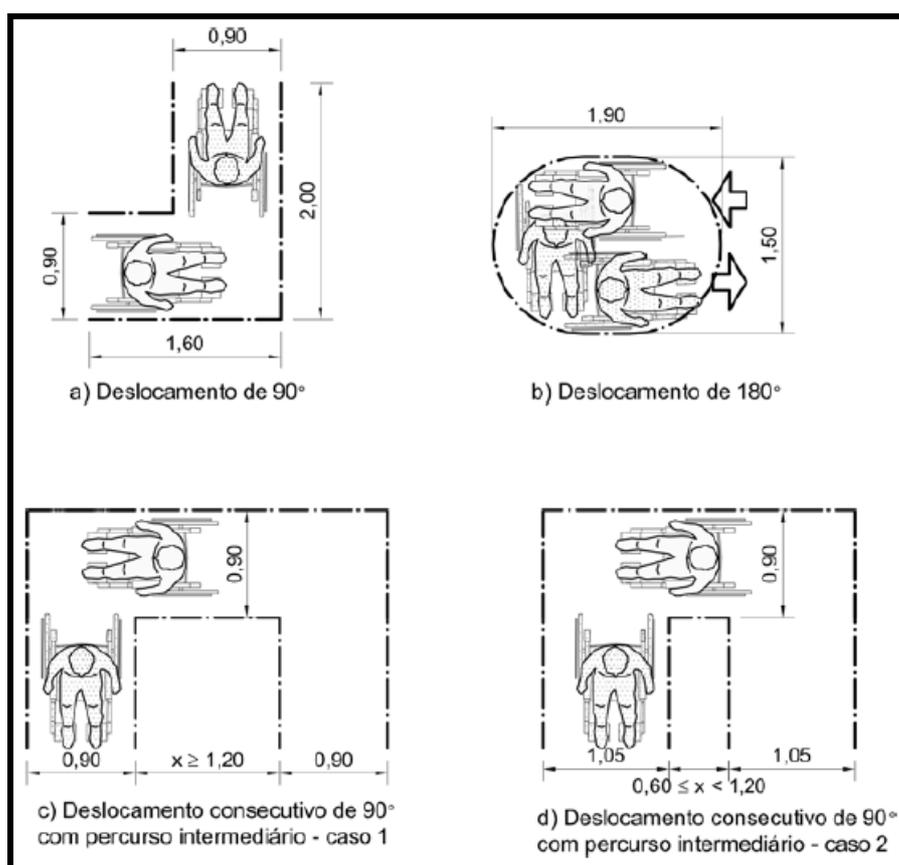


Figura 2.51 - Área para manobra de cadeiras de rodas com deslocamento.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

A figura 2.52 mostra dimensões referenciais para a transposição de obstáculos isolados por pessoas em cadeiras de rodas. A largura mínima necessária para a transposição de obstáculos isolados com extensão de no máximo 0,40 m deve ser de 0,80 m, conforme figura 2.52. A largura mínima para a transposição de obstáculos isolados com extensão acima de 0,40 m deve ser de 0,90 m.

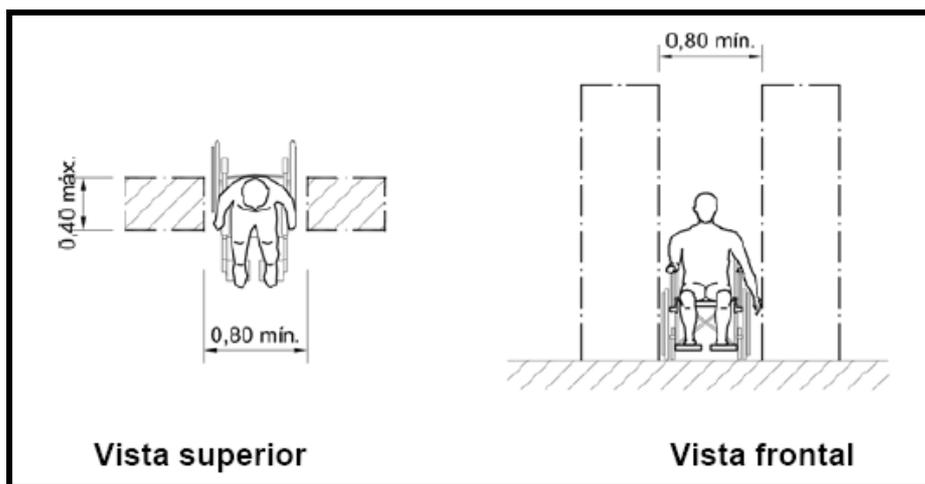


Figura 2.52 - Transposição de obstáculos isolados.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

6. Todos os elementos do mobiliário interno devem ser acessíveis, garantindo-se as áreas de aproximação e manobra e as faixas de alcance manual, visual e auditivo, conforme as figuras 2.42, 2.43, 2.49 a 2.52, além das figuras 2.53 a 2.59.

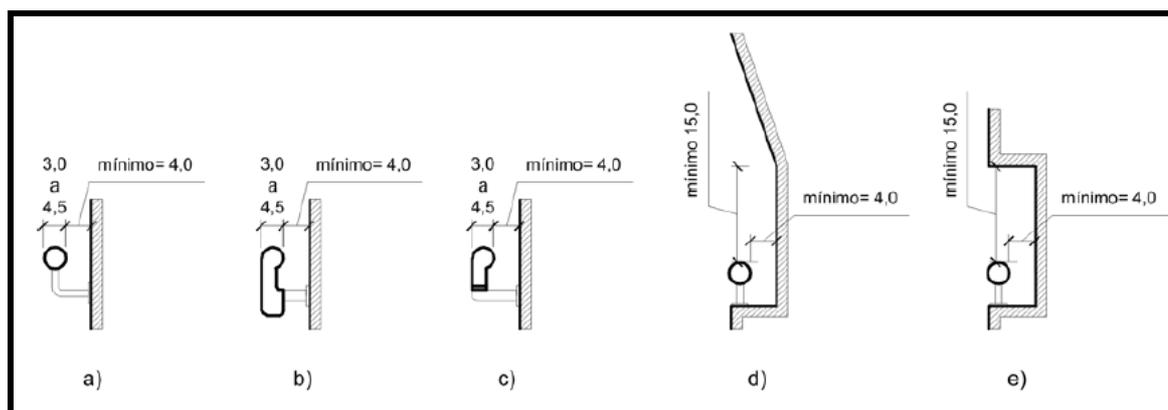


Figura 2.53 – Empunhadura.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Objetos tais como corrimãos e barras de apoio, entre outros, devem ter seção circular com diâmetro entre 3,0 cm e 4,5 cm e devem estar afastados no mínimo 4,0 cm da parede ou outro obstáculo. Quando o objeto for embutido em nichos deve-se prever também uma distância livre mínima de 15 cm, conforme figura 2.53.

A figura 2.54 mostra as alturas recomendadas para o posicionamento de diferentes tipos de comandos e controles.

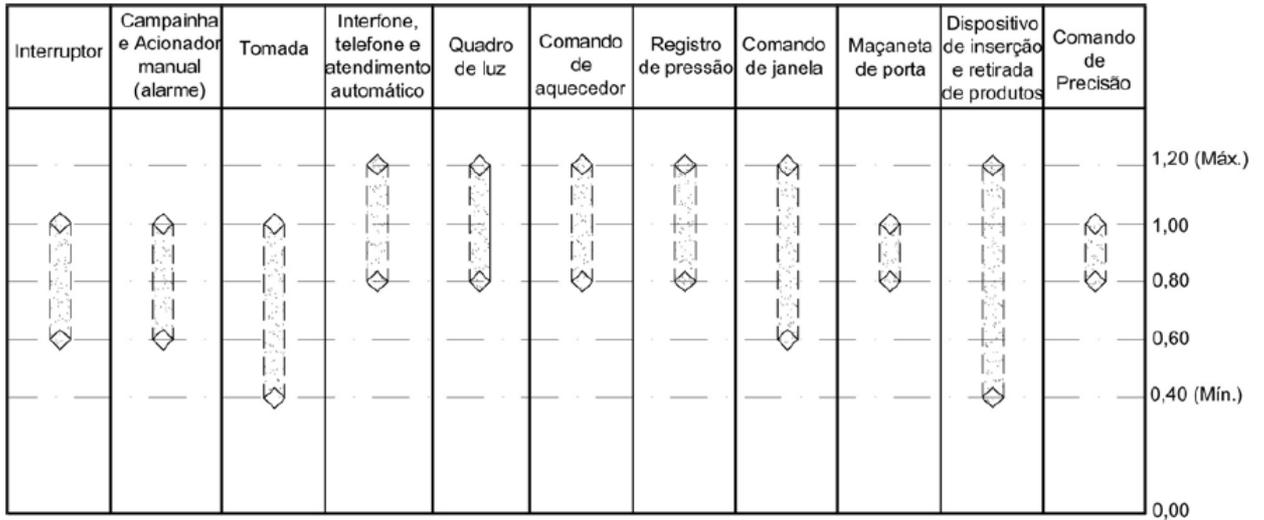


Figura 2.54 - Comandos e controles.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Com relação ao alcance visual, as figuras 2.55 e 2.56 apresentam os ângulos visuais nos planos vertical (pessoa em pé e sentada) e horizontal.

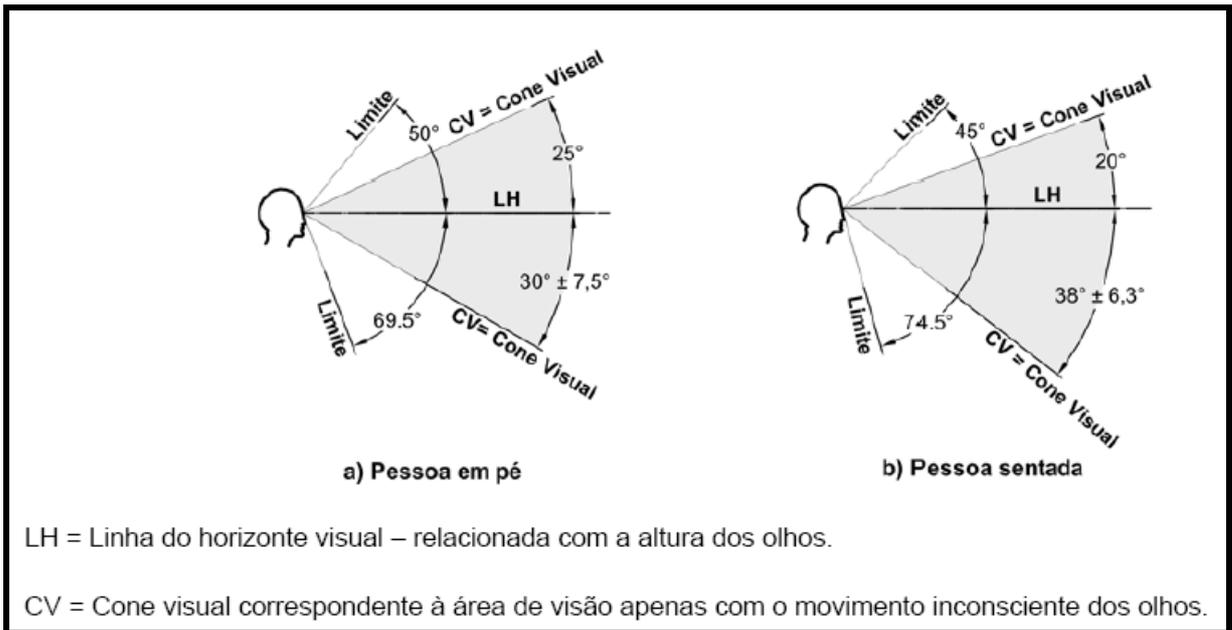


Figura 2.55 - Ângulo visual - Plano vertical.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

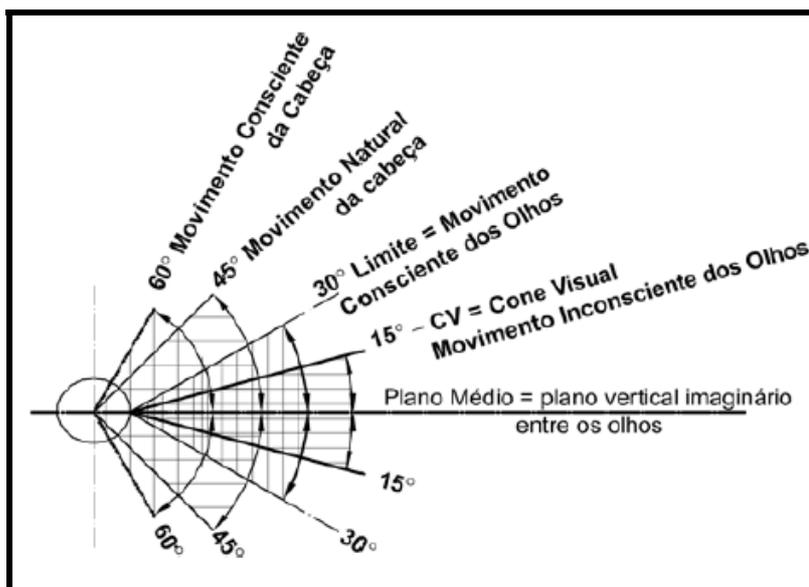


Figura 2.56 – Ângulo visual – Plano horizontal.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

As figuras 2.57 a 2.59 exemplificam em diferentes distâncias horizontais a aplicação dos ângulos de alcance visual para pessoas em pé, sentadas e em cadeiras de rodas.

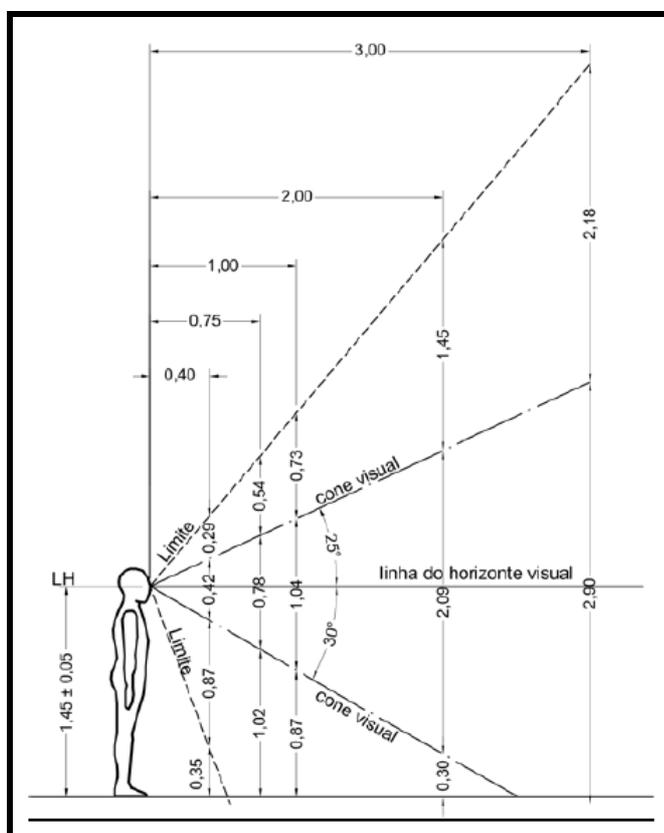


Figura 2.57 - Cones visuais da pessoa em pé — Exemplo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

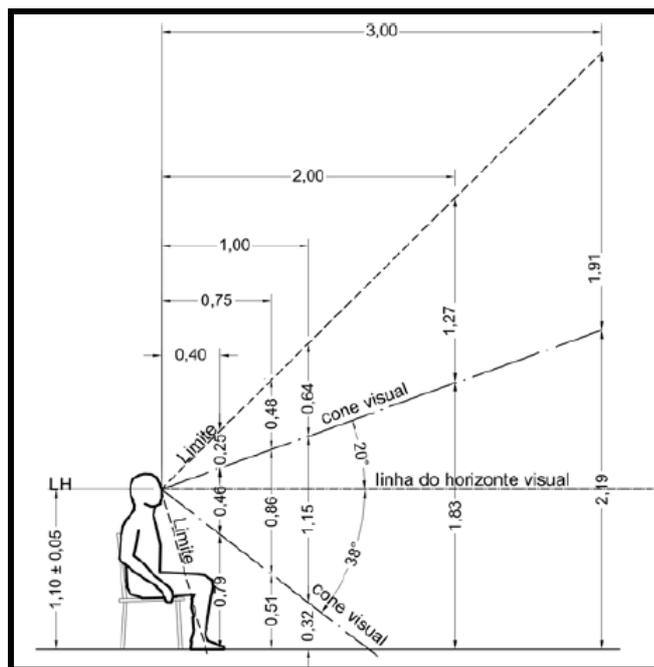


Figura 2.58 - Cones visuais da pessoa sentada — Exemplo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

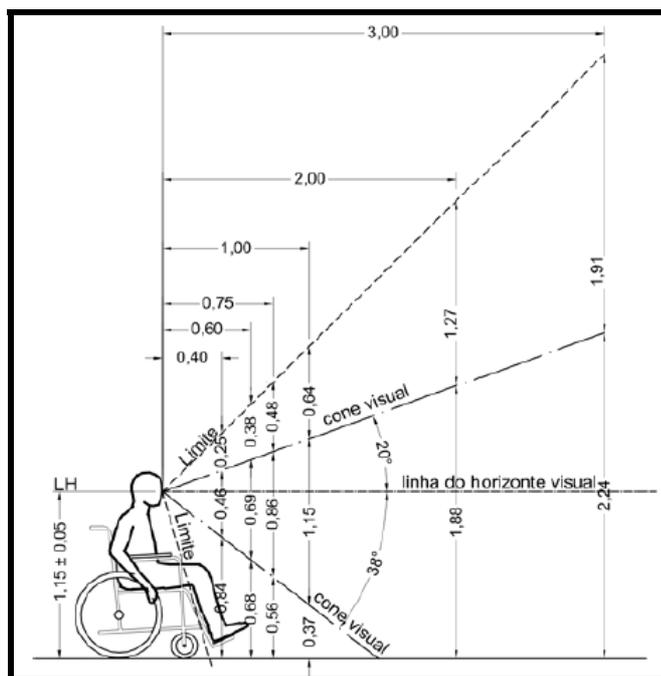


Figura 2.59 - Cones visuais da pessoa em cadeira de rodas – Exemplo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Ao lado dos assentos fixos em rotas acessíveis deve ser garantido um M.R., sem interferir com a faixa livre de circulação, conforme figura 2.60. Este espaço deve ser previsto ao lado de pelo menos 5%, com no mínimo um do total de assentos fixos no local. Recomenda-se, além disso, que pelo menos outros 10% sejam adaptáveis para acessibilidade.

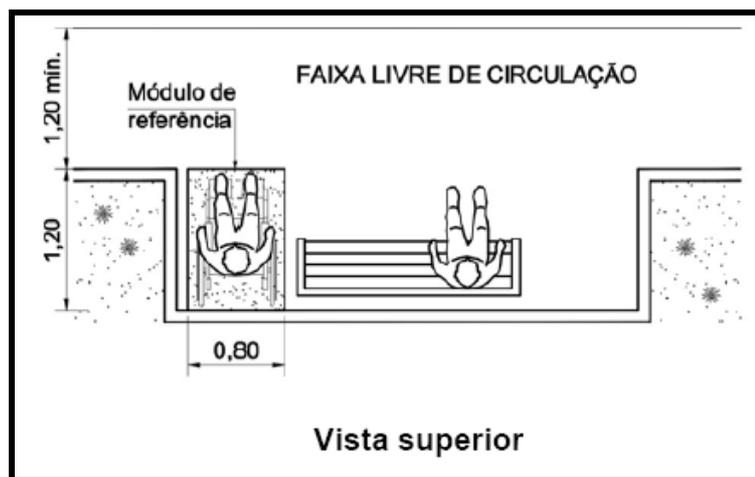


Figura 2.60 – Banco – Exemplo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

7. Nas salas de aula, quando houver mesas individuais para alunos, pelo menos 1% do total de mesas, com no mínimo uma para cada duas salas de aula, deve ser acessível a P.C.R. Quando forem utilizadas cadeiras do tipo universitário (com prancheta acoplada), devem ser disponibilizadas mesas acessíveis a P.C.R. na proporção de pelo menos 1% do total de cadeiras, com no mínimo uma para cada duas salas, conforme figura 2.61.

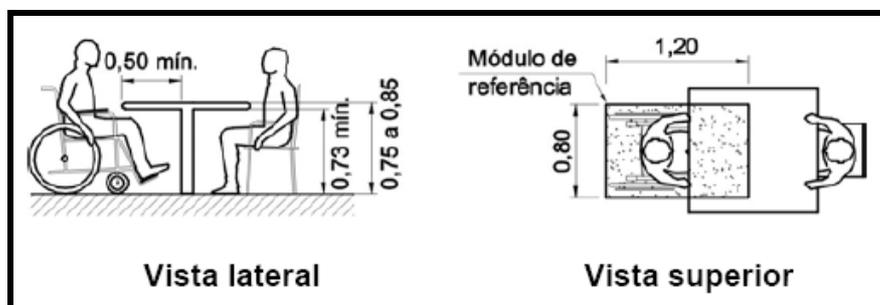


Figura 2.61 - Mesa - Exemplo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

8. As lousas devem ser acessíveis e instaladas a uma altura inferior máxima de 0,90m do piso. Deve ser garantida a área de aproximação lateral e manobra da cadeira de rodas, conforme as figuras apresentadas 2.42, 2.49 a 2.52.
9. Todos os elementos do mobiliário urbano da edificação como bebedouros, guichês e balcões de atendimento, bancos de alvenaria, entre outros, devem ser acessíveis. Alguns exemplos podem ser vistos nas figuras 2.48, 2.60 a 2.62.

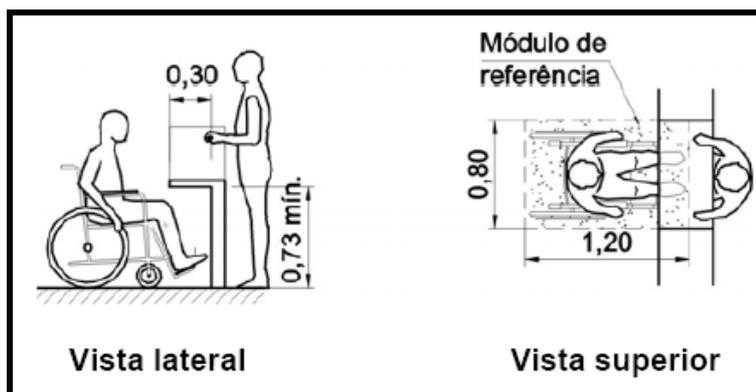


Figura 2.62- Balcão — Exemplo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

10. As escadas devem ser providas de corrimãos em duas alturas.

Para degraus isolados e escadas, a altura dos corrimãos deve ser de 0,92m do piso, medidos de sua geratriz superior. Para rampas e opcionalmente para escadas, os corrimãos laterais devem ser instalados a duas alturas: 0,92m e 0,70m do piso, medidos da geratriz superior. As extremidades dos corrimãos devem ter acabamento recurvado, ser fixadas ou justapostas à parede ou piso, ou ainda ter desenho contínuo, sem protuberâncias, conforme figuras 2.63 a 2.66.

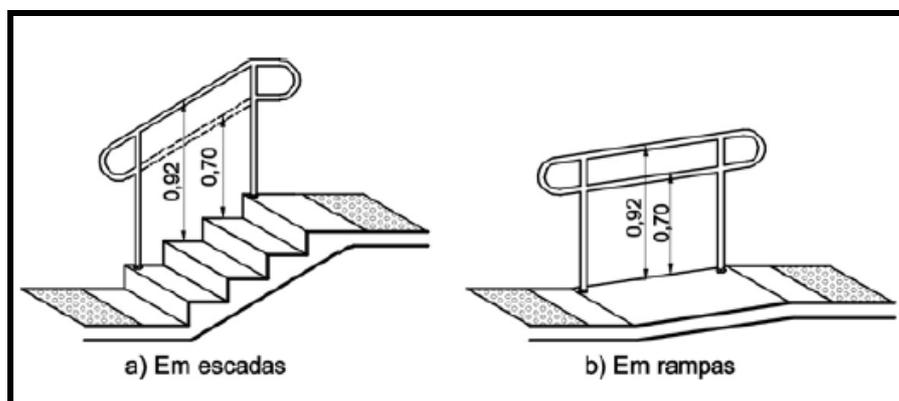


Figura 2.63 - Altura dos corrimãos em rampas e escadas – Exemplos.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Os corrimãos laterais devem prolongar-se pelo menos 30cm antes do início e após o término da rampa ou escada, sem interferir com áreas de circulação ou prejudicar a vazão. Em edificações existentes, onde for impraticável promover o prolongamento do corrimão no sentido do caminhar, este pode ser feito ao longo da área de circulação ou fixado na parede adjacente, conforme figura 2.64.

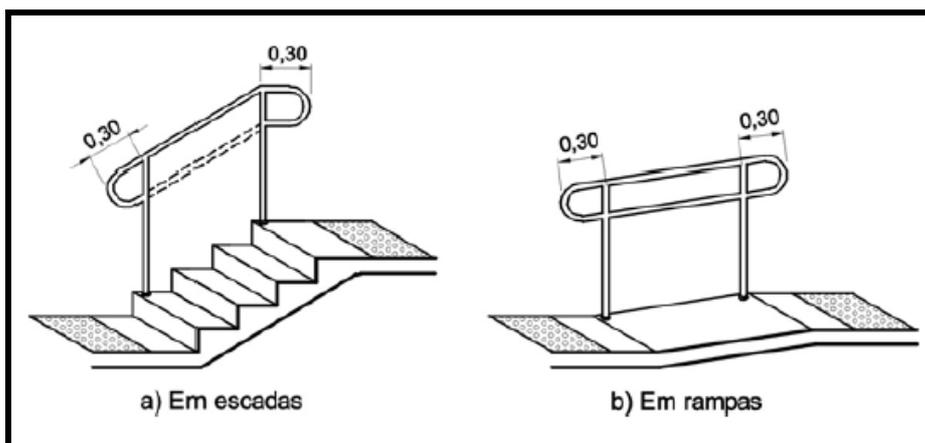


Figura 2.64- Prolongamento do corrimão - Exemplos

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Os corrimãos laterais devem ser contínuos, sem interrupção nos patamares das escadas ou rampas, conforme exemplos ilustrados na figura 2.65.

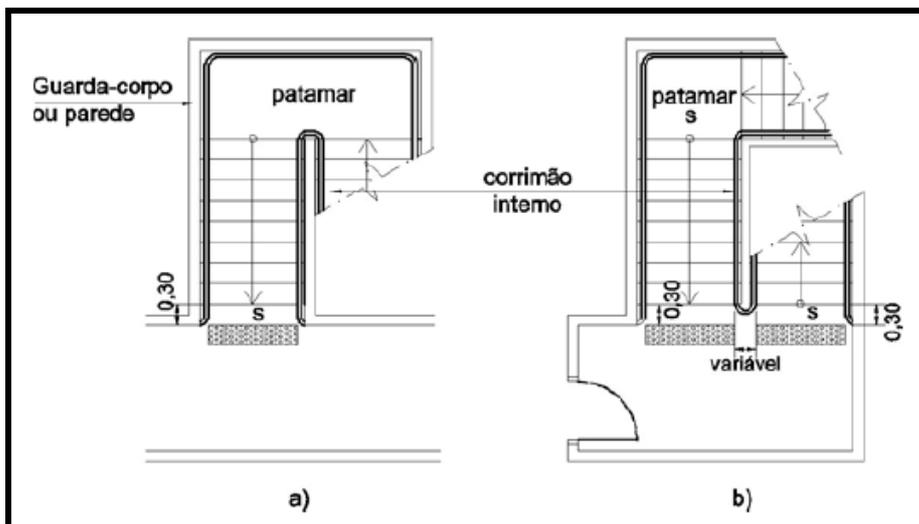


Figura 2.65- Corrimãos laterais em escadas – Exemplos.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Quando se tratar de escadas ou rampas com largura superior a 2,40m, é necessária a instalação de corrimão intermediário. Os corrimãos intermediários somente devem ser interrompidos quando o comprimento do patamar for superior a 1,40m, garantindo o espaçamento mínimo de 0,80m entre o término de um segmento e o início do seguinte, conforme figura 2.66.

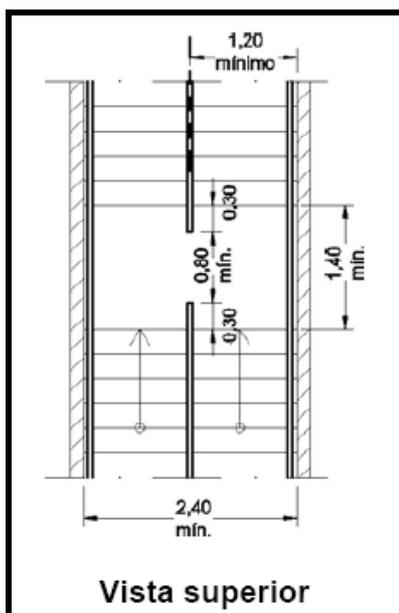


Figura 2.66- Corrimão intermediário.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Segundo, a NBR 9050/ 2004, a rampa é considerada uma inclinação da superfície de piso, longitudinal ao sentido de caminhamento. Consideram-se rampas aquelas com declividade igual ou superior a 5%. Em relação ao seu dimensionamento, a inclinação da rampa (ver figura 2.67) deve ser calculada segunda a fórmula 2.4.

$$i = \frac{h \times 100}{c} \quad \text{Fórmula 2.4}$$

onde:

- $i$  é a inclinação, em porcentagem;
- $h$  é a altura do desnível;
- $c$  é o comprimento da projeção horizontal.

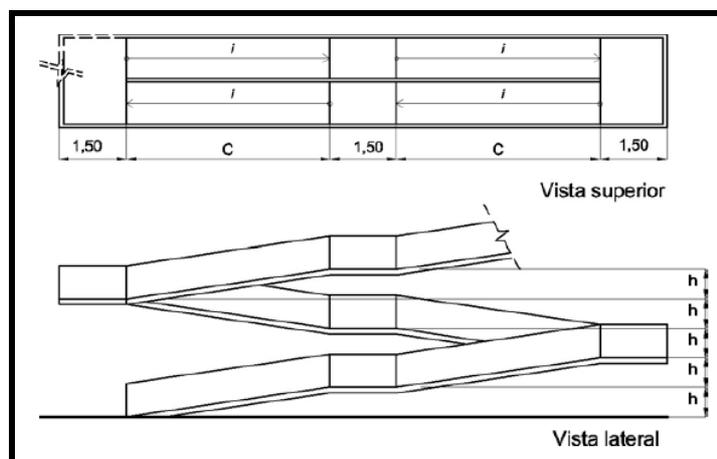


Figura 2.67- Dimensionamento de rampas – Exemplo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

As rampas devem ter inclinação entre 6,25% (1:16) e 8,33% (1:12) e devem-se prever áreas de descanso nos patamares, a cada 50m de percurso. Em reformas, quando esgotadas as possibilidades de soluções que atendam integralmente às inclinações entre 6,25% e 8,33%, podem ser utilizadas inclinações superiores a 8,33% (1:12) até 12,5% (1:8).

A inclinação transversal não pode exceder 2% em rampas internas e 3% em rampas externas. A projeção dos corrimãos pode incidir dentro da largura mínima admissível da rampa em até 10 cm de cada lado.

A largura das rampas (L) deve ser estabelecida de acordo com o fluxo de pessoas. A largura livre mínima recomendável para as rampas em rotas acessíveis é de 1,50m, sendo o mínimo admissível 1,20m, conforme figura 2.68. Quando não houver paredes laterais, as rampas devem incorporar guias de balizamento com altura mínima de 0,05m, instaladas ou construídas nos limites da largura da rampa e na projeção dos guarda-corpos, conforme figura 2.68.

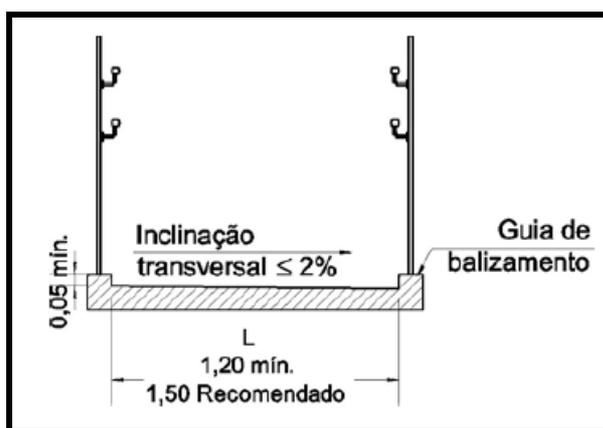


Figura 2.68 - Inclinação transversal e largura de rampas – Exemplo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Em edificações existentes, quando a construção de rampas nas larguras indicadas ou a adaptação da largura das rampas forem impraticáveis, podem ser executadas rampas com largura mínima de 0,90m com segmentos de no máximo 4,00m, medidos na sua projeção horizontal.

No início e no término da rampa devem ser previstos patamares com dimensão longitudinal mínima recomendável de 1,50m, sendo o mínimo admissível 1,20m, além da área de circulação adjacente, conforme figura 2.69.

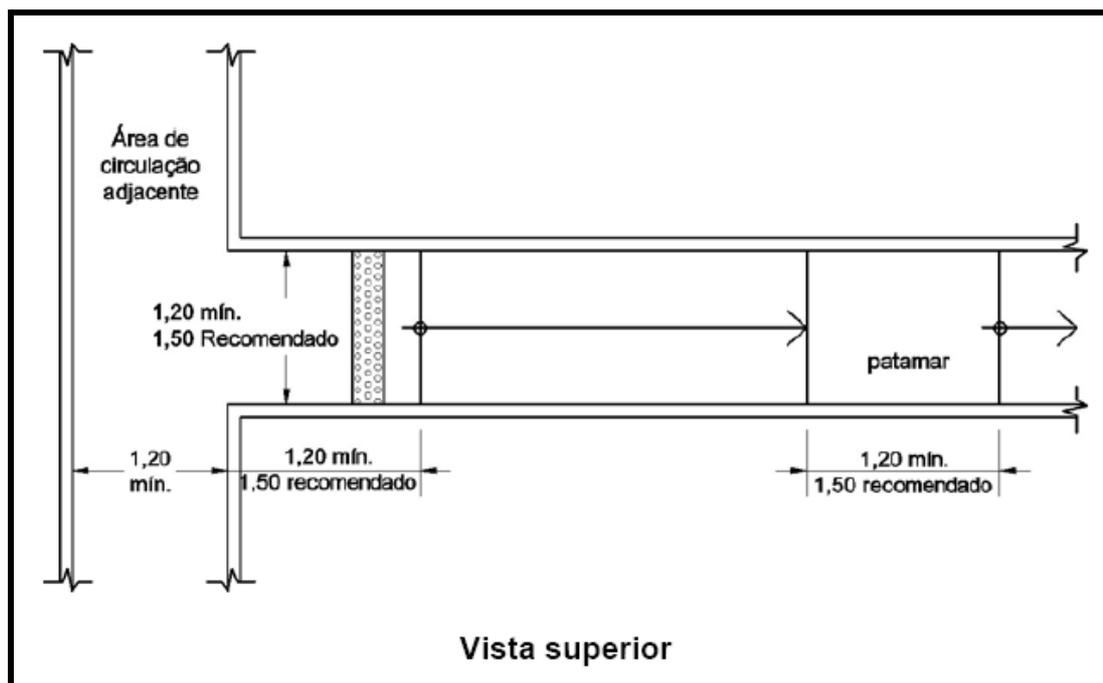


Figura 2.69 - Patamares das rampas – Exemplo.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Degraus e escadas fixas em rotas acessíveis devem estar associados à rampa ou ao equipamento de transporte vertical. Nas rotas acessíveis não devem ser utilizados degraus e escadas fixas com espelhos vazados. Quando for utilizado bocel ou espelho inclinado, a projeção da aresta pode avançar no máximo 1,5cm sobre o piso abaixo, conforme figura 2.70.

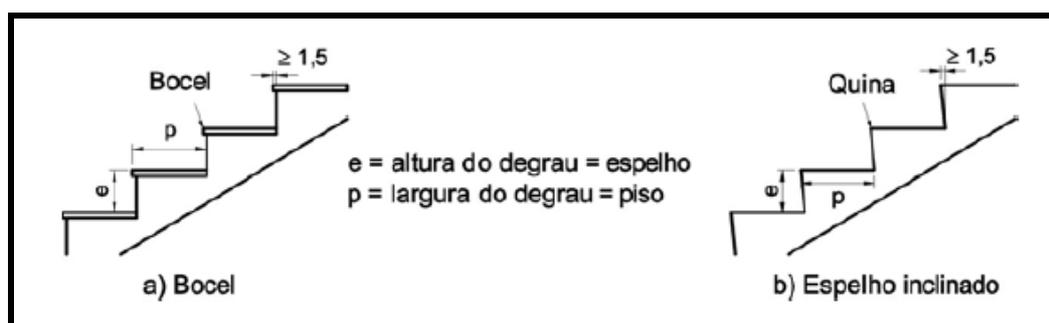


Figura 2.70 - Altura e largura do degrau (dimensões em centímetros).

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

A largura das escadas deve ser estabelecida de acordo com o fluxo de pessoas, conforme a NBR 9077. A largura mínima recomendável para escadas fixas em rotas acessíveis é de 1,50m, sendo o mínimo admissível 1,20m. As escadas fixas devem ter no mínimo um patamar a cada 3,20m de desnível e sempre que houver mudança de direção.

## 2.4 Aspectos legais

Citaram-se alguns aspectos relevantes para construção de edificações escolares em Recife encontrados dentro da Lei nº 16.176/ 96, de 09/04/96 de Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife – atualizada em 30/01/1997 e a Lei nº 16.292 de 29.01.1997 sobre Edificações e Instalações na Cidade do Recife.

Dentro da Lei nº 16.176/ 96, de 09/04/96 de Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife – atualizada em 30/01/1997 podemos destacar:

- Identificar em que zona de urbanização se encontra o terreno em estudo (ver anexo 4).
- O uso gerador de incômodo à vizinhança os serviços de educação se enquadram no nível 1 de incomodidade, cuja natureza é o ruído e exigência sanitária.
- Em relação ao uso geradores de interferência no tráfego - estacionamento e acessos, as escolas, segundo o Art. 40 item XI- A localização de creche, pré-escolar, escolas de 1º e 2º graus, assim como hospitais, nos Corredores de Transporte Metropolitano, Urbano Principal e Urbano Secundário, serão objeto de análise especial pelo órgão Municipal competente; XII- Nos terrenos que tiverem opção de acesso por mais de uma via, o acesso às áreas de estacionamento se fará obrigatoriamente pela via de menor hierarquia urbana;
- Temos de analisar os parâmetros urbanísticos descritos no Art. 64 - São parâmetros urbanísticos reguladores da ocupação do solo:
  - I - Taxa de Solo Natural do Terreno - TSN (ver anexo 5);
  - II - Coeficiente de Utilização do Terreno - u (ver anexo 6);
  - III - Afastamentos das Divisas do Terreno - Af (ver anexo 7).

Nos anexos estão alguns resumos. Deve-se procurar a Lei nº 16.176/ 96 para maior esclarecimento e detalhes.

Dentro da Lei nº 16.292 de 29.01.1997 sobre Edificações e Instalações na Cidade do Recife podemos destacar as seguintes normas:

- Em relação à densidade populacional, será considerado 1 aluno para cada 1,5m<sup>2</sup> de sala;
- O reservatório d'água superior será calculado considerando 40 litros por cada aluno. O reservatório inferior deverá ter o dobro do volume do reservatório superior. Os volumes dos reservatórios d'água inferior e superior serão acrescidos de uma reserva para prevenção de incêndio;

- O depósito de lixo terá uma capacidade de 4,6 litros por pessoa. Até 100 litros será 1(um) tonel e até 1000 litros serão 10 (dez) tonéis (quantidade máxima) ou 1 (um) container. A quantidade máxima de container é de 3 (três) unidades.
- Segundo o art. 57, desta lei, as edificações destinadas ao uso não habitacional e misto deverão dispor de instalações sanitárias destinadas, isoladamente, ao público e funcionários. As instalações sanitárias destinadas ao público são dimensionadas conforme Anexo III, Tabela 04 (neste trabalho ela esta descrita na tabela 2.12) e deve atender às normas da legislação de medicina e segurança do trabalho.
- Segundo o art. 68, desta lei, as edificações destinadas a usos específicos, como de educação e saúde, deverão obedecer, ainda às normas dos órgãos competentes do Estado e da União.
- Segundo o art. 80, desta lei, em todas as edificações acessíveis ou adaptadas ao uso de pessoas portadoras de deficiência, será obrigatória a colocação, em destaque, nas dependências de acesso, do Símbolo Internacional de Acesso (ver figura 2.71 e 2.72), na forma da legislação pertinente.



Figura 2.71 - Símbolo internacional de acesso.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)



Figura 2.72 - Símbolo internacional de acesso — Proporções.

Fonte: ABNT NBR 9050 (2004)

Esta sinalização deve ser afixada em local visível ao público, sendo utilizada principalmente nos seguintes locais, quando acessíveis:

- a) entradas;

- b) áreas e vagas de estacionamento de veículos;
- c) áreas acessíveis de embarque/desembarque;
- d) sanitários;
- e) áreas de assistência para resgate, áreas de refúgio, saídas de emergência;
- f) áreas reservadas para pessoas em cadeira de rodas;
- g) equipamentos exclusivos para o uso de pessoas portadoras de deficiência.

## 2.5 Considerações

Utilizar-se-ão vários conceitos importantes, como a integração homem-ambiente, a acessibilidade, a segurança, o conforto ambiental (conforto térmico, iluminação, acústica e ventilação) e a influência das cores. Assim, buscou-se caracterizar as edificações escolares estudadas, analisando seus ambientes em relação à iluminação, ventilação e acústica baseado na sua implantação, pré-dimensionamento e acessibilidade, como vimos no transcorrer deste capítulo.

Com base na localização da escola, podemos verificar a zona de urbanização em que se encontra, tirando partido para analisar aspectos como área de solo natural, afastamentos, como também definir o porte da escola em função do número de turmas.

Com relação ao item de iluminação, os ambientes serão avaliados relacionando suas aberturas e áreas, contudo, nas salas de aula será feito um estudo mais aprofundado através do método dos lumes, servindo como ferramenta importante para comparar a iluminância ideal do ambiente com a iluminância do ambiente estudado.

Porém, o estudo dos espaços isolados que formam as edificações escolares, estudadas somente do ponto de vista técnico, sem integrá-los à realidade de seus usuários, seria ignorar sua percepção. E é essa percepção que deveria ser o ponto de partida para interpretar e servir de solução para as ações dentro do espaço construído. Para isso, nesta pesquisa foi necessário utilizar outras áreas de conhecimento como a psicologia, a ergonomia, a antropometria, entre outros.

Tendo como foco o usuário, apresentam-se tópicos importantes que servirão de base para análise das edificações escolares com base na ergonomia do ambiente construído, da caracterização das unidades de ensino e, por fim, da caracterização dos ambientes dentro das edificações. Para poder alcançar nossos objetivos, que seriam analisar as edificações escolares em relação ao ponto de vista do usuário e técnico, deve-se tomar alguns procedimentos metodológicos que serão descritos no próximo capítulo, porém, levando em consideração todos os itens aqui abordados.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo, serão apresentadas duas metodologias que servirão como base para se desenvolver um procedimento metodológico que será utilizado na pesquisa.

A primeira metodologia é a análise pós-ocupação que, segundo Ornstein (1992), é uma das metodologias correntes de avaliação de desempenho de ambientes construídos. A segunda metodologia, conforme Gonçalves & Fidelis (1998), é de avaliar a Escola Pública segundo a percepção dos usuários, levando em consideração as condições ergonômicas do trabalho e da qualidade do serviço prestado.

Posteriormente, faremos algumas considerações sobre essas duas metodologias e organizaremos o procedimento metodológico que será utilizado nesta pesquisa.

#### 3.1 Análise pós-ocupação (APO)

Segundo Ornstein (1992), a “APO é um novo campo de conhecimento para arquitetura, o urbanismo e a engenharia no Brasil”. As suas metas são de promover a ação (ou a intervenção) que propicie a melhoria da qualidade de vida daqueles que usam um dado ambiente e produzir informações na forma de bancos de dados, gerar conhecimento sistematizado sobre o ambiente e as relações ambiente-comportamento.

“A APO pode ser entendida como um método interativo que detecta patologias e determina terapias no decorrer do processo de produção e uso de ambientes construtivos na tomada de decisões.”(Ornstein, 1992). Essa metodologia pode ser visualizada no fluxograma (ver figura 3.1).

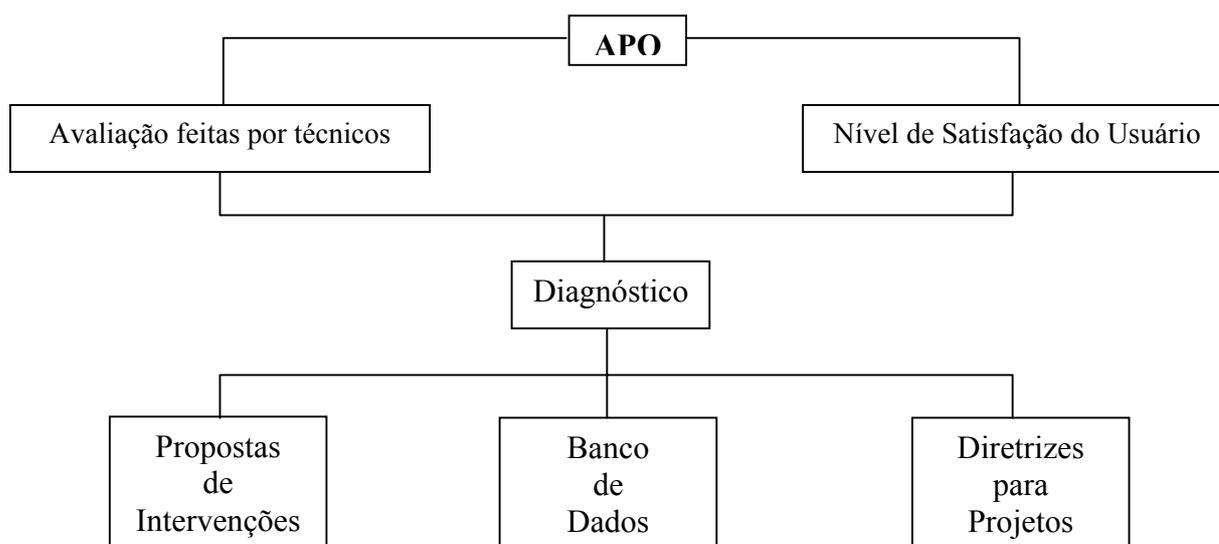


Figura 3.1 – Fluxograma da metodologia APO.

Fonte: Ornstein (1992).

A avaliação pós-ocupação é feita por técnicos, que fazem algumas avaliações de aspectos técnicos em loco, e pelos usuários, através de questionários que verificam o nível de satisfação dos usuários em relação aos itens referentes ao ambiente construído avaliados.

De posse destas duas etapas é montado um diagnóstico em relação ao espaço avaliado, gerando assim, subsídios para criação de uma proposta de intervenção, como pode gerar um banco de dados ou contribuir para criar diretrizes para futuros projetos (ver figura 3.1).

Segundo Ornstein (1992), a situação adequada é que o levantamento junto aos usuários e as análises decorrentes prevaleçam em relação aos levantamentos técnicos, fazendo que estes últimos atuem apenas como informações de apoio. Esta situação ocorre quando o estudo de caso é um ambiente construído em que os usuários não correm riscos de vida. Neste caso, a análise técnica se concentraria na análise de plantas cadastrais do ambiente construído e no levantamento do mobiliário básico, além de realizar visitas exploratórias tendo em vista coletar em loco informações quanto ao arranjo interno e problemas técnico-construtivos visíveis a olho nu. Todas estas observações, especialmente nas áreas relativas as conforto ambiental, servirão para aferir e/ou complementar as respostas dos usuários.

Pode-se ter uma segunda situação em que o estudo de caso é um ambiente construído no qual os usuários não correm risco de vida, mas onde existem vários problemas construtivos, de conforto, funcionais, etc., que afetam significativamente o desempenho pretendido do ambiente construído, podendo haver índices razoáveis insalubridade, ou seja, podendo haver comprometimento da qualidade de vida. Neste caso, a análise técnica passa a ter o mesmo peso que a avaliação feita aos usuários. Para tanto, as medições e cálculos são mais sofisticados, sofisticação esta diretamente dependente das verbas para aplicação da APO.

Por último, Segundo Ornstein (1992), tem-se a terceira situação, em que os riscos de vida existem e a precariedade estrutural do invólucro é de tal ordem que implica na perda total de sentido na realização de levantamentos juntos aos usuários. Neste caso, seria feito apenas o levantamento técnico com o objetivo único de se detectar as origens das patologias encontradas e as soluções alternativas, podendo até mesmo haver a interdição do ambiente-estudo de caso.

A seguir, serão apresentadas algumas variáveis, que foram propostas inicialmente por Rabionowitz (1984), e posteriormente adaptadas e complementadas por Romero & Ornstein (1992). São elas:

- **Avaliação técnico-construtiva e conforto ambiental** – Esta etapa visa fazer o reconhecimento especializado do ambiente estudado, o qual fornecerá, por sua

vez, subsídios para a interpretação da avaliação do ponto de vista dos usuários (comportamental). Assim sendo, tem-se:

1. Materiais e técnicas construtivas: solos, estrutura, cobertura, drenagem de águas pluviais, impermeabilização, segurança contra incêndio, alvenarias, forros, etc.
  2. Conforto ambiental: conforto térmico, ventilação, iluminação, conforto acústico, etc.
- **Avaliação técnico-funcional** – Esta etapa se refere à avaliação do projeto arquitetônico proposto originalmente e daquele construído. Trata-se fundamentalmente da avaliação quanto ao desempenho funcional dos espaços resultantes, como as áreas de lazer, circulação interna, áreas de descanso, potencial para mudanças e/ou ampliação, sinalização/ orientação interna e externa; áreas mínimas, etc.
  - **Avaliação técnico-econômica** – Esta etapa se refere aos índices econômicos extraídos da produção e uso do ambiente construído que podem determinar parâmetros para se medir a eficiência do ambiente construído, tais como, a relação custo x benefício, variação do custo de manutenção do edifício em uso, etc.
  - **Avaliação técnico-estética** – Esta etapa esta relacionada à questão do estilo e da percepção ambiental do ponto de vista do avaliador-arquiteto e do usuário, em especial segundo as cores, texturas, volumetria, ritmo, etc.
  - **Avaliação comportamental** – Esta etapa busca avaliar o usuário para extrair o seu ponto de vista ou o julgamento de valor em relação ao uso e escala humana, proximidade, privacidade, etc.
  - **Estrutura organizacional** – Com a APO podemos diagnosticar problemas em ambientes construídos tanto da ordem física, como problemas de organização funcional ou gerencial de uma entidade pública ou privada.

Após estes levantamentos das variáveis é feito um diagnóstico, mostrando principalmente os aspectos positivos e negativos do ambiente construído, através da construção de diagramas (gráficos). Estes diagramas são fundamentais na síntese dos levantamentos como auxílio na determinação precisa dos principais problemas levantados. As entrevistas informais ou estruturadas, além dos levantamentos físicos feitos, auxiliam na

interpretação dos resultados constantes do diagnóstico final, reforçando-se ou até mesmo dirimindo dúvidas, quando necessário.

Desse diagnóstico, podem-se tirar vários insumos que podem ser recomendações construtivas, funcionais, comportamentais ou ainda que orientem a implementação de um plano diretor para ampliação e flexibilização dos espaços, dentre outros.

### 3.2 Ergonomia e qualidade da escola pública

“Ergonomia e qualidade da escola pública, resulta de pesquisa realizada no ano de 1997 por Gonçalves & Fidelis (1998), apresenta uma adaptação de metodologia, já aplicada em outro tipo de serviço (um banco), para avaliação da qualidade das escolas públicas, levando em conta a avaliação das condições de trabalho (Ergonomia) e a qualidade do serviço prestado pela instituição, segundo a percepção dos envolvidos.”(Gonçalves & Fidelis, 1998)

Os autores Gonçalves e Fidelis propõem uma forma de avaliar a qualidade na educação em relação a dois pontos de vista, um do ponto de vista do professor e outro do aluno. A qualidade na educação do ponto de vista do:

- Professor: os autores avaliam a qualidade de vida no trabalho analisando dois grandes grupos de atributos (condições ambientais e condições organizacionais) enfocando os seguintes fatores:
  1. Dentro das condições ambientais podemos dividir em condições físicas e condições químicas. No que se refere às condições químicas, o professor avalia a qualidade do giz/ piloto utilizado em sala de aula. Referente às condições físicas, o professor da escola avalia o ambiente arquitetônico da escola, o ambiente térmico, o ambiente sonoro e o ambiente luminoso.
  2. Dentro das condições organizacionais, os autores buscam avaliar seis itens fundamentais, são eles: métodos de trabalho, comunicação, horários e turnos, formação, tecnologia e política salarial.
- Aluno: os autores avaliam a qualidade do serviço prestado pela escola enfocando quatro grandes grupos de fatores:
  1. Recursos humanos: os quais visam a avaliar o professor no seu desenvolvimento em sala de aula, segundo três itens: calma, conhecimento (didática, clareza/objetividade e motivação) e interesse.
  2. Recursos materiais: os quais visam, de um modo geral, avaliar os equipamentos da escola, tais como retroprojektor, TV, vídeo, bebedouros,

computadores, etc. Esta avaliação se dá através de 4 itens: eficiência, manuseio, manutenção e quantidade.

3. Recursos ambientais: os quais visam a avaliar a escola como um todo segundo seis itens: carteiras, visualização, sala de aula, banheiros, pátio, quadro de giz/ piloto.
4. Recursos organizacionais: os quais se dividem em oito fatores para avaliação: atendimento, limpeza, funcionários, segurança, regras, direção, organização e as atividades complementares (cantina e biblioteca).

Para cada um desses fatores avaliados são atribuídos índices que são chamados de IQPT (Índice da Qualidade Percebida no Trabalho) e IQPS (Índice da Qualidade Percebida no Serviço). O índice IQPT é o índice gerado pelo ponto de vista dos professores, e o índice IQPS é o índice gerado pelo ponto de vista dos alunos. Este índice pode variar de 0 (zero) a 1 (um). Quanto mais próximos de 1 (um) estiverem os resultados, maior o nível de satisfação dos alunos ou professores em relação aos itens avaliados. Para que fique bem claro como isso deve ser feito, vamos apresentar um exemplo.

Tome-se, por exemplo, as respostas obtidas em relação ao ambiente térmico (ver tabela 3.2), que por sua vez se divide em três fatores analisados nos questionários são eles:

Tabela 3.2 – Índice de qualidade percebida para o item Ambiente Térmico.

| Item             | Fatores analisados     | Respostas/ Valores absoluto |    | Valores Obtidos (%) |
|------------------|------------------------|-----------------------------|----|---------------------|
| Ambiente Térmico | Temperatura no verão   | Ótimo                       | 1  | 0,8%                |
|                  |                        | Bom                         | 8  | 6,4%                |
|                  |                        | Regular                     | 23 | 18,4%               |
|                  |                        | Ruim                        | 40 | 32,0%               |
|                  |                        | Péssimo                     | 53 | 42,4%               |
|                  | Temperatura no inverno | Ótimo                       | 9  | 6,3%                |
|                  |                        | Bom                         | 47 | 32,6%               |
|                  |                        | Regular                     | 46 | 33,3%               |
|                  |                        | Ruim                        | 26 | 18,1%               |
|                  |                        | Péssimo                     | 14 | 9,7%                |
|                  | Ventilação             | Ótimo                       | 4  | 2,8%                |
|                  |                        | Bom                         | 13 | 9,0%                |
|                  |                        | Regular                     | 20 | 13,9%               |
|                  |                        | Ruim                        | 32 | 22,2%               |
|                  |                        | Péssimo                     | 75 | 52,1%               |

Segundo o autor, para que o nível de satisfação fosse conhecido, optou-se pela soma das frequências relativas correspondentes ao maior nível de qualidade, com as alternativas **Ótimo**

e **Bom**, no exemplo, a frequência do fator temperatura no verão será de 7,2%, sendo que o índice é apresentado em forma decimal e arredondado até o centésimo, logo o índice do fator temperatura no verão será de 0,07, que representará o nível de qualidade percebida pelo usuário, relativo ao item **Ambiente Térmico**.

Assim, obteve-se para cada fator analisado um índice de satisfação de qualidade percebida. A média aritmética dos índices dos fatores analisados, neste caso os fatores **Temperatura no Verão** (0,07), **Temperatura no Inverno** (0,39) e **Ventilação** (0,12) fornecerá o índice de qualidade percebida em relação ao item **Ambiente Térmico** (tabela 3.3).

Tabela 3.3 – Índice de qualidade percebida para o item Ambiente Térmico

| Fatores analisados     | Índice | Item                        | Índice      |
|------------------------|--------|-----------------------------|-------------|
| Temperatura no Verão   | 0,07   | <b>Ambiente<br/>Térmico</b> | <b>0,19</b> |
| Temperatura no Inverno | 0,39   |                             |             |
| Ventilação             | 0,12   |                             |             |

Esta metodologia consegue mostrar onde os professores e alunos não se mostram satisfeitos, conforme os valores dos índices calculados, facilitando a identificação dos pontos problemáticos (pontos negativos) das escolas pesquisadas.

### 3.3 Considerações

A partir destas metodologias estudadas verificamos que ambas têm um valor muito grande em detectar os pontos positivos e negativos dos itens analisados, buscando promover ações que propiciem a melhoria da qualidade de vida daqueles que usam um dado ambiente.

A metodologia defendida por Gonçalves & Fidelis (1998) consegue mostrar rapidamente os pontos positivos e negativos dos itens estudados, agrupando-os em fatores, através das respostas dos questionários com os usuários. O relatório gerado é muito bom, pois revela os pontos negativos e positivos encontrados, mas, somente é observado o ponto de vista do usuário, faltando uma análise mais técnica em relação aos itens avaliados.

A APO, definida por Ornstein (1992), antes de gerar o diagnóstico, deve ser precedida por uma análise tanto do ponto de vista do usuário como do ponto de vista técnico. A importância da avaliação técnica em APO pode ser maior ou menor, dependendo do estudo de caso.

A pesquisa se enquadra no primeiro caso que, segundo Ornstein (1992), é a situação mais adequada, pois o levantamento junto aos usuários e as análises decorrentes prevalecem

em relação aos levantamentos técnicos, fazendo com que estes últimos atuem apenas como informações de apoio. Só lembrando que essa situação ocorre quando o estudo de caso é um ambiente construído em que os usuários não correm riscos de vida, no caso das escolas a serem estudadas.

Porém, nenhuma delas prioriza a ação do ponto de vista do usuário, isto é, o Grau de Importância Percebida (GIP) que o usuário dá a cada item analisado. Com isso, procuramos mostrar através de gráficos os itens de maior peso em termos de importância para o usuário, já que as duas metodologias dão o mesmo peso para todos os itens. Para ficar mais claro, vamos dar um exemplo: na escola, o índice de qualidade percebida do espaço construído (IQPEC) em relação ao mobiliário foi de 0,25 e o de segurança 0,25. Já que seus índices estão mais próximos de 0 (zero), significa dizer que são itens de pouca satisfação para o usuário, porém, há algumas bancas quebradas e houve nestes últimos dois meses 3 estupros na escola, logo, analisando somente o IQPEC os dois itens teriam o mesmo peso, porém quando se consegue dar pesos, através do GIP, para cada item podemos detectar que o item segurança deve ter uma prioridade maior em relação à ação a ser tomada.

Segundo Gonçalves & Fidelis (1998), a ergonomia estuda a adaptação do trabalho ao homem e não a adaptação do homem ao trabalho. Muitas vezes, vemos que o homem se vê forçado a adaptar-se às condições de trabalho e, muitas vezes, em ambientes que nem sempre são satisfatórios. “A ergonomia atual considera o homem que trabalha não como um executor, mas um operador. Ele é um operador que adapta seu comportamento às variações tanto do seu estado interno (fadiga...) quanto dos elementos da situação (relações de trabalho, variação da produção, disfunções,...), ele decide os melhores modos de proceder de modo que atenda seus objetivos. Ele não responde a estímulos, mas expressa um saber e uma vivência profissional enraizados numa história individual e coletiva, inscrita num contexto sócio-econômico predeterminado.” Gonçalves & Fidelis (1998).

O conceito utilizado por Moraes & Mont’Alvão (2000), que definem a Ergonomia como uma tecnologia projetual das comunicações entre homem e máquina, trabalho e ambiente. Como prática, segundo os autores, a Ergonomia compreende a aplicação de tecnologia da interface homem-sistema a projeto ou modificações de sistemas para aumentar a segurança, conforto e eficiência do sistema e da qualidade de vida.

A metodologia neste trabalho está calcada tanto nas análises técnicas da APO como no ponto de vista do usuário, recomendado por Gonçalves & Fidelis (1998), adaptado para avaliar os ambientes construídos. Da APO procuramos avaliar a parte de desempenho dos

ambientes construídos para servir de base para o levantamento junto aos usuários em relação a sua percepção do espaço construído.

A metodologia adotada será mais bem detalhada no item a seguir e a apresentação dos resultados e tabulação, do ponto de vista do usuário, está de acordo com o sugerido Gonçalves & Fidelis (1998). Baseado no modelo sugerido por Gonçalves & Fidelis (1998), foi acrescido um peso para os itens considerados importantes, para a análise do ponto de vista dos usuários.

Dessa forma, procuramos identificar alguns problemas ergonômicos, buscando produzir informações que gerem conhecimento sobre o ambiente e as relações entre estes e usuários. Isso tudo para propiciar a melhora da qualidade de vida daqueles que usam as edificações escolares. Assim, procuramos promover melhores condições ao ser humano através da metodologia que será abordada, procurando aumentar a segurança, conforto e eficiência do sistema, no caso os ambientes, e da qualidade de vida dos usuários.

### **3.4 Procedimentos metodológicos adotados**

Detalharemos os procedimentos metodológicos adotados na análise do espaço construído nas edificações escolares que serão estudadas. Em resumo, estes procedimentos encontram-se essencialmente divididos em etapas de coleta (levantamentos de dados), diagnóstico e recomendações para as escolas. Antes desses procedimentos, é importante a aplicação de um pré-teste, que será comentado a seguir.

#### **3.4.1 Pré-teste**

Essa fase, segundo Ornstein & Romero (2003), tem por objetivo verificar a eficiência dos instrumentos de coleta de dados. Nesta pesquisa, foram testados mediante a aplicação de 15 formulários (Apêndice 2) aos alunos escolhidos aleatoriamente, para aferição da legibilidade das perguntas, tempo de duração da aplicação e outros aspectos. Nessa fase, também ocorreu uma maior aproximação com os alunos e funcionários e iniciou-se o reconhecimento físico da área, sendo já efetuados os primeiros registros fotográficos do trabalho.

Após o pré-teste, sentiu-se a necessidade de acrescentar mais algumas informações e fazer uma simplificação das respostas. Como resultado dessas modificações, chegou-se ao questionário 1 (Apêndice 3). Além disso, sentiu-se a necessidade de criar um peso de importância para cada das perguntas do questionário 1, resultando num questionário 2 (Apêndice 4). Esse último servirá para mostrar quais os problemas que devem ser priorizados pra que sejam executadas ações para resolvê-los.

Além disso, foi aplicado o questionário 3 (Apêndice 5), que teve a função de saber qual dos ambientes, na hora de lazer, era o mais freqüentado no momento do intervalo dos alunos, os principais usuários da edificação escolar.

### 3.4.2 Coleta de dados

A nossa população consiste em 57 escolas da rede estadual de ensino de Pernambuco, localizadas no município do Recife, que possuem o nível de ensino fundamental e médio simultaneamente.

O ideal seria fazer uma análise em todas as 57 escolas selecionadas dentro deste grupo. Porém, tornar-se-ia inviável somente uma pessoa conseguir fazer isto. Um dos fatores seria o tempo, além dos recursos para poder coletar e avaliar uma grande quantidade de dados que seriam movimentados.

As Gerências Regionais de Educação (GEREs), comentadas no capítulo 2, classificam o porte das escolas em pequeno (até 20 turmas), médio (de 21 até 40 turmas) e grande (acima de 40 turmas). Nesta etapa, buscou-se através de pesquisas e entrevistas, junto à Gerência Geral de Engenharia e Obras da SEDUC de Pernambuco, selecionar as escolas que pudessem representar cada um destes portes (pequeno, médio e grande). Entretanto, nenhuma das cinquenta e sete escolas selecionadas tinha o perfil de porte pequeno, ou melhor, todas que possuíam o ensino fundamental e médio eram de médio ou grande porte. Porém, algumas das escolas abrigavam aproximadamente 20 turmas.

Assim, já que o objetivo era aplicar os conhecimentos ergonômicos no ambiente construído, analisando, a edificação escolar como um todo, baseados em critérios descritos no referencial teórico, decidimos analisar neste trabalho três escolas. Essas abrangeriam todas as etapas deste trabalho, observando com uma escola de porte médio que estivesse muito próxima de uma escola de porte pequeno.

Com estas três escolas escolhidas, temos agora de levantar mais informações que, segundo Ornstein & Romero (2003), estão divididas em 4 subetapas, são elas:

1. Levantamento da memória do projeto/ construção: consiste em saber a ficha do projeto original (ano, arquiteto, elementos construtivos, entre outros). Com isso, podemos comparar com o atual cadastro da edificação a fim de fundamentar uma análise qualitativa de aspectos positivos e negativos encontrados na edificação em uso e do impacto desta, enquanto ambiente construído, nos usuários.
2. Cadastro atualizado dos ambientes: fundamentou a avaliação dos ambientes construídos, gerando uma tabela das áreas de cada ambiente, a fim de que pudessem ser comparados e

analisados em relação aos aspectos ergonômicos, em relação ao conforto ambiental (iluminação, ventilação, etc.) utilizando-se os índices referenciais (normas, leis, etc.).

3. Aplicação de questionários, tabulação de dados e informações coletadas junto aos usuários: teve como base uma amostra representativa de cada categoria da população (alunos e funcionários). Essa amostra representativa será apresentada no item de cálculo do tamanho da amostra.

Os questionários serviram de base de dados para os gráficos onde podemos observar o IQPEC (índice de qualidade percebida do espaço construído) e o GIP (grau de importância percebida) que permitirá ter o ponto de vista do usuário em relação ao ambiente construído. Além dos questionários, foram utilizadas entrevistas para que conseguíssemos fazer uma análise das relações estabelecidas entre o ambiente e o homem, gerando assim aspectos positivos e negativos para futuro diagnóstico e recomendações.

Os resultados foram apresentados através de gráficos agrupando nos seguintes itens, um exemplo:

|                                       |             |
|---------------------------------------|-------------|
| <b>Carteiras</b>                      | <b>0,21</b> |
| <b>Visualização Quadro</b>            | <b>0,30</b> |
| <b>Ambiente Térmico</b>               | <b>0,27</b> |
| <b>Ambiente Sonoro</b>                | <b>0,11</b> |
| <b>Ambiente Luminoso</b>              | <b>0,38</b> |
| <b>Segurança</b>                      | <b>0,1</b>  |
| <b>Comunicação Visual</b>             | <b>0,13</b> |
| <b>Sanitários</b>                     | <b>0,11</b> |
| <b>Aparência</b>                      | <b>0,16</b> |
| <b>Tamanho do Edifício Escolar</b>    | <b>0,17</b> |
| <b>Tamanho Amb. de Trab./Estudo</b>   | <b>0,40</b> |
| <b>Biblioteca</b>                     | <b>0,12</b> |
| <b>Cantina</b>                        | <b>0,05</b> |
| <b>Circulação</b>                     | <b>0,16</b> |
| <b>Localização parada de ônibus</b>   | <b>0,65</b> |
| <b>Adaptação p/ deficiente físico</b> | <b>0,31</b> |
| <b>Pátio da Escola</b>                | <b>0,20</b> |
| <b>Localização dos bebedouros</b>     | <b>0,21</b> |

Os valores destes itens estão associados às questões do questionário 1 (Apêndice 3), de acordo com o a tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Tabela para se chegar ao IQPEC (adaptado)

Fonte: Gonçalves & Fidelis (1998)

|                            |     |      |     |                                |      |
|----------------------------|-----|------|-----|--------------------------------|------|
| <b>Questões Analisadas</b> | Q1  | 0,40 | Q02 | Carteiras                      | 0,21 |
|                            | Q2  | 0,29 | Q04 |                                |      |
|                            | Q3  | 0,30 | Q03 | Visualização Quadro            | 0,30 |
|                            | Q4  | 0,12 | Q05 | Ambiente Térmico               | 0,27 |
|                            | Q5  | 0,27 | Q06 |                                |      |
|                            | Q6  | 0,18 | Q07 |                                |      |
|                            | Q7  | 0,37 | Q09 | Ambiente Sonoro                | 0,11 |
|                            | Q8  | 0,38 | Q10 |                                |      |
|                            | Q9  | 0,09 | Q08 | Ambiente Luminoso              | 0,38 |
|                            | Q10 | 0,12 | Q28 | Segurança                      | 0,1  |
|                            | Q11 | 0,27 | Q29 |                                |      |
|                            | Q12 | 0,12 | Q30 |                                |      |
|                            | Q13 | 0,20 | Q31 | Comunicação Visual             | 0,13 |
|                            | Q14 | 0,05 | Q15 | Sanitários                     | 0,11 |
|                            | Q15 | 0,14 | Q16 |                                |      |
|                            | Q16 | 0,13 | Q17 |                                |      |
|                            | Q17 | 0,09 | Q18 |                                |      |
|                            | Q18 | 0,06 | Q32 | Aparência                      | 0,16 |
|                            | Q19 | 0,21 | Q33 |                                |      |
|                            | Q20 | 0,18 | Q11 | Tamanho do Edifício Escolar    | 0,27 |
|                            | Q21 |      | Q01 | Tamanho Amb. de Trab./Estudo   | 0,40 |
|                            | Q22 |      | Q12 | Biblioteca                     | 0,12 |
|                            | Q23 | 0,65 | Q14 | Cantina                        | 0,05 |
|                            | Q24 | 0,13 | Q20 | Circulação                     | 0,16 |
|                            | Q25 | 0,11 | Q21 |                                |      |
|                            | Q26 | 0,23 | Q22 |                                |      |
|                            | Q27 | 0,30 | Q24 |                                |      |
|                            | Q28 | 0,09 | Q25 |                                |      |
|                            | Q29 | 0,10 | Q26 |                                |      |
|                            | Q30 | 0,10 | Q23 | Localização parada de ônibus   | 0,65 |
|                            | Q31 | 0,13 | Q27 | Adaptação p/ deficiente físico | 0,30 |
|                            | Q32 | 0,17 | Q13 | Pátio da Escola                | 0,20 |
|                            | Q33 | 0,15 | Q19 | Localização dos bebedouros     | 0,21 |

Após esta etapa é gerado o gráfico do IQPEC, para facilitar a sua interpretação (ver figura 3.4).

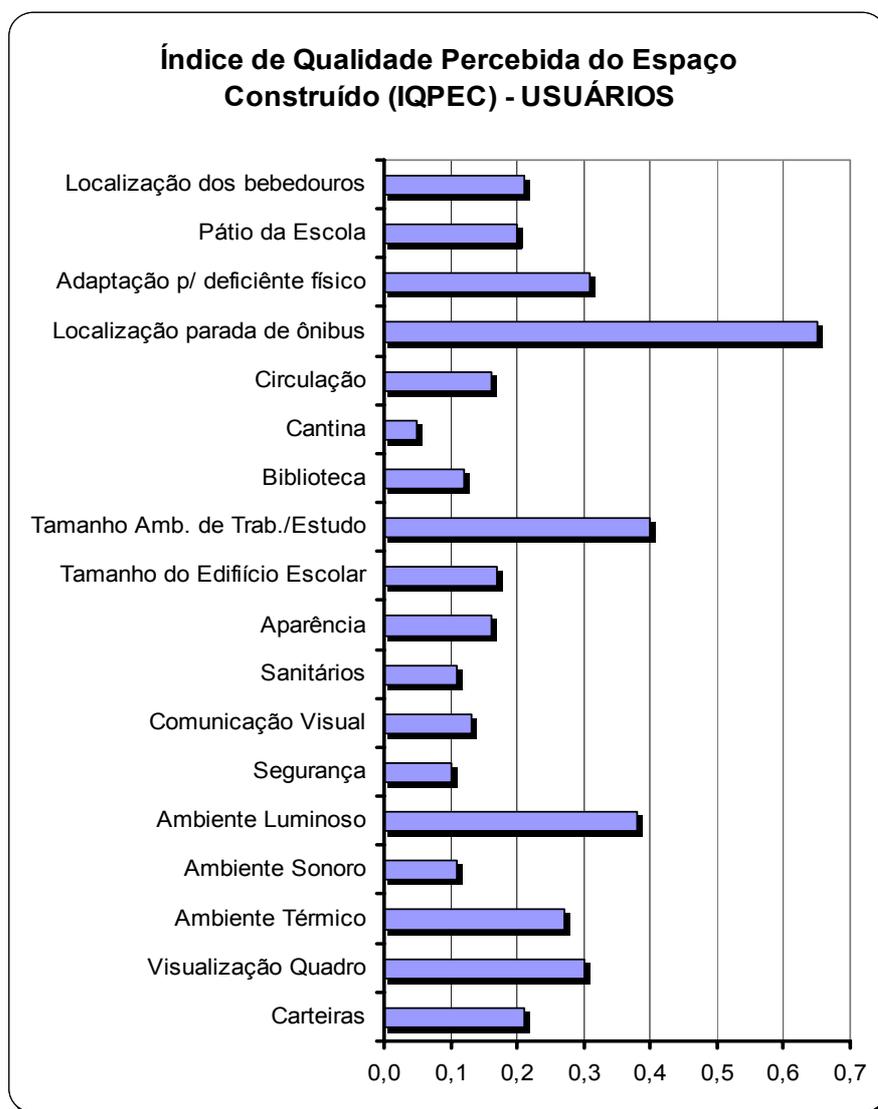


Figura 3.4 – IQPEC – Usuários (adaptado)

Fonte: Gonçalves & Fidelis (1998)

Esta etapa da metodologia consegue mostrar onde os usuários, os alunos e funcionários, não se mostram satisfeitos, conforme os valores dos índices calculados, facilitando a identificação dos pontos problemáticos (pontos negativos e os pontos positivos).

No questionário 2 (Apêndice 4), cada questão avaliada tem um peso associado ela, quanto maior o peso maior será a emergência em resolver o problema apresentado. Os pesos serão calculados e mostrados de forma simples (tabela 3.2), apresentando os pesos de cada uma das questões do questionário 1 (Apêndice 3) de acordo com o a tabela 3.1 (exemplo).

Tabela 3.2 – Grau de Importância Percebida (GIP) – Usuários (Adaptado)

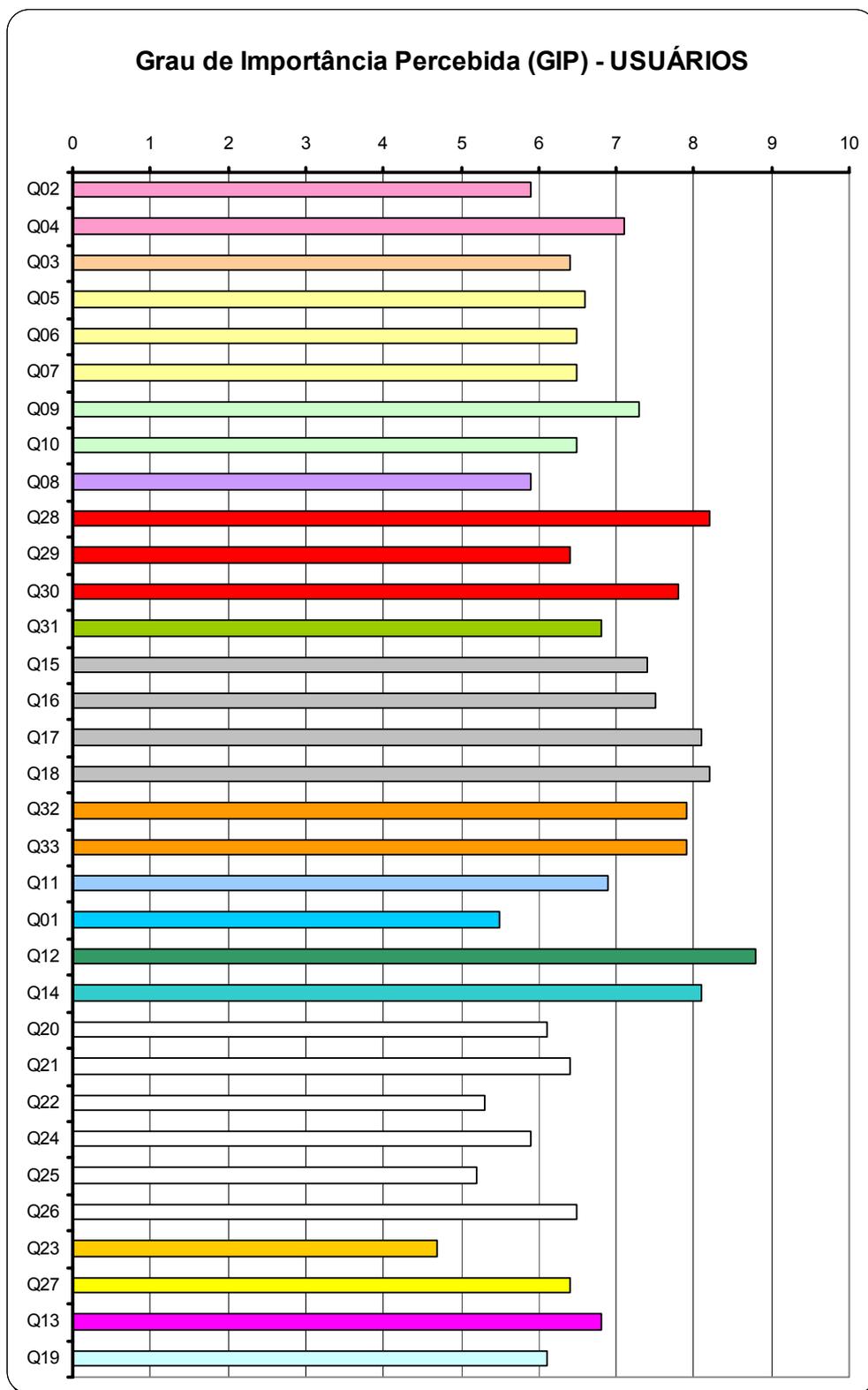
Fonte: Gonçalves & Fidelis (1998)

|                            |     | Itens Avaliados |                                    | Questão | GIP |
|----------------------------|-----|-----------------|------------------------------------|---------|-----|
|                            |     |                 |                                    |         |     |
| <b>Questões Analisadas</b> | Q1  | 7,3             | 1. Carteiras                       | Q02     | 8,0 |
|                            | Q2  | 8,0             |                                    | Q04     | 8,8 |
|                            | Q3  | 4,0             | 2. Visualização Quadro             | Q03     | 4,0 |
|                            | Q4  | 8,8             | 3. Ambiente Térmico                | Q05     | 8,3 |
|                            | Q5  | 8,3             |                                    | Q06     | 6,8 |
|                            | Q6  | 6,8             |                                    | Q07     | 6,9 |
|                            | Q7  | 6,9             | 4. Ambiente Sonoro                 | Q09     | 9,6 |
|                            | Q8  | 8,3             |                                    | Q10     | 7,8 |
|                            | Q9  | 9,6             | 5. Ambiente Luminoso               | Q08     | 8,3 |
|                            | Q10 | 7,8             | 6. Segurança                       | Q28     | 8,1 |
|                            | Q11 | 8,5             |                                    | Q29     | 5,6 |
|                            | Q12 | 9,8             |                                    | Q30     | 7,0 |
|                            | Q13 | 8,4             | 7. Comunicação Visual              | Q31     | 4,6 |
|                            | Q14 | 8,5             | 8. Sanitários                      | Q15     | 5,9 |
|                            | Q15 | 5,9             |                                    | Q16     | 4,6 |
|                            | Q16 | 4,6             |                                    | Q17     | 8,3 |
|                            | Q17 | 8,3             |                                    | Q18     | 8,8 |
|                            | Q18 | 8,8             | 9. Aparência                       | Q32     | 9,3 |
|                            | Q19 | 4,4             |                                    | Q33     | 9,8 |
|                            | Q20 | 4,4             | 10. Tamanho do Edifício Escolar    | Q11     | 8,5 |
|                            | Q21 | 2,5             | 11. Tamanho Amb. de Trab./Estudo   | Q01     | 7,3 |
|                            | Q22 | 2,0             | 12. Biblioteca                     | Q12     | 9,8 |
|                            | Q23 | 1,6             | 13. Cantina                        | Q14     | 8,5 |
|                            | Q24 | 4,0             | 14. Circulação                     | Q20     | 4,4 |
|                            | Q25 | 4,0             |                                    | Q21     | 2,5 |
|                            | Q26 | 4,0             |                                    | Q22     | 2,0 |
|                            | Q27 | 5,2             |                                    | Q24     | 4,0 |
|                            | Q28 | 8,1             |                                    | Q25     | 4,0 |
|                            | Q29 | 5,6             |                                    | Q26     | 4,0 |
|                            | Q30 | 7,0             | 16. Localização parada de ônibus   | Q23     | 1,6 |
|                            | Q31 | 4,6             | 17. Adaptação p/ deficiente físico | Q27     | 5,2 |
|                            | Q32 | 9,3             | 18. Pátio da Escola                | Q13     | 8,4 |
|                            | Q33 | 9,8             | 19. Localização dos bebedouros     | Q19     | 4,4 |

Para facilitar o seu entendimento mais rápido é gerado um gráfico para o GIP, ver exemplo da tabela 3.3, onde ordenada, por exemplo Q02, representa o assunto referente a questão 2 do questionário, e assim por diante.

Tabela 3.3 – Grau de Importância Percebida (GIP) – Usuários (adaptado)

Fonte: Gonçalves & Fidelis (1998)



Este gráfico mostra de forma clara qual das questões abordadas por estes questionários deve ser priorizada para o bem-estar dos usuários em relação ao ambiente construído.

Segundo Ornstein (1992), cerca de 20% dos problemas são responsáveis por 80% dos custos dos erros e omissões, ou, mais ainda, que somente 10<sup>a</sup> 15% dos mesmos precisam ser solucionados para reduzir de forma bem representativa os custos de qualidade do ambiente construído, ou seja, em torno de 50%.

4. Levantamento técnico-construtivo, conforto ambiental e funcional: todas as medidas e observações físicas realizadas bem como os levantamentos junto aos usuários estão fundamentalmente relacionados às variáveis prioritárias técnico-construtivas de conforto ambiental e funcionais. As principais subvariáveis de referência levadas em consideração neste trabalho foram:

- a) Levantamento técnico-construtivo: tipos de estrutura (fundação) utilizada; pisos utilizados; tipos de alvenaria; forros; revestimentos; esquadrias; instalações para segurança contra fogo; muro; paisagismo;
- b) Levantamento técnico, conforto ambiental e funcional: densidade populacional por ambiente; áreas construídas e úteis por ambiente; intensidade dos fluxos de circulação; adequação do ambiente aos deficientes físicos; orientação visual; levantamento dos itens de conforto ambiental (iluminação, ventilação; temperatura; acústica do ambiente - interna e externa).

### 3.4.3 Diagnóstico (Resultados e Discussão)

Esta etapa consistiu, dentro do estudo de caso, em revelar os principais aspectos positivos e negativos do ambiente construído estudado. Tudo isto só é possível com base nos levantamentos técnicos realizados e a comparação destes com normas, leis e diretrizes existentes, através das quais podemos comparar com os dados dos questionários levantados *in loco*, os quais mostram o ponto de vista dos usuários que atribuem juízos de valor a distintas variáveis.

As entrevistas e os levantamentos físicos feitos auxiliaram na interpretação dos resultados constados no diagnóstico, assim como os gráficos gerados com a tabulação de dados acarretaram uma síntese dos levantamentos, auxiliando na determinação precisa dos principais itens a serem priorizados nas recomendações.

### 3.4.4 Conclusões e recomendações

Podemos obter várias recomendações com o resultado do diagnóstico. Essas recomendações podem ser “construtivas, funcionais ou que orientem a implantação de um plano diretor para ampliação e flexibilização dos espaços, entre outros.” Ornstein (1992).

Pretende-se elaborar alguns itens importantes que necessitem de intervenções para um futuro estudo de caso, o qual poderá também ser transformado em um cronograma físico-financeiro.

O objetivo dessa metodologia é diagnosticar aspectos positivos e negativos existentes após a sua usabilidade, buscando recomendações que possam minimizar, ou até mesmo corrigir problemas detectados no próprio ambiente construído submetido à avaliação. Intentamos também utilizar os resultados destas avaliações sistemáticas (estudos de casos – no caso das cinco escolas) para realimentar o ciclo do processo de produção e uso de ambientes semelhantes, buscando otimizar o desenvolvimento de futuros projetos.

### 3.5 Definição da amostra

Esta definição de amostra se restringe a verificar quantos alunos devem responder, em cada escola, o questionário para tornar a amostra válida. Logo, é preciso recorrer a métodos probabilísticos. Para definição da amostra, é preciso ficar bem claro a definição de alguns conceitos básicos que são relevantes para o problema da amostragem. São eles:

**a) Universo ou população:** é o conjunto definido de elementos que possuem determinadas características.

**b) Amostra:** é o subconjunto do universo ou população, por meio do qual se estabelecem ou se estimam as características desse universo ou população. Neste caso, é o número de escolas que devem ser pesquisadas dentre as 187 escolas estaduais disponíveis.

Segundo GIL (1987), os tipos de amostragem podem ser classificados em dois grandes grupos:

**a) Amostra probabilística:** rigorosamente científica e se baseia nas leis da estatística. Os tipos mais usuais são: aleatória simples, sistemática, estratificada, por conglomerado e por etapas.

**b) Amostragem não-probabilística:** não apresenta fundamentação matemática ou estatística, dependendo unicamente dos critérios do pesquisador. Os tipos mais usuais são: por acessibilidade (acidental), por tipicidade (intencional) e por cotas.

As escolas foram escolhidas aleatoriamente de acordo com o número da amostra calculada, o que depende dos seguintes fatores: extensão do universo, nível de confiança estabelecido, erro máximo permitido e percentagem com a qual fenômeno se verifica.

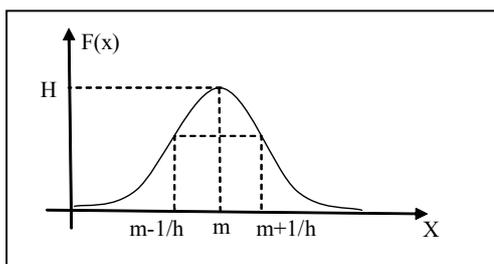
#### 3.5.1 Amplitude do Universo

A extensão da amostra tem a ver com a extensão do universo que pode ser classificado em finito e infinito. Universo finito é aquele cujo número de elementos não excede a 100.000.

Universos infinitos, por sua vez, são aqueles que apresentam elementos em número superior a esse.

### 3.5.2 Nível de confiança estabelecido

No Nível de confiança com a teoria geral das probabilidades, a distribuição das informações coletadas a partir de amostras ajusta-se geralmente à curva “normal” (curva de Gauss), que apresenta valores centrais elevados e valores reduzidos, conforme indica a figura 3.5.



O nível de confiança de uma amostra refere-se à área da curva normal definida a partir dos desvios-padrão em relação à sua média. Numa curva normal, a área compreendida por um desvio padrão, à direita e à esquerda da média, corresponde à aproximação 68% de seu total. A área compreendida por dois desvios, por sua vez, corresponde a 99,7% de seu total. Isso significa que, quando na seleção de uma amostra são considerados dois desvios-padrão, trabalha-se com um nível de confiança de 95,5%. Caso o nível de confiança seja de 95%, este número será de 1,96. Quando são considerados três desvios-padrão, o nível de confiança passa a ser de 99,7%.

### 3.5.3 Erro Máximo Permitido

Os resultados obtidos numa pesquisa elaborada a partir de amostras não são rigorosamente exatos em relação ao universo de onde foram extraídas. Esses resultados apresentam sempre um erro de medição, que diminui na proporção em que aumenta o tamanho da amostra. O erro de medição é expresso em termos percentuais e nas pesquisas sociais trabalha-se usualmente com uma estimativa de erro entre 3% e 10%.

### 3.5.4 Percentagem com que o Fenômeno se Verifica

A estimação prévia da percentagem com que se verifica um determinado fenômeno é muito importante para a determinação do tamanho da amostra. Por exemplo, numa pesquisa cujo objetivo é verificar qual a percentagem de protestantes que residem numa cidade, a

estimativa prévia desse número é bastante útil. Se for possível afirmar que essa percentagem não é superior a 10%, será necessário um número de casos bem menor do que numa situação em que a percentagem estivesse próxima de 50%, ou seja, quando não há informações referentes ao aspecto que está sendo pesquisado (considerar 50%).

### 3.5.5 Cálculo do tamanho da Amostra

O cálculo do tamanho de uma amostra pode exigir o concurso de procedimentos estatísticos bastante especializados. Estes, todavia, têm sempre o seu fundamento, nas fórmulas básicas para o cálculo do tamanho da amostra de populações infinitas e finitas. Neste caso, usaremos a fórmula para o cálculo da amostra para estimar a proporção ( $p$ ) de uma população finita, representada pela equação:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Fórmula 3.1 - Cálculo da amostra para estimar a proporção de população

finita.

Onde:

$n$ = tamanho da amostra;

$Z^2$ = nível de confiança escolhido, expresso em número de desvios-padrão. ( $Z$  é 1,96= nível de confiança de 95%,  $Z$  é 2 = nível de confiança de 95,5% e  $Z$  é 3 = nível de confiança de 99,7%)

$p$ = percentagem com a qual o fenômeno se verifica (no caso de não saber dados a respeito o valor admitido será de 50%);

$q$ = percentagem complementar (50%);

$N$ = tamanho da população (neste caso, é o número total de alunos + funcionários da escola);

$e^2$ = erro máximo permitido (3% a 10%).

Segundo Ornstein (1992), essa margem de erro pode ser obtida da fórmula 3.1, para o cálculo da amostra casual simples. Considerando o nível de confiança de 95,5% ( $Z$  é 2), o percentual com a qual o fenômeno se verifica ( $p=50\%$ ), o seu complemento ( $q=50\%$ ), tem-se a mesma fórmula, porém mais simples (ver fórmula 3.2), visando à obtenção da margem de erro ( $e$ ) em função do número da amostra (no caso do número de pessoas entrevistadas). Lembrando que o erro permitido é de 3% a 10%, caso o valor seja superior a 10% deve-se aplicar um número maior de questionários.

$$e = \sqrt{\frac{(2)^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{n}} \quad \text{ou} \quad e = \sqrt{\frac{1}{n}} \quad \text{Fórmula 3.2 - Fórmula para margem de erro.}$$

Onde:

$n$  = tamanho da amostra;

$e$  = erro permitido

Em nosso cálculo, para verificar se a quantidade de pessoas entrevistadas é válida ou não estatisticamente, vamos considerar a fórmula 3.2. Isso por causa do fácil relacionamento em função do tamanho da amostra, o intervalo de confiança e a margem de erro, contribuindo assim para os objetivos da pesquisa, que em nosso caso é validar a quantidade de questionários para os usuários.

## 4 ESTUDO DE CASO

### 4.1 Contextualização

Serão estudadas três escolas estaduais em Recife, cujo objetivo é aplicar os conhecimentos ergonômicos no ambiente construído, analisando a edificação escolar como um todo, baseados nos procedimentos metodológicos mostrados no capítulo anterior, enfocando o ponto de vista técnico e do usuário.

As três escolas representando uma de porte pequeno, médio e grande, respectivamente são:

- Escola Estadual Nossa Senhora de Fátima (21 turmas), no Bairro da Guabiraba;
- Escola Estadual Professor Olívio Montenegro (34 turmas), no Bairro da Encruzilhada;
- Escola Professor Jordão Emereciano (95 turmas), no Bairro do Ibura 3, a maior escola do Estado de Pernambuco, tanto em relação ao espaço físico como em número de alunos.

Com a escolha dessas três escolas, podemos levantar cerca de 25.920 dados relacionados aos itens pesquisados através de questionários com os usuários.

As escolas estão em bairros cujas Zonas de Urbanização, segunda a lei de uso de solo, são todas distintas. A escola Nossa Senhora de Fátima pertence à Zona de Urbanização de Restrita (ZUR), já a escola Professor Olívio Montenegro localiza-se na Zona de Urbanização Preferencial 1 (ZUP 1) e por fim, a escola Professor Jordão Emereciano se encontra na Zona de Urbanização dos Morros (ZUM) – ver figura 4.1. Isto significa dizer que cada uma delas deve ser analisada com os parâmetros diferenciados em relação à lei de uso do solo.

Deste ponto em diante, nesta pesquisa, iremos adotar escola 1, escola 2 e escola 3, respectivamente para a identificação das escolas Nossa Senhora de Fátima, Professor Olívio Montenegro e Professor Jordão Emereciano, de acordo com os números de localização utilizados na figura 4.1 para representar estas escolas.

As escolas de uma maneira geral têm seu surgimento vinculado a uma carência de escolas públicas em seus bairros.

Inicialmente, faremos uma caracterização de cada uma das escolas mencionadas. Em seguida, será mostrado o resultado do levantamento técnico da edificação escolar analisado em relação aos aspectos legais, normas e principalmente em relação ao conforto ambiental, comparando as áreas encontradas *in loco* com as áreas recomendadas para uma boa iluminação, ventilação, etc., para as edificações escolares. Também, será colocado o resultado

da avaliação através de questionários feita junto aos usuários. Por fim, faremos algumas considerações em relação ao resultado do levantamento técnico e dos resultados dos questionários respondidos pelos usuários em relação a alguns problemas ergonômicos verificados nas edificações escolares.

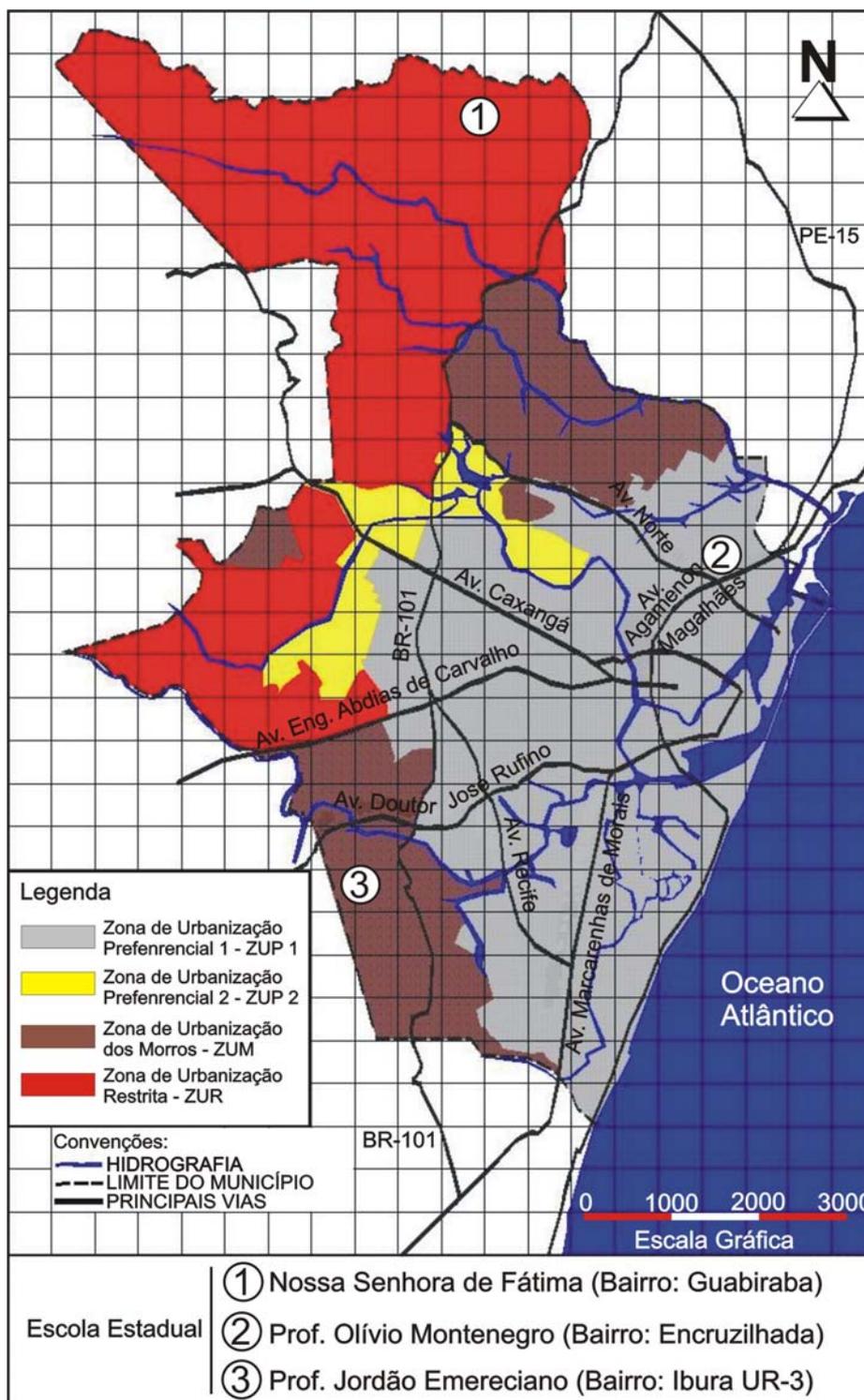


Figura 4.1 - Zonas de Urbanização da cidade do Recife (adaptado).

Fonte: Lei de Uso do Solo (1997)

## 4.2 Resultados

No início, realizaram-se alguns comentários importantes em relação à escola estudada. Em seguida, mostramos os resultados da aplicação dos procedimentos metodológicos adotados, através dos resultados obtidos do levantamento técnico e da aplicação dos questionários. Por fim, fechamos com algumas discussões relevantes em relação aos resultados encontrados nas três escolas estudadas.

### 4.2.1 Escola 1

A escola tem sua origem juntamente com a chegada da população, que deixava sua antiga moradia muito precária nos arredores do canal do bairro do Arruda, próximo ao estádio do Santa Cruz, no Recife, em 1981. Hoje, a escola é uma referência dentro da comunidade de Bola na Rede, localizada na ZUR no Bairro da Guabiraba e ocupa um terreno com área de 1.373,00m<sup>2</sup>, possui uma área construída de 574,74 m<sup>2</sup>, distribuídos em um só pavimento térreo com área de solo natural de 264,32 m<sup>2</sup>. Sua taxa de solo natural é de 19,25% , isto é, o percentual de solo natural em relação à área do terreno.

A escola funciona em três turnos atendendo a 879 alunos, distribuídos em 21 turmas, que nos dá uma relação de aproximadamente 42 alunos por turma. Os alunos representam 95,75% dos usuários e suas opiniões foram coletadas através de questionários. Além disso, ela possui 39 funcionários, dos quais 27 são professores. Logo, a quantidade de usuários desta escola é de 918 pessoas.

#### 4.2.1.1 Resultados do levantamento técnico

A edificação escolar 1 é composta por 7 salas de aula, 1 sala de informática, 1 sala dos professores, 1 diretoria (secretaria+direção), 1 cozinha, 1 despensa, 1 pátio interno (recreio coberto), 1 banheiro da direção/ professores, sanitários masculinos e outros femininos, num total de 16 ambientes. O sol na planta (figura 4.2) representa o nascente (leste), assim como, o poente (oeste). Os ventos predominantes no Recife vêm do nordeste e sudeste, e estes estão representados por setas (ver figura 4.2).

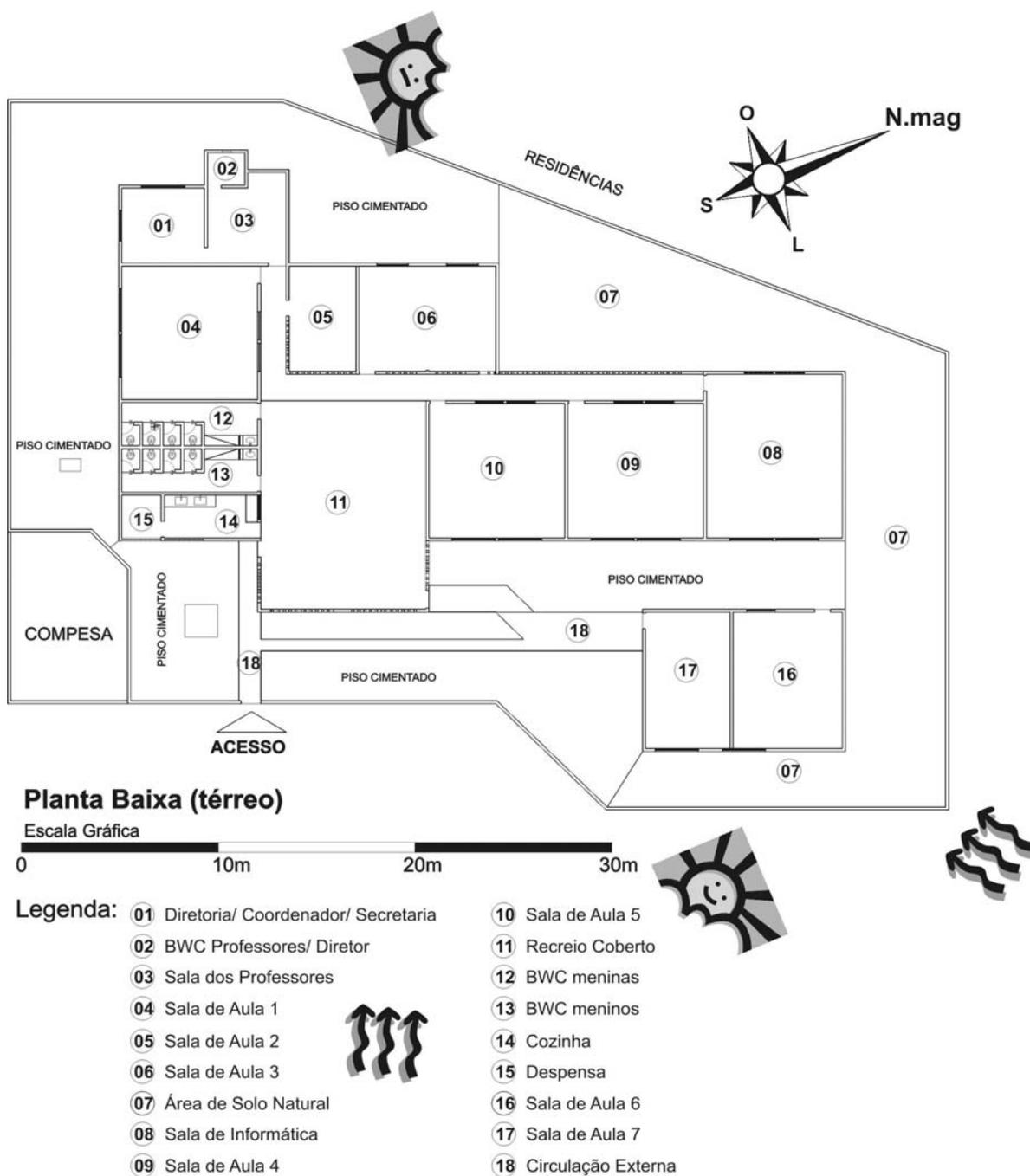


Figura 4.2 – Escola 1, planta baixa do térreo (2004).

Em relação à lei de Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife – atualizada em 30/01/1997 podemos destacar:

- Zona de Urbanização Restrita – ZUR.
- O uso gerador de incômodo à vizinhança os serviços de educação se enquadram no nível 1 de incomodidade, cuja natureza é o ruído e exigência sanitária.

- Em relação ao uso de geradores de interferência no tráfego - estacionamento e acessos, as escolas, segundo o Art. 40 item XI- A localização de creche, pré-escolar, escolas de 1º e 2º graus, assim como hospitais, nos Corredores de Transporte Metropolitano, Urbano Principal e Urbano Secundário, serão objeto de análise especial pelo órgão Municipal competente; XII- Nos terrenos que tiverem opção de acesso por mais de uma via, o acesso às áreas de estacionamento se fará obrigatoriamente pela via de menor hierarquia urbana. Nessa escola não há espaço para estacionamento. Neste caso, foi feita uma adaptação para se colocar 3 carros. Por estar localizada numa via secundária de veículos, deveria ter uma vaga para cada 50m<sup>2</sup> de área de construção, isto é, 12 vagas para carro.
- Temos que analisar os parâmetros urbanísticos descritos no Art. 64 - São parâmetros urbanísticos reguladores da ocupação do solo:

I - Taxa de Solo Natural do Terreno – TSN. No caso desta escola, por estar localizada na ZUR, deveria ter uma TSN de 70%, porém só possui 19,25% de TSN.

II - Coeficiente de Utilização do Terreno -  $\mu$ . Na ZUR, este coeficiente é de 0,5, isto é, a área de construção máxima permitida será de 0,5 da área do terreno (685,00m<sup>2</sup>). Esta escola possui 574,74 m<sup>2</sup>, logo, está dentro da norma.

III - Afastamentos das Divisas do Terreno. Por essa escola possuir um pavimento, os afastamentos deveriam ser: frontal= 5m, laterais e fundo= nulo/ 1,50m. Essa escola não está de acordo com o afastamento frontal desta lei, pois possui afastamento frontal de 2.85m, laterais com 5,70m e 5,25m, no fundo o seu afastamento é de 1,8m.

Dentro da Lei nº 16.292 de 29.01.1997 sobre Edificações e Instalações na Cidade do Recife, podemos destacar as seguintes normas:

- Em relação à densidade populacional será considerado 1 aluno para cada 1,5m<sup>2</sup> de sala. Para calcularmos a densidade populacional considerada nesta lei, basta dividirmos a área das salas (269,68m<sup>2</sup>) por 1,5m<sup>2</sup>, logo teremos um valor aproximado de 180 alunos.
- O depósito de lixo terá uma capacidade de 4,6 litros por pessoa. Nessa escola, não há um espaço reservado para lixo e todo o lixo é colocado na calçada (ver figura 4.3). Segundo essa lei, a escola deveria ter 9 tonéis de lixo.
- Segundo o art. 57, dessa lei, as edificações destinadas ao uso não habitacional e misto deverão dispor de instalações sanitárias destinadas, isoladamente, ao público e aos

funcionários. Essa escola possui, mesmo que as dimensões e quantidade não sejam suficientes. Isso será visto com mais detalhes adiante.

- Segundo o art. 80, dessa lei, em todas as edificações acessíveis ou adaptadas ao uso de pessoas portadoras de deficiência, será obrigatória a colocação, em destaque, nas dependências de acesso, do Símbolo Internacional de Acesso. Essa escola não possui nenhuma referência do Símbolo Internacional de Acesso, até mesmo por não possuir adaptações para atender aos alunos com necessidades especiais, porém, ela possui uma sala para atender a esse tipo de aluno.



Figura 4.3 – Local para lixo – Escola 1.

A sua estrutura funcional (ver figura 4.4) da escola 1 apresenta alguns problemas, são eles:

- O conjunto de apoio técnico-pedagógico encontra-se muito afastado do acesso principal. Com isso, qualquer pessoa que chegue para falar com o diretor, por exemplo, terá que passar por todo o conjunto de convivência, pelo conjunto de serviços e cortar o setor pedagógico para chegar ao conjunto técnico-pedagógico.
- O conjunto pedagógico está muito fragmentado. Assim, por exemplo, para se chegar ao conjunto de apoio técnico-pedagógico, tem-se que passar por dentro do setor pedagógico.
- A parte de serviços gerais poderia estar mais isolada do acesso de entrada, dando mais privacidade para a área da cozinha, por exemplo.

Para analisar os ambientes em relação às áreas, preferimos montar uma tabela (ver tabela 4.1) onde mostramos o nome do ambiente, a área atual, a área para ventilação e a área para iluminação. Os valores “ideais” para cada um deles estão ao lado de cada item, logo

ficará fácil de verificar se atende ou não aos padrões adotados no referencial teórico. Para ficar mais simples, para cada ambiente analisado em relação algum item, adotar-se-á um quadro vermelho quando não atender aos padrões de conforto e um quadro verde quando atender. Esses padrões “ideais” são padrões utilizados pelo FUNDESCOLA. Para alguns outros padrões ou observações adotados, faremos uma nota para explicar com maior clareza. Em seguida, fazer um comentário sobre os dados da tabela 4.1.

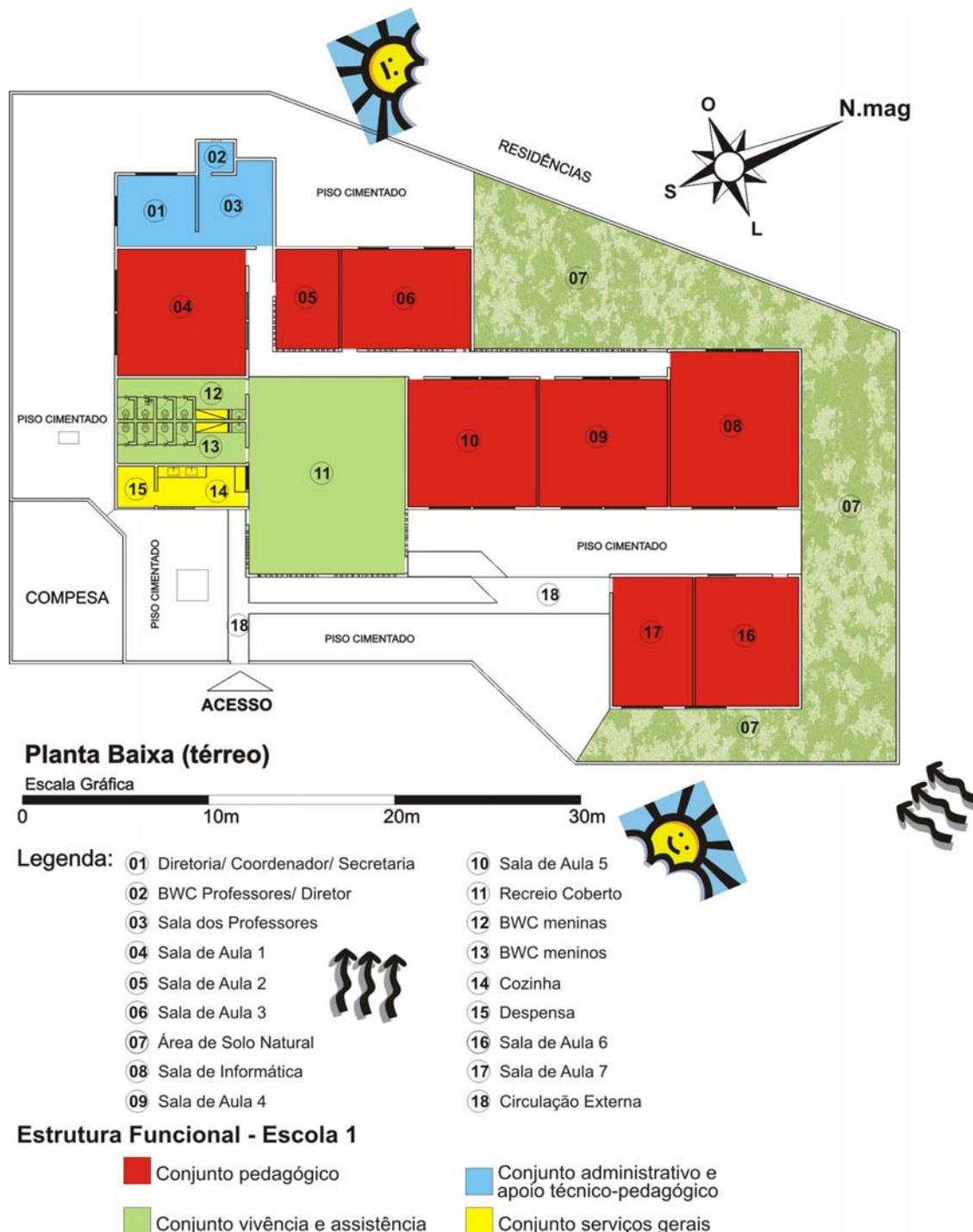


Figura 4.4 – Programa e Estrutura funcional do edifício escolar 1.

Tabela 4.1 – Análise das áreas – Escola 1.

| Escola 1                      |           | Áreas (m <sup>2</sup> )            |                  |                      |                                     |                                    |                |                                     |                                    |                |  |
|-------------------------------|-----------|------------------------------------|------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------------------------|----------------|-------------------------------------|------------------------------------|----------------|--|
|                               |           | Análise da área ambiente           |                  |                      | Análise da abertura para ventilação |                                    |                | Análise da abertura para iluminação |                                    |                |  |
| Conjuntos Funcionais          | Ambientes | Área Atual                         | Área Recomendada | Área do ambiente     | Área Ventilação Atual               | Área Ventilação Mínima recomendada | Ventilação     | Área Iluminação Atual               | Área Iluminação Mínima Recomendada | Iluminação     |  |
| Conjunto Pedagógico           | 4         | Sala de aula 1*                    | 47,26            | 66,00                |                                     | 5,84                               | 4,73           |                                     | 5,84                               | 9,45           |  |
|                               | 5         | Sala de aula 2                     | 18,36            | 26,40                |                                     | 2,20                               | 1,84           |                                     | 2,20                               | 3,67           |  |
|                               | 6         | Sala de aula 3                     | 37,53            | 52,80                |                                     | 3,51                               | 3,75           |                                     | 3,51                               | 7,51           |  |
|                               | 9         | Sala de aula 4                     | 47,61            | 66,00                |                                     | 3,42                               | 4,76           |                                     | 5,84                               | 9,52           |  |
|                               | 10        | Sala de aula 5                     | 47,61            | 66,00                |                                     | 3,42                               | 4,76           |                                     | 5,84                               | 9,52           |  |
|                               | 16        | Sala de aula 6                     | 38,85            | 47,52                |                                     | 3,85                               | 3,89           |                                     | 4,46                               | 7,77           |  |
|                               | 17        | Sala de aula 7                     | 30,10            | 47,52                |                                     | 1,21                               | 3,01           |                                     | 2,42                               | 6,02           |  |
|                               | 8         | Sala de informática <sup>(1)</sup> | 57,96            | 49,98                |                                     | 0,00                               | 5,80           |                                     | 0,00                               | 11,59          |  |
| Conjunto Vivência/Assistência | 11        | Recreio coberto                    | 90,08            | 146,50               |                                     | 12,60                              | <sup>(2)</sup> |                                     | 12,60                              | <sup>(2)</sup> |  |
|                               | 12        | BWC meninas                        | 15,35            | <sup>(3)</sup>       |                                     | 1,00                               | 0,77           |                                     | 1,00                               | 1,54           |  |
|                               | 13        | BWC meninos                        | 15,35            | <sup>(3)</sup>       |                                     | 1,00                               | 0,77           |                                     | 1,00                               | 1,54           |  |
| Conjunto Administrativo       | 1         | Diretoria/ coordenação/ secretaria | 16,17            | 36,75                |                                     | 1,82                               | 1,62           |                                     | 3,64                               | 3,23           |  |
|                               | 3         | Sala dos professores               | 16,97            | 25,30 <sup>(4)</sup> |                                     | 0,00                               | 1,70           |                                     | 0,00                               | 3,39           |  |
|                               | 2         | BWC prof./ diretor                 | 2,89             | <sup>(5)</sup>       |                                     | 0,14                               | 0,14           |                                     | 0,14                               | 0,29           |  |
| Conjunto dos Serviços Gerais  | 14        | Cozinha                            | 10,45            | 24,50                |                                     | 1,00                               | 1,05           |                                     | 1,00                               | 2,09           |  |
|                               | 15        | Dispensa                           | 4,40             | 6,12                 |                                     | 1,00                               | 0,22           |                                     | 1,00                               | 0,44           |  |

\* Foi adotado o valor de 1,32 m<sup>2</sup> por aluno, buscando-se o maior conforto para os usuários.

**Nota:**

- (1) A sala de informática é o único ambiente climatizado, porém, dentro das especificações dos ambientes recomenda-se deixar para iluminação pelo menos 1/5 da área do piso e para ventilação uma área de 1/10 da área do piso. Foi marcada de vermelho por não satisfazer esta exigência.
- (2) Não há informação sobre este aspecto, porém, é recomendado prever proteção contra chuva e ventos fortes sem prejuízo da iluminação natural e de garantir no mínimo um vão livre de 9,0m. Neste ultimo item, o recreio coberto deixa de atender por 0,60m, pois ele possui 8,40m de vão.

- (3) Em relação ao número de bacias, esta em acordo com a norma, porém, o número de lavatórios não, pois está faltando um no banheiro masculino e outro no banheiro feminino, segundo a tabela 2.13 desta pesquisa.
- (4) Segundo recomendações do FUNDESCOLA (ver tabela 2.13), foi considerado 1 professor por sala e mais 4 funcionários (diretor, vice-diretor, coordenador e uma secretária). Porém, adotamos 2,3m<sup>2</sup> por pessoa (dado baseado no espaço para biblioteca), pois, deve-se utilizar como uma sala multiuso como sala de reuniões, ter escaninhos para os professores, prever espaço de estar e preparação de aulas.
- (5) A quantidade não é suficiente (ver tabela 2.16), pois, é sugerido pela FUNDESCOLA criar no mínimo dois sanitários (um para cada sexo) e que pelo menos sejam adaptados para portadores de necessidades especiais.

Em relação aos aspectos funcionais, podemos observar através da tabela 4.1 que 93,75% dos ambientes desta escola possuem áreas com dimensões aquém do recomendado pela FUNDESCOLA. Além disso, muitos dos ambientes estão com sobreposição de usos, como a diretoria que é ao mesmo tempo secretaria e coordenação além de almoxarifado (ver figura 4.5 ). Um outro exemplo é o BWC dos alunos que serve de depósito de material além se servir de armário para os funcionários (ver figura 4.6 e 4.7). Desta forma, não só está mal dimensionado muitos dos ambientes como também estão faltando alguns ambientes dentro do programa funcional desta escola, entre eles secretaria, almoxarifado, arquivo, depósito para material de limpeza, etc.



*Figura 4.5 – Sobreposição de usos – Diretoria.*



*Figura 4.6 - Sobreposição de usos – BWC alunas.*



*Figura 4.7 - Sobreposição de usos - BWC alunos.*

As circulações no interior da edificação escolar 1 possuem largura de 1,30m o que, segundo a NBR 9050/ 2004 (ver figura 2.49), permite a circulação de um pedestre e uma pessoa em cadeira de rodas (mínimo 1,20m). Porém, a pequenos obstáculos dentro da edificação, isto é, pequenos desníveis de 7,5cm para se ter acesso à sala de informática (ver figura 4.9), como também, para a sala de aula e recreio coberto (ver figura 4.10). A grade de uma sala, já que abre para fora, deveria se ter uma circulação mínima de 2,0m (1,2m circulação + 0,80m do giro da grade) e nunca com 1,30m (ver figura 4.10). O acesso a uma

das salas é feito através de um degrau de 35cm de altura, trazendo dificuldade de acesso para alguns de seus usuários (ver figura 4.8).



Figura 4.8 – Acesso de uma das salas de aula – Degrau de 35cm de altura.



Figura 4.9 – Pequenos obstáculos de acesso – Sala de informática.



Figura 4.10 – Pequenos obstáculos de acesso – Sala de aula e recreio coberto.

A calçada da rua não apresenta nenhum rebaixo para acesso de pessoas portadoras de necessidades especiais (ver figura 4.11). Infelizmente, a circulação de acesso principal da rua para o interior da escola possui 1,38m de largura e com 17cm de altura (ver figura 4.12), além da outra circulação externa que possui 70cm de largura, o que não atende às exigências da FUNDESCOLA, que recomenda uma largura mínima de 2,60m para circulação externa da edificação escolar e se precisar de rampa, que atenda a NBR 9050/ 2004.



Figura 4.11 - Acesso principal sem rebaixo na calçada – Escola 1.



Figura 4.12 – Circulação externa – Escola 1.

O estacionamento é uma adaptação feita na escola onde se abriu um portão azul (ver foto 4.11 – à direita) e foi feita uma rampa na circulação externa dos usuários (ver foto 4.12 – no alto à direita) para os veículos dos professores e diretores. Contudo, a grande maioria dos funcionários chegam ao local de ônibus. Porém, só há uma linha, como um ou dois ônibus, para servir a comunidade, funcionando até as 22:00 h. A posição da parada é bem em frente à escola, o que facilita o acesso à edificação escolar.

A sala dos professores, além de não ter as dimensões adequadas, não possui nenhuma abertura para ventilação e iluminação (ver figura 4.13), assim há um consumo desnecessário de energia devido à utilização de lâmpadas para iluminação, apesar de ter uma pequena telha transparente que fornece um pouco de luz para o ambiente. Esse ambiente também tem superposição de uso, além de sala dos professores, serve como arquivo onde funciona um orelhão aberto aos usuários da escola (ver figura 4.14). Pode parecer estranho, porém assim é que se conseguiu acabar com a depredação do aparelho telefônico.



Figura 4.13 – Sala dos professores.



Figura 4.14 – Telefone público – Sala dos professores.

A área reservada para lazer é restrita ao recreio coberto, onde ficam os bebedores junto à caixa geral de distribuição elétrica, que fica fechada (ver figura 4.15). Porém, deveria ser mais isolada para prevenir um incidente neste local.



*Figura 4.15 – Recreio coberto – Bebedouro e caixa de distribuição geral de energia.*

Em relação ao sistema construtivo empregado, o que dá para observar é que são formados por pilares e vigas de madeira. A estrutura da cobertura é toda em madeira, recoberta por telhas tipo colonial. Isso favorece um melhor conforto térmico para o ambiente, pois, apesar de não haver abertura na cobertura para saída do ar quente, o encaixe deste tipo de telha o permite.

Os pilares em madeira são rebocados, dando a impressão de serem em concreto armado. As paredes são rebocadas e pintadas com tinta da cor banco e azul. A cor azul, mais escura, é utilizada até uma altura de 1,10m para evitar o desgaste mais rápido da parede e serve também para alongar o ambiente. O piso é quase todo em cimento queimado, e os banheiros, cozinha e sala de informática são revestidos com cerâmica. Os pisos, em alguns lugares, apresentam pouca ou nenhuma resistência à abrasão, o que pode acarretar em acúmulo de sujeiras além de tornar os pisos escorregadios (ver figura 4.16).



*Figura 4.16 – Piso com pouca abrasão – Cozinha.*

A escola só possui laje na cozinha, despensa e nos banheiros dos alunos. A sala de informática possui forro em pvc (ver figura 4.16) e as duas salas externas (sala 6 e 7) possuem forro em gesso. Porém, devido a uma falta de manutenção na cobertura, há vários pontos de infiltração no telhado (ver figura 4.17), acarretando em época de chuva, problemas sérios com a entrada d'água em vários ambientes, tornando-os úmidos.



Figura 4.17 - Sala de informática.



Figura 4.18 - Furos na cobertura - Recreio coberto.

Em relação à segurança, temos os atos ilícitos de dano e pichação como os mais comuns nesta escola, isto faz com que haja um prejuízo em relação aos aspectos físicos da edificação, acarretando na redução do tempo de conservação dos ambientes (ver figura 4.19). O muro é relativamente baixo (2,15m em relação à calçada), tornando a escola vulnerável à ação de vândalos, e dificultando a manutenção dos alunos na escola. As instalações adaptadas para uso de luminárias e ventiladores podem trazer risco para seus usuários (ver figura 4.18). Para o caso de incêndio, não há extintor na escola.



*Figura 4.19 – Exemplo de dano e pichação – Escola 1.*

Em relação ao conforto térmico, podemos observar que a implantação da edificação não foi muito feliz, colocando a diretoria, sala dos professores e duas salas de aula no poente. Isso torna esses espaços desconfortáveis. Nenhuma abertura para iluminação tem proteção (brises) para desviar a penetração direta dos raios solares, proporcionado assim um ganho maior de calor em espaços, além de promover ofuscamento no quadro e nas bancas escolares.

Em todas as salas de aula, há a presença de ventiladores, um indicativo de que a ventilação natural não está sendo suficiente para um bom conforto térmico. Isso pode ter ocorrido pela má implantação da edificação no terreno, por uma tentativa frustrada de tentar fazer uma ventilação cruzada (ver figura 4.19), que só melhorou um pouco por causa do arranchamento das portas que foram substituídas por grades. A sala dos professores apresenta um desconforto térmico grande, além de ficar no poente, não tem nenhuma abertura para ventilação e ainda possui um pé direito baixo.

No geral, a presença de ventiladores nos ambientes (ver figura 4.15, 4.17 e 4.20) indica que algo não está funcionando direito na edificação. Variadas causas poderiam ter contribuído para isso. No caso dessa escola, podemos destacar a má implantação da edificação, as aberturas pequenas que não favorecem a circulação do ar dentro do ambiente, em alguns ambientes o pé direito muito baixo, etc.

Nenhuma barreira natural, como as árvores, foi utilizada para dar maior conforto ao ambiente, pois elas poderiam servir como controladores de radiação solar, evitando o

ofuscamento e a elevação da temperatura dentro do ambiente. Dos ambientes, 50% não estão de acordo com os dimensionamentos mínimos para uma boa ventilação, o mais grave é que este percentual aumenta para 71,4% se só considerarmos as salas de aula.



Figura 4.20 – Saída para ventilação e iluminação das salas de aula.



Figura 4.21 – Necessidade de ventiladores – Sala do diretor.

Em relação à acústica, nas salas de aula, os aparelhos de ventiladores exercem ruídos que podem atrapalhar os usuários da sala, talvez por falta de uma manutenção. Através das entrevistas, vários professores reclamavam das aberturas feitas nas salas de aula, pois devido à pouca largura dos corredores quem está na outra sala também ouve a aula da sala próxima (ver figura 4.19). Todas as salas estão de acordo com as normas do FUNDESCOLA (Cortez, 2002), em relação as dimensões de alcance da voz humana, no caso, um raio de 7m com o professor no centro deste raio, para uma boa acústica (Anexo 3).

Com base na tabela 4.1, podemos verificar que 81,25% dos ambientes dessa escola estão com dimensionamento das aberturas aquém das mínimas exigidas para uma boa iluminação natural. Como essa escola também funciona à noite, é importante verificarmos o rendimento da iluminação feita pelas lâmpadas fluorescentes através do método dos lumens. De todos os ambientes, analisamos a sala de aula por acolher o maior número de usuários, no caso, os alunos, sem desmerecer os outros ambientes. Devido à repetição do padrão nas salas de aula, optamos por aplicar o método em duas das sete salas de aula (ver cálculos no Apêndice 6). Aplicando o método dos lumens na sala 5 e 7, obtiveram-se os seguintes resultados:

- Sala 5: Há uma necessidade de 7 luminárias com duas lâmpadas de 40w cada, para satisfazer a necessidade do ambiente. Porém, só existem 4 luminárias de duas lâmpadas na sala. Isso significa que a sala está funcionando com 57,14% da sua necessidade real de iluminação, isto é, se todas as lâmpadas estiverem acessas. Além disso, há uma má distribuição das luminárias pelo ambiente, ficando muitas vezes próximas às paredes, diminuindo assim seu rendimento. Nessa sala, o posicionamento das lâmpadas estava correto, ficando na lateral dos alunos (perpendicular ao quadro) como mostrado na figura 2.4.
- Sala 7: Há uma necessidade de 4 luminárias com duas lâmpadas de 40w cada, para satisfazer a necessidade do ambiente. Na sala, há 4 luminárias com capacidade para duas lâmpadas de 40w, porém, só há uma lâmpada em cada luminária. Isso significa que a sala está funcionando com 50% da sua necessidade real de iluminação, isto é, se todas as lâmpadas estiverem acessas. Há uma boa distribuição das luminárias pelo ambiente, além do bom posicionamento das lâmpadas na lateral dos alunos (perpendicular ao quadro) como mostrado na figura 4.22.



Figura 4.22 – Posicionamento correto das lâmpadas na sala 7.

Um ponto muito positivo dentro desta escola é a comunicação visual (sinalização), que facilita a orientação do usuário na edificação, porém esta comunicação é feita de maneira improvisada (ver figura 4.23) e mal posicionada (ver figura 4.24 ).



Figura 4.23 – Improvisação da sinalização com papel.



Figura 4.24 - Sinalização dos banheiros em cima da porta.

#### 4.2.1.2 Resultados do questionário

Nesta escola, 103 usuários (95 alunos + 8 funcionários) responderam os questionários o que valida ( $e= 9,85\%$ ) o questionário aplicado segundo a fórmula 3.2 vista no capítulo 3, isto é, se o erro permitido estiver entre 3% e 10%. No nosso caso:

$$e = \sqrt{\frac{1}{n}} \quad \therefore e = \sqrt{\frac{1}{103}} = 9,85\%$$

Onde:

$n$ = tamanho da amostra; (103 questionários)

$e$ = erro permitido

Os questionários foram aplicados e suas respostas serão abordadas através de gráficos já mostrados e descritos no capítulo 3 desta dissertação.

Em relação aos usuários tivemos o seguinte gráfico em relação ao IQPEC (figura 4.25).

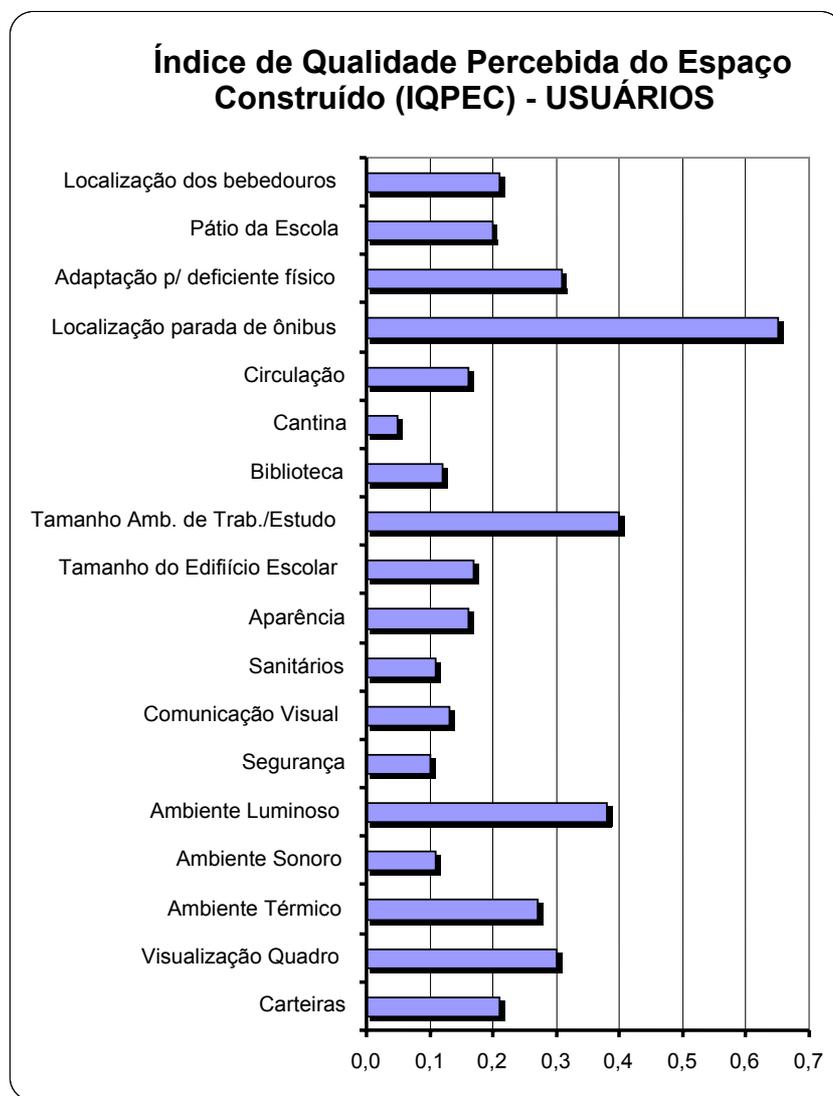


Figura 4.25 - Escola 1, IQPEC em relação aos usuários.

Os itens que nos chama mais atenção nesse gráfico, pela insatisfação, são os relacionados à cantina, à segurança, ao ambiente sonoro e aos sanitários, de acordo com este índice (IQPEC). Já os índices de maior satisfação são a localização da parada de ônibus, o tamanho do ambiente de trabalho (este item tem maior influência dos alunos. Logo, a sala de aula), o ambiente luminoso e os locais adaptados para deficientes. Esses fatores serão interessantes para fazer uma análise mais profunda e técnica. Quais os quatro itens do questionário que deveriam ter uma providência já? Quem responde isto é o GIP (ver figura 4.26).

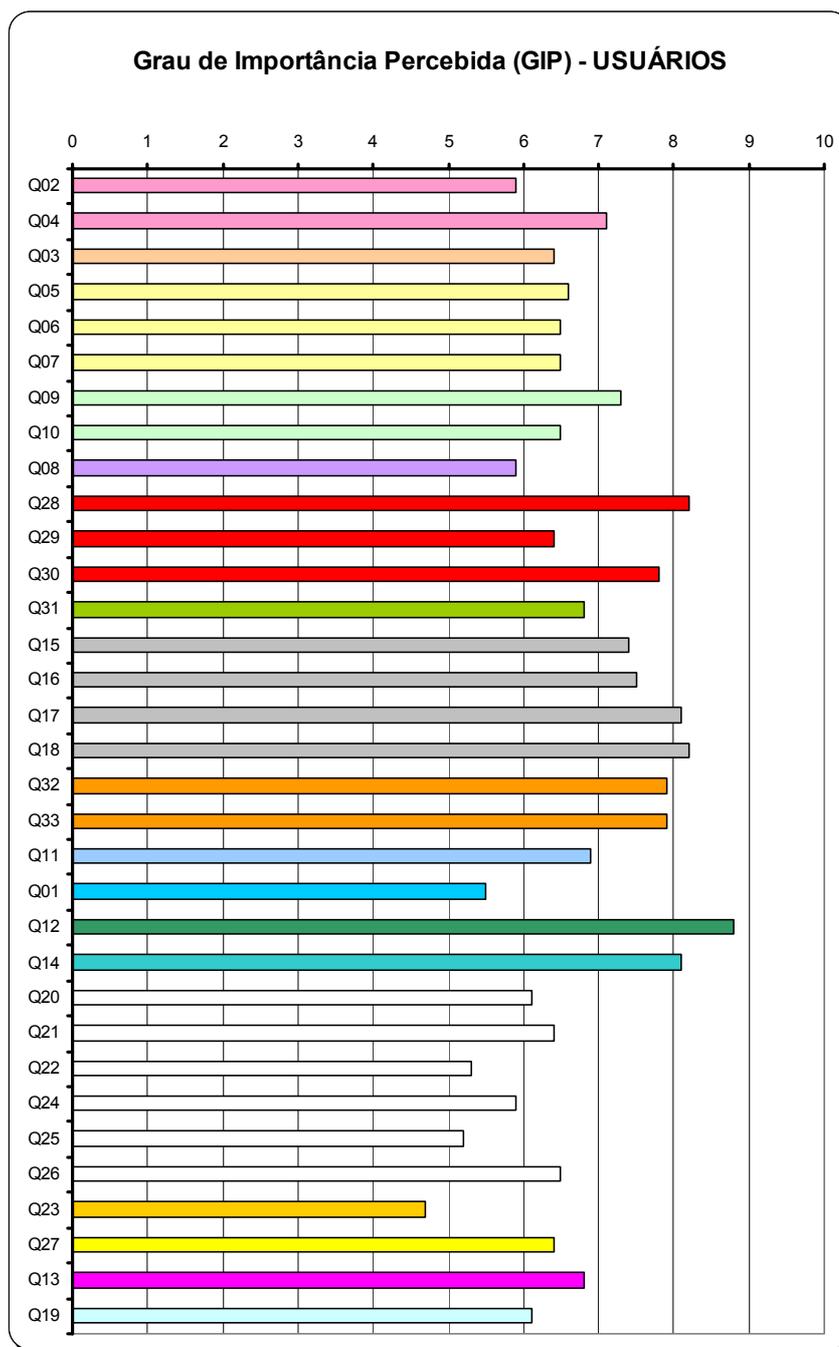


Figura 4.26 - GIP dos usuários – Escola 1.

Nesse fica bem claro quais as quatro ações devem ser tomadas primeiro, na ordem, a biblioteca, a segurança do edifício contra fogo, a ventilação dos sanitários e a limpeza dos sanitários empatados com a cantina.

Em relação aos locais que são mais freqüentados (ver figura 4.27) na hora de lazer dos alunos, temos o recreio coberto, a sala de computação, os corredores, no caso a sala de estudo. Esses locais devem receber mais atenção na hora de fazer uma intervenção nos ambientes.

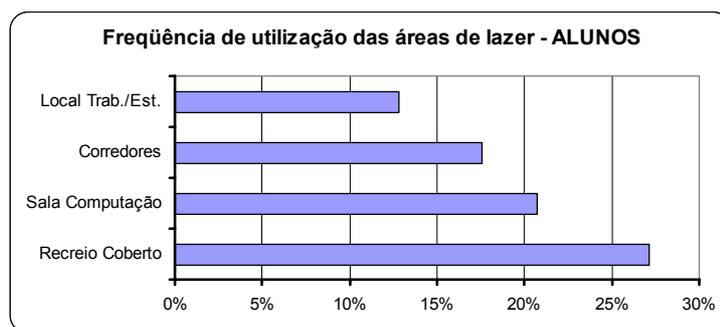


Figura 4.27 - Frequência de utilização nas horas de lazer (alunos) – Escola 1.

#### 4.2.1.3 Discussões

De uma maneira geral, no transcorrer dos resultados do levantamento técnico e nos resultados do questionário houve alguns comentários importantes. Porém, aqui faremos o cruzamento de informações obtidas nos questionários respondidos pelos usuários para ratificar ou retificar, com respaldo do levantamento técnico, os aspectos relevantes numa ergonomia do ambiente construído.

No IQPEC do espaço construído dos índices considerados positivos, como a localização da parada de ônibus, tamanho dos ambientes, ambiente luminoso e a adaptação ao deficiente, não nos surpreendeu a localização da parada de ônibus, pois ela está bem na frente da escola. Porém, foi surpreendente o julgamento positivo dos outros itens (ambiente luminoso, tamanho dos ambientes e adaptação ao deficiente). Foi verificado e comprovado através dos levantamentos técnicos que esses itens não estão adequados dentro dessa edificação escolar. Porém, talvez pela reduzida área, pela má iluminação que eles possuem em casa, falta critério que sirva de referência para que possa fazer uma comparação.

Logo, a escola passa a ser mundo desses estudantes, e os espaços e iluminação desta são considerados adequados por eles. A consideração de apropriada quanto à adequação a pessoas portadoras de necessidades especiais foi, talvez, fruto da existência de uma turma especial na escola. Logo, acharam que o estabelecimento estava adaptado. Porém, como vimos em algumas imagens (ver figura 4.28 e 4.29), foram encontradas diversas barreiras de acesso dessas pessoas, inclusive não havendo nenhum sanitário adaptado para os portadores de necessidades especiais.



Figura 4.28 – Circulação externa a edificação escolar 1.



Figura 4.29 – Detalhe do acesso à sala de aula 6.

Os itens que tiveram os índices mais baixos da qualidade percebida do espaço construído foram: a cantina, a segurança, o ambiente sonoro e os sanitários. A cantina seria o local onde os alunos poderiam escolher e comprar o que quisessem, porém não há espaço físico para isto. Por outro lado, observamos que não há refeitório para se fazer o lanche que é servido, gerando um pouco de constrangimento. Logo, muitos pegam o lanche, voltam para a sala de aula para comer ou ficam sentados no banco que há no recreio coberto.

A preocupação com segurança é maior em relação a roubos e incêndio. Neste caso, como já foi comentado anteriormente, não há nenhum extintor ou programa contra incêndio nessa escola. Os muros baixos e a sensação de morar em um lugar próximo à “cova da onça<sup>4</sup>” dão à sensação de não haver segurança. É verdade que o muro talvez seja baixo, porém por não ter o recuo mínimo exigido pela Lei de uso do solo, se tivesse um aumento na altura deste, poderia haver um prejuízo grande para a ventilação da escola.

O que poderia ser feito era uma consulta ao corpo de bombeiros para uma vistoria e de posse do resultado se equipar com os equipamentos obrigatórios, como extintores à base de CO<sub>2</sub> próximos à casa de bomba, extintores de pó químico seco junto à cozinha e ao quadro de luz e força. Um ponto positivo em relação à segurança é que em todas aquelas salas de aula que não possuem porta, as grades abrem para fora, isto é, favorecem o fluxo de saída para o corredor (ver figura 4.30). Contudo, a largura das circulações não favorece a esse tipo de solução, a não ser que haja uma ampliação das circulações internas para 1,80m, que é o mínimo recomendado pelo FUNDESCOLA, segundo Cortez (2002).

---

<sup>4</sup> Local onde são colocados os corpos de pessoas que são assassinadas na região.



Figura 4.30 – Abertura da grande no sentido do fluxo de fuga do ambiente.

Realmente, os usuários estão corretos no que diz respeito à má qualidade do ambiente sonoro. Observando o GIP, verificamos sua importância em relação aos ruídos externos, confirmando assim, que a proximidade das salas, com as aberturas feitas nas paredes, gera um incômodo nas salas vizinhas (ver figura 4.30). Um ponto positivo nesta escola em relação à acústica é o respeito, no projeto, pelo professor, não ultrapassando o limite de alcance da voz humana no raio de 7m do professor para as paredes.

Em relação aos sanitários, os usuários estão corretos no que diz respeito a sua má qualidade, percebido isto no IQPEC. O que foi surpresa é que o item da ventilação dos sanitários foi identificado pelo GIP como prioridade de ação, apesar da ventilação, segundo a área de sua abertura, estar dentro dos padrões recomendados. Porém, a manutenção e limpeza dos sanitários devem ser revistas em busca da extinção da depredação e pichação neste ambiente.

Segundo o resultado do GIP, os usuários mostram que desejam a construção de mais um ambiente para completar o programa funcional da escola, a biblioteca, que é um item importante dentro do ambiente escolar, favorecendo assim a satisfação do usuário.

Dessa forma, procuramos aqui mostrar os principais pontos de concordância e discordância entre o levantamento técnico e as opiniões dos usuários, buscando com isso contribuir para uma melhor compreensão dos fatores positivos e negativos que podem influenciar num projeto de edificações escolares.

#### 4.2.2 Escola 2

Como a maioria das escolas do Estado, ela foi inaugurada em 1959 para atender à carência de escolas no Bairro da Encruzilhada. Hoje, essa escola é uma referência dentro das escolas do Estado por ter sofrido uma reforma grande há três anos, buscando adaptação para atender às pessoas com necessidades especiais e dar um maior conforto aos seus usuários.

A escola está localizada no Bairro da Encruzilhada e faz parte da ZUP 1. Está implantada num terreno com área de 5.290,00m<sup>2</sup> e possui uma área construída de 1.890,33 m<sup>2</sup>, distribuídos em um só pavimento térreo com área de solo natural de 968,16m<sup>2</sup>. Sua taxa de solo natural é de 18,3% , área de solo natural em relação à área do terreno.

A escola funciona em três turnos, atendendo a 1.597 alunos distribuídos em 34 turmas, que nos dá uma relação de aproximadamente 47 alunos por sala. Os alunos representam 95,54% dos usuários e suas opiniões foram coletadas através de questionários. Além disso, ela possui 70 funcionários, dos quais 51 são professores. Logo, a quantidade de usuários desta escola é de 1.667 pessoas.

##### 4.2.2.1 Resultados do levantamento técnico

A edificação escolar 2 é composta por 42 ambientes, dos quais 16 deles são salas de aula, destas, uma delas é para entendimento há pessoas com necessidades especiais. O sol na planta representa o nascente (leste), assim como, o poente (oeste), assim, como os ventos predominantes no Recife vêm do nordeste e sudeste, e estes estão representados por setas (ver figura 4.31). O seu programa arquitetônico assim como a estrutura funcional da edificação encontrasse na figura 4.31.

Em relação à lei de Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife – atualizada em 30/01/1997 podemos destacar:

- Zona de Urbanização Preferencial 1 – ZUP 1.
- O uso gerador de incômodo à vizinhança os serviços de educação se enquadram no nível 1 de incomodidade, cuja natureza é o ruído e exigência sanitária.

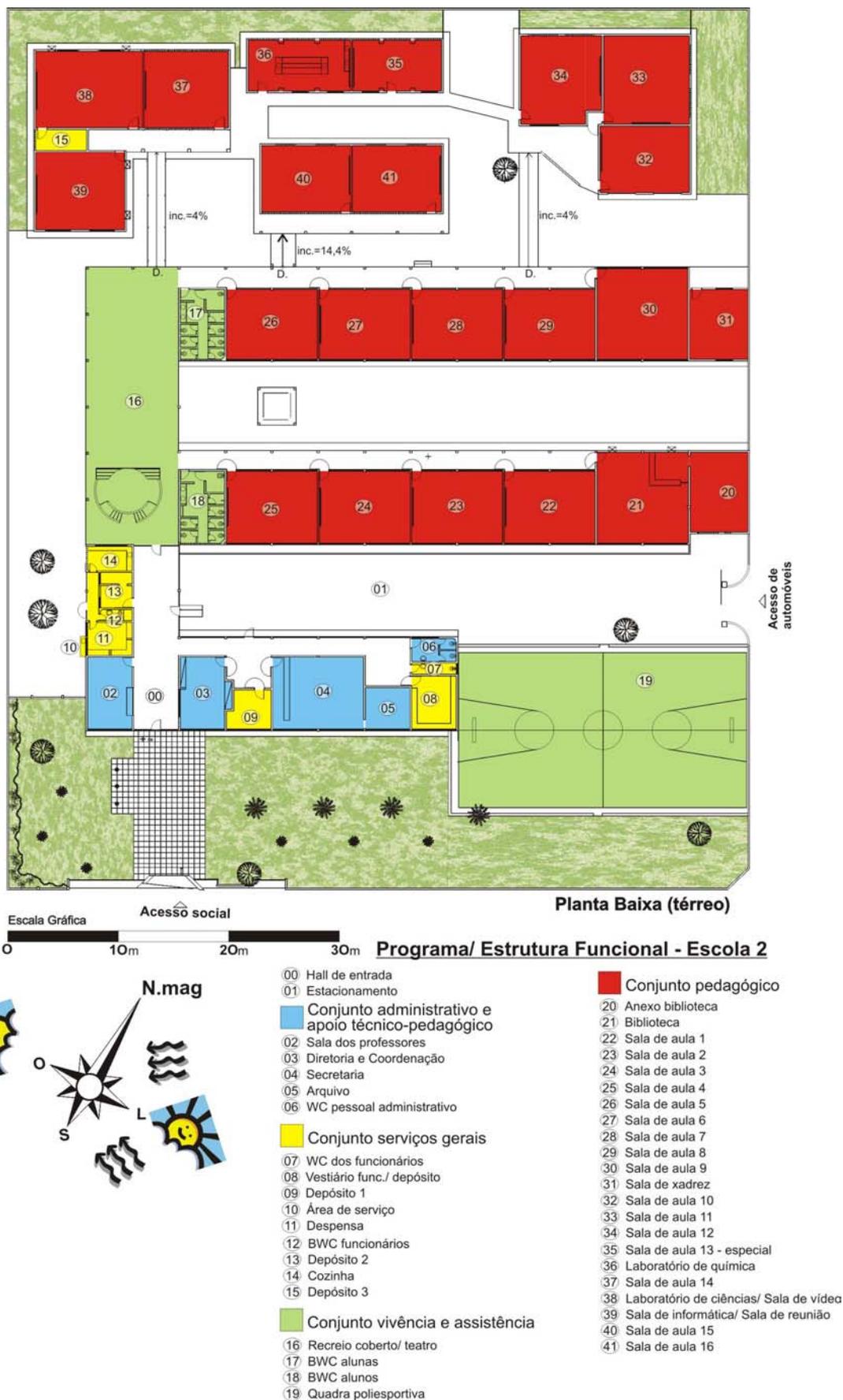


Figura 4.31 – Programa e estrutura funcional do edifício escolar 2.

- Em relação ao uso geradores de interferência no tráfego - estacionamento e acessos, as escolas, segundo o Art. 40 item XI- A localização de creche, pré-escolar, escolas de 1º e 2º graus, assim como hospitais, nos Corredores de Transporte Metropolitano, Urbano Principal e Urbano Secundário, será objeto de análise especial pelo órgão Municipal competente; XII- Nos terrenos que tiverem opção de acesso por mais de uma via, o acesso às áreas de estacionamento se fará obrigatoriamente pela via de menor hierarquia urbana. Nesta escola isso foi cumprido, pois o acesso de veículos se dá pela via de menor fluxo. Por estar localizada numa via secundária de veículos, deveria ter 1 vaga para cada 50m<sup>2</sup> de área de construção, isto é, aproximadamente 38 vagas para carro, porém seu estacionamento só possui capacidade para 13 veículos (ver figura 4.31).
- Temos de analisar os parâmetros urbanísticos descritos no Art. 64 - São parâmetros urbanísticos reguladores da ocupação do solo:

I - Taxa de Solo Natural do Terreno – TSN. No caso desta escola, por estar localizada na ZUP 1, deveria ter uma TSN de 25%, porém só possui 18,3% de TSN.

II - Coeficiente de Utilização do Terreno -  $\mu$ . Na ZUR, este coeficiente é de 4,0, isto é, a área de construção máxima permitida será de 4,0 vezes a área do terreno (21.260,00m<sup>2</sup>). Esta escola possui 1.890,33m<sup>2</sup> de área construída, logo, está dentro da norma, só aproveitando 8,9% de seu potencial de construção.

III - Afastamentos das Divisas do Terreno. Por esta escola possuir um pavimento, os afastamentos deveriam ser: frontal= 5m, laterais e fundo= nulo/ 1,50m. Esta escola está de acordo com os afastamentos desta lei, pois possui afastamento frontal de 14,00m, laterais com 6,80m e 5,20m, no fundo o seu afastamento é de 2,20m.

Dentro da Lei nº 16.292 de 29.01.1997 sobre Edificações e Instalações na Cidade do Recife podemos destacar as seguintes normas:

- Em relação à densidade populacional, será considerado 1 aluno para cada 1,5m<sup>2</sup> de sala. Para calcularmos a densidade populacional, considerada nesta lei, basta dividirmos a área das salas (867,67m<sup>2</sup>) por 1,5m<sup>2</sup>, logo teremos um valor aproximado de 578 alunos.
- O depósito de lixo terá uma capacidade de 4,6 litros por pessoa. Nessa escola não há um espaço reservado para lixo, e todo o lixo é colocado na calçada (ver figura 4.32).

Segundo essa lei, a escola deveria ter 26 tonéis de lixo ou dois containeres e seis tonéis.

- Segundo o art. 57, dessa lei, as edificações destinadas ao uso não habitacional e misto deverão dispor de instalações sanitárias destinadas, isoladamente, ao público e funcionários. Esta escola possui, mesmo que as dimensões e quantidade não sejam suficientes. Isso será visto com mais detalhes adiante.
- Segundo o art. 80, desta lei, em todas as edificações acessíveis ou adaptadas ao uso de pessoas portadoras de deficiência, será obrigatória a colocação, em destaque, nas dependências de acesso, do Símbolo Internacional de Acesso. Esta escola não possui nenhuma referência do Símbolo Internacional de Acesso, mesmo tendo sofrido reforma no início de 2002 melhorando assim a acessibilidade a edificação buscando atender melhor aos alunos com necessidades especiais, já que ela possui uma sala para isso.



Figura 4.32 – Local para lixo – Escola 2.

A estrutura funcional da escola 2 (ver figura 4.31) está muito bem resolvida. Porém, alguns pequenos problemas poderiam ter sido evitados, são eles:

- O primeiro ambiente a fazer a recepção dos alunos deveria ser a secretaria, e não a sala dos professores.
- Os sanitários do conjunto administrativo poderiam estar mais próximos da sala dos professores e direção.
- A sala da direção poderia ficar menos exposta. Em seu lugar, pelo menos deveria ficar a secretaria.
- A sala de coordenação ocupa o mesmo lugar da direção, esta superposição de espaços poderia ter sido evitada. Poderia ter deixado direção e vice-direção juntos e passar a

coordenação para um espaço dentro da secretaria, pois, a secretaria está superdimensionada.

Para analisar os ambientes em relação às áreas, preferimos montar uma tabela (ver tabela 4.2) onde mostramos o nome do ambiente, a área atual, a área para ventilação e a área para iluminação. Os valores “ideais” para cada um deles estão ao lado de cada item. Logo ficará fácil verificar se atende ou não aos padrões adotados no referencial teórico.

Para ficar mais simples, para cada ambiente analisado em relação algum item, adotar-se-á um quadro vermelho quando não atender aos padrões de conforto e um quadro verde quando atender. Esses padrões “ideais” são padrões utilizados pelo FUNDESCOLA para alguns outros padrões ou observações adotados, faremos uma nota para explicar com maior clareza. Em seguida, fazer um comentário sobre os dados da tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Análise das áreas – Escola 2.

| Escola 2                        |                                           | Áreas (m <sup>2</sup> )  |                       |                  |                                     |                                    |            |                                     |                                    |            |
|---------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------|
|                                 |                                           | Análise da área ambiente |                       |                  | Análise da abertura para ventilação |                                    |            | Análise da abertura para iluminação |                                    |            |
| Conjuntos Funcionais            | Ambientes                                 | Área Atual               | Área Recomendada      | Área do ambiente | Área Ventilação Atual               | Área Ventilação Mínima Recomendada | Ventilação | Área Iluminação Atual               | Área Iluminação Mínima Recomendada | Iluminação |
| Conjunto Administrativo         | 2 Sala dos professores                    | 26,00                    | 46,00 <sup>(1)</sup>  |                  | 7,20                                | 2,60                               |            | 5,76                                | 5,20                               |            |
|                                 | 3 Diretoria/ coordenação                  | 27,62                    | 24,50 <sup>(2)</sup>  |                  | 7,20                                | 2,76                               |            | 5,76                                | 5,52                               |            |
|                                 | 4 Secretaria                              | 52,97                    | 36,75 <sup>(3)</sup>  |                  | 14,40                               | 5,30                               |            | 11,52                               | 10,59                              |            |
|                                 | 5 Arquivo                                 | 14,90                    | 17,50                 |                  | 7,20                                | 1,49                               |            | 5,76                                | 2,98                               |            |
|                                 | 6 WC pessoal adm.                         | 8,36                     | <sup>(4)</sup>        |                  | 1,68                                | 0,42                               |            | 1,68                                | 0,84                               |            |
| Conjunto dos Serviços Gerais    | 7 WC funcionários                         | 4,00                     | <sup>(4)</sup>        |                  | 0,70                                | 0,20                               |            | 0,70                                | 0,40                               |            |
|                                 | 8 Vestiário/ depósito                     | 19,20                    | 8,75 <sup>(5)</sup>   |                  | 7,20                                | 0,96                               |            | 5,76                                | 1,92                               |            |
|                                 | 9 Depósito 1                              | 12,97                    | 8,75                  |                  | 7,20                                | 0,65                               |            | 5,76                                | 1,30                               |            |
|                                 | 10 Área de serviço <sup>(7)</sup>         | 5,40                     | >4,9 <sup>(6)</sup>   |                  | -                                   | 0,49                               |            | -                                   | 0,97                               |            |
|                                 | 11 Despensa                               | 12,00                    | 19,76                 |                  | 1,79                                | 0,60                               |            | 1,79                                | 1,20                               |            |
|                                 | 12 BWC funcionários                       | 2,84                     | <sup>(4)</sup>        |                  | 0,40                                | 0,14                               |            | 0,40                                | 0,28                               |            |
|                                 | 13 Depósito 2                             | 8,98                     | 8,75                  |                  | 0,80                                | 0,45                               |            | 0,80                                | 0,90                               |            |
|                                 | 14 Cozinha                                | 8,78                     | 24,5 <sup>(7)</sup>   |                  | 4,23                                | 0,88                               |            | 4,23                                | 1,76                               |            |
| 15 Depósito 3                   | 8,76                                      | 8,75                     |                       | 1,26             | 0,44                                |                                    | 1,26       | 0,87                                |                                    |            |
| Conjunto Vivencial/ Assistência | 16 Recreio coberto/ teatro <sup>(8)</sup> | 208,80                   | 266,00 <sup>(9)</sup> |                  | -                                   | 20,88                              |            | -                                   | 41,76                              |            |
|                                 | 17 BWC alunas                             | 25,92                    | <sup>(10)</sup>       |                  | 5,20                                | 1,30                               |            | 5,20                                | 2,59                               |            |
|                                 | 18 BWC alunos                             | 25,15                    | <sup>(10)</sup>       |                  | 5,20                                | 1,26                               |            | 5,20                                | 2,52                               |            |
|                                 | 19 Quadra poliesportiva                   | 394,36                   | 714,00                |                  | -                                   | 39,44                              |            | -                                   | 78,87                              |            |

|                     |                 |                               |        |                       |      |       |      |      |       |       |
|---------------------|-----------------|-------------------------------|--------|-----------------------|------|-------|------|------|-------|-------|
| Conjunto Pedagógico | 20              | Anexo biblioteca              | 37,33  | (11)                  |      | 1,01  | 3,73 |      | 1,01  | 7,47  |
|                     | 21              | Biblioteca                    | 67,24  | (11)                  |      | 14,40 | 6,72 |      | 11,52 | 13,45 |
|                     | 22              | Sala de aula 1                | 52,98  | 55,44*                |      | 20,00 | 5,30 |      | 16,00 | 10,60 |
|                     | 23              | Sala de aula 2                | 52,98  | 55,44*                |      | 20,00 | 5,30 |      | 16,00 | 10,60 |
|                     | 24              | Sala de aula 3                | 52,98  | 55,44*                |      | 20,00 | 5,30 |      | 16,00 | 10,60 |
|                     | 25              | Sala de aula 4                | 52,98  | 55,44*                |      | 20,00 | 5,30 |      | 16,00 | 10,60 |
|                     | 26              | Sala de aula 5                | 51,35  | 55,44*                |      | 20,00 | 5,14 |      | 16,00 | 10,27 |
|                     | 27              | Sala de aula 6                | 51,35  | 55,44*                |      | 20,00 | 5,14 |      | 16,00 | 10,27 |
|                     | 28              | Sala de aula 7                | 51,35  | 55,44*                |      | 20,00 | 5,14 |      | 16,00 | 10,27 |
|                     | 29              | Sala de aula 8                | 51,35  | 55,44*                |      | 20,00 | 5,14 |      | 16,00 | 10,27 |
|                     | 30              | Sala de aula 9                | 66,83  | 55,44*                |      | 20,00 | 6,68 |      | 16,00 | 13,37 |
|                     | 31              | Sala de xadrez                | 32,98  | 55,44*                |      | 4,20  | 3,30 |      | 3,36  | 6,60  |
|                     | 32              | Sala de aula 10               | 48,00  | 55,44*                |      | 8,25  | 4,80 |      | 6,60  | 9,60  |
|                     | 33              | Sala de aula 11               | 61,60  | 55,44*                |      | 4,75  | 6,16 |      | 4,75  | 12,32 |
|                     | 34              | Sala de aula 12               | 56,18  | 55,44*                |      | 8,85  | 5,62 |      | 8,05  | 11,24 |
|                     | 35              | Sala de aula 13 - especial    | 36,8   | 13,20*                |      | 8,70  | 3,68 |      | 8,04  | 7,36  |
|                     | 36              | Laboratório Química           | 42,32  | (12)                  |      | 9,60  | 4,23 |      | 8,94  | 8,46  |
|                     | 37              | Sala de aula 14               | 51,96  | 55,44*                |      | 10,79 | 5,20 |      | 10,79 | 10,39 |
|                     | 38              | Lab. de ciênc./ sala de vídeo | 66,22  | (12)                  |      | 3,42  | 6,62 |      | 3,42  | 13,24 |
|                     | 39              | Sala informática/ reunião     | 56,00  | 67,62 <sup>(13)</sup> |      | 6,07  | 5,60 |      | 4,86  | 11,20 |
|                     | 40              | Sala de aula 15               | 48,00  | 55,44*                |      | 6,91  | 4,80 |      | 6,91  | 9,60  |
| 41                  | Sala de aula 16 | 48,00                         | 55,44* |                       | 6,91 | 4,80  |      | 6,91 | 9,60  |       |

\* Foi adotado o valor de 1,32m<sup>2</sup> por aluno, buscando-se o maior conforto para os usuários. Em cada sala foram considerados 42 alunos, pois é este número máximo de alunos trabalhados por este colégio. Na sala, para atender alunos com necessidades especiais, adotou-se o número de 10 alunos que é o máximo atendido numa turma em 2004.

**Nota:**

- (1) Segundo recomendações do FUNDESCOLA (ver tabela 2.13), foi considerado 1 professor por sala e mais 4 funcionários (diretor, vice-diretor, coordenador e uma secretária). Porém, adotamos 2,3m<sup>2</sup> por pessoa (dado baseado no espaço para biblioteca), pois, deve-se utilizar como uma sala multiuso como sala de reuniões, ter escaninho para os professores, prever espaço de estar e preparação de aulas. Neste caso 20 pessoas (16 professores + 4 funcionários) vezes 2,3 m<sup>2</sup>, que nos dá 46,00 m<sup>2</sup>.
- (2) Segundo recomendações do FUNDESCOLA (ver tabela 2.13), foi considerado que neste ambiente trabalhem o diretor e vice-diretor, no caso 12,25m<sup>2</sup> para cada e que a coordenação deveria ser deslocada para um espaço dentro da secretaria.
- (3) Este valor seria o valor máximo para a secretaria, segundo a SEDUC (ver tabela 2.13), assim sobraria espaço de sobra para se colocar a coordenação.
- (4) A quantidade de bacias e lavatórios está de acordo com a recomendação do FUNDESCOLA (ver tabela 2.16).
- (5) Local só para troca de roupa e a guarda da mesma. Considerei como um depósito (ver tabela 2.13).
- (6) Área de serviço, segundo o SEDUC, deve ter área entre 4,9 m<sup>2</sup> e 12,25 m<sup>2</sup>.

- (7) É considerado o atendimento de aproximadamente 532 alunos por turno. O FUNDESCOLA sugere para um bom funcionamento de uma cozinha o valor de  $24,50 \text{ m}^2$  como sugestão, porém, este valor pode variar se atender ao bom funcionamento de suas próprias necessidades (ver tabela 2.13).
- (8) Estes ambientes estão cobertos e ao ar livre.
- (9) Para o recreio coberto é dada uma relação de  $0,50 \text{ m}^2$  a  $0,94 \text{ m}^2$  por alunos. O valor calculado é mínimo para o público de um turno, no caso,  $532 \times 0,5 = 266 \text{ m}^2$ .
- (10) A quantidade de bacias está até acima do que é recomendado pelo FUNDESCOLA, porém, o número corretos de lavatórios que são de quatro em cada sanitário, só existem dois.
- (11) Para biblioteca e anexo da biblioteca, vamos considerar  $2,3 \text{ m}^2$  por aluno (segundo o FUNDESCOLA). Vamos considerar que irá uma turma com 42 alunos fazer uma pesquisa, logo, precisaria de uma área de  $42 \times 2,3 = 96,60 \text{ m}^2$ . Assim, o anexo e a biblioteca juntos já satisfazem este valor, pois tem uma área de  $104,57 \text{ m}^2$ .
- (12) Supondo que o laboratório atenda uma turma com 42 alunos, segundo a tabela 2.13, deve-se considerar uma área no mínimo  $2,58 \text{ m}^2$  por aluno. Logo, era pra se ter uma área de  $42 \times 2,58 = 108,36 \text{ m}^2$  em sala laboratório.
- (13) O laboratório de informática foi projetado para possuir 24 computadores (23 alunos e 1 professor). Segundo o FUNDESCOLA, deve-se considerar para cada aluno (ver tabela 2.13) uma área de  $2,94 \text{ m}^2$ , logo, teríamos uma área de  $2,94 \times 23 = 67,62 \text{ m}^2$ .

Em relação aos aspectos funcionais, podemos observar através da tabela 4.2 que 50% dos ambientes desta escola possuem áreas com dimensões aquém do recomendado pela FUNDESCOLA. Porém, muitos destes ambientes que estão com áreas abaixo da mínima, estão muito próximos de atendê-las. Na sala da direção existe uma sobreposição de usos entre diretor, vice-diretor e coordenador. Contudo, isso é muito fácil de resolver nessa escola, pois a secretaria tem um espaço superdimensionado e poderá alocar, por exemplo, a coordenação em seu ambiente.

As circulações no interior da edificação escolar 2 possuem largura variando de 1,20m a 1,90m, porém, há corredores com 1,70m em que há estreitamento da circulação em função da do lançamento da estrutura do pilar nos corredores (ver figura 4.33). Nos corredores em que não há abertura das portas para a circulação estão de acordo com a NBR 9050/ 2004 (ver figura 4.34), dá para circular um pedestre e uma pessoa em cadeira de rodas (mínimo 1,20m). Verifique que na rampa da figura 4.34 os pilares de madeira estão lançados corretamente sem “roubar” o espaço da circulação que, no caso desta rampa, é de 1,50m.

Das três rampas encontradas nesta edificação, uma delas está com a inclinação de 14,4% (ver figura 4.35), isto é, valor acima do recomendado pela NBR 9050/2004, que prevê uma inclinação máxima de 10%. Porém, permite em reformas, quando esgotadas todas as possibilidades de soluções, usar uma inclinação de até 12,5%.



Figura 4.33 - Estreitamento da circulação em função da estrutura do pilar lançado na circulação.



Figura 4.34 – Lançamento correto dos pilares nas circulações.



Figura 4.35 – Rampa com inclinação acima da recomendada.

Alguns obstáculos de acesso foram encontrados nesta edificação. Começando pela rua principal (Estrada de Belém), cuja calçada não possui nenhuma adaptação para acesso à edificação escolar (ver figura 4.36). Chegando ao acesso principal da escola, encontramos um degrau de 16cm como obstáculo de acessibilidade (ver figura 4.37). Dessa forma, os alunos com necessidades especiais, que estudam ou que venham a estudar nessa escola, devem entrar pelo estacionamento, trazendo assim dificuldade de acesso para alguns de seus usuários. A rua na qual a escola está localizada é bem servida de linhas de ônibus, inclusive há uma parada na calçada da escola. A parada de ônibus, localizada na calçada da escola, facilita o acesso à edificação escolar.



Figura 4.36 - Calçada não adaptada para acesso de pessoas com necessidades especiais.

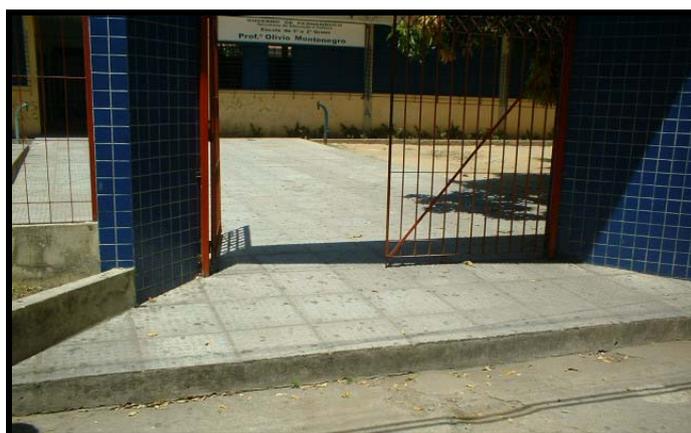
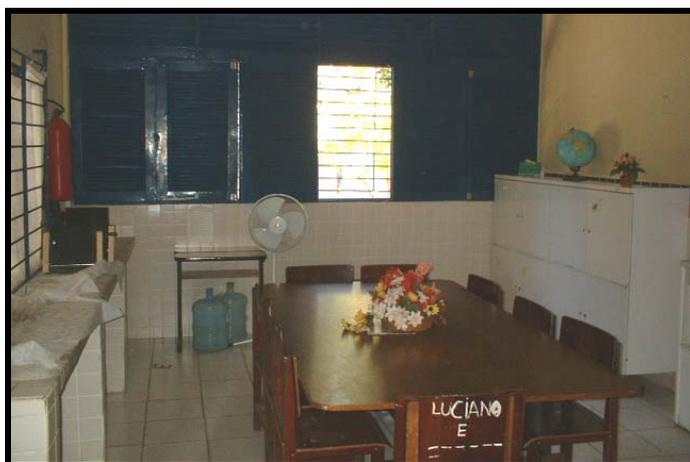


Figura 4.37 – Barreira de acessibilidade na entrada social.

Felizmente, a circulação externa à edificação atende muito bem às normas. Um exemplo é o acesso principal, que possui uma largura de 6,40m, enquanto o mínimo recomendado pelo FUNDESCOLA é de 2,60m.

As salas dos professores (ver figura 4.38) não possuem as dimensões adequadas. Segundo a tabela de áreas, não há problemas em relação à abertura para ventilação. Porém, o ventilador na sala é um indicativo que o conforto térmico não está muito bom, até mesmo porque ela recebe calor o dia todo, o sol nascente pela da manhã e o poente a tarde. Esta falha poderia ter sido evitada na fase projetual.



*Figura 4.38 – Sala dos professores – Escola 2.*

A área reservada para lazer é direcionada basicamente para o pátio, entre as salas de aula e o recreio coberto, onde fica o palco (teatro) e os bebedouros junto à grade de acesso (ver figura 4.39).



*Figura 4.39 - Localização dos bebedouros.*

Esses bebedouros não são adaptados às pessoas com necessidades especiais e encontram-se mal localizados por estarem juntos da passagem que realmente controla a entrada de pessoas. Qualquer pessoa pode entrar No conjunto administrativo, já que não há nenhum controle no portão de entrada. A escada, à esquerda (ver detalhe na figura 4.40) da figura 4.39, dá acesso ao palco localizado no recreio coberto, transformando-o em um teatro.

Porém, esta escada só possui um largura de 70cm. Dessa forma, o palco (ver figura 4.41) no recreio coberto não é acessível a uma pessoa portadora de necessidades especiais.



Figura 4.40 - Acesso ao palco do recreio coberto.



Figura 4.41 – Detalhe do palco no recreio coberto.

No recreio coberto e no pátio interno não há bancos para que as pessoas possam se sentar. Dessa forma, utilizam-se do palco que não tem uma altura adequada (70cm) para se sentar ou se sentam no chão. Um desperdício de energia é visto na figura 4.41, qual é a necessidade da luz do pátio coberto estar acesa?

Em relação ao sistema construtivo empregado, este é que são formados por pilares e vigas em concreto armado. A coberta é toda estruturada em madeira, na sua maioria sobre laje e recoberta por telhas tipo colonial, o que favorece um melhor conforto térmico para o ambiente, pois, apesar de não haver abertura na coberta para saída do ar quente, o encaixe deste tipo de telha o permite. O que não é lajeado é revestido com o forro em PVC, com exceção do pátio coberto, que não possui forro. As paredes são rebocadas e pintadas com tinta da cor marfim. Nas paredes que dão para circulação e laboratórios, são colocados azulejos até

a altura de 1,65m e nas salas de aula cerâmica na mesma cor, tendo arremate nas cores vermelho e azul frança, com uma altura de 1,50m (ver figura 4.42). Com isso, podemos perceber logo que o interruptor está acima do recomendado pela NBR 9050/ 2004, que é de 1,00m (ver figura 2.54). Essa cerâmica evita o desgaste mais rápido da parede e serve também para alongar o ambiente. O piso é formado por granilite e placas de cimento queimado.



Figura 4.42 – Cerâmica padrão utilizada nas salas de aula – Escola 2.

Em relação à segurança, temos o ato ilícito de pichação (ver figura 4.43) como o mais comum. Isso faz com que haja um prejuízo em relação aos aspectos físicos da edificação, acarretando na redução do tempo de conservação dos ambientes (ver figura 4.44). O muro, após a reforma em 2001-2002, ficou com a sua altura mais adequada, propiciando um aspecto de maior segurança e privacidade.

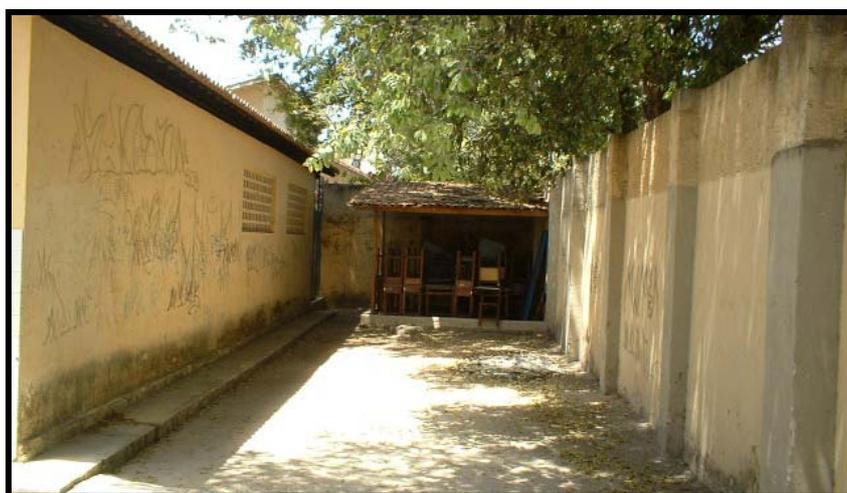


Figura 4.43 - Ato ilícito de pichação - Escola 2.



Figura 4.44 - Quadra da escola e estacionamento - Escola 2.

Em algumas salas de aula, as instalações elétricas foram adaptadas para funcionamento das luminárias e ventiladores, oferecendo assim, risco para seus usuários (ver figura 4.45). Em relação a incêndio, essa escola foi a única a possuir dois extintores, um localizado na secretaria e outro na sala dos professores, de modo a servir de ajuda num caso de emergência em que haja sua necessidade. A elevação das circulações, com altura de 46 cm, provoca uma sensação inconsciente de risco constante (ver figura 4.46). Poderia ser colocado um guarda-corpo nestas circulações, assim como nas rampas a presença de corrimãos, como está recomendado na NBR9050/ 2004.



Figura 4.45 - Instalação elétrica exposta.



Figura 4.46 - Piso da circulação muito elevado e rampa sem corrimãos.

Em relação ao conforto térmico, podemos observar que a implantação da edificação foi feliz ao colocar o recreio coberto no poente, protegendo assim várias salas de aula. Porém, da sala 10 em diante não há proteção alguma e o beira só tem 60cm largura, o que não protege a fachada voltada para o poente. Nenhuma abertura para iluminação tem proteção (brises) para desviar a penetração direta dos raios solares, proporcionado assim um ganho maior de calor em espaços, além de promover ofuscamento no quadro e nas bancas escolares.

Em todas as salas de aula há a presença de ventiladores (ver figura 4.45), um indicativo, talvez, que a ventilação natural não está sendo o suficiente para um bom conforto térmico.

Algumas barreiras naturais, como as árvores, foram utilizadas para dar maior conforto ao ambiente, além de proporcionar sombra no pátio interno (ver figura 4.47). Porém, este aproveitamento é pouco utilizado, e a maior parte do pátio interno encontra-se com a penetração solar direta (ver figura 4.48). A árvore é uma boa solução para controlar a radiação solar direta, evitando o ofuscamento e a elevação da temperatura dentro do ambiente. Nesta escola, somente 7,5% dos ambientes não estão de acordo com os dimensionamentos mínimos para uma boa ventilação, o que não significa dizer que os ambientes são bem confortáveis, pois dependem também de outros fatores, como ventilação, implantação do ambiente no terreno, etc.



*Figura 4.47 – Pátio interno com proteção natural de radiação.*



*Figura 4.48 – Pátio interno com radiação solar direta.*

Em relação à acústica, nas salas de aula os aparelhos de ventiladores causam ruídos que podem atrapalhar os usuários da sala, talvez por falta de uma manutenção. Todas as salas estão de acordo com as normas do FUNDESCOLA (Cortez, 2002) em relação às dimensões de alcance da voz humana, no caso, um raio de 7m com o professor no centro deste raio, para uma boa acústica (Anexo 3).

Com base na tabela 4.2, podemos verificar que 27,5% dos ambientes desta escola estão com dimensionamento das aberturas aquém das mínimas condições exigidas para uma boa iluminação natural. Como esta escola também funciona à noite, é importante verificarmos o rendimento da iluminação feita pelas lâmpadas fluorescentes através do método dos lumens.

De todos os ambientes, analisamos a sala de aula por acolher o maior número de usuários, no caso, os alunos. Devido à repetição do padrão nas salas de aula, optamos por aplicar o método em duas das salas de aula (ver cálculos no Apêndice 7). Aplicando o método dos lumens na sala 1 (representando a parte mais nova, com laje) e a sala 12 (representando a parte mais antiga da escola, com forro em PVC), obtiveram-se os seguintes resultados:

- Sala 1: Há uma necessidade de 6 luminárias com duas lâmpadas de 40w cada, para satisfazer a necessidade do ambiente. Porém, existem 4 luminárias de três lâmpadas cada na sala. Isso significa que a quantidade de luminárias foi dimensionada corretamente. No entanto, só funcionam com duas lâmpadas, totalizando 8 lâmpadas na sala das doze necessárias, isto é, a sala está com 66,67% da sua necessidade real de iluminação. Basta colocar as lâmpadas restantes para corrigir o problema. Além disso, há uma boa distribuição das luminárias pelo ambiente. Porém, o posicionamento das lâmpadas não está correto (ver figura 4.49) por se encontrar paralelo ao quadro. O correto seria se estivesse na lateral dos alunos (perpendicular ao quadro).

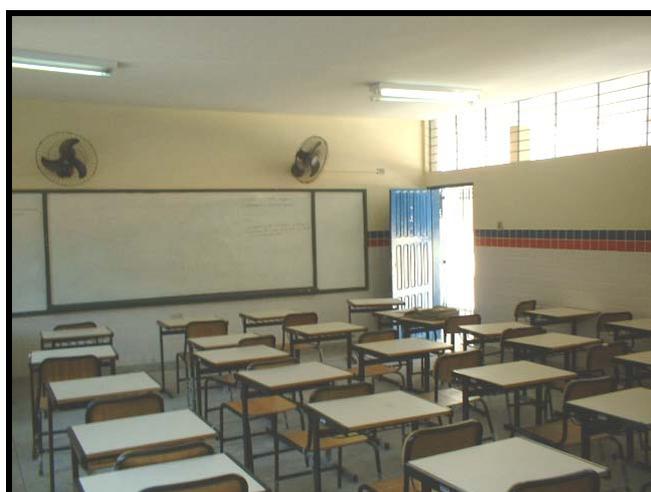


Figura 4.49 - Luminária da sala de aula 1 - Escola 2.

- Sala 12: Há uma necessidade de 6 luminárias com duas lâmpadas de 40w cada, para satisfazer a necessidade do ambiente. Na sala, há 4 luminárias com capacidade para 3 lâmpadas de 40w (ver figura 4.50). Porém, há luminárias sem lâmpada, com duas lâmpadas, numa média vamos adotar duas lâmpadas por luminária Logo, teríamos 8 lâmpadas na sala. Isso significa que a sala está funcionando com 66,67% da sua necessidade real de iluminação. Basta colocar as lâmpadas restantes para corrigir o problema. Além disso, há uma boa distribuição das luminárias pelo ambiente e está correto o posicionamento das lâmpadas, que se encontram na lateral dos alunos (perpendicular ao quadro) como mostrado na figura 4.50.



Figura 4.50 - Luminárias da sala de aula 12 - Escola 2.

Um ponto muito negativo dentro desta escola é a falta de comunicação visual (sinalização), que poderia existir para facilitar a orientação dos usuários na edificação.

O mobiliário está muito bem distribuído no ambiente, e alguns alunos entrevistados apresentam satisfação neste tipo de banca escolar (ver figura 4.50).

#### 4.2.2.2 Resultados do questionário

Nesta escola, 118 usuários (111 alunos + 7 funcionários) responderam aos questionários o que valida ( $e=9,2\%$ ) o questionário aplicado segundo a fórmula 3.2, vista no capítulo 3, isto é, se o erro permitido estiver entre 3% e 10%. No nosso caso:

$$e = \sqrt{\frac{1}{n}} \quad \therefore e = \sqrt{\frac{1}{118}} = 9,2\%$$

Onde:

$n$ = tamanho da amostra; (118 questionários)

$e$ = erro permitido

Os questionários foram aplicados e suas respostas serão abordadas através de gráficos já mostrados e descritos no capítulo 3 desta dissertação.

Em relação aos usuários, tivemos o seguinte gráfico em relação ao IQPEC (figura 4.51).

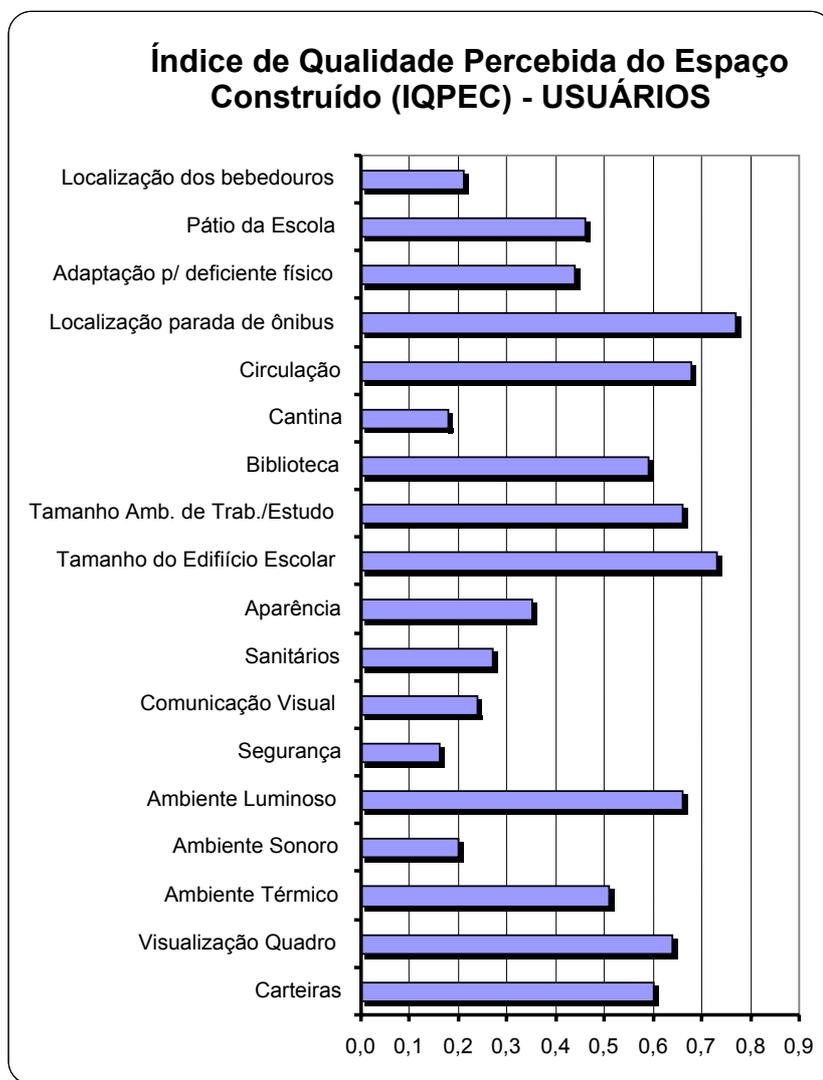


Figura 4.51 - Escola 2, IQPEC em relação aos usuários.

Os itens que nos chamam mais atenção, pela insatisfação, neste gráfico, são os relacionados com a segurança, a cantina e o ambiente sonoro, este último, quase empatado com a localização dos bebedouros. Já os índices de maior satisfação são a localização da parada de ônibus, o tamanho do edifício escolar e a circulação, este último, seguido de perto do ambiente luminoso e do tamanho do ambiente de trabalho/ estudo. Estes fatores serão interessantes para fazer uma análise mais profunda e técnica. Quais os quatro itens do questionário deveriam ter providência já? Quem responde isto é o GIP (ver figura 4.52).

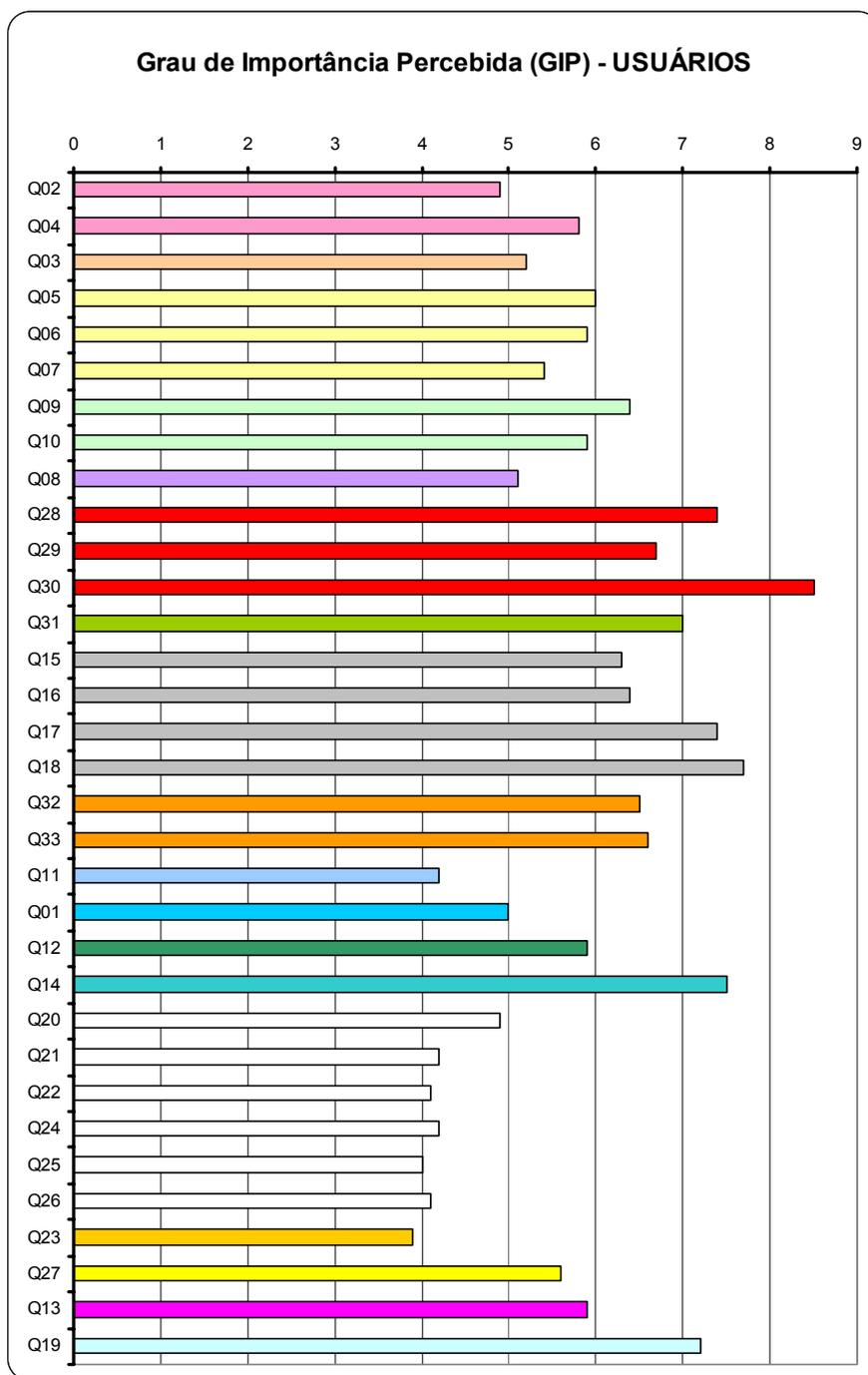


Figura 4.52 - Escola 2, GIP – Usuários.

Na figura 4.52, fica bem claro quais são as quatro ações a que devem ser tomadas primeiro. Na ordem: segurança contra roubo, ventilação dos sanitários, cantina e empatedos a limpeza dos sanitários e segurança contra fogo.

Em relação aos locais que são mais freqüentados (ver figura 4.53) na hora de lazer dos alunos, temos o pátio interno (recreio coberto), corredores, o próprio local de trabalho/ estudo

e a quadra. Estes locais devem receber mais atenção na hora de fazermos nossa intervenção/projeto.

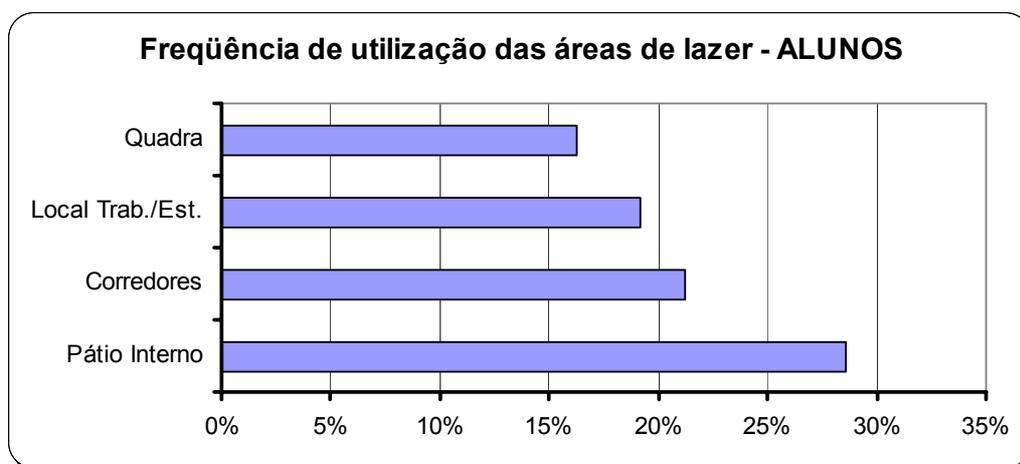


Figura 4.53 - Escola 2, frequência de utilização nas horas de lazer (alunos)

#### 4.2.2.3 Discussões

De modo geral, no transcorrer dos resultados do levantamento técnico e nos resultados do questionário houve alguns comentários importantes. Porém, aqui faremos o cruzamento de informações obtidas nos questionários respondidos pelos usuários para ratificar ou retificar, com respaldo do levantamento técnico, os aspectos relevantes numa ergonomia do ambiente construído.

No IQPEC do espaço construído dos índices considerados positivos, como a localização da parada de ônibus, tamanho da edificação escolar e circulação, não nos surpreenderam a localização da parada de ônibus, pois esta escola possui uma parada na mesma calçada e uma logo em frente. Porém, o tamanho da edificação escolar foi considerado satisfatório em relação aos usuários, mesmo apresentando 50% de seus ambientes com áreas abaixo (ver tabela 4.2) do recomendado pelo Fundescola. Isto se deve, pelo fato das áreas que ficaram abaixo do mínimo, tiveram valores bem próximos do recomendado (ver tabela 4.2). Além disso, há alguns ambientes que possuem uma sobreposição de usos. Um exemplo simples é a sala de xadrez que serve para armazenar os livros que serão distribuídos (ver figura 4.54).



Figura 4.54 - Sala de xadrez - Escola 2.

Em relação às circulações, podemos destacar que além dos usuários estarem satisfeitos com elas, há algumas que possuem grade que dá para o vão da circulação que possuem largura de 1,70m (ver figura 4.55) o que não seria recomendável, pois a abertura das grades é para a circulação, logo teria que ter no mínimo 2,10m de largura (0,90m da grade + 1,20m da circulação mínima).



Figura 4.55 – Circulação não suficiente – Escola 2.

Os itens que tiveram os índices mais baixos da qualidade percebida do espaço construído foram: a segurança, a cantina e o ambiente sonoro, este último, quase empatado com a localização dos bebedouros e os sanitários. A preocupação com segurança é maior em relação a roubos e incêndio. Neste caso, como já foi comentado anteriormente, apesar de encontrarmos extintores na sala dos professores e na secretaria, os alunos não vêem nenhum próximo à sala de aula ou mesmo no pátio coberto.

Em relação à segurança contra rouba, podemos observar que o muro, após a reforma de 2001-2002, ficou com muros de 3,60m contribuindo para uma maior sensação de segurança. Existem grades em todas as esquadrias e nos principais vãos de acesso, porém, as grades existentes aparentam ser frágeis, mostrando uma vulnerabilidade na segurança da escola. Um exemplo, é que no final do ano de 2004, após um aluno receber o resultado de reprovação, deu um chute na grade e ela quase saiu do vão de acesso, mostrando um pouco da sua fragilidade. Este item de segurança foi considerado como prioridade número um pelo GIP.

A cantina seria o local onde os alunos poderiam escolher e comprar o que quisessem, porém não há este tipo de ambiente, e os alunos gostariam que tivesse. Por outro lado, observamos que não há refeitório para se fazer o lanche que é servido, gerando um pouco de constrangimento. Logo, muitos pegam o lanche, voltam para a sala de aula para comer ou ficam sentados em cima do palco que possui 70cm de altura no recreio coberto. Este item da cantina foi o terceiro ponto a ser solucionado verificado pelo GIP. Vale ressaltar que em nenhum lugar deste colégio, na área comum aos alunos (recreio coberto ou pátio interno), há bancos para os alunos se sentarem.

Em relação o ambiente sonoro, apesar de haver uma distância de aproximadamente 10m separando um bloco de sala do outro, foi o terceiro item de insatisfação. Isso se deve principalmente pela falta de manutenção dos ventiladores existentes em todas as salas de aula, provocando um aumento no ruído interno do ambiente. Apesar de estar localizado numa via de corredor principal onde o barulho do tráfego de carros é intenso, a edificação escolar possui um bom recuo e árvores de grande porte que contribuem pra um bom isolamento do ruído externo a esta edificação escolar (ver figura 4.56).



Figura 4.56 – Bom recuo da edificação e grandes árvores, proporcionando um bom isolamento da edificação.

Os usuários estão realmente com a razão em relação à posição dos bebedouros, pois estes se encontram um pouco distantes para o acesso de uma boa parte dos alunos.

A ventilação dos sanitários foi uma surpresa ter aparecido no GIP como segundo item a ser providenciado para melhoria da escola, já que todos os sanitários obedecem rigorosamente e até com folga as áreas para abertura de ventilação (ver tabela 4.2 e figuras 4.57 e 4.58).



*Figura 4.57 – Visão geral BWC – Alunos.*



*Figura 4.58 - Abertura BWC - Alunos.*

Em relação à limpeza dos sanitários, que também aparece no GIP para futuras providências, em nossas visitas não houve momento algum em que os mesmos eram merecedores de uma melhor manutenção, como podemos observar na figura 4.59.



*Figura 4.59 - Box de um dos banheiros.*

Os sanitários apesar de possuírem box para acesso de pessoas com necessidades especiais, nos boxes não a presença de barras de apoio e os lavatórios estão sem espelho e não são adaptados (ver figura 4.60 e 4.61).



*Figura 4.60 – WBC adaptado – Escola 2.*



*Figura 4.61 - Lavatório dos alunos - Escola 2.*

Um fato interessante, é que nesta escola os alunos criticavam muito uma das salas devido ao calor que ela faz. No caso, eles estavam falando da sala 11 (ver figura 4.31) que realmente se encontra com a área de abertura de ventilação e iluminação aquém do recomendado (ver tabela 4.2), além de estar localizada no poente e uma das poucas que não possuem ventilação cruzada, além de possuir um pé direito de 2,55m e o mínimo recomendado é de 2,60m e de preferência 3,00m.

Dessa forma, procuramos aqui mostrar os principais pontos de concordância e discordância entre o levantamento técnico e as opiniões dos usuários, buscando com isso contribuir para uma melhor compreensão dos fatores positivos e negativos que podem influenciar num projeto de edificações escolares.

### 4.2.3 Escola 3

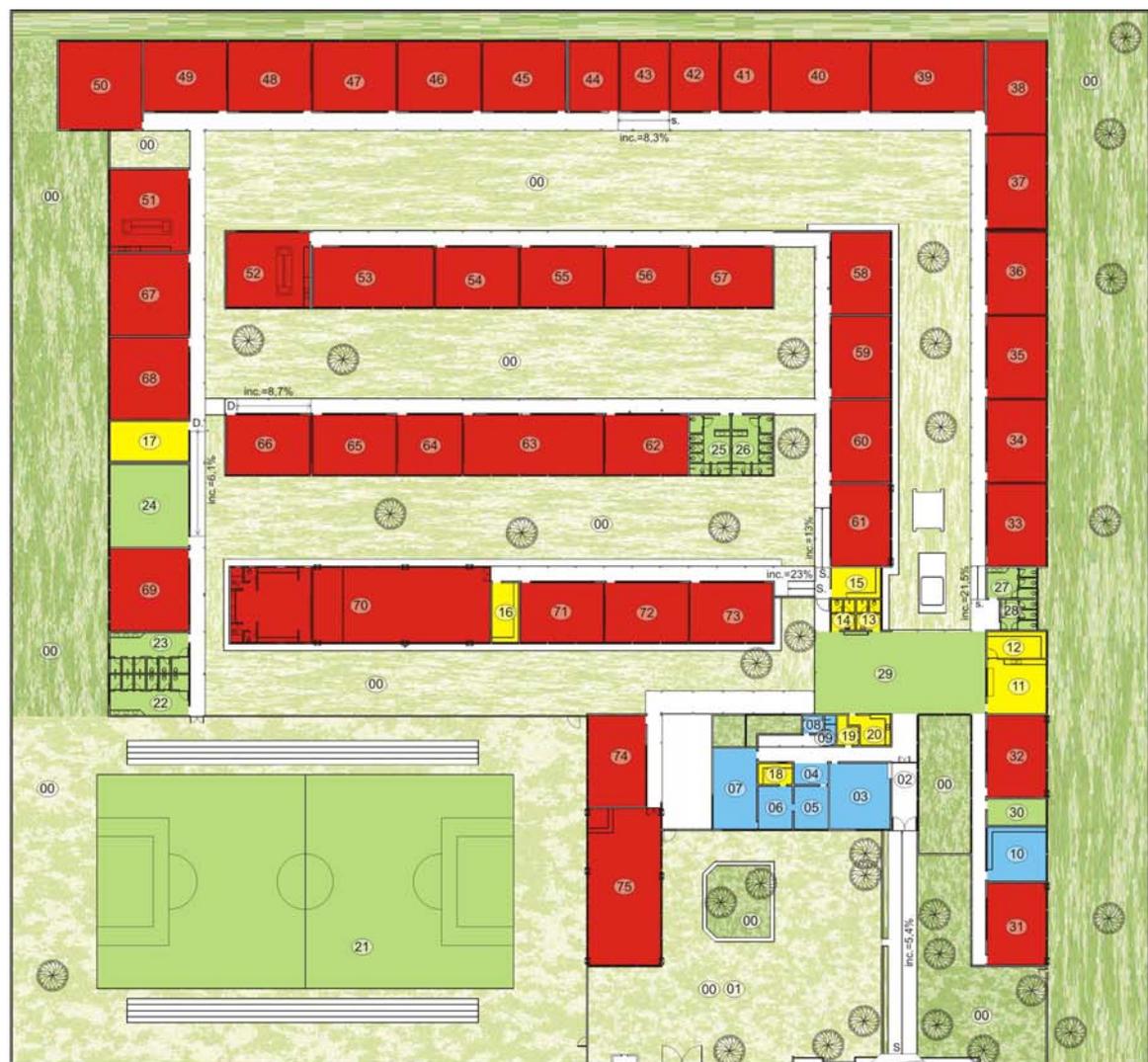
Como a maioria das escolas do Estado, ela foi inaugurada em 1973 no Bairro do Ibura UR-3 para atender à carência de escolas do bairro e redondezas. Hoje, essa escola é a maior escola do Estado de Pernambuco em relação à área construída e número de alunos. Esta escola que sofreu uma reforma em 2001, buscando se adaptar para atender às pessoas com necessidades especiais e dar um maior conforto aos seus usuários.

A escola faz parte da Zona de Urbanização de Morros (ZUM) e está implantada num terreno com área de 11.955,75 m<sup>2</sup> e possui uma área construída de 3.752,59 m<sup>2</sup>, distribuídos em um só pavimento térreo com área de solo natural de 8.203,16 m<sup>2</sup>. Sua taxa de solo natural é de 68,6% , área de solo natural em relação à área do terreno.

A escola funciona em três turnos, atendendo a 4.511 alunos distribuídos em 95 turmas, que nos dá uma relação de aproximadamente 47,5 alunos por sala. Os alunos representam 97,4% dos usuários e suas opiniões foram coletadas através de questionários. Além disso, ela possui 120 funcionários, dos quais 103 são professores. Logo, a quantidade de usuários desta escola é de 4.631 pessoas.

#### 4.2.3.1 Resultados do levantamento técnico

A edificação escolar 3 é composta por 73 ambientes, dos quais 39 deles são salas de aula, destas, quatro são para atendimento há pessoas com necessidades especiais. O sol na planta representa o nascente (leste), assim como, o poente (oeste), assim, como os ventos predominantes no Recife vêm do nordeste e sudeste, e estes estão representados por setas (ver figura 4.62). O seu programa arquitetônico assim como a estrutura funcional da edificação encontrasse na figura 4.62.



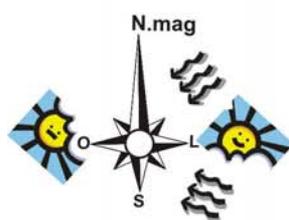
Escala Gráfica  
0 10m 20m 30m

△ Acesso veículos

△ Acesso Social

Planta Baixa (térreo)

**Programa/ Estrutura Funcional - Escola 3**



- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>00 Área de solo natural</li> <li>01 Estacionamento</li> <li>02 Hall de entrada</li> <li><b>Conjunto administrativo e apoio técnico-pedagógico</b></li> <li>03 Secretária</li> <li>04 Espera Geral</li> <li>05 Diretoria/ vice-diretoria</li> <li>06 Coordenação</li> <li>07 Sala dos professores</li> <li>08 WC administrativo masc.</li> <li>09 BWC administrativo fem.</li> <li>10 Arquivo</li> <li><b>Conjunto serviços gerais</b></li> <li>11 Cozinha</li> <li>12 Despensa</li> <li>13 BWC funcionários mas.</li> <li>14 BWC funcionários fem.</li> <li>15 Depósito 1</li> <li>16 Depósito 2</li> <li>17 Depósito 3</li> <li>18 Depósito 4</li> <li>19 Depósito 5</li> <li>20 Ex-cantina/ Depósito 6</li> <li><b>Conjunto vivência e assistência</b></li> <li>21 Quadra poliesportiva</li> <li>22 Vestiário mas.</li> <li>23 Vestiário fem.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Conjunto vivência e assistência</b></li> <li>24 Alcolicos anônimos</li> <li>25 BWC alunos</li> <li>26 BWC alunas</li> <li>27 WC alunos</li> <li>28 WC alunas</li> <li>29 Recreio coberto</li> <li>30 Rádio da escola</li> <li><b>Conjunto pedagógico</b></li> <li>31 Sala de informática</li> <li>32 Sala de vídeo/ xadrez</li> <li>33 Sala de aula 1</li> <li>34 Sala de aula 2</li> <li>35 Sala de aula 3</li> <li>36 Sala de aula 4</li> <li>37 Sala de aula 5</li> <li>38 Sala de aula 6</li> <li>39 Sala de aula 7</li> <li>40 Sala de aula 8</li> <li>41 Sala de aula especial 1</li> <li>42 Sala de aula especial 2</li> <li>43 Sala de aula especial 3</li> <li>44 Sala de aula especial 4</li> <li>45 Sala de aula 9</li> <li>46 Sala de aula 10</li> <li>47 Sala de aula 11</li> <li>48 Sala de aula 12</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Conjunto pedagógico</b></li> <li>49 Sala de aula 13</li> <li>50 Sala de aula 14</li> <li>51 Laboratório de ciências 1</li> <li>52 Laboratório de ciências 2</li> <li>53 Sala de aula 15</li> <li>54 Sala de aula 16</li> <li>55 Sala de aula 17</li> <li>56 Sala de aula 18</li> <li>57 Sala de aula 19</li> <li>58 Sala de aula 20</li> <li>59 Sala de aula 21</li> <li>60 Sala de aula 22</li> <li>61 Sala de aula 23</li> <li>62 Sala de aula 24</li> <li>63 Sala de aula 25</li> <li>64 Sala de aula 26</li> <li>65 Sala de aula 27</li> <li>66 Sala de aula 28</li> <li>67 Sala de aula 29</li> <li>68 Sala de aula 30</li> <li>69 Sala de aula 31</li> <li>70 Auditório/ teatro</li> <li>71 Sala de aula 32</li> <li>72 Sala de aula 33</li> <li>73 Sala de aula 34</li> <li>74 Sala de aula 35</li> <li>75 Biblioteca</li> </ul> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Figura 4.62 - Programa e estrutura funcional do edifício escolar 3.

Em relação à lei de Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife – atualizada em 30/01/1997 podemos destacar:

- Zona de Urbanização de Morro – ZUM.
- O uso gerador de incômodo à vizinhança os serviços de educação se enquadram no nível 1 de incomodidade, cuja natureza é o ruído e exigência sanitária.
- Em relação ao uso geradores de interferência no tráfego - estacionamento e acessos, as escolas, segundo o Art. 40 item XI- A localização de creche, pré-escolar, escolas de 1º e 2º graus, assim como hospitais, nos Corredores de Transporte Metropolitano, Urbano Principal e Urbano Secundário, será objeto de análise especial pelo órgão Municipal competente; XII- Nos terrenos que tiverem opção de acesso por mais de uma via, o acesso às áreas de estacionamento se fará obrigatoriamente pela via de menor hierarquia urbana. Nesta escola isso foi cumprido, pois o acesso de veículos se dá pela via de menor fluxo. Isto irá interferir no número de vagas para veículos em seu estacionamento que será considerado 1 vaga cada 80m<sup>2</sup> de área de construção, isto é, aproximadamente 47 vagas para carro, porém seu estacionamento só possui capacidade para 20 veículos.
- Temos de analisar os parâmetros urbanísticos descritos no Art. 64 - São parâmetros urbanísticos reguladores da ocupação do solo:

I - Taxa de Solo Natural do Terreno – TSN. No caso desta escola, por estar localizada na ZUM, deveria ter uma TSN de 20%, porém ela possui com folga uma taxa de solo natural de 68,6%.

II - Coeficiente de Utilização do Terreno -  $\mu$ . Na ZUR, este coeficiente é de 2,0, isto é, a área de construção máxima permitida será de 2,0 vezes a área do terreno, isto é, pode construir até 23.911,50m<sup>2</sup>. Esta escola possui 3.750,59 m<sup>2</sup> de área construída, logo, está dentro da norma, só aproveitando 15,69% de seu potencial de construção.

III - Afastamentos das Divisas do Terreno. Por esta escola possuir um pavimento, os afastamentos deveriam ser: frontal= 5m, laterais e fundo= nulo/ 1,50m. Esta escola está de acordo com os afastamentos desta lei, pois possui afastamento frontal de 10,00m, laterais com 10,00m e 4,60m, no fundo o seu afastamento é de 3,00 m.

Dentro da Lei nº 16.292 de 29.01.1997 sobre Edificações e Instalações na Cidade do Recife podemos destacar as seguintes normas:

- Em relação à densidade populacional, será considerado 1 aluno para cada 1,5m<sup>2</sup> de sala. Para calcularmos a densidade populacional, considerada nesta lei, basta dividirmos a área das salas (2.193,23m<sup>2</sup>) por 1,5m<sup>2</sup>, logo teremos um valor aproximado de 1.462 alunos.
- O depósito de lixo terá uma capacidade de 4,6 litros por pessoa. Nessa escola há um espaço reservado para lixo (ver figura 4.63), porém este espaço não é suficiente. Segundo essa lei, a escola deveria ter cinco containeres e seis tonéis, porém só há espaço para dois containeres. Contudo, no art. 177 diz que se há um volume superior a 3.600 litros/dia, será obrigatório manter contrato de prestação de serviços de remoção de resíduos com o órgão municipal de limpeza urbana.
- Segundo o art. 57, dessa lei, as edificações destinadas ao uso não habitacional e misto deverão dispor de instalações sanitárias destinadas, isoladamente, ao público e funcionários. Esta escola possui, mesmo que as dimensões e quantidade não sejam suficientes. Isso será visto com mais detalhes adiante.
- Segundo o art. 80, desta lei, em todas as edificações acessíveis ou adaptadas ao uso de pessoas portadoras de deficiência, será obrigatória a colocação, em destaque, nas dependências de acesso, do Símbolo Internacional de Acesso. Esta escola não possui nenhuma referência do Símbolo Internacional de Acesso, mesmo tendo sofrido reforma em 2001, melhorando assim a acessibilidade à edificação buscando atender melhor aos alunos com necessidades especiais, já que ela possui quatro salas para isso.



*Figura 4.63 – Acesso ao estacionamento/ espaço para lixo - Escola 3.*

A sua estrutura funcional (ver figura 4.62) da escola 3 apresenta alguns problemas, são eles:

- O arquivo encontra-se afastado do conjunto de apoio técnico-pedagógico. Com isso, a ligação da secretaria com o arquivo fica um pouco prejudicada, apesar da necessidade desta ligação ser pouco freqüente.
- A quadra poliesportiva está muito próxima à biblioteca e a uma sala de aula. Assim, o barulho proveniente de atividades realizadas na quadra interfere no rendimento dos alunos nesses ambientes.
- Poderia haver um maior número de ligações entre os ambientes pertencentes ao conjunto pedagógico, isto é, rampas ligando principalmente os corredores dos blocos das salas de aula.

Para analisar os ambientes em relação às áreas, preferimos montar uma tabela (ver tabela 4.1) onde mostramos o nome do ambiente, a área atual, a área para ventilação e a área para iluminação. Os valores “ideais” para cada um deles estão ao lado de cada item, logo ficará fácil de verificar se atende ou não aos padrões adotados no referencial teórico. Para ficar mais simples, para cada ambiente analisado em relação algum item, adotar-se-á um quadro vermelho quando não atender aos padrões de conforto e um quadro verde quando atender. Esses padrões “ideais” são padrões utilizados pelo FUNDESCOLA. Para alguns outros padrões ou observações adotados, faremos uma nota para explicar com maior clareza. Em seguida, fazer um comentário sobre os dados da tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Análise das áreas – Escola 3.

| Escola 3                |           |                           | Áreas (m <sup>2</sup> )  |                      |                  |                                     |                                    |            |                                     |                                    |            |
|-------------------------|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------|------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------|
|                         |           |                           | Análise da área ambiente |                      |                  | Análise da abertura para ventilação |                                    |            | Análise da abertura para iluminação |                                    |            |
| Conjuntos Funcionais    | Ambientes |                           | Área Atual               | Área Recomendada     | Área do ambiente | Área Ventilação Atual               | Área Ventilação Mínima Recomendada | Ventilação | Área Iluminação Atual               | Área Iluminação Mínima Recomendada | Iluminação |
| Conjunto Administrativo | 3         | Secretaria                | 39,60                    | (1)                  |                  | 7,82                                | 3,96                               |            | 5,87                                | 7,92                               |            |
|                         | 4         | Espera geral              | 7,31                     | 7,00                 |                  | 8,84                                | 0,73                               |            | 6,63                                | 1,46                               |            |
|                         | 5         | Diretoria/ vice-diretoria | 14,62                    | 24,50 <sup>(2)</sup> |                  | 3,91                                | 1,46                               |            | 2,93                                | 2,92                               |            |
|                         | 6         | Coordenação               | 14,62                    | 12,25                |                  | 3,91                                | 1,46                               |            | 2,93                                | 2,92                               |            |
|                         | 7         | Sala dos professores      | 34,83                    | 98,90 <sup>(3)</sup> |                  | 7,82                                | 3,48                               |            | 5,87                                | 6,97                               |            |
|                         | 8         | WC adm. mas.              | 3,70                     | (4)                  |                  | 0,18                                | 0,19                               |            | 0,00                                | 0,37                               |            |
|                         | 9         | BWC adm. fem.             | 3,70                     | (4)                  |                  | 0,00                                | 0,19                               |            | 0,00                                | 0,37                               |            |
|                         | 10        | Arquivo                   | 31,88                    | 17,50                |                  | 7,60                                | 1,59                               |            | 7,60                                | 1,59                               |            |

|                                |    |                         |        |                       |  |       |       |  |       |        |  |
|--------------------------------|----|-------------------------|--------|-----------------------|--|-------|-------|--|-------|--------|--|
| Conjunto dos Serviços Gerais   | 11 | Cozinha                 | 31,88  | 24,50                 |  | 5,56  | 3,19  |  | 5,56  | 6,38   |  |
|                                | 12 | Despensa                | 15,50  | 19,76                 |  | 1,59  | 0,97  |  | 1,59  | 1,94   |  |
|                                | 13 | BWC func. mas.          | 7,15   | (4)                   |  | 0,90  | 0,36  |  | 0,90  | 0,72   |  |
|                                | 14 | BWC func.fem.           | 7,17   | (4)                   |  | 0,90  | 0,36  |  | 0,90  | 0,72   |  |
|                                | 15 | Depósito 1              | 14,94  | 8,75                  |  | 1,83  | 0,75  |  | 1,83  | 1,49   |  |
|                                | 16 | Depósito 2              | 15,90  | 8,75                  |  | 1,59  | 0,80  |  | 1,59  | 1,59   |  |
|                                | 17 | Depósito 3              | 31,20  | 8,75                  |  | 4,14  | 1,56  |  | 4,14  | 3,12   |  |
|                                | 18 | Depósito 4              | 7,31   | 8,75                  |  | 0,20  | 0,37  |  | 0,20  | 0,73   |  |
|                                | 19 | Depósito 5              | 4,98   | 8,75                  |  | 0,28  | 0,25  |  | 0,28  | 0,50   |  |
|                                | 20 | Ex-cantina/ Depósito 6  | 10,14  | 8,75                  |  | 0,00  | 0,51  |  | 0,00  | 1,01   |  |
| Conjunto Vivência/ Assistência | 21 | Quadra poliesportiva    | 885,89 | 714,00                |  | -     | 88,59 |  | -     | 177,18 |  |
|                                | 22 | Vestiário mas.          | 31,70  | (5)                   |  | 3,60  | 1,59  |  | 3,60  | 3,17   |  |
|                                | 23 | Vestiário fem.          | 31,70  | (5)                   |  | 3,60  | 1,59  |  | 3,60  | 3,17   |  |
|                                | 24 | Alcólicos anônimos      | 64,58  | (6)                   |  | 8,10  | 3,23  |  | 8,10  | 6,46   |  |
|                                | 25 | BWC alunos              | 24,30  | (5)                   |  | 1,80  | 1,22  |  | 1,80  | 2,43   |  |
|                                | 26 | BWC alunas              | 24,30  | (5)                   |  | 1,80  | 1,22  |  | 1,80  | 2,43   |  |
|                                | 27 | WC alunos               | 14,94  | (5)                   |  | 0,76  | 0,75  |  | 0,92  | 1,49   |  |
|                                | 28 | WC alunas               | 10,83  | (5)                   |  | 0,76  | 0,54  |  | 0,92  | 1,08   |  |
|                                | 29 | Recreio coberto         | 142,38 | 752,00 <sup>(7)</sup> |  | 79,26 | 14,24 |  | 79,26 | 28,48  |  |
|                                | 30 | Rádio da escola         | 15,50  | (8)                   |  | 1,59  | 1,55  |  | 1,59  | 3,10   |  |
| Conjunto Pedagógico            | 31 | Sala de informática     | 48,26  | 47,04 <sup>(9)</sup>  |  | 2,20  | 4,83  |  | 2,20  | 9,65   |  |
|                                | 32 | Sala de vídeo/ xadrez   | 48,26  | 65,10 <sup>(10)</sup> |  | 2,20  | 4,83  |  | 2,20  | 9,65   |  |
|                                | 33 | Sala de aula 1          | 48,26  | 63,36*                |  | 11,55 | 4,83  |  | 11,55 | 9,65   |  |
|                                | 34 | Sala de aula 2          | 48,26  | 63,36*                |  | 11,55 | 4,83  |  | 11,55 | 9,65   |  |
|                                | 35 | Sala de aula 3          | 48,26  | 63,36*                |  | 11,55 | 4,83  |  | 11,55 | 9,65   |  |
|                                | 36 | Sala de aula 4          | 48,26  | 63,36*                |  | 11,55 | 4,83  |  | 11,55 | 9,65   |  |
|                                | 37 | Sala de aula 5          | 54,37  | 63,36*                |  | 12,45 | 5,44  |  | 12,45 | 10,87  |  |
|                                | 38 | Sala de aula 6          | 54,37  | 63,36*                |  | 12,45 | 5,44  |  | 12,45 | 10,87  |  |
|                                | 39 | Sala de aula 7          | 77,49  | 63,36*                |  | 14,55 | 7,75  |  | 14,55 | 15,50  |  |
|                                | 40 | Sala de aula 8          | 68,08  | 63,36*                |  | 13,08 | 6,81  |  | 13,08 | 13,62  |  |
|                                | 41 | Sala de aula especial 1 | 33,53  | 13,20*                |  | 6,54  | 3,35  |  | 6,54  | 6,71   |  |
|                                | 42 | Sala de aula especial 2 | 33,53  | 13,20*                |  | 6,54  | 3,35  |  | 6,54  | 6,71   |  |
|                                | 43 | Sala de aula especial 3 | 33,53  | 13,20*                |  | 6,54  | 3,35  |  | 6,54  | 6,71   |  |
|                                | 44 | Sala de aula especial 4 | 33,53  | 13,20*                |  | 6,54  | 3,35  |  | 6,54  | 6,71   |  |
|                                | 45 | Sala de aula 9          | 57,33  | 63,36*                |  | 11,55 | 5,73  |  | 11,55 | 11,47  |  |
|                                | 46 | Sala de aula 10         | 57,33  | 63,36*                |  | 11,55 | 5,73  |  | 11,55 | 11,47  |  |
|                                | 47 | Sala de aula 11         | 57,33  | 63,36*                |  | 11,55 | 5,73  |  | 11,55 | 11,47  |  |
|                                | 48 | Sala de aula 12         | 57,33  | 63,36*                |  | 11,55 | 5,73  |  | 11,55 | 11,47  |  |
|                                | 49 | Sala de aula 13         | 57,33  | 63,36*                |  | 11,55 | 5,73  |  | 11,55 | 11,47  |  |
|                                | 50 | Sala de aula 14         | 72,60  | 63,36*                |  | 11,55 | 7,26  |  | 11,55 | 14,52  |  |
|                                | 51 | Lab. de ciências 1      | 64,35  | (11)                  |  | 11,55 | 6,44  |  | 11,55 | 12,87  |  |
|                                | 52 | Lab. de ciências 2      | 61,87  | (11)                  |  | 13,91 | 6,19  |  | 13,91 | 12,37  |  |
|                                | 53 | Sala de aula 15         | 72,00  | 63,36*                |  | 17,10 | 7,20  |  | 17,10 | 14,40  |  |
|                                | 54 | Sala de aula 16         | 49,33  | 63,36*                |  | 11,55 | 4,93  |  | 11,55 | 9,87   |  |
|                                | 55 | Sala de aula 17         | 49,33  | 63,36*                |  | 11,55 | 4,93  |  | 11,55 | 9,87   |  |
|                                | 56 | Sala de aula 18         | 49,33  | 63,36*                |  | 11,55 | 4,93  |  | 11,55 | 9,87   |  |
|                                | 57 | Sala de aula 19         | 49,33  | 63,36*                |  | 11,55 | 4,93  |  | 11,55 | 9,87   |  |

|    |                    |        |                       |  |       |       |  |       |       |  |
|----|--------------------|--------|-----------------------|--|-------|-------|--|-------|-------|--|
| 58 | Sala de aula 20    | 48,26  | 63,36*                |  | 11,55 | 4,83  |  | 11,55 | 9,65  |  |
| 59 | Sala de aula 21    | 48,26  | 63,36*                |  | 11,55 | 4,83  |  | 11,55 | 9,65  |  |
| 60 | Sala de aula 22    | 48,26  | 63,36*                |  | 11,55 | 4,83  |  | 11,55 | 9,65  |  |
| 61 | Sala de aula 23    | 48,26  | 63,36*                |  | 11,55 | 4,83  |  | 11,55 | 9,65  |  |
| 62 | Sala de aula 24    | 49,50  | 63,36*                |  | 11,55 | 4,95  |  | 11,55 | 9,90  |  |
| 63 | Sala de aula 25    | 83,10  | 63,36*                |  | 18,41 | 8,31  |  | 18,41 | 16,62 |  |
| 64 | Sala de aula 26    | 38,40  | 63,36*                |  | 9,72  | 3,84  |  | 9,72  | 7,68  |  |
| 65 | Sala de aula 27    | 49,50  | 63,36*                |  | 11,55 | 4,95  |  | 11,55 | 9,90  |  |
| 66 | Sala de aula 28    | 49,50  | 63,36*                |  | 11,55 | 4,95  |  | 11,55 | 9,90  |  |
| 67 | Sala de aula 29    | 64,35  | 63,36*                |  | 11,55 | 6,44  |  | 11,55 | 12,87 |  |
| 68 | Sala de aula 30    | 64,35  | 63,36*                |  | 11,55 | 6,44  |  | 11,55 | 12,87 |  |
| 69 | Sala de aula 31    | 64,58  | 63,36*                |  | 11,55 | 6,46  |  | 11,55 | 12,92 |  |
| 70 | Auditório/ Teatro* | 193,12 | <sup>(12)</sup>       |  | -     | 19,31 |  | -     | 38,62 |  |
| 71 | Sala de aula 32    | 49,50  | 63,36*                |  | 11,55 | 4,95  |  | 11,55 | 9,90  |  |
| 72 | Sala de aula 33    | 49,50  | 63,36*                |  | 11,55 | 4,95  |  | 11,55 | 9,90  |  |
| 73 | Sala de aula 34    | 49,50  | 63,36*                |  | 11,55 | 4,95  |  | 11,55 | 9,90  |  |
| 74 | Sala de aula 35    | 52,15  | 63,36*                |  | 4,05  | 5,22  |  | 4,05  | 10,43 |  |
| 75 | Biblioteca*        | 113,40 | 96,00 <sup>(13)</sup> |  | 15,41 | 11,34 |  | 11,56 | 22,68 |  |

Obs.: Consideramos uma média de 48 alunos por sala, logo,  $48 \times 1,32 = 63,36\text{m}^2$

\* Foi adotado o valor de  $1,32\text{m}^2$  por aluno, buscando-se o maior conforto para os usuários. Em cada sala foram considerados 48 alunos, pois são estes números aproximados de alunos por sala neste colégio. Na sala, para atender alunos com necessidades especiais, adotou-se o número de 10 alunos que é o que em média é atendido numa turma em 2004.

**Nota:**

- (1) A secretaria, segundo o FUNDESCOLA (Cortez, 2002), deve ter área aproximada  $14,0\text{m}^2$ . Porém, é recomendado que este ambiente seja adequado para realizar a função de elaboração de registros, guarda de documentos e fornecimentos de informações ao público interno e externo. Como podemos observar em nossa visita *in loco* na secretaria trabalham duas secretárias e a chefe das secretárias, logo a área que ocupam é bem suficiente, tendo por base a área da diretoria que para cada pessoa é recomendado  $12,25\text{m}^2$  por cada pessoa.
- (2) Segundo recomendações do FUNDESCOLA (ver tabela 2.13), foi considerado que neste ambiente trabalhem o diretor e vice-diretor, no caso  $12,25\text{m}^2$  para cada pessoa, logo, precisaríamos de  $24,50\text{m}^2$ .
- (3) Segundo recomendações do FUNDESCOLA (ver tabela 2.13), foi considerado 1 professor por sala e mais 4 funcionários (diretor, vice-diretor, coordenador e uma secretária). Porém, adotamos  $2,3\text{m}^2$  por pessoa (dado baseado no espaço para biblioteca), pois, deve-se utilizar como uma sala multiuso como sala de reuniões, ter escaninho para os professores, prever espaço de estar e preparação de aulas. Neste caso 43 pessoas (39 professores + 4 funcionários) vezes  $2,3\text{m}^2$ , que nos dá  $98,90\text{m}^2$ .
- (4) Seguindo os parâmetros visto na tabela 2.13, para este tipo de ambiente, precisaríamos de 4 bacias e dois lavatórios, além de dois chuveiros. Esta escola satisfazer este critério quando juntamos os sanitários dos professores e dos funcionários. Porém, em relação as aberturas para iluminação e ventilação alguns estão com áreas abaixo do recomendado.
- (5) Utilizando os dados da tabela 2.13 teríamos que ter 19 bacias, 25 lavatórios, 12 chuveiros e 25 mictórios. Nesta escola, porém, encontramos 24 bacias, 12 lavatórios, 10 chuveiros e nenhum mictório. De um modo

geral, a pesar da quantidade de bacias da escola ser maior, a quantidade de peças sanitárias num total está aquém do recomendado logo a área para este ambiente segue esta proporção.

- (6) Este espaço não tem como ser analisado, é um espaço cedido pela escola para atendimento a alguns alunos e principalmente a pessoas da comunidade. Se fosse um auditório teria capacidade para atender 30 pessoas.
- (7) Para o recreio coberto é dada uma relação de  $0,50 \text{ m}^2$  a  $0,94 \text{ m}^2$  por alunos. O valor calculado é mínimo para o público de um turno, no caso,  $1.504 \times 0,5 = 752,00 \text{ m}^2$ .
- (8) Não existe nada em relação a este ambiente em nenhuma lei para escolas. Porém, pelo que podemos observar a sala possuía um espaço adequado para os equipamentos e seus usuários.
- (9) O laboratório de informática foi projetado para possuir 17 computadores (16 alunos e 1 professor). Segundo o FUNDESCOLA, deve-se considerar para cada aluno (ver tabela 2.13) uma área de  $2,94 \text{ m}^2$ , logo, teríamos uma área de  $2,94 \times 16 = 47,04 \text{ m}^2$ .
- (10) A sala de vídeo/ xadrez comporta trinta alunos. Segundo o FUNDESCOLA, deve-se calcular  $2,17 \text{ m}^2$  por aluno, logo, este ambiente deveria ter  $2,17 \times 30 = 65,10 \text{ m}^2$ .
- (11) O laboratório de ciências deve ser calculado (ver tabela 2.13) considerando de  $2,58 \text{ m}^2$  a  $4,59 \text{ m}^2$  por aluno. Se considerarmos uma turma de 48 alunos, precisaríamos de no mínimo uma área de  $123,84 \text{ m}^2$ , o que seria suficiente se considerarmos juntas as áreas dos laboratórios.
- (12) Com base nos valores da tabela 2.13, será considerado  $2,17 \text{ m}^2$  por pessoa para o auditório. Este estava ainda em reforma e com problemas de energia, assim, vamos considerar que ele tenha uma capacidade para até 88 pessoas pela sua área.
- (13) Vamos considerar que uma biblioteca deve ter a capacidade de pelo menos receber uma turma inteira, isto é, 48 alunos. Desta forma, vamos considerar uma área mínima de  $2,0 \text{ m}^2$  por aluno, então, termos uma área de  $2,00 \times 48 = 96,00 \text{ m}^2$ .

Em relação aos aspectos funcionais, podemos observar através da tabela 4.3 que aproximadamente 52% dos ambientes desta escola possuem áreas com dimensões aquém do recomendado pela FUNDESCOLA. Porém, muitos destes ambientes que estão com áreas abaixo da mínima, estão muito próximos de atendê-las. Na sala da direção (ver figura 4.64) existe uma sobreposição de usos entre diretor e vice-diretor, além de servir como passagem para sala da coordenação. Esta, por sua vez, apesar de possuir um depósito (ver ambiente nº18 – depósito 4, tabela 4.3), também tem superposição de uso, pois, além de coordenação também serve de lugar de depósito (ver figura 4.65), já que o mesmo não consegue suprir as necessidades da escola.



Figura 4.64 – Sala da diretora/ vice-diretora – Escola 3.



Figura 4.65 - Sala da coordenação - Escola 3.

As circulações no interior da edificação escolar possuem largura de 1,50m e estão de acordo com a NBR 9050/2004. Porém, há um estreitamento da circulação, ficando com 1,30m de largura em função da do lançamento da estrutura do pilar nos corredores (ver figura 4.66). Lembrando que a largura mínima, segundo a NBR 9050/ 2004, é de 1,20m para circular um pedestre e uma pessoa em cadeira de rodas.



Figura 4.66 – Corredores – Escola 3.

Das sete rampas encontradas nesta edificação, três delas estão com a inclinação superior do que o recomendado pela NBR 9050/2004 (ver figura 4.67 – A e B), que prevê uma inclinação máxima de 10%. Porém, permite em reformas, quando esgotadas todas as possibilidades de soluções, usar uma inclinação de até 12,5%. Mesmo assim, as três rampas mencionadas possuem inclinação de 13%, 21,5% e 23%. É importante ressaltar que todas as rampas não possuem corrimão de apoio como sugerido pela norma.



(A) Inclinação 21,5%



(B) Inclinação 23%

Figura 4.67 - Rampa com inclinação acima na norma - Escola 3.

Começando pela rua de acesso, encontramos um obstáculo, pois a calçada não possui nenhum rebaixamento para acesso à cadeira de rodas. Chegando ao acesso principal da escola, encontramos direto uma rampa com inclinação de 5,4% e uma largura de 2,60m (ver figura 4.68 e 4.69). Dessa forma, os alunos com necessidades especiais, que estudam ou que venham a estudar nessa escola, podem entrar pela entrada principal de pedestre. Na rua muito próxima e perpendicular a rua da escola, está localizada uma parada de ônibus que é muito bem servida

de linhas de ônibus. A parada de ônibus, localizada na calçada da escola, facilita o acesso à edificação escolar.

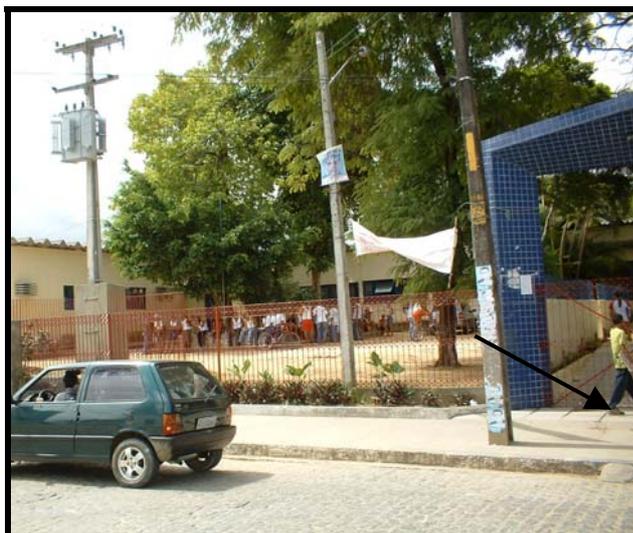


Figura 4.68 – Acesso principal, início da rampa – Escola 3.



Figura 4.69 – Chegada a entrada principal da escola 3.

A sala dos professores (ver figura 4.70) possui dimensões muito aquém das desejáveis. Segundo a tabela de áreas, não há problemas em relação à abertura para ventilação. Porém, o ventilador na sala é um indicativo que o conforto térmico não está muito bom, até mesmo porque ela recebe calor do poente na parte da tarde e a sua ventilação não é cruzada.

A área reservada para lazer é direcionada basicamente para o pátio, entre as salas de aula, corredores e o recreio coberto, onde ficam os bebedores junto ao BWC de funcionários (ver figura 4.71). Nenhum dos bebedouros estão adaptados a atender as pessoas com necessidades especiais, apesar de um deles atender a altura (ver seta na figura 4.71)

recomendada, a profundidade está somente com 30cm e o correto seria de no mínimo de 50cm (ver figura 2.47).



Figura 4.70 - Sala dos professores - Escola 3.

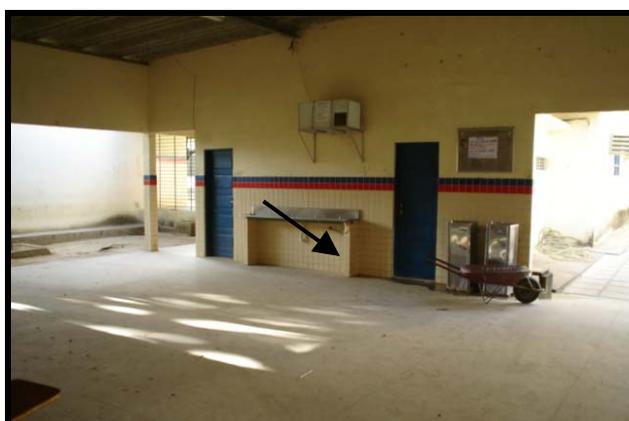


Figura 4.71 - Bebedouros junto ao BWC dos funcionários - Recreio coberto da escola 3.

No recreio coberto e no pátio interno não há bancos para que as pessoas possam se sentar. Dessa forma, utilizam-se da própria circulação para se sentar (ver figura 4.72), porém esta, em alguns trechos, não possui uma altura adequada para um banco. Devido a esta altura (65,00 cm) deveria ser utilizado até um guarda corpo para prevenir pequenos acidentes nesta escola.

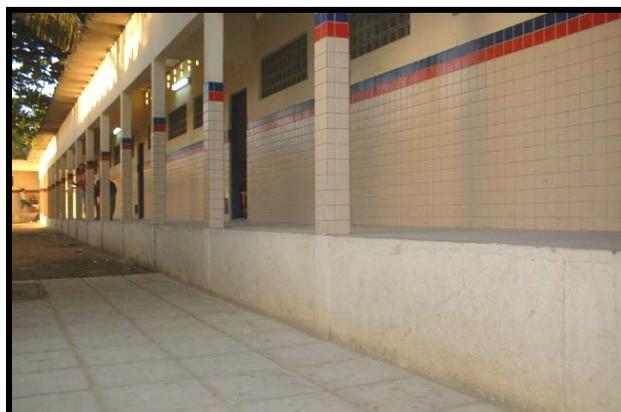


Figura 4.72 – Altura da circulação – Escola 3.

Em relação ao sistema construtivo empregado, este é que são formados por pilares e vigas em concreto armado. A cobertura é toda estruturada nas próprias vigas, em poucas áreas há laje (somente no conjunto administrativo), e na sua maioria não existe forro e é toda recoberta por telhas tipo de fibro cimento calhetão, o que favorece um pouco no desconforto térmico para o ambiente, pois, este tipo de cobertura esquenta muito rápido passando este calor para o ambiente. Infelizmente, nenhuma sala possui forro e a altura em que se encontra a cobertura é baixo.

As paredes são rebocadas e pintadas com tinta da cor marfim. Nas paredes que dão para circulação e salas de aula foram colocados cerâmicas até a altura de 1,55m e nas salas de aula cerâmica na mesma cor, tendo arremate nas cores vermelho e azul França (ver figura 4.73). A altura do interruptor está uma altura de aproximadamente 1,25m, assim, podemos perceber logo que o interruptor está acima do recomendado pela NBR 9050/ 2004, que é de 1,00m (ver figura 4.73). Essa cerâmica evita o desgaste mais rápido da parede e serve também para alongar o ambiente. O piso é formado por granilite e placas de cimento queimado. Nos sanitários são usadas cerâmicas.



Figura 4.73 – Altura do interruptor (1,25m) - Escola 3.

Em relação à segurança, temos os atos ilícitos de dano e pichação como os mais comuns nesta escola, isto faz com que haja um prejuízo em relação aos aspectos físicos da edificação, acarretando na redução do tempo de conservação dos ambientes (ver figura 4.73 a 4.75). O portão de acesso ao estacionamento não tem nenhum controle de acesso. As instalações adaptadas para as instalações elétricas podem trazer risco de incêndio a edificação e principalmente para seus usuários (ver figura 4.76). Para o caso de incêndio, não foi encontrado nenhum tipo de extintor na escola.



Figura 4.74 - Ato de pichação - Escola 3.



Figura 4.75 - Ato de pichação e dano no BWC - escola 3.



Figura 4.76 – Instalações elétricas adaptadas na secretaria – Escola 3.

Em relação ao conforto térmico, podemos observar que a implantação da edificação foi feliz ao colocar na posição do poente as dimensões de menor largura, porém não foi possível fazer isto em todas as salas. Porém, as salas 1, 2, 3, 4, 5, 20, 21, 22, 23 todas elas pegam o sola na fachada de maior comprimento pela manhã e a tarde pela um pouco de sol do poente, mesmo assim é protegida no poente pela circulação. Os ambientes que forem mais em relação à insolação da tarde devido a sua fachada de maior comprimento estar voltada para poente são as salas de aula 14, 29, 30, 31, e 35, além da biblioteca e a quadra. As próprias esquadrias tentam funcionar como brises para desviar a penetração dos raios solares, reduzindo assim um ganho de calor e promover um menor ofuscamento nas bancas escolares, porém isto não é conseguido com sucesso (ver figura 4.77).



Figura 4.77 – As “esquadrias” (brises) da sala 30 – Escola 3.

Em todas as salas de aula há a presença de ventiladores (ver figura 4.78 -A), e na grande maioria das salas são dois, isto é, quando um ventilador não esta quebrado ou não existe mais (ver figura 4.78 -B). Nas salas das extremidades há quatro ventiladores de teto (ver figura 4.78 -C ). Talvez, isto seja um indicativo que a ventilação natural não esta sendo o suficiente para um bom conforto térmico.



(A)



(B)



(C)

Figura 4.78 – Ventiladores nas salas de aula – Escola 3.

Nesta escola, aproximadamente 9,6% dos ambientes não estão de acordo com os dimensionamentos mínimos para uma boa ventilação, o que não significa dizer que a maioria dos ambientes são bem confortáveis, pois dependem também de outros fatores, como ventilação, implantação do ambiente no terreno, etc.

Em relação à acústica, nas salas de aula os aparelhos de ventiladores causam ruídos que podem atrapalhar os usuários da sala, talvez por falta de uma manutenção (ver figura 4.79). Porém, percebe-se há um aumento do ruído externo a sala de aula, devido ao tráfego intenso de veículos, e ainda com lombada, que passa numa avenida paralela a escola.

Com exceção de uma sala o restante das salas está de acordo com as normas do FUNDESCOLA (Cortez, 2002) em relação às dimensões de alcance da voz humana, no caso, um raio de 7m com o professor no centro deste raio, para uma boa acústica (Anexo 3).



Figura 4.79 - Falta de manutenção dos ventiladores - Escola 3.

Com base na tabela 4.3, podemos verificar que 39,7% dos ambientes desta escola estão com dimensionamento das aberturas aquém das mínimas condições exigidas para uma boa iluminação natural. Como esta escola também funciona à noite, é importante verificarmos o rendimento da iluminação feita pelas lâmpadas fluorescentes através do método dos lumens.

De todos os ambientes, analisamos a sala de aula por acolher o maior número de usuários, no caso, os alunos. Devido à repetição do padrão nas salas de aula, optamos por aplicar o método em duas das salas de aula (ver cálculos no Apêndice 8). Aplicando o método dos lumes na sala 1 (representando a parte mais antiga do colégio) e a sala 14 (representando a parte mais nova da escola), obtiveram-se os seguintes resultados:

- Sala 1: Há uma necessidade de 6 luminárias com duas lâmpadas de 40w cada, para satisfazer a necessidade do ambiente. Nesta sala há 6 luminárias com duas lâmpadas de 40w cada. Isso significa que a quantidade de luminárias foi dimensionada corretamente. No entanto, das 12 lâmpadas que deveriam funcionar só funcionam 9

lâmpadas, isto é, a sala está com 75% da sua necessidade real de iluminação. Basta colocar as lâmpadas restantes para corrigir o problema. Além disso, há uma boa distribuição das luminárias pelo ambiente. Porém, o posicionamento das lâmpadas não está correto (ver figura 4.80) por se encontrar paralelo ao quadro. O correto seria se estivesse na lateral dos alunos (perpendicular ao quadro).



Figura 4.80 - Luminária da sala de aula 1 - Escola 3.

- Sala 14: Há uma necessidade de 9 luminárias com duas lâmpadas de 40w cada, para satisfazer a necessidade do ambiente. Nesta sala há 9 luminárias com duas lâmpadas de 40w cada. Isso significa que a quantidade de luminárias foi dimensionada corretamente. No entanto, das 18 lâmpadas que deveriam funcionar só funcionam 13 lâmpadas, isto é, a sala está com 72,2% da sua necessidade real de iluminação. Basta colocar as lâmpadas restantes para corrigir o problema. Além disso, há uma boa distribuição das luminárias pelo ambiente. Porém, o posicionamento das lâmpadas não está correto (ver figura 4.81) por se encontrar paralelo ao quadro. O correto seria se estivesse na lateral dos alunos (perpendicular ao quadro).



Figura 4.81 - Luminárias da sala de aula 14 - Escola 3.

Um ponto negativo dentro desta escola é a falta de comunicação visual (sinalização), que poderia existir para facilitar a orientação dos usuários na edificação.

O mobiliário está muito bem distribuído no ambiente, e alguns alunos entrevistados apresentam satisfação neste tipo de banca escolar (ver figura 4.80). Porém, em alguns ambientes há uma improvisação do mobiliário para atender a demanda, como por exemplo, o mobiliário da sala de informática (ver figura 4.82).



Figura 4.82 - Sala de informática - Escola 3.

#### 4.2.3.2 Resultados do questionário

Nesta escola, 144 usuários (4.511 alunos + 120 funcionários) responderam os questionários o que valida ( $e= 9,2\%$ ) o questionário aplicado segundo a fórmula 3.2 vista no capítulo 3, isto é, se o erro permitido estiver entre 3% e 10%. No nosso caso:

$$\boxed{e = \sqrt{\frac{1}{n}}} \quad \therefore e = \sqrt{\frac{1}{144}} = 8,33\%$$

Onde:

$n$ = tamanho da amostra; (144 questionários)

$e$ = erro permitido

Os questionários foram aplicados e suas respostas serão abordadas através de gráficos já mostrados e descritos no capítulo 3 desta dissertação.

Em relação aos usuários tivemos o seguinte gráfico em relação ao IQPEC (ver figura 4.83).

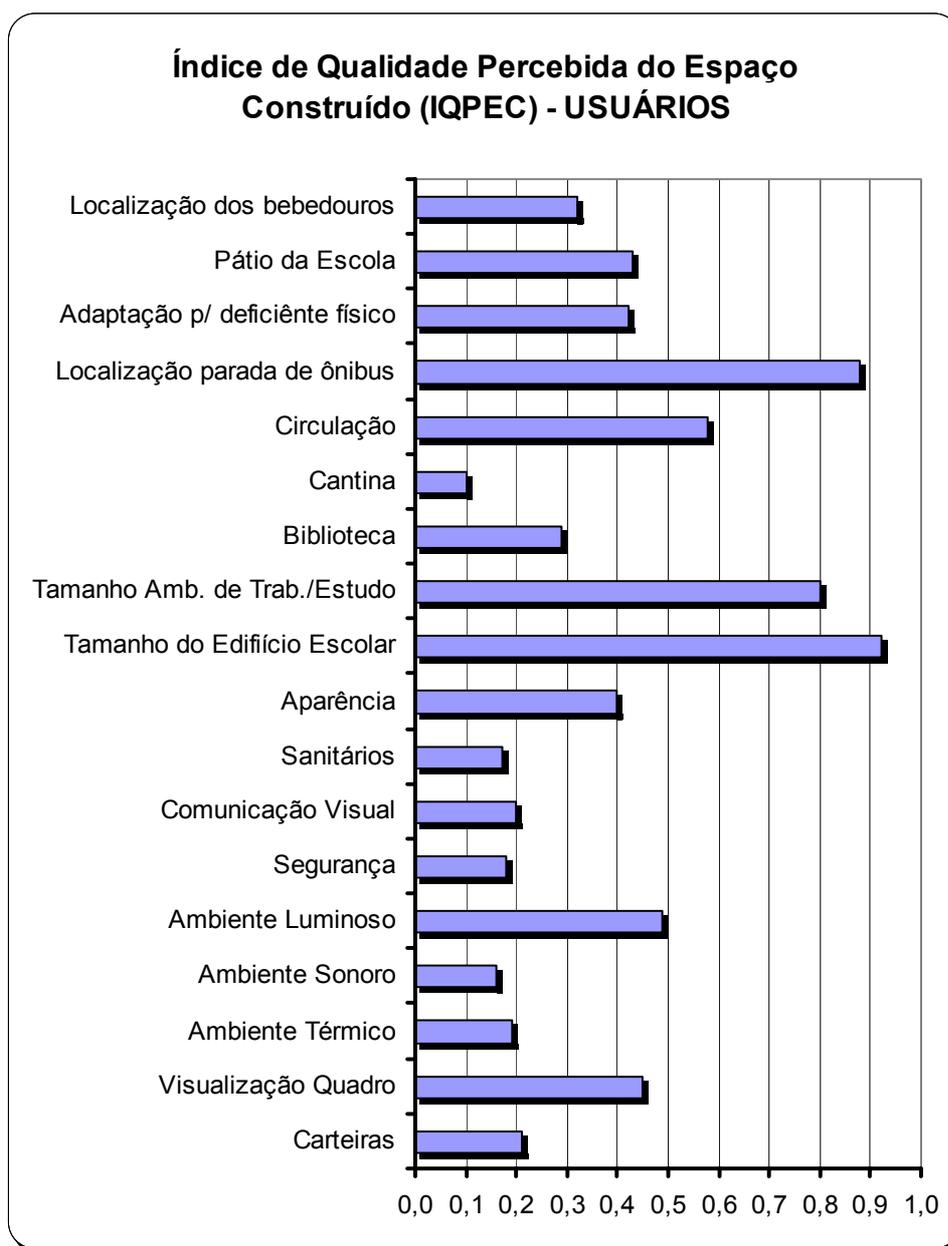


Figura 4.83 - Escola 3, IQPEC em relação aos usuários.

Os itens que nos chama mais atenção, pela insatisfação, neste gráfico são os relacionados com a cantina, ambiente sonoro, sanitários e praticamente empatados a segurança e o ambiente térmico. Já os índices de maior satisfação são o tamanho de edifício escolar, localização da parada do ônibus, o tamanho do ambiente de trabalho (predominante sala de aula) e espaços de circulação. Estes fatores serão interessantes para fazer uma análise mais profunda e técnica posteriormente. Quais os quatro itens do questionário deveriam ter providência já? Quem responde isto é o GIP (ver figura 4.84).

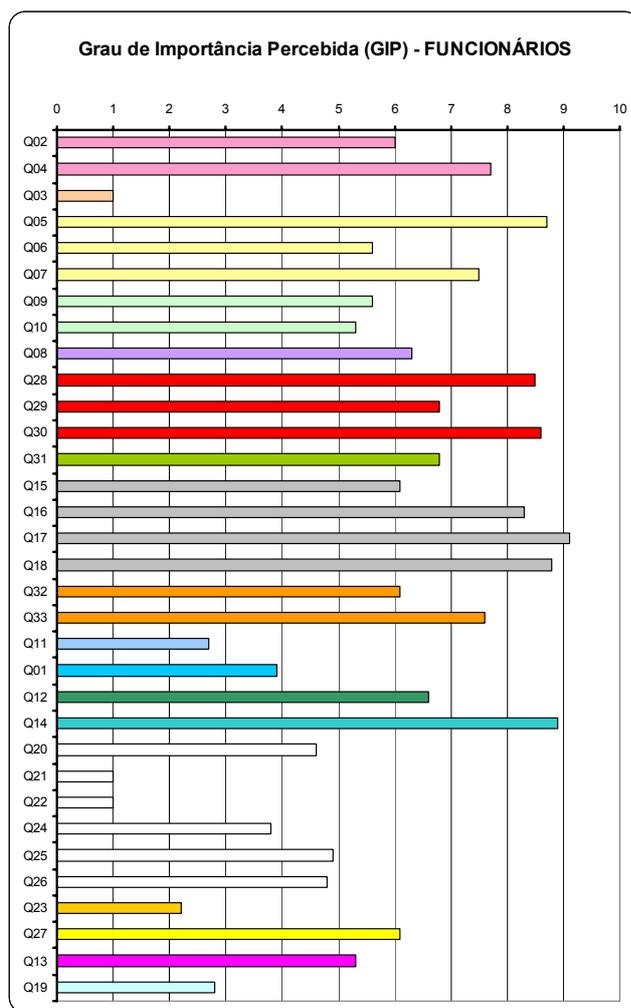


Figura 4.84 - Escola 2, GIP – Usuários.

Neste fica bem claro quais as quatro ações devem ser tomadas primeiro, na ordem, a limpeza dos sanitários, a cantina, a ventilação dos sanitários e a temperatura no verão (conforto térmico).

Em relação aos locais que são mais freqüentados (ver figura 4.85) na hora de lazer dos alunos temos os corredores, o pátio interno, sala de computação e cantina. Estes locais devem receber mais atenção na hora de fazer uma intervenção/ projeto.

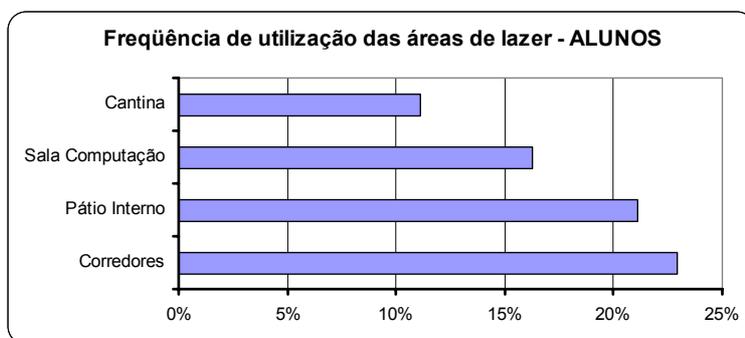


Figura 4.85 - Escola 3, freqüência de utilização nas horas de lazer (alunos)

## 4.2.3.3 Discussões

De modo geral, no transcorrer dos resultados do levantamento técnico e nos resultados do questionário houve alguns comentários importantes. Porém, aqui faremos o cruzamento de informações obtidas nos questionários respondidos pelos usuários para ratificar ou retificar, com respaldo do levantamento técnico, os aspectos relevantes numa ergonomia do ambiente construído.

No IQPEC considerados positivos, como o tamanho da escola, a localização da parada de ônibus, o tamanho do local de trabalho/sala e a circulação. Não foi surpresa nenhum destes itens, pois esta escola possui uma parada na mesma calçada, a edificação escolar em termos de área construída é a maior de Pernambuco e as circulações, em relação a dimensionamento, estão conforme a NBR9050/2004, mesmo não tendo corrimãos para apoio como é obrigado pela norma. Mesmo o tamanho das salas de aula sendo considerado bom pelos usuários, vale ressaltar que os mesmos apresentam 74,4% de seus ambientes com áreas abaixo (ver tabela 4.3) do recomendado pelo Fundescola. Isto se deve, pelo fato das áreas que ficaram abaixo do mínimo, tiveram valores bem próximos do recomendado (ver tabela 4.3).

Há alguns ambientes que possuem uma sobreposição de usos. Um exemplo simples é a sala de xadrez que serve também como sala de vídeo para a escola (ver figura 4.86).



Figura 4.86 – Sala de xadrez/ vídeo – Escola 3.

Em relação às circulações, podemos destacar que além dos usuários estarem satisfeitos com elas, há algumas que possuem rampas com inclinação acima do recomendado, isto é, 42,8% das rampas existentes nesta escola estão com inclinação superior exigido pela NBR 9050/2004.

Os itens que tiveram os índices mais baixos da qualidade percebida do espaço construído foram: a cantina, o ambiente sonoro e a limpeza dos sanitários. A preocupação

com a cantina é porque há dois anos atrás existia a cantina e depois fechou, assim, os alunos ficam querendo que reabra. Este item é o segundo item priorizado para intervenção, segundo o resultado do GIP.

O ambiente sonoro se destaca pelo fato de possuir ruído interno, devido ao barulho provocado pela má manutenção dos ventiladores, e em relação ao ruído externo, devido ao barulho provocado por veículos na avenida principal, além, de vários relatos de alunos falando que as aulas em outras salas atrapalhavam as da sala deles.

Devido à má manutenção dos sanitários (ver figura 4.87), já se esperava o item sobre limpeza dos sanitários. O que é reforçado pelo GIP que indica este item como prioridade um para uma intervenção, mesmo este item ter sido o terceiro no IQPEC. A ventilação dos sanitários também foi um item importante dentro da intervenção constatado do GIP, apesar de suas aberturas para ventilação estarem com valores mínimos de dimensionadas (ver figura 4.88) recomendados. Isto talvez se deva pela falta de uma ventilação cruzada nestes sanitários.



Figura 4.87 – Mau conservação dos sanitários – Escola 3.



Figura 4.88 – Abertura para ventilação dos sanitários – Alunos.

Esta edificação apesar de possuir árvores, que poderiam contribuir para um bom isolamento do ruído externo e interno nesta edificação escolar. Esta além de possuir muitas árvores em sua entrada (ver figura 4.89), às vezes não há nenhuma no seu pátio interno e nem entre a sala de aula e a rua (ver figura 4.90 – A e B)



Figura 4.89 - Entrada principal - Escola 3.



(A)



(B)

Figura 4.90 – Arborização - (A)Pátio interno e (B)Entre a sala e o muro.

Um fato interessante, é que nesta escola todos os alunos e funcionários, em entrevista e até mesmo pelo GIP, criticavam muito em relação ao calor provocado após a colocação dos calhetões a 2 anos devido à sensação de estufa dentro de vários ambientes. No caso, em todas as salas de aula isto é agravado pela falta forro. Por mais que se tente fazer ventilação cruzada neste ambiente as telhas estão numa altura baixa e não há abertura por cima para facilitar a saída do ar quente.

Dessa forma, procuramos aqui mostrar os principais pontos de concordância e discordância entre o levantamento técnico e as opiniões dos usuários, buscando com isso contribuir para uma melhor compreensão dos fatores positivos e negativos que podem influenciar num projeto de edificações escolares.

### 4.3 Considerações

Os estudos de caso feitos nestas três escolas possibilitaram uma coleta de dados relevantes para o desenvolvimento das edificações escolar, buscando assim aprimorar o conhecimento deste tipo de edificação e servindo base para projetos novos ou intervenções nos existentes. Tudo isto baseado na bibliografia levantada.

Como podemos observar durante a evolução deste trabalho, que vários dos parâmetros em relação às áreas mínimas dos ambientes, áreas de aberturas de ventilação e iluminação, muitas vezes, não estavam sendo atendidos provocando assim desconforto nos usuários.

Através dos parâmetros sugeridos pelo FUNDESCOLA, verificamos que dos 129 ambientes estudados, aproximadamente 56% deles apresentavam áreas aquém do mínimo recomendado, 14% com aberturas de ventilação como 41% com aberturas de iluminação estavam com áreas abaixo do mínimo recomendado. Analisando somente as salas de aula temos que, das 62 salas de aula estudados, aproximadamente 74% delas apresentavam áreas aquém do mínimo recomendado, 11% com aberturas de ventilação como 37% com aberturas de iluminação estavam com áreas abaixo do mínimo recomendado.

Alguns dos espaços estudados apresentavam mais de um uso no mesmo ambiente, muitas vezes provocado por falta de um bom estudo prévio na hora do projeto, como na maioria pela falta de um bom dimensionamento do ambiente.

As três escolas possuem sala para atendimento a pessoas com necessidades especiais, porém, nenhuma delas estão devidamente adaptadas para recebê-los, pois, em todas as escolas visitadas foram encontradas barreiras que impossibilitavam seu acesso, segundo a NBR 9050/2004. Seja por não ter nenhuma adaptação para isso (exemplo a escola 1), ou por estar adaptada de maneira insatisfatória, como foi estudado nas escolas 2 e 3.

Dentro do conjunto funcional as escolas no geral estavam apresentavam problemas em relação à posição dos ambientes e muitas vezes em relação as distâncias requeridas entre os ambientes.

A iluminação artificial de uma maneira geral apresentou basicamente três problemas básicos, um mau dimensionamento da quantidade de luminárias no ambiente, uma má manutenção das lâmpadas existentes e um mau posicionamento das lâmpadas em salas de aula.

Os espaços que na hora do lazer são os mais freqüentados pelos alunos são os, pátios coberto (recreio coberto), os corredores e a sala de computação. Logo, estes espaços poderiam

ser bem mais projetados, com no mínimo bancos e áreas agradáveis, coisa que não foi visto em nenhuma das escolas estudadas.

Assim, analisaram-se os ambientes com o objetivo de melhorar as condições específicas do trabalho do ser humano visando atender no mínimo às necessidades humanas de: uso, conforto e segurança, já que os usuários que o freqüentam passam boa parte de sua vida neste tipo de edificação. Desta forma, “para intervenções em ambiente, a ergonomia procura analisar a adequação de um ou mais usuários ao espaço em que se encontra”. (Almeida & Calheiros, 2002).

## **5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS**

A realização do exposto na pesquisa moldou-se em uma avaliação sobre problemática dos projetos de espaços escolares construídos e da adequação destes a realização das atividades a que se destinam, tanto do ponto de vista técnico, através das normas e recomendações existentes, quanto do ponto de vista do usuário, através dos questionários, partindo da hipótese de que no projeto pode estar a origem da maioria das patologias nos edifícios escolares.

Verifica-se nesta pesquisa que a metodologia adotada para verificar os pontos positivos e negativos dentro das edificações escolares em relação ao ambiente construído se mostrou eficaz, a partir do momento que os dados levantados junto aos usuários foram comparados com o levantamento técnico realizado. Esta comparação gerou uma série de informações que podem servir para futuros projetos/ intervenções em edificações escolares.

Observa-se que foi almejado um percurso que reduza os problemas encontrados nas edificações escolares, por isso a importância de avaliar o seu desempenho.

Os principais resultados encontrados em relação às edificações escolares estudadas foram:

- 56% dos ambientes das escolas apresentavam áreas aquém do mínimo recomendado.
- 14% das aberturas para ventilação abaixo do mínimo recomendado.
- 41% das aberturas para iluminação estavam com áreas abaixo do mínimo recomendado.
- Especificamente em relação às salas de aula temos que 74% delas apresentavam áreas aquém do mínimo recomendado, 11% com aberturas de ventilação como 37% com aberturas de iluminação estavam com áreas abaixo do mínimo recomendado.
- Os locais mais freqüentados pelos alunos no horário de lazer são os corredores, pátio interno (recreio coberto) e a sala de computação.
- Em relação ao IQPC os itens de maior satisfação que podemos destacar em relação do ponto de vista dos usuários é a boa localização da parada de ônibus e o ambiente luminoso.

- Em relação ao IQPC os itens de maior insatisfação que podemos destacar em relação do ponto de vista dos usuários é em relação à manutenção dos sanitários, o ambiente sonoro e a colocação de uma cantina.
- Em relação às providências que devem ser tomadas urgentes para melhoramento das escolas de acordo com o GIP, no geral, podemos destacar a segurança e a limpeza dos sanitários.
- Nenhuma das escolas pesquisadas possuíam bancos no pátio interno (recreio coberto).
- No geral o ato ilícito de pichação estava presente em todas as escolas.
- Todas elas possuíam ventiladores em suas salas de aula para tentar amenizar a sensação de calor dentro do ambiente.
- Em todas as escolas, em escalas diferentes, foram encontrados ambientes que possuíam mais de um uso.
- Os acessos que foram adaptados para receber as pessoas com necessidades especiais, 40% das rampas estavam com inclinação superior do recomendado pela NBR9050/2004.
- Alguns ambientes apresentavam instalações elétricas improvisadas gerando perigo para seus usuários.
- Em duas das três escolas estudadas não havia extintores de incêndio para casos de emergência.
- A implantação dos blocos da sala de aula estava com a fachada de maior área voltada para o poente, aumentando assim a insidência de radiação solar para dentro do ambiente.
- Pouco uso de barreiras naturais para favorecer uma menor radiação solar no ambiente e uma menor propagação de ruídos.
- Em 98% das salas de aula foi respeitada a distância para favorecimento de uma boa acústica na sala de aula. Porém, em muitas das salas os ventiladores devido à falta de manutenção geravam ruídos, assim, com o tráfego em uma das escolas.
- Em poucos ambientes foram encontrados sinalização (comunicação visual) para servir de informação aos seus usuários.

Este estudo se insere na área da ergonomia com interface homem-ambiente ou Ergonomia do ambiente construído (Hendrick, 1991 apud Moraes & Mont'Alvão, 2000),

buscando-se melhorar as condições específicas do trabalho do ser humano visando atender no mínimo às necessidades humanas de: uso, conforto e segurança.

Um projeto mal elaborado pode trazer vários problemas ergonômicos para o ambiente, se não forem levados em consideração fatores ergonômicos, com isso podendo causar sérios problemas aos usuários do espaço.

As edificações escolares após este trabalho podem ser avaliadas através de seus usuários através do índice de qualidade construída do espaço construído (IQPEC) e as prioridades de ação do que deve ser priorizado para minimizar a insatisfação do usuário em relação a edificação escolar, no caso, através do GIP (Grau de Importância Percebida), sem esquecer da importância do levantamento técnico para validar ou discordar do ponto de vista do usuário.

A metodologia adotada aplicada para estes estudos de caso foi apropriada, tendo em vista que ela auxiliou não só na identificação dos problemas apresentados nos ambientes, como criou uma ordem qual deles deve sofrer primeiro uma interferência. Lembrado que, Segundo Ornstein (1992), cerca de 20% dos problemas são responsáveis por 80% dos custos dos erros e omissões, ou, mais ainda, que somente 10% a 15% dos mesmos precisam ser solucionados para reduzir de forma bem representativa os custos de qualidade do ambiente construído, ou seja, em torno de 50%. Além disso, é bom deixar claro que o levantamento técnico neste caso só servira de apoio ao ponto de vista dos usuários, portanto, para algumas aplicações em que o levantamento técnico tenha um peso maior deve-se utilizar de aparelhagens adequadas para um estudo mais aprofundado e sistemático.

Neste sentido, a análise das escolas selecionadas, baseado no número de questionários aplicados e em relação à importância deste assunto para todos que trabalham com projetos de edificações escolares, tem um valor importante, pois se baseia numa amostra representativa dentre de cada edificação escolar como vimos no capítulo 5 desta dissertação. Também consciente das restrições desta pesquisa e como forma de complementação, sugerimos algumas recomendações para futuros trabalhos:

- Restringir a pesquisa para contemplar o maior número de usuários, no caso o aluno.
- Estudar especificamente as salas de aula, segundo todos os parâmetros aqui comentado no referencial teórico.
- Realizar uma análise da tarefa realizada neste tipo de espaço, do ponto de vista do aluno e professor.
- Verificar se a linha pedagógica utilizada pela escola interfere no estudo dos ambientes.

- Fazer um aprofundamento no aspecto organizacionais e cognitivos como fatores que influenciam na composição dos ambientes.
- Aplicar este estudo em outras edificações com funcionalidades diferentes para observar sua aplicação e resultados diante de outros ambientes.

A escola é um dos equipamentos públicos mais abertos e interativos com o cotidiano da cidade, por isso, deve ser tratada não só como um estabelecimento público ou privado onde se ministra, sistematicamente, ensino coletivo, mas como sendo um local em que crianças e adolescentes sejam permanentemente estimulados para o aprendizado. O que falta, muitas vezes, são condições e ambientes adequados.

Tendo-se em vista o pouco material referente ao tema no Brasil, diante do que foi pesquisado, torna-se este trabalho relevante no estudo das edificações escolares.

Espera-se que o trabalho resulte em contribuição aos profissionais da área, para que os mesmos identifiquem habilmente os itens mais importantes nas futuras intervenções dos ambientes escolares, impulsionando o usuário, transformador social, a buscar uma melhor qualidade de vida, alcançando-se nos parâmetros dos conhecimentos ergonômicos e a futuros projetos.

## BIBLIOGRAFIA

\_\_\_\_\_. Lei nº 10.172, de 9 de janeiro de 2000. Plano Nacional de Educação. 2000. URL. Disponível em: < <http://www.mec.br.gov.br/acs/ftp/pne.doc> >. Acesso em: 27 de jun. 2004.

\_\_\_\_\_. Lei nº 16.176, de 9 de abril de 1996. Uso e ocupação do solo na cidade do Recife. Recife: Prefeitura da Cidade, Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente, atualizada em 30 de jan. 1997.

\_\_\_\_\_. Lei nº 16.292, de 29 de janeiro de 1997. Edificações e instalações na cidade do Recife. Prefeitura da Cidade, Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente 1997.

\_\_\_\_\_. Lei nº 16.289, de 29 de janeiro de 1997. Uso e ocupação do solo na Cidade do Recife. URL. Disponível em: < <http://www.recife.gov.br> >. Acesso em: 27 de jul. 2004.

\_\_\_\_\_. Lei nº 16.719, de 1 de dezembro de 2001. Uso e ocupação do solo na Cidade do Recife. URL. Disponível em: < <http://www.recife.gov.br> >. Acesso em: 28 de jun. 2004.

\_\_\_\_\_. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. Estatuto da Criança e do Adolescente. 1990. URL. Disponível em: < <http://www.mec.gov.br> >. Acesso em: 25 de jun. 2004.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Diretrizes e bases da educação nacional. 1996. URL. Disponível em: < <http://www.mec.gov.br/home/legislacao/default.shtm> >. Acesso em: 25 de jun. 2004.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.252, de 08 de julho de 2002. Plano Estadual de Educação. URL. Disponível em: < <http://www.educacao.pe.gov.br/arquivos/pee.doc> >. Acesso em: 17 de fev. 2004.

CÓDIGO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO. Recife, Governo do Estado de Pernambuco, 1996.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR-5413. Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, ABNT, 1991.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR-10151. Método de medição e critérios de aceitação para avaliar as condições acústicas em comunidades. Rio de Janeiro, ABNT, 1987.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR-10152. Níveis de ruídos para conforto acústico. Rio de Janeiro, ABNT, 1987.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR-9050. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, ABNT, 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR-9077. Saídas de emergência em edificações. Rio de Janeiro, ABNT, 1993.

- ALMEIDA, M. M. P. de; & CALHEIROS, R. P. *Adaptação de edificações residenciais a escolares: enfoque ergonômico*. Recife, monografia (Departamento de Design) Universidade Federal de Pernambuco, 2002.
- ANDRADE, M. M. & LAKATOS, E. M. *Técnicas de Pesquisa*. 3.ed. São Paulo, Atlas, 1996.
- BARROS, C. M. de. *Casa segura: uma arquitetura para maturidade*. In: Seminários Regionais: espaços especiais, como projetá-los. Recife: ABD, 1999.
- BUSSAB, S. & OLIVEIRA, N. C. *Arquitetura Escolar e Políticas Educacional: Os Programas na Atual Administração do Estado*. São Paulo, FDE, 1998.
- CÓDIGO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO PARA O ESTADO DE PERNAMBUCO. Recife, Governo do Estado de Pernambuco, 1996.
- COMISSÃO DE SEGURANÇA NA ESCOLA do Ministério Público do Distrito Federal. Cartilha de segurança escolar (2002). Disponível em: <<http://www.mpdf.gov.br/comissoes/segescolar/cartilha.pdf>>. Acesso em: 20 de ago. de 2004.
- Construção do Começo ao fim. *Pintura*, São Paulo, n.3, 137-145, 2003.
- CORDE. Município e acessibilidade. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Administração Municipal e CORDE – Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, 1998.
- CORDE. Município e acessibilidade. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Administração Municipal e CORDE – Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, 1998.
- CORTEZ, R.V. *Subsídios para Elaboração de Projetos e Adequação de Edificações Escolares*. Brasília, Fundescola, 2002. 1v(caderno 4).
- CORTEZ, R.V. *Subsídios para Elaboração de Projetos e Adequação de Edificações Escolares*. Brasília, Fundescola, 2002. 2v(caderno 4).
- COSTA, E. C. da. *Acústica Técnica*. São Paulo, Edgard Blücher, 2003.
- COSTA, E. C. da. *Arquitetura Ecológica: Condicionamento térmico natural*. São Paulo, Edgard Blücher, 2000.
- DEL RIO, V. *Introdução ao Desenho Urbano no Processo de Planejamento*. São Paulo, Pini, 1990.
- DIRETRIZES nacionais para educação especial na educação básica. 2001. Parecer CNE/CEB n. 17/2001. URL. Disponível em: < <http://www.mec.gov.br/home/legislacao/default.shtm> >. Acesso em: 27 jun. 2004.
- EDUDATABRASIL - Sistemas de Estatística Educacionais. 2003. Disponível em: <<http://www.edudatabrasil.inep.gov.br/>>. Acesso em: 25 de jun. 2003.

- FARIA, A. L. G. de. *O espaço físico como um dos elementos fundamentais para uma pedagogia de educação infantil*. In: Faria, A. L. G. de, PALHARES, M. S. (Orgs.). Educação infantil pós-LDB: rumos e desafios. 2.ed. Campinas: Autores Associados – FE/ UNICAMP; São Carlos, Editora da UFSCar; Florianópolis, 2000. Cap. IV.
- FOGLIA, VIRGILIO G. *Fisiologia Humana: Visão*. São Paulo, Guanabara koogan, 1987.
- FROTA, A. B. & SCHIFFER, S. R. *Manual de Conforto Térmico*. 4.ed. São Paulo, Studio Nobel, 2000.
- FROTA, A. B. & SCHIFFER, S. R. *Manual de Conforto Térmico: Arquitetura, Urbanismo*. 4ª.ed. São Paulo, Nobel, 2000.
- GARCIA JÚNIOR, E. *Luminotécnica*. 2.ed. São Paulo, Érica, 2000.
- GIL, A. C. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 5.ed. São Paulo, Atlas, 1999.
- GIL, A. C. *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 5.ed. São Paulo, Atlas, 1999.
- GONÇALVES, C. F. F. & FIDELIS, J. A. *Ergonomia e Qualidade da Escola Pública*. Londrina-PR, UEL, 1998.
- GONÇALVES NETO, J. Ruído é inimigo do ensino nas escolas da cidade - 2001. Disponível em: <<http://planeta.terra.com.br/educacao/physike/midia/ruidoinimigoescolas.htm>>. Acesso em: 26 de dez. de 2004.
- HERTZ, J. B. *Ecotécnicas em Arquitetura: Como projetar nos trópicos úmidos do Brasil*. São Paulo, Pioneira, 1998.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico - 2000: Características Gerais da População, resultados da amostra (2000)*. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default\\_populacao.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default_populacao.shtm)>. Acesso em: 26 de dez. de 2004.
- IIDA, I. *Ergonomia: Projeto e produção*. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 2001.
- INEP– Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. 2003. Sinopse estatística da educação básica: censo escolar 2003. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/basica/censo/cadastroescolas/>> e <<http://www.inep.gov.br/basica/censo/Escolar/Sinopse/sinopse.asp>>. Acesso em: 25 jun. 2003.
- INMET- Instituto Nacional de Meteorologia. 2004. URL. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/climatologia>>. Acesso em 28 de ago. 2004.
- KAWAUGHI, P. *A Linguagem dos Ambientes Escolares: uma leitura sistêmica, uma visão prospectiva*. São Paulo, Impresso Brasil, 1999.
- KRAUSE, C. B.; SANTOS, A. J. de.; NIEMEYER, M. L.; GOMES, A. M. R. C.; TEXEIRA, K. C.; GOMES, J. C. P. *Bioclimatismo no projeto de arquitetura: dicas de projeto*. Disponível em: <<http://www.fau.ufrj.br>>. Acesso em: 19 de dez. de 2004.

- LYNCH, K. A imagem da cidade. São Paulo, Martins Fontes, 1997.
- MANUAL de aplicação da Norma Regulamentadora nº17. 2.ed. Brasília, TEM, SIT, 2002.
- MY SPACE. Iluminação: grandezas e alguns conceitos – 02.10.2002. Disponível em: <[http://myspace.eng.br/eng/illum/illum1.asp#ind\\_reflex](http://myspace.eng.br/eng/illum/illum1.asp#ind_reflex)>. Acesso em: 15 de nov. 2004.
- LOPES, A. C. *Manual para elaboração de projetos de edifícios escolares na cidade do Rio de Janeiro: pré-escolar, 1º grau*. Equipe técnica: arq. Alberto Costa Lopes/ coordenador, arq. Rogério Vieira Cortez e arq. Sandra Neves de Andrade. Rio de Janeiro, IBM/CPU, PCRJ/ SMU, 1996.
- MORAES, A. M. de & MONT' ALVÃO, C. *Ergonomia: Conceitos e Aplicações*. 2.ed. Rio de Janeiro, 2AB Série Oficina, 2000.
- NETO, J. G. *O Estado de São Paulo: "Ruído é inimigo do ensino nas escolas da cidade"*. 2001. Disponível em: <<http://planeta.terra.com.br/educacao/physike/midia/ruidoinimigoescolas.htm>>. Acesso em: 06 mai. De 2004.
- NEUFERT, E. *Arte de Projetar em Arquitetura: Princípios, normas e prescrições sobre construção, instalações, distribuição e programa de necessidades, dimensões de edifícios, locais e utensílios*. São Paulo, Gili do Brasil, 2000.
- ORNSTEIN, S. & ROMÉRO, M. *Avaliação Pós-Ocupação: métodos e técnicas aplicadas à habitação social*. Porto Alegre, ANTAC (Coleção Abitare), 2003.
- ORNSTEIN, S. W. *Avaliação Pós-Ocupação do Ambiente Construído*. São Paulo, Studio Nobel, EDUSP, 1992.
- ORNSTEIN, S. W. *Arquitetura escolar. Fita de vídeo produzido pela VIDEOFAU-SP*. São Paulo, VIDEOFAU, 1996.
- PANERO, J. & ZELNIK, M. *Dimensionamento Humano Para Espaços Interiores*. Barcelona, Gili, AS, 2002.
- PEDROSA, I. *Da cor à cor inexistente*. Ed. Leo Christiano Ltda. 7ª Edição. Rio de Janeiro, 1999.
- PEREIRA, L. A. *Escola para o jovem*. UFPE. Recife, 2001.
- PRADO, A. R. de A. *Ambientes acessíveis*. In: *A pessoa portadora de deficiência no mundo do trabalho*. CORDE, 1997. Disponível em: <<http://www.entreamigos.com.br/textos/acessibi/ambaccess.htm>>. Acesso em: 19 de dez. de 2004.
- RABINOWITZ, H. Z. *Avaliação Pós-Ocupação*. In: *Introdução à Arquitetura*. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1984.

- SANTOS, J. Segurança nas escolas. 2000. URL. Disponível em: <<http://www.geocities.com/Athens/Troy/2656/segescol.htm>>. Acesso em: 06 mai. de 2004.
- SANTOS, V. M. V. Modelo de Avaliação de Projetos Enfoque Cognitivo e Ergonômico. Florianópolis, 2001. (Doutorado – Universidade Federal de Santa Catarina)
- SILVA, A. S. T. Acústica de salas de aula do bloco saúde da universidade católica de Brasília. Disponível em: <<http://www.ucb.br/fisica/antigo/poluicao/artigo1.htm>> Acesso em: 08 jun. de 2004.
- SOUZA, U. (1996). Por todas as nossas diferenças. Disponível em: <<http://www.brasil.terravista.pt/Ipanema/3391/portadas.htm>>. Acesso em: 20 de dez. 2004.
- UBIERNA, J. A. J. Reflexiones y Análisis en torno a un Foro Esperanzador. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE MONTRÉAL, 1., Montreal, 2001. *Hacia la inclusión mediante el diseño por un mundo sin barreras*. Montreal, s.ed. 2001.
- YIN, R. K. *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. 3.ed. Porto Alegre, Bookman, 2004.
- OSRAM. Manual luminotécnico prático. Disponível em: <<http://www.osram.com.br/download/manual/index.html>>. Acesso em: 15 de set. 2003.

## ANEXOS

### Anexo 1

#### Penalidades

Segundo a Comissão de Segurança Escolar, os ilícitos mais comuns na escola são:

- Dano

Artigo 163, do Código Penal: “Destruir, inutilizar ou deteriorar coisa alheia”.

Pena – detenção, de 1 (um) a 6 (seis) meses, ou multa.

Exemplos: Um aluno que danifica um orelhão, quebrando-o.

Observação: Em se tratando de escolas públicas, o patrimônio será da União, Estado ou Município. Assim, o crime será de dano qualificado, cuja pena é de detenção, de 6 (seis) meses a 3 (três) anos, e multa.

- Pixação

Artigo 65, da Lei nº 9.605/98: “Pichar, grafitar ou por outro meio conspurcar edificação ou monumento urbano”.

Pena – detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, e multa.

- Porte de Arma

Artigo 10, Lei 9.437/97:

“Possuir, deter, portar, fabricar, adquirir, vender, alugar, expor à venda ou fornecer, receber, ter em depósito, transportar, ceder, ainda que gratuitamente, emprestar, remeter, empregar, manter sob guarda e ocultar arma de fogo, de uso permitido, sem a autorização e em desacordo com determinação legal ou regulamentar”.

Pena – detenção de 1 (um) a 2 (dois) anos e multa.

Observação: Facas, canivetes e outros objetos cortantes ou perfurantes (pontiagudos) não se coadunam com o crime acima identificado, porém se encontrados na posse de alunos dentro da escola poderão ser apreendidos e entregues a eles ou seus responsáveis após o término da atividade escolar, a fim de manter a segurança no estabelecimento.

- Uso de entorpecentes

Art. 16 da Lei 6368/76:

“Adquirir, guardar ou trazer consigo, para uso próprio, substância entorpecente ou que determine dependência física ou psíquica, sem autorização ou em desacordo com determinação legal ou regulamentar”.

Pena – detenção, de 06 (seis) meses a 02 (dois) anos, e pagamento, de 20 (vinte) a 50 (cinquenta) dias-multa.

- Tráfico de entorpecentes

Art. 12 da Lei 6368/76:

“Importar ou exportar, remeter, preparar, produzir, fabricar, adquirir, vender, expor à venda ou oferecer, fornecer ainda que gratuitamente, tem em depósito, transportar, trazer consigo,

guardar, prescrever, ministrar ou entregar, de qualquer forma, a consumo – substância entorpecente ou que determine dependência física ou psíquica, sem autorização ou em desacordo com determinação legal ou regulamentar”.

Pena – reclusão, de 03 (três) a 15 (quinze) anos, e pagamento, de 50 (cinquenta) a 360 (trezentos e sessenta) dias-multa.

- Ameaça

Art. 147 do Código Penal:

“Ameaçar alguém por palavras escritas ou gesto ou qualquer outro meio simbólico, de causar-lhe mal injusto e grave”.

Pena – detenção, de 1 (um) a 6 (seis) meses, ou multa.

- Lesão Corporal

Art. 129 do Código Penal:

“Ofender a integridade corporal ou a saúde de outrem”.

- Rixa

Art. 137 do Código Penal:

“Participar de rixa, salvo para separar os contendores”.

Pena – detenção, de 15 (quinze) dias a 2 (dois) meses, ou multa.

Observação: Rixa é a luta entre três ou mais pessoas, com violências físicas recíprocas.

- Ato obsceno

Art. 233 do Código Penal:

“Praticar ato obsceno em lugar público, ou aberto ou exposto ao público”.

Pena – detenção, de 3 (três) meses a 1 (um) ano, ou multa.

Observação: O ato obsceno tem conotação sexual e, portanto, é aquele que ofende ao pudor público.

Exemplo: A nudez voluntária e consciente, a masturbação.

- Corrupção de menores

Art. 218 do Código Penal:

“Corromper ou facilitar a corrupção de pessoa maior de catorze e menor de dezoito anos, com ela praticar ato de libidinagem, ou induzindo-a a praticá-lo ou presenciá-lo”.

Pena – reclusão, de 1 (um) a 4 (quatro) anos.

- Atentado violento ao pudor

Art. 214 do Código Penal:

“Constranger alguém, mediante violência ou grave ameaça, praticar ou permitir que com ele se pratique ato libidinoso diverso da conjunção carnal”.

Pena – reclusão, de 6 (seis) a 10 (dez) anos.

- Estupro

Art. 213 do Código Penal:

“Constranger mulher a conjunção carnal, mediante violência ou grave ameaça”.

Pena – reclusão, de 6 (seis) a 10 (dez) anos.

As CONTRAVENÇÕES PENAIIS que mais se verificam em escolas são:

- Importunação ofensiva ao pudor

Art. 61 da Lei nº 3688/41:

“Importunar alguém, em lugar público, de modo ofensivo ao pudor”.

- Embriaguez

Art. 62 da Lei de Contravenções Penais:

“Apresentar-se publicamente em estado de embriaguez, de modo que cause escândalo ou ponha em perigo a segurança própria ou alheia”.

- Omissão de comunicação de crime

Art. 66 da Lei de Contravenções Penais:

“Deixar de comunicar à autoridade competente: - crime de ação pública que teve conhecimento no exercício de função pública, desde que a ação penal não dependa de representação”.

**Anexo 2****Sugestão para aproximar o percentual de reflexão****Índice de reflexão**

É a relação entre o fluxo luminoso refletido por um material e o fluxo incidente, expressa em % (ver tabela 0.1).

*Tabela 0.1 – Valores médios de reflexão para materiais ou cores.*

*Fonte: My Space (2002)*

| <b>Material ou cor</b> | <b>Valor</b> | <b>Material ou cor</b> | <b>Valor</b> |
|------------------------|--------------|------------------------|--------------|
| Azul claro             | 30 - 55      | Madeira clara          | 30 - 50      |
| Azul escuro            | 10 - 25      | Madeira escura         | 10 - 25      |
| Azulejo branco         | 60 - 75      | Mármore claro          | 60 - 70      |
| Amarelo                | 65 - 75      | Marrom                 | 10 - 25      |
| Branco                 | 70 - 85      | Ocre                   | 30 - 50      |
| Cimento claro          | 35 - 50      | Preto                  | 5            |
| Concreto claro         | 30 - 40      | Rocha                  | 60           |
| Concreto escuro        | 15 - 25      | Rosa                   | 45 - 60      |
| Cinza claro            | 45 - 65      | Tijolo claro           | 20 - 30      |
| Cinza escuro           | 10 - 20      | Tijolo escuro          | 10 - 15      |
| Cinza médio            | 25 - 40      | Verde claro            | 30 - 55      |
| Esmalte branco         | 65 - 75      | Verde escuro           | 10 - 25      |
| Gesso                  | 70 - 80      | Vermelho claro         | 25 - 35      |
| Granito                | 15 - 25      | Vermelho escuro        | 10 - 20      |
| Laranja                | 25 - 35      | Vidro transparente     | 5 - 10       |

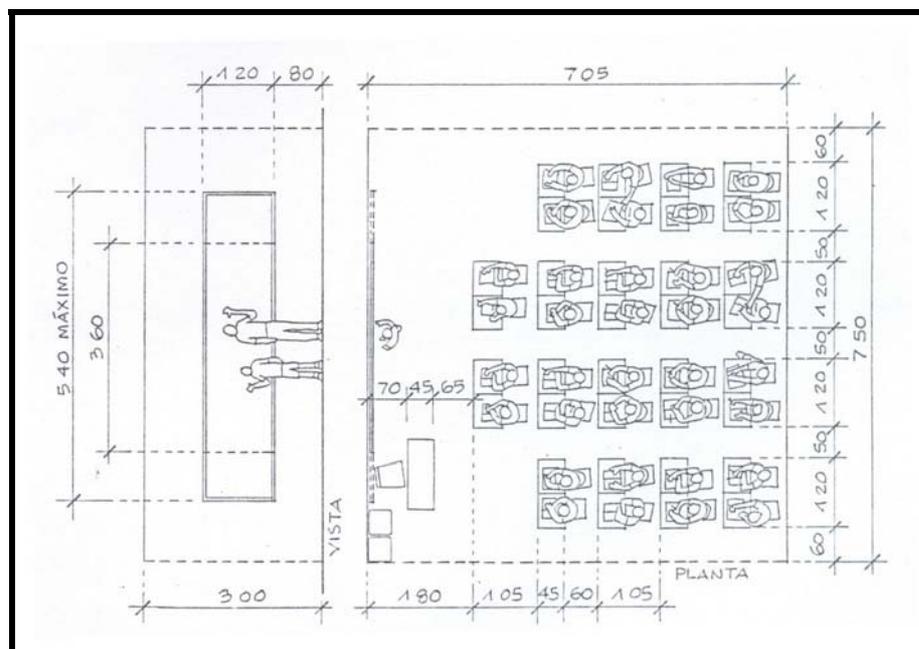
**Anexo 3****Ergonomia no Ambiente – Sala de Aula**

Figura 0.1 - Dimensionamento Recomendado.

Fonte: Cortez (2002)

Esta simulação proporciona flexibilidade do espaço e um quadro de giz ou piloto maior (figura 0.1). Porém, o importante é que o alcance de voz seja no máximo de 7m e o de visibilidade de 8,50m (ver figura 0.2).

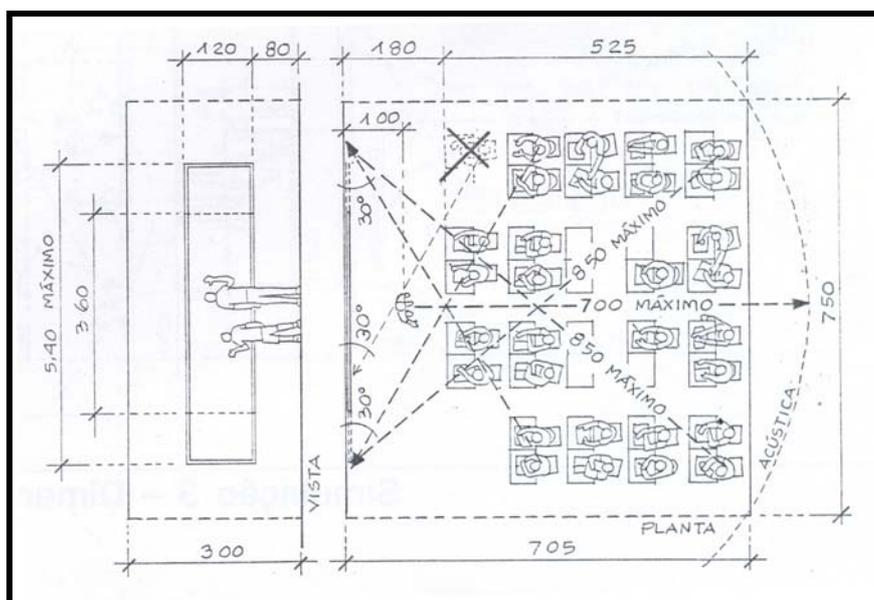


Figura 0.2 – Visibilidade e acústica.

Fonte: Cortez (2002)

**Anexo 4****SECÃO I - Do Zoneamento**

**Art. 6º** - Para efeito do zoneamento, a divisão territorial do Município tem como base as suas 33 (trinta e três) Unidades Urbanas, discriminadas na tabela 0.2 desta Lei.

*Tabela 0.2 - Unidades Urbanas por bairros componentes\*.*

*Fonte: Lei nº 16.176 (1996)*

| <b>UNIDADE URBANA</b> | <b>BAIROS</b>                                                                                              |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 01                    | Recife / Santo Antônio                                                                                     |
| 02                    | Santo Amaro                                                                                                |
| 03                    | Boa Vista / Coelhos / Ilha do Leite / Paissandu / Soledade                                                 |
| 04                    | Cabanga / Ilha Joana Bezerra / São José                                                                    |
| 05                    | Brasília Teimosa                                                                                           |
| 06                    | Boa Viagem / Pina                                                                                          |
| 07                    | Imbiribeira / Ipsep                                                                                        |
| 08                    | Ibura / Jordão                                                                                             |
| 09                    | Cohab                                                                                                      |
| 10                    | Afogados / Mangueira / Mustardinha                                                                         |
| 11                    | Estância / Jiquiá                                                                                          |
| 12                    | Areias / Caçote / Jardim São Paulo                                                                         |
| 13                    | Barro / Tejipió                                                                                            |
| 14                    | Coqueiral / Totó / Sancho                                                                                  |
| 15                    | Curado                                                                                                     |
| 16                    | Bongi / San Martín / Torrões                                                                               |
| 17                    | Madalena / Prado / Torre / Ilha do Retiro / Zumbi                                                          |
| 18                    | Cordeiro / Engenho do Meio / Iputinga                                                                      |
| 19                    | Cidade Universitária / Várzea                                                                              |
| 20                    | Aflitos / Derby / Espinheiro / Graças / Jaqueira                                                           |
| 21                    | Casa Forte / Poço / Monteiro                                                                               |
| 22                    | Encruzilhada / Rosarinho / Torreão                                                                         |
| 23                    | Ponto de Parada / Campo Grande / Hipódromo / Arruda / Campina do Barreto / Peixinhos                       |
| 24                    | Alto do Mandu / Casa Amarela / Tamarineira                                                                 |
| 25                    | Apipucos / Dois Irmãos / Sítio dos Pintos / Caxangá                                                        |
| 26                    | Cajueiro / Porto da Madeira                                                                                |
| 27                    | Água Fria / Fundão / Alto Santa Teresinha / Bomba do Hemetério                                             |
| 28                    | Mangabeira / Morro da Conceição / Alto José Bonifácio / Alto José do Pinho                                 |
| 29                    | Beberibe / Linha do Tiro                                                                                   |
| 30                    | Brejo da Guabiraba / Brejo de Beberibe / Córrego do Genipapo / Nova Descoberta / Macaxeira / Vasco da Gama |
| 31                    | Dois Unidos / Passarinho                                                                                   |
| 32                    | Guabiraba / Pau Ferro                                                                                      |
| 33                    | Parnamirim/Santana                                                                                         |

\* A delimitação dos bairros acima indicada obedece à especificação contida no decreto 14.452, de 26.10.88

**Art. 7º** - O Território Municipal compreende as seguintes zonas:

**I** - Zonas de Urbanização Preferencial - ZUP;

**II** - Zonas de Urbanização de Morros - ZUM;

**III** - Zona de Urbanização Restrita - ZUR;

**IV** - Zonas de Diretrizes Específicas - ZDE.

**Art. 8º** - As Zonas referidas no artigo anterior têm sua delimitação descrita literalmente no Anexo 13 desta Lei.

**Anexo 5**

*Taxa de Solo Natural do Terreno - TSN*

Art. 65 - A Taxa de Solo Natural - TSN é o percentual mínimo da área do terreno a ser mantida nas suas condições naturais, tratada com vegetação e variável por Zona.

§ 1º - Parte da área referida no caput deste artigo poderá ser tratada com revestimento permeável, de acordo com as condições e percentuais definidos por Zona.

§ 2º - As quadras esportivas e passeios ou acessos, quando revestidos por material impermeável, não serão consideradas áreas de solo natural.

Art. 66 - Na ZUP 1, a Taxa de Solo Natural será de 25% (vinte e cinco por cento), admitindo-se uma parte tratada com revestimento permeável, desde que sejam preservadas as árvores existentes, na proporção de 10 m<sup>2</sup> (dez metros quadrados) por árvore, não podendo o somatório dos valores correspondentes às arvores exceder a 5% (cinco por cento) da área total do terreno.

Art. 67 - Na ZUP 2, a Taxa de Solo Natural será de 50% (cinquenta por cento) , admitindo-se uma parte tratada com revestimento permeável que não ultrapasse 10% (dez por cento) da área total do terreno, ressalvado o disposto no parágrafo único deste artigo.

Parágrafo Único - Poderá ser concedida uma ampliação da área a ser tratada com revestimento permeável, desde que sejam preservadas as árvores existentes, na proporção de 10m<sup>2</sup> (dez metros quadrados) por árvore, desde que o somatório dos valores correspondentes às árvores não exceda a 10% (dez por cento) da área total do terreno.

Art. 68 - A área resultante do índice determinado nos artigos 66 e 67, deverá ser tratada com vegetação sendo que uma parte , equivalente a 50% (cinquenta por cento), deverá ter plantio de árvores de porte.

Art. 69 - Na ZUM, a taxa de solo natural será de 20% (vinte por cento) da área total do terreno, não sendo permitido dentro deste percentual o revestimento permeável.

Art. 70 - Na ZUR, a taxa de solo natural será de 70% (setenta por cento) da área total do terreno, não sendo permitido dentro deste percentual o revestimento permeável.

Art. 71 - Nas ZDEs, a taxa de solo natural será estabelecida de acordo com as condições previstas na Seção II deste capítulo.

Art. 72 - A Taxa de Solo Natural - TSN para os usos geradores de incômodo à vizinhança será a da Zona em que se localizam, conforme o disposto na tabela 0.3.

Tabela 0.3 - Condições de ocupação e aproveitamento do solo nas zonas de urbanização e nas zonas especiais de centro.

Fonte: Lei nº 16.176 (1996)

| ZONAS                            | PARÂMETROS URBANÍSTICOS |       |                                  |                      |                   | REQUISITOS ESPECIAIS |
|----------------------------------|-------------------------|-------|----------------------------------|----------------------|-------------------|----------------------|
|                                  | TSN                     | $\mu$ | AFASTAMENTO INICIAL MÍNIMO (Afi) |                      |                   |                      |
|                                  |                         |       | FRONTAL                          | LATERAL E FUNDOS     |                   |                      |
|                                  |                         |       |                                  | Edif. $\leq$ 2 Pavt. | Edif. $>$ 2 Pavt. |                      |
| <b>ZONAS DE URBANIZAÇÃO</b>      |                         |       |                                  |                      |                   |                      |
| <u>ZUP 1</u>                     | 25                      | 4,00  | 5,00                             | nulo/1,50            | 3,00              | A,B,C,D              |
| <u>ZUP 2</u>                     | 50                      | 3,00  | 7,00                             | nulo/1,50            | 3,00              | A,C,E                |
| <u>ZUM</u>                       | 20                      | 2,00  | 5,00                             | nulo/1,50            | 3,00              | A,B,C,D              |
| <u>ZUR</u>                       | 70                      | 0,50  | 5,00                             | nulo/1,50            | 3,00              | A,B,C,D              |
| <b>ZONAS ESPECIAIS DE CENTRO</b> |                         |       |                                  |                      |                   |                      |
| <u>ZECP</u>                      | 20                      | 7,00  | nulo                             | nulo/1,50            | nulo/3,00         | A,B,C,D,F            |
| <u>ZECS</u>                      | 20                      | 5,50  | nulo                             | nulo/1,50            | nulo/3,00         | A,B,C,D,F            |
| <u>ZECM</u>                      | 20                      | 5,50  | 5,00                             | nulo/1,50            | 3,00              | A,B,C,D              |

### **REQUISITOS ESPECIAIS**

A. As edificações com até 2 (dois) pavimentos poderão colar em 2 (duas) das divisas laterais e/ou de fundos, obedecendo às seguintes condições:

I- Quando colar em 2 (duas) divisas laterais, deverão manter um afastamento mínimo de 3 (três) metros da divisa de fundos.

II- Quando colar em uma divisa lateral e uma divisa de fundos, deverão manter um afastamento mínimo de 1,50m (um metro e meio) da outra divisa lateral.

III- A altura total das edificações coladas nas divisas laterais e/ou de fundos não poderá exceder a cota de 7,50m (sete metros e cinquenta centímetros), cota esta medida a partir do nível do meio fio.

B. As edificações com mais de dois pavimentos poderão colar em 2 (duas) das divisas laterais e/ou de fundos, os dois primeiros pavimentos, se houver, desde que atendido o disposto no item anterior.

C. Para as edificações com até 2 (dois) pavimentos, quando não colarem nas divisas laterais e/ou de fundos e apresentem vãos abertos, o afastamento mínimo para as respectivas divisas será de 1,50m (um metro e cinquenta centímetros).

D. Para as edificações com mais de 2 (dois) pavimentos, quando não colarem nas divisas laterais e de fundos, o afastamento mínimo para os dois primeiros pavimentos será de 1,50m (um metro e meio).

E. Nas edificações com mais de dois 2 (dois)pavimentos, o afastamento mínimo para o pavimento de subsolo ou semi-enterrado e os dois primeiros pavimentos acima deste será igual ao afastamento frontal inicial de 7,00m (sete metros) e o afastamento lateral e de fundos inicial de 3m (três metros)

F. As edificações poderão colar os 4 (quatro) primeiros pavimentos nas divisas frontais e laterais, desde que afastem no mínimo 3m (três metros) da divisa dos fundos.

**Anexo 6***Coefficiente de Utilização do Terreno*

**Art. 73** - O Coeficiente de Utilização ( $\mu$ ), estabelecido em sintonia com os instrumentos da política de produção e organização do espaço, corresponde a um índice definido por Zona que, multiplicado pela área do terreno, resulta na área máxima de construção permitida, determinando, juntamente com os demais parâmetros urbanísticos, o potencial construtivo do terreno.

§1º - Para efeito do cálculo da área total de construção, serão computados todos os pavimentos e as áreas cobertas da edificação, com todos os elementos que os compõem.

§ 2º- Excetua-se do disposto no parágrafo anterior, a laje de piso correspondente ao pavimento da casa de máquinas, quando utilizada exclusivamente como área de lazer do condomínio, desde que a área coberta não exceda a 30% (trinta por cento) da superfície total deste pavimento e que seja dotada das condições necessárias a ser servida por, pelo menos, 1(um) elevador .

**Art. 74** - Os Coeficientes de Utilização definidos para as Zonas estabelecidas nesta Lei estão discriminados na tabela 0.3, salvo aqueles pertinentes às Zonas de Diretrizes Específicas, que são tratadas na Seção II deste Capítulo.

**Art. 75** - O coeficiente de utilização para os usos geradores de incômodo à vizinhança será o da zona em que se localizam, conforme o disposto na tabela 0.3.

**Art. 76** - Não será computado , no coeficiente de utilização de cada zona e indicado na tabela 0.3, o índice resultante da área destinada às vagas de estacionamento de veículos , desde que atenda ao disposto na tabela 0.4 e aos seguintes critérios:

*Tabela 0.4 – Requisitos de estacionamento para usos e atividades urbanas.*

*Fonte: Lei nº 16.176 (1996)*

| CATEGORIAS DE USOS E ATIVIDADES URBANAS                       | REQUISITOS DE ESTACIONAMENTO |                                                       |                                          |                       |                           |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------|---------------------------|
|                                                               | INTERVALOS                   | Corredor de Transporte Metropolitano e Urb. Principal | Corredor de Transporte Urbano Secundário | Demais Vias Urbanas   | Zonas Especiais de Centro |
| <b>2.3. Serviços de Educação</b>                              |                              |                                                       |                                          |                       |                           |
| Creche, Pré-escolar, Escolas de 1º grau, Escolas de 2º grau . |                              | 1v / 30m <sup>2</sup>                                 | 1v / 50m <sup>2</sup>                    | 1v / 80m <sup>2</sup> | Análise Especial          |

**OBS:** Cumprimento, quando aplicáveis, dos requisitos de estacionamento e condições de acesso ao empreendimento previstos nos artigos 40 a 43 desta Lei.

No caso dos usos não habitacionais, para aplicação dos índices indicados neste anexo, será considerada a área total de construção.

\* Para efeito do enquadramento nos intervalos, não serão considerados os pavimentos ocupados por garagem.

**I** - será estimada uma área de 25 m<sup>2</sup> (vinte e cinco metros quadrados), destinada à guarda do veículo, circulação e manobra;

**II** - as vagas deverão ser numeradas e atender às dimensões mínimas explicitadas na tabela constante do inciso III, sendo permitidas vagas duplas enfileiradas desde que vinculadas a uma mesma unidade;

**III** - o sistema de circulação adotado deverá ser dimensionado de forma a permitir as manobras necessárias, garantindo o acesso à vaga, conforme os parâmetros da tabela 0.5.

Tabela 0.5 – Dimensionamento da circulação em função do tipo de estacionamento.

Fonte: Lei nº 16.176 (1996)

|                              |                      | TIPO DO ESTACIONAMENTO |            |            |            |            |
|------------------------------|----------------------|------------------------|------------|------------|------------|------------|
|                              |                      | paralelo               | a 90 graus | a 60 graus | a 45 graus | a 30 graus |
| <b>LARGURA DA VAGA</b>       |                      | 2,20 m                 | 2,20 m     | 2,20 m     | 2,20 m     | 2,20 m     |
| <b>COMPRIMENTO DA VAGA</b>   |                      | 5,50 m                 | 5,00 m     | 5,00 m     | 5,00 m     | 5,00 m     |
| <b>LARGURA DA CIRCULAÇÃO</b> | <b>sentido único</b> | 3,50 m                 | 4,50 m     | 4,00 m     | 3,50 m     | 2,50 m     |
|                              | <b>sentido duplo</b> | 5,40 m                 | 5,40 m     | 5,40 m     | 5,40 m     | 5,40 m     |

**IV** - Na hipótese de a área resultante do índice acrescido não ser totalmente utilizada para o estacionamento, a área remanescente só poderá ser destinada a uso condominial.

**Parágrafo Único** - Para os usos não-habitacionais, o índice resultante da área de estacionamento, previsto no caput deste artigo, não poderá exceder a 10% (dez por cento) do valor do coeficiente de utilização indicado por zona na tabela 0.3.

## Anexo 7

### *Afastamentos das Divisas do Terreno*

Art. 77 - Os Afastamentos representam as distâncias que devem ser observadas entre a edificação e as linhas divisórias do terreno, constituindo-se em afastamentos frontal, lateral e de fundos.

§ 1º - Os afastamentos frontal, lateral e de fundos serão medidos segundo uma perpendicular à linha divisória, traçada a partir do ponto médio de cada segmento da linha poligonal, definida pela projeção da edificação no plano horizontal (ver Fig. 1 do Anexo 10A – na própria lei).

§ 2º - Para efeito da definição do ponto médio dos segmentos da linha poligonal referida no parágrafo anterior, não serão consideradas:

I - as reentrâncias existentes nesses segmentos, (ver Fig. 2 do Anexo 10A – na própria lei).

II - As partes da edificação relativas às caixas de escada, halls, elevadores e antecâmaras, desde que os afastamentos destas partes em nenhum ponto sejam inferiores ao afastamento inicial previsto na tabela 7.3 (ver Fig. 3 do Anexo 10A – na própria lei).

§ 3º - Ressalvadas as exceções previstas nesta Lei, nenhum ponto das linhas poligonais referidas nos §§ 1º e 2º poderá estar situado a uma distância menor que o Afastamento Inicial estabelecido, devendo esta distância ser medida segundo uma linha perpendicular às linhas da divisa.

Art. 78 - Os afastamentos frontal, lateral e de fundos serão definidos em função do número de pavimentos, observados os critérios dispostos nos parágrafos deste artigo e as condições estabelecidas na tabela 0.3.

§ 1º - As edificações com até 2 (dois) pavimentos poderão colar em 2 (duas) das divisas laterais e de fundos, obedecendo às seguintes condições:

I - quando colarem em 2 (duas) divisas laterais, deverão manter um afastamento mínimo de 3m (três metros) da divisa de fundos;

II - quando colarem em uma divisa lateral e uma divisa de fundos, deverão manter um afastamento mínimo de 1,50m (um metro e cinquenta centímetros) da outra divisa lateral;

III - a altura total das edificações coladas nas divisas laterais e/ou de fundos não poderá exceder à cota de 7,50m (sete metros e cinquenta centímetros), cota esta medida a partir do meio-fio.

§ 2º- Para as edificações com até 2 (dois) pavimentos, quando apresentarem vãos abertos, o afastamento mínimo para as divisas será de 1,50m (um metro e cinquenta centímetros).

§ 3º - Para as edificações com mais de 2 (dois) e até 4 (quatro) pavimentos, os afastamentos frontais, laterais e de fundos serão iguais aos respectivos afastamentos iniciais previstos na tabela 0.3.

**APÊNDICES**

**Apêndice 1**

Tabela 6 - Variação do conforto térmico no 1º Quadrimestre – Recife 1961-1990.

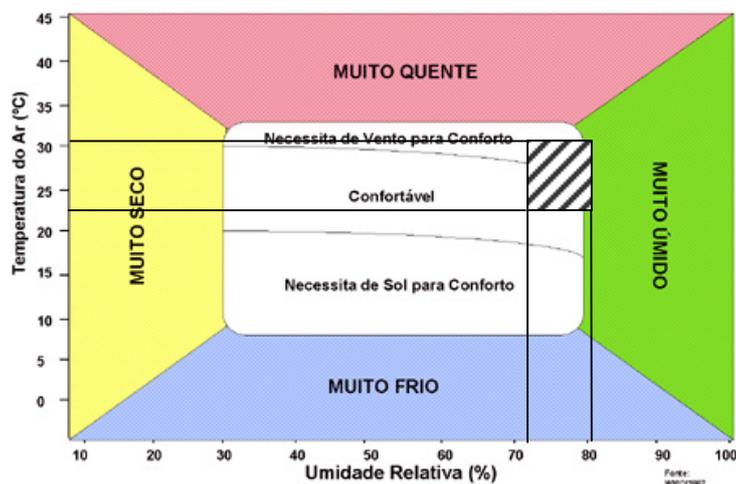


Tabela 7 - Variação do conforto térmico no 2º Quadrimestre – Recife 1961-1990.

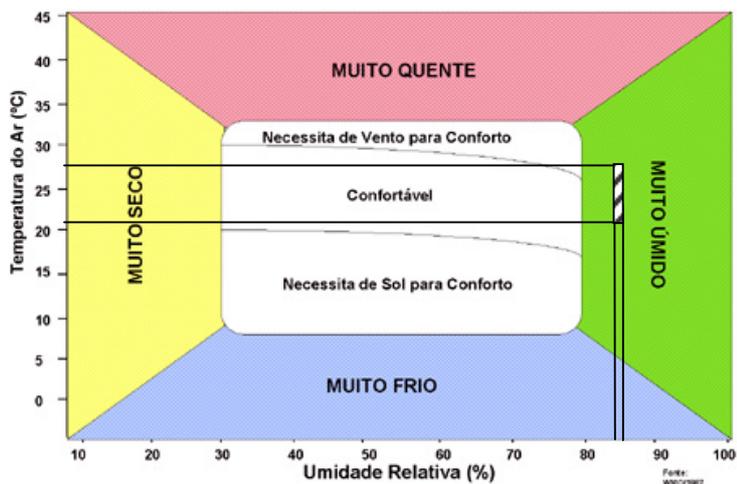
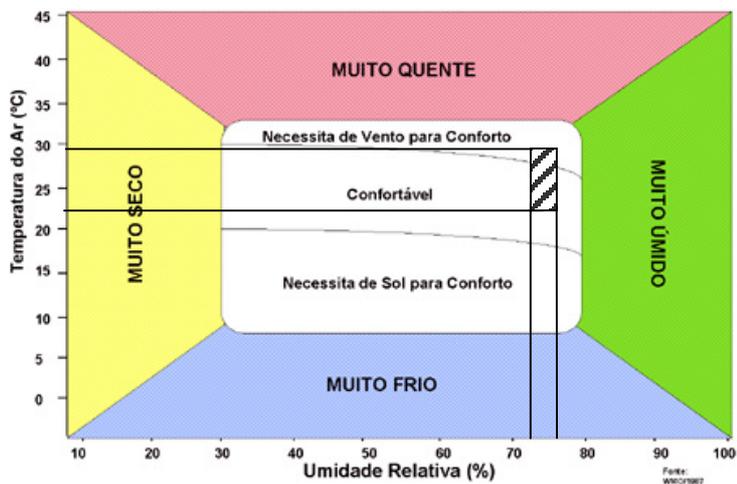


Tabela 8 - Variação do conforto térmico no 3º Quadrimestre – Recife 1961-1990.



**Apêndice 2**

**Pré-TESTE**

Escola: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_

Nº de Alunos: \_\_\_\_\_ Nº de Professores: \_\_\_\_\_ Nº de  
Funcionários: \_\_\_\_\_

Nº de Salas de Aula: \_\_\_\_\_

---

Para uso do Avaliador (Local de trabalho ou estudo)

Sala: \_\_\_\_\_

Pavimento: \_\_\_\_\_

---

**Questionário**

---

1) á quanto tempo você usa o edifício?

anos       meses

2) Função que ocupa?

Aluno       Professor       Funcionário

**AVALIAÇÃO DE SUA ÁREA DE TRABALHO OU ESTUDO**

**Alunos:** Respondam às questões sobre o local em que você se encontra.

**Professores:** Respondam às questões somente sobre a sala dos professores

**Funcionários:** Respondam às questões somente sobre o setor em que você trabalha

3) Como você qualifica sua sala de trabalho ou estudo quanto ao tamanho?

Muito Bom

Bom

Regular

Ruim

Muito Ruim

4) Como você qualifica sua sala de trabalho ou estudo quanto à quantidade de móveis?

Muito Bom

Bom

Regular

Ruim

Muito Ruim

5) Como você qualifica a iluminação de seu ambiente de trabalho ou estudo?

Muito Bom

Bom

Regular

Ruim

Muito Ruim

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

Muito Bom       Ruim

Bom       Muito Ruim

Regular

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

- Muito Bom
  - Bom
  - Regular
  - Ruim
  - Muito Ruim
- 8) Como você qualifica a interferência do ruído interno (dentro da sala) na sua sala de trabalho ou estudo?
- Muito Bom
  - Bom
  - Regular
  - Ruim
  - Muito Ruim
- 9) Como você qualifica a interferência do ruído externo (fora da sala) na sua sala de trabalho ou estudo?
- Muito Bom
  - Bom
  - Regular
  - Ruim
  - Muito Ruim

AVALIAÇÃO DO EDIFÍCIO ESCOLAR  
COMO UM TODO

Responda estas questões pensando no edifício como um todo. Por exemplo: áreas internas, corredores, rampas, jardins internos, etc...

- 10) Qual sua opinião sobre a largura dos corredores?
- Muito Bom
  - Bom
  - Regular
  - Ruim
  - Muito Ruim
- 11) Como você avalia as rampas internas quanto à largura?
- Muito Bom
  - Bom
  - Regular
  - Ruim
  - Muito Ruim
- 12) Como você avalia as rampas internas quanto à inclinação?
- Muito Bom
  - Bom
  - Regular
  - Ruim
  - Muito Ruim
- 13) Qual a sua avaliação dos sanitários quanto à localização?
- Muito Bom
  - Bom
  - Regular
  - Ruim

- Muito Ruim
- 14) Qual a sua opinião quanto a qualidade de sanitários?
- Muito Bom  
 Bom  
 Regular  
 Ruim  
 Muito Ruim
- 15) Qual a sua opinião sobre os sanitários quanto à ventilação?
- Muito Bom  
 Bom  
 Regular  
 Ruim  
 Muito Ruim
- 16) Quanto à sinalização interna do edifício, como você a qualifica?
- Muito Bom  
 Bom  
 Regular  
 Ruim  
 Muito Ruim
- 17) Quanto à segurança do edifício contra terceiros, você avalia como?
- Muito Bom  
 Bom  
 Regular  
 Ruim  
 Muito Ruim
- 18) Quanto à segurança do edifício contra fogo, você avalia como?
- Muito Bom  
 Bom  
 Regular  
 Ruim  
 Muito Ruim
- 19) Quanto à segurança do edifício quanto a acidentes, você avalia como?
- Muito Bom  
 Bom  
 Regular  
 Ruim  
 Muito Ruim
- 20) O que você acha da localização da secretaria da escola?
- Muito Bom  
 Bom  
 Regular  
 Ruim  
 Muito Ruim
- 21) Como você avalia a adaptação do edifício ao uso pelo deficiente físico?
- Muito Bom  
 Bom

- Regular
- Ruim
- Muito Ruim

22) Indique por ordem de prioridade e no máximo três, quais os setores que você mais utiliza por exigência de sua função, excluindo o seu.

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

23) Em seus momentos de lazer você usa mais quais dos seguintes locais. (indique no máximo três por ordem de preferência)

- Cantina
- Auditório
- Jardins Internos
- Muito Bom
- Corredores
- Seu próprio Local de trabalho ou estudo
- Sala dos prof.
- Cozinha
- Outros 1. \_\_\_\_\_
- 2. \_\_\_\_\_

24) Quanto à aparência externa do edifício qual sua opinião?

- Muito Bom
- Bom
- Regular
- Ruim
- Muito Ruim

**Apêndice 3**

|                                 |                                   |       |  |
|---------------------------------|-----------------------------------|-------|--|
| <b>INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO</b> | <b>Escola: Jordão Emerenciano</b> |       |  |
| Local de trabalho e/ ou estudo: | <b>Para uso do Avaliador</b>      |       |  |
|                                 | Pav.:(T) (1ºP) (2ºP)              | Sala: |  |

**Questionário 1**

| Como você qualifica o seu LOCAL DE TRABALHO E/OU ESTUDO quanto | 5     | 4   | 3       | 2    | 1       |
|----------------------------------------------------------------|-------|-----|---------|------|---------|
|                                                                | Ótimo | Bom | Regular | Ruim | Péssimo |
| 1. ao tamanho                                                  |       |     |         |      |         |
| 2. à quantidade de mobiliário                                  |       |     |         |      |         |
| 3. à visualização do quadro de giz/ piloto                     |       |     |         |      |         |
| 4. ao conforto do mobiliário                                   |       |     |         |      |         |
| 5. à temperatura no verão                                      |       |     |         |      |         |
| 6. à temperatura no inverno                                    |       |     |         |      |         |
| 7. à ventilação                                                |       |     |         |      |         |
| 8. à iluminação                                                |       |     |         |      |         |
| 9. ao ruídos externos                                          |       |     |         |      |         |
| 10. ao ruídos internos                                         |       |     |         |      |         |

| Como você qualifica o EDIFÍCIO ESCOLAR como um todo quanto | Ótimo          | Bom | Regular | Ruim | Péssimo |
|------------------------------------------------------------|----------------|-----|---------|------|---------|
|                                                            | 11. ao tamanho |     |         |      |         |
| 12. à biblioteca                                           |                |     |         |      |         |
| 13. ao pátio da escola                                     |                |     |         |      |         |
| 14. à cantina                                              |                |     |         |      |         |
| 15. à localização dos sanitários                           |                |     |         |      |         |
| 16. à quantidade de sanitários                             |                |     |         |      |         |
| 17. à limpeza dos sanitários                               |                |     |         |      |         |
| 18. à ventilação dos sanitários                            |                |     |         |      |         |
| 19. à localização dos bebedouros                           |                |     |         |      |         |
| 20. à largura dos corredores                               |                |     |         |      |         |
| 21. à largura das escadas                                  |                |     |         |      |         |
| 22. à localização das escadas                              |                |     |         |      |         |
| 23. à localização da parada de ônibus                      |                |     |         |      |         |
| 24. à largura das rampas                                   |                |     |         |      |         |
| 25. à declividade das rampas                               |                |     |         |      |         |
| 26. à localização das rampas                               |                |     |         |      |         |
| 27. à adaptação ou uso pelo deficiente físico              |                |     |         |      |         |
| 28. à segurança do edifício contra fogo                    |                |     |         |      |         |
| 29. ao risco de acidentes pessoais                         |                |     |         |      |         |
| 30. à segurança contra roubos                              |                |     |         |      |         |

| Questão | Espaço p/ o Avaliador |
|---------|-----------------------|
| 1.      |                       |
| 2.      |                       |
| 3.      |                       |
| 4.      |                       |
| 5.      |                       |
| 6.      |                       |
| 7.      |                       |
| 8.      |                       |
| 9.      |                       |
| 10.     |                       |
| Questão | Espaço p/ o Avaliador |
| 11.     |                       |
| 12.     |                       |
| 13.     |                       |
| 14.     |                       |
| 15.     |                       |
| 16.     |                       |
| 17.     |                       |
| 18.     |                       |
| 19.     |                       |
| 20.     |                       |
| 21.     |                       |
| 22.     |                       |
| 23.     |                       |
| 24.     |                       |
| 25.     |                       |
| 26.     |                       |
| 27.     |                       |
| 28.     |                       |
| 29.     |                       |
| 30.     |                       |

|                                       |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------|--|--|--|--|--|
| 31. à sinalização interna do edifício |  |  |  |  |  |
| 32. à aparência externa               |  |  |  |  |  |
| 33. à aparência interna               |  |  |  |  |  |

|            |  |
|------------|--|
| <b>31.</b> |  |
| <b>32.</b> |  |
| <b>33.</b> |  |

34. Há quanto tempo você usa o edifício?  
Anos

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

Meses

35. Função que você ocupa?  
Professor

|  |
|--|
|  |
|--|

Aluno

|  |
|--|
|  |
|--|

Funcionário

|  |
|--|
|  |
|--|

**Apêndice 4**

|                                 |                                  |         |
|---------------------------------|----------------------------------|---------|
| <b>INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO</b> | <b>Escola Jordão Emerenciano</b> |         |
| Local de trabalho e/ ou estudo: | <b>Para uso do Avaliador</b>     |         |
|                                 | Pav.:(T) (1ºP)<br>(2ºP)          | Função: |

**Questionário 2**

**Para o bom FUNCIONAMENTO/ QUALIDADE do seu LOCAL DE TRABALHO E/OU ESTUDO atribua uma nota de 1 a 10 para o NÍVEL DE IMPORTÂNCIA de cada item abaixo em relação**

|                                            | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1. ao tamanho                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 2. à quantidade de mobiliário              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 3. à visualização do quadro de giz/ piloto |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 4. ao conforto do mobiliário               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 5. à temperatura no verão                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 6. à temperatura no inverno                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 7. à ventilação                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 8. à iluminação                            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 9. ao ruídos externos                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 10. ao ruídos internos                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

**Para o bom FUNCIONAMENTO/ QUALIDADE do seu EDIFÍCIO ESCOLAR atribua uma nota de 1 a 10 para o NÍVEL DE IMPORTÂNCIA de cada item abaixo referente**

|                                               | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 11. ao tamanho                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 12. à biblioteca                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 13. ao pátio da escola                        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 14. à cantina                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 15. à localização dos sanitários              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 16. à quantidade de sanitários                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 17. à limpeza dos sanitários                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 18. à ventilação dos sanitários               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 19. à localização dos bebedouros              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 20. à largura dos corredores                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 21. à largura das escadas                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 22. à localização das escadas                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 23. à localização da parada de ônibus         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 24. à largura das rampas                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 25. à declividade das rampas                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 26. à localização das rampas                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 27. à adaptação ou uso pelo deficiente físico |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |

|                                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 28. à segurança do edifício contra fogo |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 29. ao risco de acidentes pessoais      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 30. à segurança contra roubos           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 31. à sinalização interna do edifício   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 32. à aparência externa                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 33. à aparência interna                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Apêndice 5****Questionário 3**

---

**A) Indique por ordem de prioridade e no máximo TRÊS, quais os setores que você mais UTILIZADA POR EXIGÊNCIA de sua função, excluindo o seu.**

- |                             |                      |                              |                                    |
|-----------------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------------|
| 1. <input type="checkbox"/> | Sala de vídeo        | 9. <input type="checkbox"/>  | Diretoria                          |
| 2. <input type="checkbox"/> | Biblioteca           | 10. <input type="checkbox"/> | Coordenação                        |
| 3. <input type="checkbox"/> | Sala dos professores | 11. <input type="checkbox"/> | Laboratório de ciência da natureza |
| 4. <input type="checkbox"/> | Sala de aula         | 12. <input type="checkbox"/> | Grêmio                             |
| 5. <input type="checkbox"/> | Secretaria           | 13. <input type="checkbox"/> | Cozinha                            |
| 6. <input type="checkbox"/> | Sala de computação   | 14. <input type="checkbox"/> | Outros: _____                      |
| 7. <input type="checkbox"/> | Quadra               |                              | _____                              |
| 8. <input type="checkbox"/> | Arquivo              |                              | _____                              |

**B) Em seus MOMENTOS DE LAZER você usa mais quais dos seguintes locais. (indique no máximo TRÊS por ordem de preferência)**

- |                             |                    |                              |                                            |
|-----------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------------------------|
| 1. <input type="checkbox"/> | Cantina            | 9. <input type="checkbox"/>  | Seu próprio local de trabalho e/ ou estudo |
| 2. <input type="checkbox"/> | Pátio internos     | 10. <input type="checkbox"/> | Sala dos professores                       |
| 3. <input type="checkbox"/> | Corredores         | 11. <input type="checkbox"/> | Grêmio                                     |
| 4. <input type="checkbox"/> | Estacionamento     | 12. <input type="checkbox"/> | Secretaria                                 |
| 5. <input type="checkbox"/> | Cozinha            | 13. <input type="checkbox"/> | Outros: _____                              |
| 6. <input type="checkbox"/> | Sala de computação |                              | _____                                      |
| 7. <input type="checkbox"/> | Quadra             |                              | _____                                      |
| 8. <input type="checkbox"/> | Sala de vídeo      |                              |                                            |

Muito obrigado por sua atenção

**Apêndice 6****Aplicação do Método dos Lumens – Escola 1**

Para a sala 5, os cálculos foram realizados considerando as luminárias são do tipo TMS 500 da Philips com duas lâmpadas de 40w com 2700 lumens de fluxo de luminoso, iguais as da sala em estudo.

Método dos Lumens **Sala 5**

|                                         |              |
|-----------------------------------------|--------------|
| Largura (m)                             | 6,9          |
| Comprimento (m)                         | 6,9          |
| <b>Área (m2)</b>                        | <b>47,61</b> |
| Pé direito (m)                          | 2,95         |
| Altura que será iluminada (m)           | 0,6          |
| Nível de iluminamento do ambiente (lux) | 300          |

Determinação do fator do Local (K): 1,4681

Escolha da lâmpada e Luminárias:

TMS 500 com duas lâmpadas

TMS 500 com uma lâmpada

Fator de utilização 531 (n)= 0,42

Ambiente Limpo (d)= 0,9

Cálculo do Fluxo Total 37.785,714 lm

Fluxo Luminoso de uma lâmpada 2700 lm

Nº de Lâmpadas 14

**Número de Luminárias c/ 2L 7**

Para a sala 7, os cálculos foram realizados considerando as luminárias são do tipo TMS 500 da Philips com duas lâmpadas de 40w com 2700 lumens de fluxo de luminoso, iguais as da sala em estudo.

Método dos Lumes **Sala 7**

|                                       |             |
|---------------------------------------|-------------|
| Largura (m)                           | 4,3         |
| Comprimento (m)                       | 7           |
| <b>Área (m2)</b>                      | <b>30,1</b> |
| Pé direito (m)                        | 2,5         |
| Altura que será iluminada (m)         | 0,6         |
| Nível de iluminação do ambiente (lux) | 300         |

Determinação do fator do Local (K): 1,4020

Escolha da lâmpada e Luminárias:

TMS 500 com duas lâmpadas

TMS 500 com uma lâmpada

Fator de utilização 751 (n)= 0,54

Ambiente Limpo (d)= 0,9

Cálculo do Fluxo Total 18.580,247 lm

Fluxo Luminoso de uma lâmpada 2700 lm

Nº de Lâmpadas 7

**Número de Luminárias c/ 2L 4**

**Apêndice 7****Aplicação do Método dos Lumens – Escola 2**

Para a sala 1, os cálculos foram realizados considerando as luminárias são do tipo TMS 500 da Philips com duas lâmpadas de 40w com 2700 lumens de fluxo de luminoso.

Método dos Lumens **Sala 1**

|                                         |              |
|-----------------------------------------|--------------|
| Largura (m)                             | 8,00         |
| Comprimento (m)                         | 7,25         |
| <b>Área (m2)</b>                        | <b>58,00</b> |
| Pé direito (m)                          | 3            |
| Altura que será iluminada (m)           | 0,6          |
| Nível de iluminamento do ambiente (lux) | 300          |

Determinação do fator do Local (K): 1,5847

Escolha da lâmpada e Luminárias:

TMS 500 com duas lâmpadas

TMS 500 com uma lâmpada

Fator de utilização 751 (n)= 0,54

Ambiente Limpo (d)= 0,9

Cálculo do Fluxo Total 35802,469 lm

Fluxo Luminoso de uma lâmpada 2700 lm

Nº de Lâmpadas 13

**Número de Luminárias c/ 2L 6**

Para a sala 12, os cálculos foram realizados considerando as luminárias são do tipo TMS 500 da Philips com duas lâmpadas de 40w com 2700 lumens de fluxo de luminoso.

Método dos Lumes **Sala 12**

|                                       |              |
|---------------------------------------|--------------|
| Largura (m)                           | 8,00         |
| Comprimento (m)                       | 7,25         |
| <b>Área (m2)</b>                      | <b>58,00</b> |
| Pé direito (m)                        | 2,55         |
| Altura que será iluminada (m)         | 0,6          |
| Nível de iluminação do ambiente (lux) | 300          |

Determinação do fator do Local (K): 1,9504

Escolha da lâmpada e Luminárias:

TMS 500 com duas lâmpadas

TMS 500 com uma lâmpada

Fator de utilização 751 (n)= 0,6

Ambiente Limpo (d)= 0,9

Cálculo do Fluxo Total 32.222,222 lm

Fluxo Luminoso de uma lâmpada 2700 lm

Nº de Lâmpadas 12

**Número de Luminárias c/ 2L 6**

**Apêndice 8****Aplicação do Método dos Lumens – Escola 3**

Para a sala 1, os cálculos foram realizados considerando as luminárias são do tipo TMS 500 da Philips com duas lâmpadas de 40w com 2700 lumens de fluxo de luminoso.

Método dos Lumens **Sala 1**

|                                       |              |
|---------------------------------------|--------------|
| Largura (m)                           | 5,85         |
| Comprimento (m)                       | 8,25         |
| <b>Área (m2)</b>                      | <b>48,26</b> |
| Pé direito (m)                        | 3            |
| Altura que será iluminada (m)         | 0,6          |
| Nível de iluminação do ambiente (lux) | 300          |

Determinação do fator do Local (K): 1,4262

Escolha da lâmpada e Luminárias:

TMS 500 com duas lâmpadas

TMS 500 com uma lâmpada

Fator de utilização 551 (n)= 0,47

Ambiente Limpo (d)= 0,9

Cálculo do Fluxo Total 34.228,723 lm

Fluxo Luminoso de uma lâmpada 2700 lm

Nº de Lâmpadas 12,68

**Número de Luminárias c/ 2L 6**

Para a sala 14, os cálculos foram realizados considerando as luminárias são do tipo TMS 500 da Philips com duas lâmpadas de 40w com 2700 lumens de fluxo de luminoso.

Método dos Lumes **Sala 1**

|                                         |              |
|-----------------------------------------|--------------|
| Largura (m)                             | 8,80         |
| Comprimento (m)                         | 8,25         |
| <b>Área (m2)</b>                        | <b>72,60</b> |
| Pé direito (m)                          | 3            |
| Altura que será iluminada (m)           | 0,6          |
| Nível de iluminamento do ambiente (lux) | 300          |

Determinação do fator do Local (K): 1,7742

Escolha da lâmpada e Luminárias:

TMS 500 com duas lâmpadas

TMS 500 com uma lâmpada

Fator de utilização 551 (n)= 0,52

Ambiente Limpo (d)= 0,9

Cálculo do Fluxo Total 46.538,462 lm

Fluxo Luminoso de uma lâmpada 2700 lm

Nº de Lâmpadas 17,24

**Número de Luminárias c/ 2L 9**