

AS ESCOLAS PÚBLICAS DO RIO DE JANEIRO: CONSIDERAÇÕES SOBRE O CONFORTO TÉRMICO DAS EDIFICAÇÕES

GISELLE ARTEIRO NIELSEN AZEVEDO

Dissertação submetida ao corpo docente do Curso de Mestrado em Arquitetura, Área de Concentração - Conforto Ambiental, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências em Arquitetura (M.Sc).

Aprovada por:

Prof. Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos - Orientador (D. Sc.)

Prof^a Liana De Ranieri Pereira (D. Sc.)

Prof^a Ana Maria De R. Rambauske (D. Sc.)

Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza (D. Sc.)

Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Março de 1995

AZEVEDO, Giselle Arteiro Nielsen

As Escolas Públicas do Rio de Janeiro: Considerações sobre o Conforto Térmico das Edificações.

Rio de Janeiro, 1995.

178 p., 29,7 cm (FAU/UFRJ, M. Sc., Conforto Ambiental, 1995).

Dissertação de Mestrado em Arquitetura - FAU/UFRJ.

- 1 . Conforto Térmico
 - 2 . Arquitetura Escolar
- I . FAU/UFRJ.

*A meus pais e meu marido,
expectadores entusiasmados, carinho
e cumplicidade sempre presentes.*

AGRADECIMENTOS

- Ao professor Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos, por sua dedicada orientação, solicitude, e principalmente, pelo estímulo e confiança, essenciais à realização deste trabalho;
- À minha mãe, que pacientemente efetuou a revisão do texto;
- À Marcelo, meu marido, por sua indispensável colaboração na execução dos desenhos, através do programa AUTOCAD, e especialmente, pelo carinho e apoio infinitos nos momentos críticos de ansiedade e insegurança;
- Aos amigos Rosina Trevisan, Paulo Afonso e Luciana Andrade, do curso de mestrado, pelo apoio e disponibilidade no empréstimo de exemplares;
- À todos os amigos e professores do curso de mestrado, que contribuíram com opiniões e informações valiosas, além de material bibliográfico;
- À arquiteta Elizabeth Laiza e à professora Esther, da Secretaria Estadual de Educação, por sua gentil colaboração;
- À Secretaria Municipal de Educação, que viabilizou as visitas às instituições de ensino;
- À todas as diretoras e professoras das escolas visitadas, pela atenção dispensada, tornando menos árdua a etapa de pesquisa de campo;

- À Divisão de Material e Patrimônio da Secretaria Municipal de Educação, em especial, à arquiteta Isa Figueiredo Soares, por sua solicitude e paciência na investigação de vasto material dos projetos requeridos;

- Aos arquitetos Francisco Amaral da Divisão de Projetos da EMOP e Maria Luiza Nisticó, da RIOURBE, pelo material de projeto dispensado e, pelas informações essenciais ao desenvolvimento da pesquisa;

- À todos os amigos e familiares, que de alguma maneira, me estimularam e torceram para o sucesso deste trabalho.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	i
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
I - INTRODUÇÃO	1
II - ESCOLAS NO BRASIL: SISTEMA EDUCACIONAL E ARQUITETURA	
ESCOLAR, UMA ABORDAGEM HISTÓRICA	4
II.1 - Os Primeiros Passos : O Ensino até a Primeira República	4
II.2 - As Escolas do Período Republicano: Primeira República (1889-1930)	8
II.3 - E Inicia-se a Fase de Renovação - Instauração Sistemática de uma Política Educacional	13
II.4 - O Momento Atual (Rio de Janeiro)	18
III - ARQUITETURA ESCOLAR: UMA REFLEXÃO E ANÁLISE DAS ETAPAS DE PROJETO	22
III.1 - Introdução	22
III.2 - Planejamento das Construções Escolares	24
III.2.1 - Condicionantes gerais	24
III.2.2 - Etapas de desenvolvimento do projeto: Premissas básicas para um planejamento racional	26
IV - ANÁLISE DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DAS ESCOLAS PÚBLICAS DO RIO DE JANEIRO	40
IV.1 - Introdução/ Metodologia Adotada nas Visitas	40
IV.2 - Os Modelos Arquitetônicos Desenvolvidos no Rio de Janeiro ao Longo do Tempo	41
IV.2.1 - Exemplo 01: Escola Municipal Deodoro	41
IV.2.2 - Exemplo 02: Escola Municipal Sarmiento.....	49
IV.2.3 - Exemplo 03: Escola Municipal D. Aquino Correa.....	55

IV.2.4 - Exemplo 04: Escola Municipal Joaquim Nabuco	63
IV.2.5 - Exemplo 05: Escola Municipal Roma.....	72
IV. 3 - Os Modelos Arquitetônicos Adotados Atualmente.....	78
IV.3.1 - Exemplo 01: Ciep Metalúrgico Benedito Cerqueira.....	78
IV.3.2 - Exemplo 02: Escola Municipal Tia Ciata	85
IV.3.3 - Exemplo 03: Escola Estadual Albert Sabin	95
IV.3.4 - Exemplo 04: Caic Paulo Dacorso Filho	105
IV.3.5 - Exemplo 05: Escola Municipal Francisco Castro	112
V - PROJETO ESCOLAR X CONFORTO TÉRMICO: METODOLOGIA DE ANÁLISE	120
V.1 - Elementos Integrantes do Clima	121
V.2 - Metodologia para Obtenção de Conforto Térmico	123
V.2.1 - Obtenção dos dados climáticos junto às estações meteorológicas	123
V.2.2 - Levantamento das possibilidades do sítio	124
V.2.3 - Implantação do edifício	124
V.2.4 - Proteção e sombreamento	125
V.2.5 - Características físicas dos materiais	125
V.2.6 - Padrão construtivo	126
V.2.7 - Decidir sobre os sistemas de ventilação	126
V.2.8 - Cálculo dos dispositivos de proteção contra a radiação solar	129
V.2.9 - Tratamento das áreas externas	130
V.2.10 - Propriedades térmicas dos materiais	133
V.2.11 - Avaliação do projeto e possível aprimoramento	133
VI - ELEMENTOS DE RECOMENDAÇÃO PARA PROJETOS ESCOLARES SITUADOS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO	136
VI.1 - Implantação / Orientação	136
VI.2 - Ventilação e Aberturas	140
VI.2.1 - Localização dos vãos de abertura	140
VI.2.2 - Dimensão dos vãos de entrada e saída do ar	142
VI.2.3 - Tipologia das aberturas	142
VI.3 - Proteção e Sombreamento	147

VI.4 - Materiais e Padrão Construtivo	152
VII - CONCLUSÕES	155
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159
ANEXO I - TABELAS DE MAHONEY / CÁLCULO DE VENTILAÇÃO	
NATURAL	163
ANEXO II - DIAGRAMA SOLAR	169
ANEXO III - RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE VEGETAÇÃO	173

FONTES DAS FIGURAS

[07] - FIGURAS: III.3, III.8, III.9, III.10, III.11, III.12, III.13.

[08] - FIGURAS: III.4, III.5, III.6, III.7.

[11] - FIGURA: VI.8.

[12] - FIGURA: VI.11.

[13] - FIGURA: IV.51.

[22] - FIGURA: VI.13

[23] - FIGURA: VI.5

[24] - FIGURAS: VI.9, VI.10

[28] - FIGURAS: V.1, V.2, V.3, VI.4

[29] - FIGURA: VI.3

[32] - FIGURAS: V.4, V.5, V.6, VI.12.

DA AUTORA:

III.1, III.2, IV.1, IV.2, IV.3, IV.4, IV.5, IV.6, IV.7, IV.8, IV.9, IV.10, IV.11, IV.12, IV.13, IV.14, IV.15, IV.16, IV.17, IV.18, IV.19, IV.20, IV.21, IV.22, IV.23, IV.24, IV.25, IV.26, IV.27, IV.28, IV.29, IV.30, IV.31, IV.32, IV.33, IV.34, IV.35, IV.36, IV.37, IV.38, IV.39, IV.40, IV.41, IV.42, IV.43, IV.44, IV.45, IV.46, IV.47, IV.48, IV.49, IV.50, IV.52, IV.53, IV.54, IV.55, IV.56, IV.57, IV.58, IV.59, IV.60, IV.61, IV.62, IV.63, IV.64, IV.65, IV.66, IV.67, IV.68, IV.69, IV.70, IV.71, IV.72, IV.73, IV.74, IV.75, IV.76, IV.77, VI.1, VI.2, VI.6, VI.7.

RESUMO

Resumo da dissertação apresentada à FAU/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências de Arquitetura (M. Sc.).

AS ESCOLAS PÚBLICAS DO RIO DE JANEIRO: CONSIDERAÇÕES SOBRE O CONFORTO TÉRMICO DAS EDIFICAÇÕES.

Giselle Arteiro Nielsen Azevedo - Março 1995

Orientador: Leopoldo Eurico Gonçalves bastos

Área de Concentração: Conforto Ambiental

A presente dissertação tem como objetivo analisar o conforto térmico das escolas públicas do Rio de Janeiro, de tipologias arquitetônicas significativas e inerentes às diversas fases da arquitetura escolar. A metodologia utilizada para análise reportou a um referencial teórico, bem como aferiu junto aos usuários e através da constatação “in loco”, o condicionamento ambiental destes espaços.

A visualização de um panorama geral das escolas públicas, relacionando arquitetura e condições físico-ambientais, tem em vista a elaboração de uma metodologia que discrimina os procedimentos necessários à criação projetual, com o intuito de fornecer subsídios à obtenção de conforto térmico nos projetos escolares. Assim, com a avaliação dos parâmetros climáticos, é possível estabelecer conseqüências arquitetônicas para os projetos escolares situados no município do Rio de Janeiro, fixando diretrizes para o condicionamento térmico dos ambientes pedagógicos e, privilegiando a utilização de métodos passivos.

ABSTRACT

Abstract of Thesis presented to FAU/UFRJ as partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science of Architecture (M. Sc.).

THE PUBLIC SCHOOLS OF RIO DE JANEIRO: CONSIDERATIONS ABOUT THERMAL COMFORT OF BUILDINGS.

Giselle Arteiro Nielsen Azevedo - March, 1995

Advisor: Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos

Department: Environmental Comfort

The purpose of this work is to analyse the thermal comfort of the public schools in Rio de Janeiro, from significant architectural models and from different school architectural periods. The method used for analysis, referred to a theoretical basis, and searched among users and verified locally the environmental comfort of these built spaces.

A general overview public schools regarding architecture and environmental conditions, has the intention to create a method that shows in detail procedures for design creation, with the purpose of supplying thermal comfort for school design. Therefore, with the evaluation of climatic factors, it's possible to fix architectural effects for school designs made for Rio de Janeiro, fixing goals for thermal comfort in classrooms, making use of the passive methods.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

O projeto escolar foi sempre objeto das mais variadas investigações e discussões promovidas pelos arquitetos. Tal questionamento vai desde o discurso formal (compromisso com uma linguagem arquitetônica), entrando no mérito dos parâmetros funcionais, técnicos e econômicos, até chegar às conotações políticas.

Porém, apesar da enorme importância social que o tema encerra, pouco tratamento adequado vem sendo dado a estas construções. Principalmente, no que diz respeito as escolas públicas, onde o “efeito carimbo” de fácil identificação, é fator preponderante. Ao longo de sua historicidade, até o momento atual, com os *Cieps e Caics*, quase sempre a monumentalidade e o compromisso estético-formal se sobrepõem à qualidade do espaço físico.

A preocupação com o conforto ambiental de tais edificações não se apresenta com contornos nítidos. Na maioria das vezes, as condições ambientais não são devidamente avaliadas e, conseqüentemente, não entram como prerrogativa do projeto escolar, resultando em prédios desvinculados das características físico-climáticas do sítio e da realidade onde se inserem. Este relacionamento é decisivo no desenvolvimento do próprio processo educativo; em ambientes confortáveis, o desempenho de qualquer atividade poderá ser otimizado, direcionando com mais eficácia a atenção do usuário na dinâmica do aprendizado.

Dentro deste âmbito, é fundamental que a adoção de uma arquitetura não crie conflitos com as características de determinada região para não comprometer a finalidade à que se destina. Assim, é essencial que se promova uma interação harmoniosa entre os elementos naturais (sol, ventos, vegetação e

topografia) e os elementos da construção, assegurando desta forma, condições satisfatórias de ventilação, insolação e iluminação.

Portanto, a necessidade de uma sistematização dos procedimentos do projeto escolar é premente. A inserção de instrumentos bioclimáticos de avaliação nas etapas de projeto é recurso eficiente, que deve interagir com os demais requisitos de projeto, a fim de que se possa estabelecer condições de conforto nos ambientes pedagógicos.

A finalidade deste estudo é enfatizar a importância das condições ambientais como requisito de projeto, delineando fundamentos e diretrizes para a utilização de uma metodologia de projeto escolar e, fixando elementos de recomendação para edificações escolares situadas no município do Rio de Janeiro, com ênfase nas questões de conforto térmico. O conteúdo da dissertação é apresentado na estrutura que se segue.

A fim de contextualizar o edifício escolar, o segundo capítulo faz uma abordagem da arquitetura escolar ao longo da história, enfocando a filosofia educacional e o momento político / histórico que regeram os projetos escolares e, assinalando os aspectos referentes ao conforto ambiental e higiene destas edificações.

O terceiro capítulo trata da conceituação do projeto escolar, analisando as etapas do amplo processo da concepção projetual e, estabelecendo bases para um planejamento racional, no qual as condições ambientais aparecem como requisitos básicos.

O quarto capítulo discorre sobre as visitas realizadas à diversas instituições de ensino, de tipologias arquitetônicas significativas e inerentes às diversas fases da arquitetura escolar, tendo em vista a caracterização das escolas

públicas do Rio de Janeiro e as condições de conforto térmico existentes nestas edificações.

A partir deste panorama geral, relacionando arquitetura e condições físico-climáticas, é traçada uma metodologia de projeto escolar, onde os conceitos de conforto ambiental são utilizados como ferramenta de auxílio à concepção. Esta metodologia é apresentada no quinto capítulo.

Em seguida, os elementos de recomendação para projetos escolares, situados no município do Rio de Janeiro, são tratados no sexto capítulo, levando em consideração a análise do clima da região.

CAPÍTULO II

ESCOLAS NO BRASIL: SISTEMA EDUCACIONAL E ARQUITETURA ESCOLAR, UMA ABORDAGEM HISTÓRICA.

II.1) - OS PRIMEIROS PASSOS: O ENSINO ATÉ A PRIMEIRA REPÚBLICA:

O início da história da educação no Brasil remonta à época do monopólio jesuítico, quando os padres da Companhia de Jesus exerceram, com exclusividade, durante 200 anos, uma educação ornamental. Os fundamentos do ensino eram voltados não só para a formação do clérigo com base no letrado, como também para a educação, na colônia, de uma elite culta e religiosa, que seguia os moldes e valores europeizantes da metrópole. Os membros desta elite colonial cursavam os colégios jesuítas, onde eram preparados para mais tarde ingressarem nas universidades européias.

Surtem, então, as primeiras edificações destinadas ao ensino. Esses colégios de padres, "suntuosos sobrados de pedra e cal", constituíram-se nos séculos XVII e XVIII nas mais imponentes "massas" edificadas nas primeiras cidades do Brasil. Sob a administração dos jesuítas, os recursos públicos oriundos da metrópole favoreciam o crescimento numérico, não só dos colégios e seminários, mas também a proliferação das escolas de ler e escrever, onde se lecionava o ensino básico.

No entanto, em 1759, ocorre sob atos do Marquês de Pombal, a expulsão dos padres jesuítas da colônia, e conseqüentemente, o confisco de todos os seus bens, onde incluíam-se os colégios e seminários. Extingue-se, dessa forma, toda a organização escolar do sistema educacional jesuítico.

Pretendia-se a renovação de todo o sistema educacional, colocando-o a serviço dos interesses civis e políticos da coroa e incluindo modificações em seus

métodos e processos, numa tentativa de enfraquecer o domínio religioso. Mas tal programa, parcialmente implantado em Portugal, não se cumpriu no Brasil; na verdade o que se instituiu foi um período de fragmentação com a inexistência de um sistema educacional, onde o improvisado na administração do ensino era uma constante. Sob a forma de aulas régias - unidades de ensino autônomas e isoladas - que não se vinculavam a nenhuma escola, a instrução básica geral era ministrada sem qualquer plano sistemático de estudos.

Entre a expulsão dos jesuítas em 1759 e a transferência da Família Real Portuguesa para o Brasil, ocorre uma fase de desorganização e decadência do ensino colonial. Na verdade, não houve nenhuma organização institucional que substituísse e rompesse, de fato, a sistemática monolítica dos jesuítas.

Com a chegada da corte, em 1808, D. João VI incrementa a vida colonial e implementa um período fértil em realizações no campo do ensino técnico e superior; surgem as escolas de Medicina no Rio de Janeiro e Salvador; a Academia de Guardas Marinha e a Real Academia Militar, "desta resultando em sucessivos desmembramentos a escola de engenharia também no Rio" (CHAGAS, 1984, p.12), além da Escola Real de Ciências, Artes e Ofícios (1816) que, posteriormente, foi reorganizada como Academia de Artes.

Entretanto, a instrução elementar é relegada ao segundo plano e, só após a Independência, é que consegue ser instaurada uma nova política no campo da instrução popular. Mas, apesar dos ideais fomentados pelos liberais, - que apontavam a educação do povo como base para o estabelecimento do regime democrático, na prática, a instrução popular ainda distanciava-se muito de uma situação ideal. As escolas levavam adiante, um programa que tinha como objetivo a instrução preparatória para os níveis mais altos (ensino superior), com o propósito exclusivo de qualificação e "polimento" de uma classe elitizada impregnada de conotações de status social; a vida intelectual seguia como antes os moldes ditados na Europa.

Em 1827, através de uma lei promulgada por D. Pedro I, fica estabelecido que "em todas as cidades, vilas e lugares populosos haverá Escolas de Primeiras Letras que forem necessárias" (BREJON, 1986, p.45). Mas pouco se pode constatar de evolução na tentativa de organizar o sistema educacional do país: As escolas em número reduzido e oferecendo poucos conhecimentos, limitados àqueles fixados pela Lei de 1827, não chegavam a alterar o panorama em que se encontrava os estudos primários no Império.

Com relação ao ensino secundário, a fundação do Colégio Pedro II, no município da Corte, em 1837, torna-se modelo dos estudos secundários. O ensino público secundário até então, organizava-se ainda debilmente, através de liceus (escolas de rapazes) provinciais, que tentavam concentrar em um mesmo local as aulas avulsas antes dispersas. Apesar de toda a ordem de dificuldades que enfrentavam, é notável o número crescente desses estabelecimentos; em 1854, segundo o Ministro Couto Ferraz, já havia Liceus em 16 províncias e, até 1872 em todas as 20 do Império, onde 2 apenas denominavam-se ateneus.

Assim como o ensino das primeiras letras, o ensino secundário chega ao fim do Império praticamente como nos primeiros dias, onde ainda se valorizava a cultura ornamental, com muito verbalismo, pouca ciência experimental e técnica.

O fato é que, ao longo do século XIX, não havia uma política educacional pública consistente e, conseqüentemente, não se desenvolvia aqui uma arquitetura escolar; "o ensino era ministrado em edificações adaptadas e quando o Estado desenvolvia algum apoio a causa, na maioria das vezes empregava imóveis alugados"(SEGAWA, 1986, p.64).

Vale ressaltar, entretanto, o período compreendido entre 1870 e 1889, onde houve uma mobilização para a construção de prédios escolares de 1º grau. Com o fim da Guerra do Paraguai e, conseqüentemente, com os fundos adquiridos

pela vitória , o Imperador decide aplicar essas reservas na construção das primeiras edificações especificamente desenhadas para fins educacionais no Rio de Janeiro.

As principais características comuns a estas instituições educacionais, dizem respeito à sua localização nobre e privilegiada - sempre com posição de destaque nas freguesias onde distribuíam-se - bem como à arquitetura em si, conferindo um caráter de requinte e imponência às construções. De fato, a qualidade de materiais e acabamentos, as dimensões e monumentalidade da construção, assim como, a presença nos frontões das armas imperiais, confirmavam com segurança "a sua condição de homenagem ao Imperador" (SISSON, 1991, p.67) e o atendimento a uma classe social elitizada.

Os partidos arquitetônicos destas edificações assemelhavam-se quanto à simetria das fachadas e à subdivisão da construção em três corpos, demarcados nitidamente , seja pela diferenciação do número de pavimentos ou pelo avanço ou recuo dos corpos laterais em relação ao central. Assim, além do compromisso estético, esta composição mantinha-se coerente com as necessidades do programa vigente, no qual exigiam-se alas separadas para meninos e meninas, recintos para administração e, normalmente, a existência de pátio interno central.

Mas, paralelamente ao desenvolvimento da educação pública, a temática da Arquitetura Escolar vai seguindo, numa cadência lenta, os métodos e modelos europeus, ou seja: sem uma programação mais efetiva que incentivasse a organização categórica de um sistema de ensino. Desta forma, é notório o esforço da época republicana na tentativa de implantação de um moderno sistema nacional de educação pública.

II.2)- AS ESCOLAS DO PERÍODO REPUBLICANO: PRIMEIRA REPÚBLICA (1889-1930):

Durante a Primeira República, de 1889 a 1930, institui-se um período de diversas reformas federais relacionadas ao ensino secundário e superior. Essas

transformações vão atingir principalmente o nível secundário; de um curso exclusivamente destinado às elites, preparatório para os estudos superiores, passa para um "curso com objetivos próprios, com estrutura especial, seriado, com um número de anos determinado, com currículo fixo e válido para todos os estabelecimentos"(BREJON, 1986, p.64).

Paralelamente, inicia-se um período de desenvolvimento industrial , quando começam a emergir nossos grandes centros urbanos. Neste quadro de desenvolvimento urbano, aliado às transformações impostas com o advento da república, entre as quais assegurar educação à população, as novas atribuições públicas passam a exigir do Estado o planejamento de instalações físicas necessárias ao seu funcionamento; "a escola é consequência da vida urbana - equipamento da cidade industrial"(VILANOVA ARTIGAS, 1970, p.10).

Com o triunfo dos ideais federalistas, durante o período inicial republicano, a Constituição de 1891 dá prosseguimento à tradição iniciada com o Ato Adicional de 1834, onde cada Estado da federação seria responsável pela administração de sua "instrução primária pública", direcionando a educação básica do plano nacional para os planos locais. A partir da promulgação da Carta de 1891, que desobrigava a União (...) "de qualquer responsabilidade no campo da educação popular"(BREJON, 1986, p.66), cabia ao Governo Central a atribuição de criar instituições de ensino secundário e superior, e responsabilizar-se pela educação no Distrito Federal, acentuando-se, portanto, as desigualdades econômicas e culturais existentes em cada Estado.

Diante deste quadro, São Paulo por força de seu desenvolvimento econômico, dá impulso à instrução nos seus diversos graus e modalidades, e assume a liderança nacional no setor.

Segundo Vilanova Artigas (1970), as escolas públicas republicanas paulistas, até 1911, caracterizavam-se por solução espacial bastante simples, na

maioria das vezes, com a mesma situação de planta, sempre com rigidez de simetria e um tratamento diferenciado nas fachadas; vinculadas a programas simples que retratavam os conceitos da época sobre ensino, onde se ministrava as primeiras letras e taboada, as escolas ainda não contemplavam todo o significado social que esta instituição representa. As construções deste período, de feição eclética e inspiração nos moldes europeus, obedeciam a um projeto-tipo que com pequenas adaptações eram construídas em diversas situações de sítio.

O crescimento dos centros urbanos revelava preocupações em questões relacionadas à saúde e higiene, refletidas também nas edificações escolares. Esses edifícios, além de responderem às questões pedagógicas, deveriam assegurar condições de higiene na construção de suas instalações: as salas de aula deveriam ser claras, bem arejadas e banhadas pelo sol; o posicionamento dos equipamentos escolares, (como as carteiras e quadro-negros), era estabelecido de forma a permitir boa iluminação no ambiente; a localização dos sanitários, externa ao corpo da edificação, complementava (...) "as posturas higiênicas claramente calcadas em soluções já desenvolvidas no exterior"(RAMALHO & WOLFF, 1986, p. 67).

A padronização dos projetos das escolas paulistas, racionalizava o processo projetual e a construção da edificação, mas não se instituía uma interação consistente com as características físicas do sítio. Na verdade, apesar das preocupações com a higiene da edificação, a relação do edifício com o ambiente externo restringia-se em canalizar os elementos naturais, como o sol e ventos, de modo a promover o controle e vigilância da saúde no interior. Mas, o próprio empobrecimento dos programas arquitetônicos dos prédios em relação aos modelos europeus, configurava muitas vezes, adaptações problemáticas. Os projetos limitavam-se ao prédio principal, sem previsões para espaços livres cobertos, instalações e espaços destinados a práticas esportivas e serviços. Os acréscimos executados posteriormente, resultavam em soluções precárias, muitas vezes

bloqueando vãos de abertura e comprometendo as condições de luminosidade e ventilação no interior.

No Rio de Janeiro, segundo SISSON (1990), predominava a variedade de estilos, - dando prosseguimento às características do período anterior - no qual prevalecia a Arquitetura do Romantismo nos moldes das construções européias. Mas é possível ainda, verificar grupos de edificações escolares com características afins: a simetria das fachadas na maioria das edificações, a implantação sem recuo frontal, a construção geralmente em dois pavimentos, a presença de platibanda trabalhada, a feição eclética, assim como o aspecto de imponência e caráter institucional, e a inserção harmoniosa no entorno.

Cabe destacar, as características especiais do prédio do Jardim de Infância Marechal Hermes, construído em 1909 e situado na rua Capistrano de Abreu, em Botafogo. Segundo o inventário realizado pelo INEPAC, em 1978, na avaliação do arquiteto Alexander Nicolaeff, a preocupação com o conforto ambiental da edificação constitui-se um traço distintivo do imóvel: "evidente no nivelamento do piso bem acima do terreno, na generosidade do pé-direito, nas esquadrias externas e internas - cujas aberturas favorecem a ventilação cruzada - , e na grande varanda que oferece área de múltiplo uso ao abrigo de sol e da chuva"(SISSON, 1990, p.72). Da mesma forma, a presença de grande beiral de telhado - possível pela implantação no terreno com afastamentos - resguarda também as fachadas da ação do sol e chuvas.

No Jardim de Infância Marechal Hermes, com funcionalidade para atendimento à educação pré-escolar, o programa incluía biblioteca, salas de música e de reuniões, secretaria, refeitório, sala de repouso, gabinete dentário, salas de aula e atividades e, ainda fora do edifício principal, cozinha e sanitários, totalizando 800 m² de área coberta. É importante salientar, o caráter eclético da edificação, presente na conjugação de elementos tais como, "(...)o art-noveau nos azulejos e gradis, o uso de madeira, reminescente dos chalés, os baixos relevos, à

guisa de métopas, entre as mãos francesas" (SISSON, 1990, p.72), destacando também, a sua inserção sem conflitos na vizinhança, - predominantemente residencial - notada pela aparência do prédio entre residencial e institucional.

No período da administração do Prefeito Prado Júnior, no Rio de Janeiro, houve um rompimento com as tradições arquitetônicas dos prédios escolares públicos até então vigentes, sendo fator preponderante deste momento, a participação do Professor Fernando de Azevedo na Diretoria de Instrução Pública da Prefeitura. Importante colaborador e ativista na área da educação, Fernando de Azevedo deu início à reforma do ensino no Distrito federal, após 1926, inaugurando uma verdadeira revolução pedagógica no ensino primário, secundário e na preparação de professores.

A escola é então valorizada em seu caráter social, enaltecendo seu cunho nacionalista. Esta nova política vai claramente refletir também na elaboração dos projetos escolares, onde o estilo neocolonial, "embora com tinturas hispânicas, sob a forma do missões-neocolonial" (SISSON, 1990, p.72), é instituído conscientemente nas construções das instituições públicas do primeiro grau. Ao contrário das escolas do século anterior até então, onde optava-se pelos estilos clássicos, de inspiração nas correntes arquitetônicas européias, esta fase é caracterizada pela instauração de edificações moldadas nas tradições do passado luso-brasileiro.

Da mesma forma, nas Américas em geral, valorizavam-se também as tradições locais, - originando os estilos "Mexicano", "Californiano" e o "Mission Style", e refletindo-se no Brasil, essas arquiteturas possibilitaram a conjugação de formas hispânicas às do neocolonial brasileiro.

As edificações escolares dessa época, de autoria dos engenheiros-arquitetos Nereu de Sampaio e Gabriel Fernandes, apesar de diferirem quanto ao partido arquitetônico, caracterizavam-se pela linguagem arquitetônica do passado

luso-brasileiro, adotando elementos como: "frontões curvilíneos, portadas trabalhadas em argamassa, telhas em capa e bica, gelsias e muxarabís no fechamento dos vãos, e, também, o uso extensivo de galerias com arcadas"(SISSON, 1990, p.73). É pertinente enunciar que essa relação com o passado local proporcionava uma adequação coerente com a realidade brasileira, em termos funcionais e de conforto ambiental; a implantação do prédio em centro de terreno favorecia a circulação dos ventos, assim como o uso de galerias cobertas, beirais de telhado e muxarabis, facilitava a ventilação e proteção contra a radiação solar direta.

A representatividade dessa fase diz respeito à primeira manifestação de um nacionalismo efetivo, onde é valorizado o caráter cívico da nação, vislumbrando as características e possibilidades de um país. Mas, é só após a Revolução de 30, que o sistema educacional do país ganha contornos mais nítidos; quando o Governo Federal assume categoricamente sua posição de integração, orientação e coordenação das atividades isoladas de cada Estado, a educação pública passa a funcionar como um todo, a nível nacional.

II.3)- ...E INICIA-SE A FASE DE RENOVACÃO - INSTAURACÃO SISTEMÁTICA DE UMA POLÍTICA EDUCACIONAL:

As pressões sofridas pelo Governo Federal, no sentido de uma intervenção efetiva e unificadora na educação primária, surgiam como uma reação às desigualdades que implementavam-se, cultural e economicamente em Estados distintos.

Após a Revolução de 30, quando inicia-se um período caracterizado por transformações políticas, econômicas e culturais na sociedade brasileira, o

Governo Provisório implementa uma série de mudanças, dentre as quais, uma das mais importantes na área do ensino, é a criação do Ministério da educação, incrementando a educação popular com a participação no seu desenvolvimento nacional; "a Revolução fez da instrução pública, Educação; mais: deu à União o direito exclusivo de fixar as bases da educação física e intelectual dos brasileiros"(VILANOVA ARTIGAS, 1970, p.12). Assim, na Constituição de 1934, insere-se, pela primeira vez numa constituição nacional, um capítulo inteiro discorrendo sobre educação; passando a ser competência do Governo federal "fixar o plano nacional de educação, compreensivo do ensino de todos os graus e ramos, comuns e especializados: e coordenar e fiscalizar a sua execução, em todo o território do país"(BREJON, 1986, p.70).

A Revolução de 30 vai inaugurar uma fase de estruturação do ensino secundário, tendo início com a Reforma Francisco Campos, que separaria nitidamente as funções de cada ciclo diferente e consecutivo: o curso ginásial (cinco anos) de caráter formativo, e o curso e o pré-universitário (dois anos), preparatório ao ensino superior. Estas mudanças vão culminar com a Lei Orgânica (Lei Capanema de 1942), instituindo os dois ciclos, ginásial , de quatro anos e o colegial de três anos.

No Rio de Janeiro, o educador Anísio Teixeira passa a ocupar o cargo de Secretário de Educação. Anteriormente, na Bahia na década de 20, é notória sua atuação na direção da instrução pública; "partidário da escola progressiva ou renovada e adepto de uma abordagem científica, realista e eficiente sua proposta era colocar ao alcance de todos a educação primária elementar e gratuita, sem recurso ao paternalismo e à filantropia"(SISSON, 1990, p.75).

Anísio Teixeira vai introduzir um plano geral diretor de edificações escolares, contribuindo de maneira efetiva à consolidação de normas eficientes para a construção de edificações públicas escolares. Adotando o máximo de eficiência e o mínimo de dispêndio, o plano desenvolvido envolveu a análise das edificações

existentes, quanto a aspectos diversos, como "custos de manutenção e reforma, áreas reservadas ao ensino e atividades complementares e conforto ambiental, - iluminação, aeração e vizinhança"(SISSON, 1990, p.75).

O programa da edificação escolar, é então enriquecido; além das melhorias nas áreas de administração, biblioteca, serviços e a introdução de salas para atividades especiais, como trabalhos manuais, as inovações aparecem também, na adoção de cinco programas diferenciados, gerenciadores dos novos prédios escolares:

- um programa mínimo para atender a um número reduzido de alunos;
- um segundo, denominado nuclear, contava com doze salas de aula comuns e áreas reservadas para administração, secretaria e biblioteca para professores;
- um programa mais amplo, onde incluíam-se auditório e espaço para recreação e jogos, ciências e ciências sociais, além das doze salas de aula comuns;
- o quarto, com seis salas de aula comuns e seis salas para atividades especiais;
- o quinto, apresentando todas as instalações para o funcionamento regular de uma escola e coerente com o sistema "Platoon", - que segundo a Professora Juracy Silveira, no trabalho de SISSON (1991), é definido como "um sistema administrativo de ampliação de uso para edificações escolares".

Os prédios escolares dos anos trinta, destacam-se como exemplos importantes da primeira fase do movimento moderno, que começava a se consolidar no antigo Distrito Federal (Rio de Janeiro). O edifício do Ministério da Educação e Saúde, projeto de Lúcio Costa e equipe, em 1937, tem papel preponderante como irradiador deste vocabulário arquitetônico. A arquitetura destas escolas, vai revelar então, um retorno às tendências européias contemporâneas, - abandonando a valorização das tradições locais do passado -, fomentando ideais de ensino essencialmente modernizadores como a sua vertente arquitetônica; (...)"As propostas corbusianas de uma solução técnica para os problemas sociais da Europa do primeiro pós-guerra, pelo aproveitamento pleno do

maquinismo, calhava às condições brasileiras perfeitamente (...) Esta tendência modernizadora da arquitetura brasileira projetou-se até culminar em Brasília, até 1960"(VILANOVA ARTIGAS, 1970, p.12).

O partido adotado nessas edificações, comportava combinações de sólidos geométricos de linhas puras, sem rebuscamentos e ornamentações, até então utilizados. Os prédios abandonam a simetria bi-lateral, utilizando as janelas de canto, os basculantes, e materiais como o vidro e o ferro, assim como o concreto armado nas marquises, coberturas planas e varandas em balanço.

As inovações das escolas de Anísio teixeira vão além do planejamento do prédio em si. A remodelação da cidade, através do Plano Agache, desenvolvido sob a orientação do urbanista francês Alfred Agache, vai impulsionar um plano abrangente da rede escolar, distribuindo os prédios de forma atender às possibilidades de uma demanda populacional e facilidade de transportes, baseando-se em "critérios quantitativos e estudos intersetoriais contidos no plano urbanístico recém elaborado para a cidade"(SISSON,1990, p.76).

A linguagem morfológica da arquitetura moderna continua sendo adotada na construção de prédios escolares, acompanhando as tendências dominantes do período, durante as décadas de 40/50. O padrão construtivo de certas edificações evidencia, além do compromisso estético e plástico, o condicionamento térmico natural; a utilização de elementos como quebra-sóis (para proteção das fachadas mais ensolaradas), combogós, simplicidade dos volumes componentes e pilotis, favoreciam o controle da insolação e a ventilação.

Na década de 60, durante o governo de Carlos Lacerda no Rio de Janeiro, é implantado um programa de reestruturação e expansão do ensino básico, resultando na construção de uma série de escolas primárias. Estes projetos, de autoria do arquiteto Francisco Bologna, mantinham uma unidade plástica vinculada a um partido padronizado, mesclando elementos tradicionais e contemporâneos,

como o uso do tijolo aparente, telha colonial de barro, estrutura em concreto ou madeira.

O vocabulário arquitetônico das construções revelava alguma interação com as condições ambientais - como o uso de telha cerâmica na cobertura, onde empregava-se grandes beirais de telhado para proteção contra chuvas e sombreamento das fachadas; ou (...) "numa interpretação mais criativa do partido, a construção recebe telhado em "shed", proporcionando boa aeração às salas de aula e aspecto movimentado à fachada"(XAVIER et alii, 1991, p.118).

A sistematização efetiva da experiência educacional, desenvolvida no decorrer dos séculos, vai resultar na Lei 5.692, de 11 de agosto de 1971, que fixa as Diretrizes e Bases para o Ensino de primeiro e segundo graus, estabelecendo oito anos de escolaridade obrigatória e gratuita para o ensino de primeiro grau, e três anos de escolaridade para o ensino de segundo grau. "A mudança principal no ensino fundamental de 8 anos é pedagógica através de uma programação integrada dos cursos e a adoção de métodos ativos, o que traz como consequência uma nova interpretação física e espacial dos prédios e da rede de prédios escolares."(MEC S.G. PREMEN DOC., 1973, p.01)

Vinculado ao Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PREMEN), através da iniciativa do MEC, é criado o CEBRACE (Centro Brasileiro de Construções e Equipamentos Escolares) que oferecia aos projetistas, (...) "um modelo para caracterização dos principais aspectos a serem considerados na elaboração, avaliação e aprovação dos projetos escolares"(CEBRACE, 1976, p.05). Estabelecia uma padronização de critérios para uma metodologia de projetos e para seleção de terrenos destinados a construções escolares, ou seja, o planejamento não se restringia apenas ao prédio escolar, mas também a toda a rede física de determinada área.

Fundamentado na filosofia da legislação do ensino vigente (Lei 5.692), o programa arquitetônico devia prever então, ambientes para viabilizar o desenvolvimento das novas atividades pedagógicas introduzidas com a reforma do ensino: (...) "a escola de hoje não vai só administrar aulas do currículo obrigatório, mas também é destinada à qualificação para o trabalho por intermédio de sondagem de aptidões e de iniciação do mesmo, no 1.º grau, e a habilitação profissional referindo-se a escola de 2.º grau" (CARVALHO, 1982, p.01).

De acordo com os critérios e recomendações do CEBRACE (1976), para avaliação de projetos de prédios escolares, as condições ambientais aparecem como requisito de projeto, referindo-se a necessidade de indicar no mesmo, condições favoráveis de ventilação, iluminação, cores e localização.

Mas essas recomendações apresentavam-se num âmbito geral, sem uma investigação aprofundada sobre as características físicas dos materiais, os detalhes construtivos, que favorecessem as condições de conforto ambiental, os dados climáticos e, sem a formalização efetiva desses critérios.

Segundo a norma para construção de prédios escolares, de 1980, as considerações sobre o conforto ambiental da edificação restringem-se a:

- condicionamento das salas de aula, considerando a orientação ideal SSE, e inadequada a orientação SW, admitindo-se outras orientações, desde que os vãos recebam proteção especial;
- iluminação natural, à esquerda dos alunos, na maior dimensão da sala, iluminação mínima 1/4 da área do piso;
- ventilação sempre que possível cruzada, sendo obrigatória a ventilação permanente (esquadrias) e proporcionando máximo de ventilação e proteção para a chuva ou sol excessivo.

Finalmente, a partir da década de 80, surge uma nova filosofia de escola, fundamentada em instruir e dar apoio ao desenvolvimento das crianças, bem

como à comunidade local; são os CIEPS, (Centros Integrados de Educação Pública), as Escolas Isoladas e as Casas das Crianças, implantados no Rio de Janeiro a nível estadual, e mais recentemente, os CAICS (Centro de Atenção Integral à Criança), tendo em vista todo o território nacional (plano federal).

II.3) - O MOMENTO ATUAL (RIO DE JANEIRO):

De 1984 a 1987, no Rio de Janeiro, a administração do governador Leonel Brizola implementa o Programa Especial de Educação com o objetivo de expandir a rede pública, dividindo-se em duas frentes: os CIEPS, projeto de Oscar Niemeyer e a Fábrica de Escolas, sob a coordenação do arquiteto João Filgueiras Lima.

Através da técnica da argamassa armada, desenvolvida anteriormente pelo arquiteto em escolas transitórias rurais, em Goiânia, a Fábrica de Escolas tinha a intenção de racionalizar a construção das Casas Das Crianças, bem como o programa das Escolas Isoladas, complementares à rede oficial do ensino.

O programa das Escolas Isoladas continuou sendo desenvolvido na segunda gestão do governo Brizola, vinculado diretamente a Secretaria Estadual de Educação e sob a responsabilidade da RIOCOP (Companhia Municipal de Conservação e Obras Públicas), que fabrica os componentes em argamassa armada e gerencia os projetos a partir da concepção da escola e detalhamento, totalmente desenvolvidos por João Filgueiras Lima.

Segundo LIMA (1984), a tecnologia da argamassa armada, é decorrência das pesquisas pioneiras de Pier Luigi Nervi, realizadas na década de 40, quando difundiu o material com o nome de ferro-cimento, - composto

constituído por uma argamassa de cimento e areia, incorporadas a uma armação de ferro soldado; através deste sistema construtivo de pré-moldagem, é possível maior rapidez e economia da construção.

O projeto das Escolas Isoladas obedece a uma programação pedagógica tradicional, oferecendo através da modulação, uma grande facilidade de execução, manutenção e ainda, flexibilidade dos espaços para futuros acréscimos ou subdivisões internas, de acordo com a necessidade. Os componentes em argamassa armada possuem uma leveza considerável, facilitando o manuseio e montagem. Mas a urgência de rapidez na execução (em torno de 45 dias), acaba comprometendo, muitas vezes, a qualidade técnica da construção, apresentando problemas de corrosão, infiltração, rachaduras e acabamento. Uma das vantagens apontadas pela RIO COP diz respeito à manutenção, que se faz sem oferecer muitos transtornos, já que, o sistema de encaixes e a modulação possibilitam rápida reposição das peças.

Além do programa dos Cieps (com prosseguimento ainda, na segunda gestão do Governo Brizola) e das Escolas Isoladas, deve-se mencionar também, uma outra tipologia atual de edificação escolar, desenvolvida recentemente no Governo Moreira Franco: as escolas moduladas, construídas com materiais convencionais, e com projeto dos arquitetos Francisco Amaral e Ronaldo Lisboa (EMOP). Este projeto ainda teve a conclusão de algumas edificações, como meta da segunda administração do Governo Brizola no Rio de Janeiro. A idéia básica é um módulo padrão de 16 x 16 metros (constituindo o recreio coberto, no térreo), desenvolvido a partir das dimensões apropriadas para as salas de aula, e a partir dele, a subdivisão interna compondo variações das mesmas (dois tamanhos) e setores administração/serviços. Assim, esta solução empregada constitui obra aberta, flexível, admitindo ampliações futuras e adaptação em terrenos diversos, utilizando a padronização de componentes de forma a racionalizar a construção. No caso dos Cieps, a solução é fechada com projeto padronizado e aplicado

indiscriminadamente em todo o Estado, encontrando na maioria das vezes, dificuldades de implantação em terrenos apropriados às suas dimensões.

Com relação aos Caics, a filosofia adotada constitui em dar apoio integrado à criança e a família, oferecendo, além da educação, - com aulas convencionais e oficinas de preparação para a vida, assistência médica e atividades esportivas.

Constituindo projeto grandioso, e desenvolvido com a intenção de estabelecer um símbolo durante o Governo Collor (Ciacs), surgiu como uma versão atualizada dos Cieps, a ser implantado em todo o país. Com o fracasso do programa de implantação destas escolas, no governo anterior e, após um período em que a produção esteve paralizada, o projeto acabou sendo retomado pelo governo federal Itamar Franco, sob novo nome (Caics) e com estrutura menos ambiciosa. A solução arquitetônica e todo o sistema de industrialização das peças de argamassa armada, são de autoria, também, do arquiteto João Filgueiras Lima¹.

A área de construções escolares chega aos dias atuais, ainda com uma grande defasagem entre a rede existente e aquela realmente satisfatória para atender a crescente demanda de salas de aula; o planejamento não é a longo prazo, ao contrário, é imediatista e urgente, obrigando os profissionais de planejamento a suprirem as reivindicações com salas de emergência, onde nem sempre a qualidade prevalece sobre a quantidade. "No geral, a rede escolar é o reflexo do que ao longo dos anos tem acontecido com a educação: ela é necessária, básica, constitui bandeira para ascensão ao poder, mas está intimamente relacionada às condições favoráveis ou desfavoráveis da oscilação política. E esta é que determina o maior ou menor volume de investimentos para construções dessa natureza" (OLIVEIRA, 1986, p.42).

¹ É importante mencionar, que na época, problemas políticos impediam uma fiscalização eficiente da construção, e por temer que um projeto dessa grandiosidade, perdesse em qualidade, o arquiteto demitiu-se da RIO COP, em janeiro de 1992.

CAPÍTULO III

ARQUITETURA ESCOLAR: UMA REFLEXÃO E ANÁLISE DAS ETAPAS DE PROJETO

III.1) INTRODUÇÃO:

Ao longo dos séculos, o espaço arquitetônico evoluiu de simples abrigo, - requerimento primário à sobrevivência do homem nos tempos primitivos, para assumir complexas funções na sociedade e satisfazer necessidades sociais, econômicas e culturais.

A temática de construções escolares insere-se num contexto de significação social, com relevante papel na formação moral, cultural e psicológica de uma coletividade. Este espaço, intensamente vivenciado, acaba promovendo tal relação de afetividade com o usuário, que as recordações da instituição de ensino perpetuam-se durante anos em sua memória; a escola exerce contribuição decisiva para a capacitação de futuros indivíduos participantes na sociedade.

Durante todo o processo de implantação de um sistema educacional consistente, a arquitetura dos prédios escolares públicos acompanhou os movimentos e tendências arquitetônicas predominantes em cada período ao longo de nossa história. Através de edificações representativas das tradições vigentes no país, houve uma contribuição eficaz à sedimentação dos valores culturais da sociedade; (...) "a escola polariza, mais que a habitação, as aspirações da nossa sociedade para com ela mesma. Por ser o lugar da transmissão do saber formalizado, ela traduz o modo como a sociedade se pensa e se projeta"(OLIVEIRA, 1991).

Os prédios escolares públicos recebem conotação característica por estarem condicionados às decisões e controle de um poder centralizador, e conseqüentemente refletindo a filosofia educacional imposta pelo sistema econômico e político vigente. Dentro deste âmbito, os projetos e a demanda de construções escolares vão depender da gestão do governo, que elegem ou não, a educação pública como prioridade.

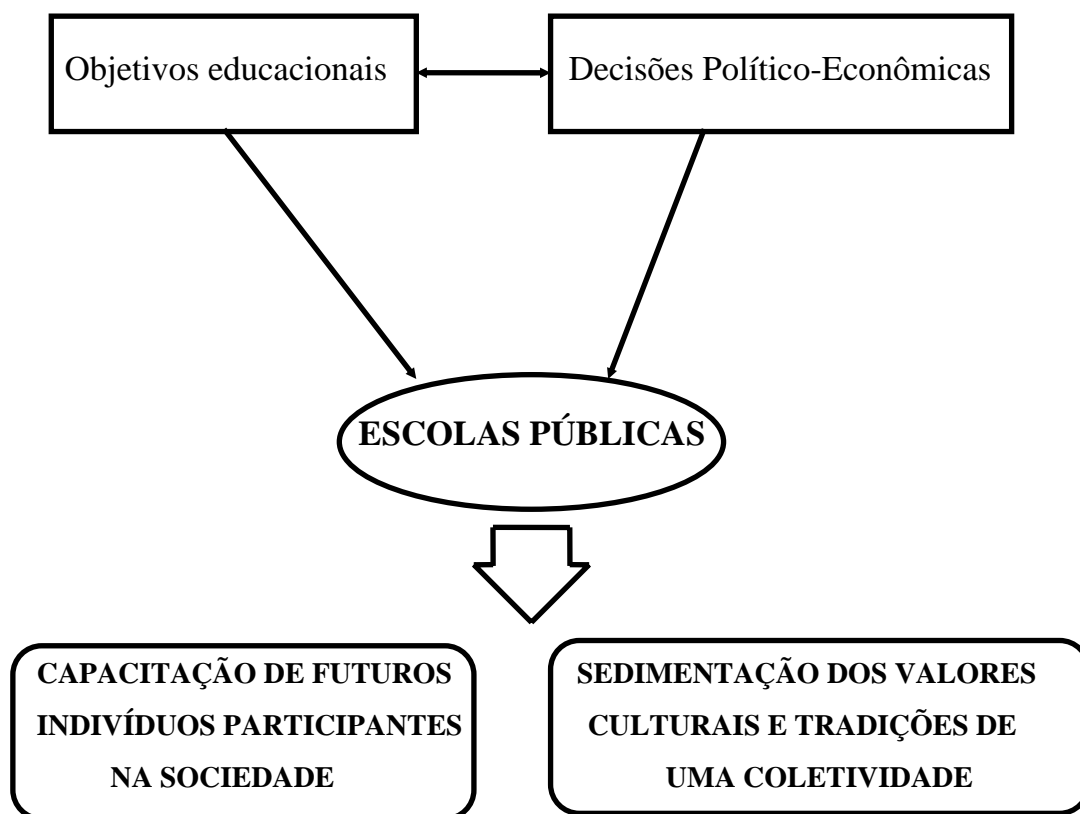


Figura III.1 - As Escolas Públicas

A solução espacial das construções escolares viabiliza, portanto, um programa de necessidades previamente estabelecido pelas Secretarias de Educação. Estas instituições deverão fornecer também aos profissionais responsáveis pelo planejamento, toda a gama de informações subsidiárias à caracterização regional e local onde a edificação será implantada.

III.2)- PLANEJAMENTO DAS CONSTRUÇÕES ESCOLARES

III.2.1 - Condicionantes Gerais:

Através da historicidade de nossas escolas públicas, é possível notar as dificuldades constantes na implantação de uma estrutura educacional mais sólida, bem como de uma arquitetura escolar adequada. Esta precariedade do sistema escolar é resultado da ausência de uma metodologia de projeto, aliada à carência de especificações escolares². Foi somente a partir da década de 70, com a criação do CEBRACE (Centro Brasileiro de Construções e Equipamentos Escolares), que se tornou possível visualizar uma uniformização destes critérios e especificações de projeto.

Numa situação ideal, a arquitetura escolar vai resultar de um longo processo de etapas sucessivas e cumulativas, transpondo a concepção do prédio isoladamente e estendendo-se também à rede física. Assim, de acordo com documento do PREMEN/MEC (Programa de expansão e Melhoria do Ensino), de 1973, o planejamento das unidades físicas escolares vai envolver dois níveis:

Planejamento da rede, isto é, da disposição, características, dimensões e interrelacionamento adequado das unidades para atendimento de uma demanda prevista, compatibilizada aos prazos e recursos estabelecidos e condizente com as diretrizes por uma Política Educacional mais ampla;

Planejamento da unidade, ou seja, o estudo detalhado de cada escola, ou de cada tipo de escola, de modo a adequá-la às necessidades educativas da população servida por uma determinada rede.

Na efetivação deste processo, faz-se necessário um relacionamento interdisciplinar envolvendo profissionais como: educadores, arquitetos, administradores e a comunidade interessada. Torna-se possível, então, traçar um

² Segundo o CEBRACE (1976), as Especificações Escolares definem a adequação do projeto às exigências do ensino-aprendizagem, no que diz respeito à construção em si, equipamentos e mobiliário.

perfil da futura escola, elucidando questões tais como: tipo de ensino que será ministrado, demanda populacional que irá atender, condições físico-climáticas regionais existentes e realidade sócio-econômica a que está submetida.

Entretanto, na realidade atual, essa abrangente investigação de dados, a fim de sedimentar o planejamento escolar, nem sempre se realiza satisfatoriamente. A carência de salas de aula é uma realidade em todo o país e a emergência de suprimento, muitas vezes não comporta o longo processo de planejamento escolar. Seria necessário uma sistematização de procedimentos, de forma a estabelecer uma metodologia de projeto, que contribuísse e racionalizasse este processo. O extinto CEBRACE/CEDATE (1989), contribuía com pesquisas na área de arquitetura escolar e com critérios para elaboração, aprovação e avaliação de projetos escolares. Porém, a falta de um documento atual e de um planejamento uniforme a longo prazo, aliados as mudanças de critérios cada vez que se substitui um governante, subordinam a arquitetura escolar à expressão do poder político vigente, que coloca a educação como "bandeira eleitoreira" e/ou a obra arquitetônica com significado monumental.

Fundamentalmente o prédio escolar deverá comportar características básicas, como: *funcionalidade, conforto, flexibilidade, durabilidade* (emprego de materiais duráveis que reduzam a constante necessidade de manutenção), *economia, racionalidade e simplicidade construtiva* (possibilidade de utilização de sistemas modulares e elementos de produção em série, que viabilizem maior agilidade da construção), além de funcionar como polo de interação social da comunidade. Segundo CARVALHO (1982, p.04), a adequação do prédio escolar vai estar condicionada a:

1.1- atender às exigências funcionais e operacionais, contribuindo para o desenvolvimento pleno das atividades pedagógicas; 1.2- atender às características sócio-culturais da comunidade; 1.3- possibilitar flexibilidade aos espaços educacionais face à evolução constante do ensino, num desejo de cada vez mais aperfeiçoar os seus métodos; 1.4- possibilitar futuros acréscimos; 1.5- utilização de

materiais e processos construtivos do local; 1.6- condições de conforto ambiental: insolação, ventilação e conforto térmico, conforto acústico.

Estes condicionantes deverão nortear a concepção do prédio escolar, sendo constantemente aferidos em cada etapa do projeto.

A concepção de uma unidade escolar envolve um complexo processo de planejamento, que abrange desde a obtenção de um programa de necessidades, (...) "montando um pré-dimensionamento do prédio pretendido, as áreas livres necessárias, até a elaboração das plantas e especificações técnicas de arquitetura e engenharia" (ALMEIDA, 1987, p.103).

III.2.2- Etapas de Desenvolvimento do Projeto: Premissas Básicas para um Planejamento Racional - Planejamento da Unidade Escolar:

A)- Levantamento de Dados/Estudo de Viabilidade (conhecimento da região e do terreno):

Considerando-se uma situação ideal, a fase inicial da elaboração de um projeto escolar consiste, primeiramente, na caracterização do objeto de estudo, visando estabelecer o perfil que se quer para determinada escola, no qual deve estar inserida a filosofia pedagógica adotada.

Após a apropriação do programa de necessidades (ambientes pedagógicos, funções, fluxos, metragens aproximadas etc.), e especificações educacionais (normas que condicionam a utilização dos espaços em termos de iluminação, ventilação, higiene, cores etc.) previamente estabelecidos, segue a caracterização das condições pré-existentes a nível local e regional. Esta caracterização da região deverá abranger aspectos referentes a tais fatores:

- condições de acessibilidade - capacidade e fluxo das vias públicas que delimitam o lote, meios de transporte, localização de pontos de ônibus. Estes aspectos irão determinar os acessos ao terreno em questão e os fluxos no mesmo;
- infra-estrutura básica - pavimentação de ruas, rede de esgoto, energia e abastecimento de água;
- legislação vigente - taxa de ocupação e índice de aproveitamento do terreno, áreas livres, alinhamentos e afastamentos, gabaritos máximos. Deverão ser observadas as possibilidades de criação de áreas de lazer no lote, "estabelecendo-se uma conveniente relação entre a área construída e a área livre"(CONDE, 1987, p.93);
- população - indicadores sócio-econômicos, culturais e faixa-etária;
- entorno (circunvizinhança) - arquitetura local (vocação dos sistemas construtivos / tipologia das construções) e acidentes geográficos da região;
- disponibilidade de mão-de-obra e materiais de construção (levando-se em consideração suas características térmicas, sua durabilidade, a tradição da região, os custos e facilidade de manutenção);
- condicionantes físico-ambientais do local - clima, topografia (necessidade de cortes e aterros do terreno, escoamento natural de águas pluviais), vegetação, recobrimento do solo, orientação, massas de água e ocorrência de ruídos.

Quanto às condições climáticas, o arquiteto deverá examinar os dados obtidos junto à Estação Meteorológica da região, identificando os períodos anuais mais quentes e mais frios (temperatura mínima média mensal e máxima média mensal), a direção e velocidade dos ventos dominantes, as máximas e mínimas de umidade relativa e os índices pluviométricos.

Após essa investigação sistemática, envolvendo os tópicos assinalados, os profissionais encarregados da elaboração do projeto, deverão fazer uma avaliação "in-loco" dos dados previamente coletados e levantados.

Condições ambientais - Conceitos:

Na criação projetual faz-se necessário promover uma interação entre o objeto arquitetônico e as condicionantes físico-climáticas. A influência dos fatores climáticos é bastante relevante na qualidade do espaço físico dos ambientes pedagógicos; é fundamental que se estabeleçam características espaciais que não comprometam a dinâmica educacional, atendendo às necessidades dos usuários e assegurando níveis desejáveis de conforto e salubridade suficientes à implementação deste processo. Ambientes mal solucionados termicamente causam desconforto e dificultam a permanência dos ocupantes: o aquecimento do ambiente vai provocar desgaste físico-psicológico, prejudicando a concentração do aluno e contribuindo para a ineficiência na execução das tarefas escolares.

O conforto térmico da edificação vai estar subordinado ao controle dos efeitos dos elementos do clima, como: variações de temperatura, radiação e "trajetória solar", direção e intensidade dos ventos dominantes, umidade relativa e índices pluviométricos. Desta forma, a arquitetura escolar coerente às condições climáticas regionais, vai comportar espaços internos aprazíveis, com situações favoráveis de ventilação, insolação e iluminação. A variável conforto ambiental é então, importante critério de avaliação do desempenho da edificação; a seleção de materiais adequados ao clima regional, o padrão construtivo, bem como a localização e tipologia de aberturas que privilegiem a ventilação e iluminação, vão determinar a qualidade do espaço físico construído.

Segundo manual do CEBRACE (1976, p.29), a arquitetura escolar que interage com as características regionais vai estar relacionada:

- *ao controle de temperatura e umidade, por meio do uso adequado de materiais de vedação e correto posicionamento das aberturas para condições ótimas de ventilação;*
- *ao escoamento de águas pluviais por meio de sistemas adequados de drenagem superficial;*

- ao bloqueio de ventos indesejáveis mediante adequada implantação dos edifícios ou por meio de elementos construtivos e massas de vegetação;
- ao controle de insolação, satisfazendo às necessidades de salubridade dos ambientes, sem incidência direta dos raios solares ao nível dos planos de trabalho;
- ao dimensionamento de aberturas e soluções de caixilharias adequadas, de modo a se obter um nível de iluminamento compatível com as necessidades de cada ambiente.

B)- Síntese - Estudo Preliminar/ Partido Arquitetônico:

O Estudo Preliminar apresenta-se como a primeira configuração gráfica do projeto, a partir da avaliação das condicionantes pré-existentes.

Após análise do clima da região, é possível traçar um perfil das condições de conforto térmico local e conseqüentemente, vislumbrar as soluções arquitetônicas pertinentes. Para esta interpretação prévia, conta-se com o auxílio de instrumentos, tais como:

- Diagrama Bioclimático, - desenvolvido por B. Givoni (ROSA, 1991), no qual estabelece áreas de influência dos parâmetros sensíveis do clima, indicando um "polígono de conforto térmico";
- Quadros Diagnósticos de Carl Mahoney, que estabelecem um relacionamento entre os parâmetros climáticos da região e as recomendações arquitetônicas preliminares;
- execução de gráficos de trajetórias solares, onde é possível visualizar condições de iluminação natural e insolação.

Em seguida, é feito um plano de massa da edificação e respectiva implantação, em função das condições físico/climáticas do terreno, - orientação, direção dos ventos dominantes, ocorrência de ruídos, topografia, vegetação

existente, acessos principais e taxas de ocupação. Para a visualização desta interação edifício/terreno, é feito um esquema gráfico constando todas essas informações (FIG. III.2).

Neste estudo de massa, é definida também, a localização dos vãos de ventilação e iluminação, condicionada à direção dos ventos, à presença de vegetação e à insolação, bem como a seleção dos materiais construtivos condizentes com o perfil climático da região. As salas de aula merecem atenção especial, por serem consideradas como o polo dominante da construção - local de maior permanência do aluno; a luz natural deve ser privilegiada, uniformemente distribuída em todos os pontos do ambiente (vindo da esquerda para a direita) e complementada pela iluminação artificial. Quanto à ventilação, a aeração e salubridade das salas são requisitos básicos, buscando-se a renovação do ar através de um sistema de ventilação cruzada. É conveniente, ainda, definir através de desenhos esquemáticos, soluções prévias de iluminação e ventilação para salas de aula, em função da forma, pé-direito e aberturas (FIG. III.3).

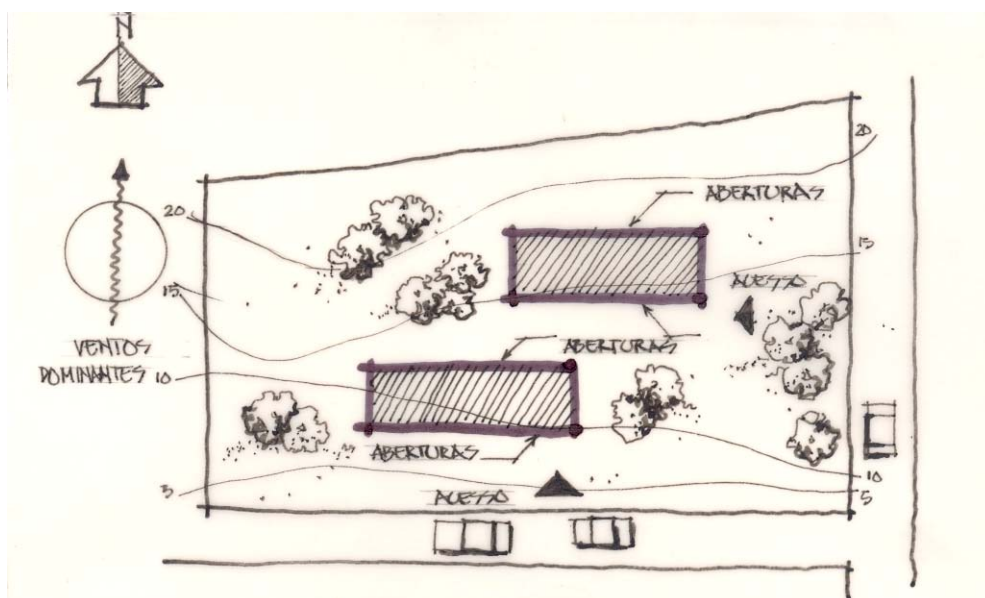


Figura III.2 - Esquema gráfico: Edifício / Terreno (desenho da autora)

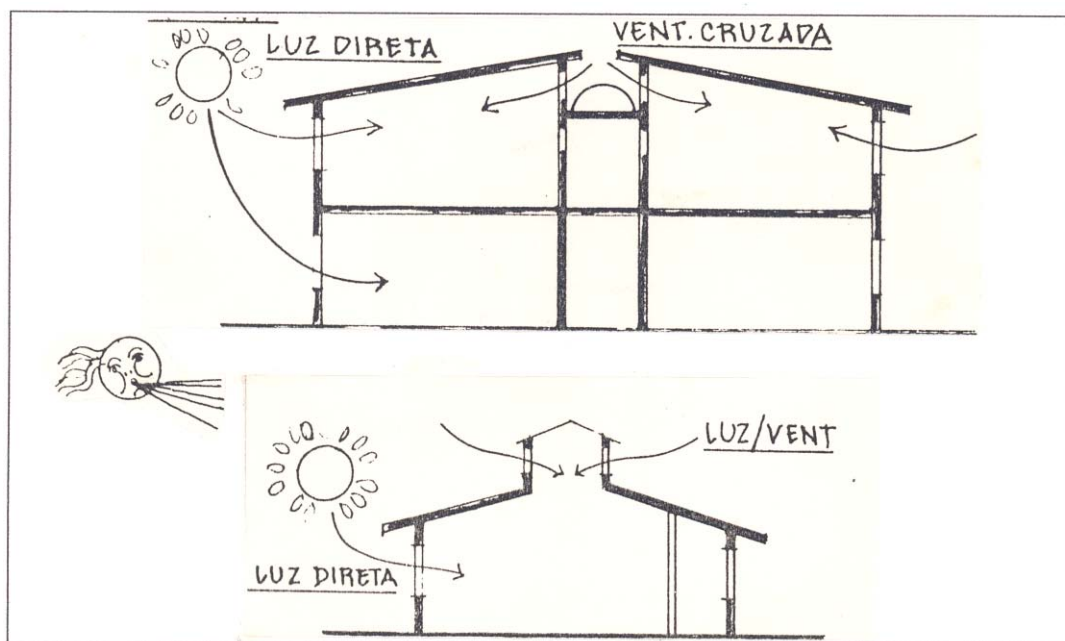


Figura III.3 - Soluções de Iluminação e Ventilação (CONDE, 1987)

Além disso, nesta fase é necessário o dimensionamento da unidade escolar, em função do perfil adotado para o estabelecimento (programa de necessidades). Estabelecendo-se, portanto, um pré-dimensionamento setorial, através da execução de um fluxograma dos ambientes funcionais, estabelecendo os fluxos dominantes, a hierarquia dos espaços, suas respectivas interações e relações principais (FIG. III.4).

O programa completo de uma escola, pode ser dividido basicamente em cinco conjuntos funcionais (FIGs.III.5, III.6, III.7 e III.8):

Direção/administração, incluindo ambientes destinados ao diretor e assistente, secretaria, sala de reuniões, sala de professores, portaria/recepção e sanitários; apoio técnico, composto por espaços reservados à coordenação pedagógica e orientação educacional; conjunto pedagógico, abrangendo as salas de aulas comuns, salas de aula especiais (laboratórios, oficinas etc), biblioteca e sanitários; conjunto vivência/assistência, destinado à alimentação, recreação, educação física, assistência médica e sanitários. (DIRIGENTE MUNICIPAL, 1983, p.20)

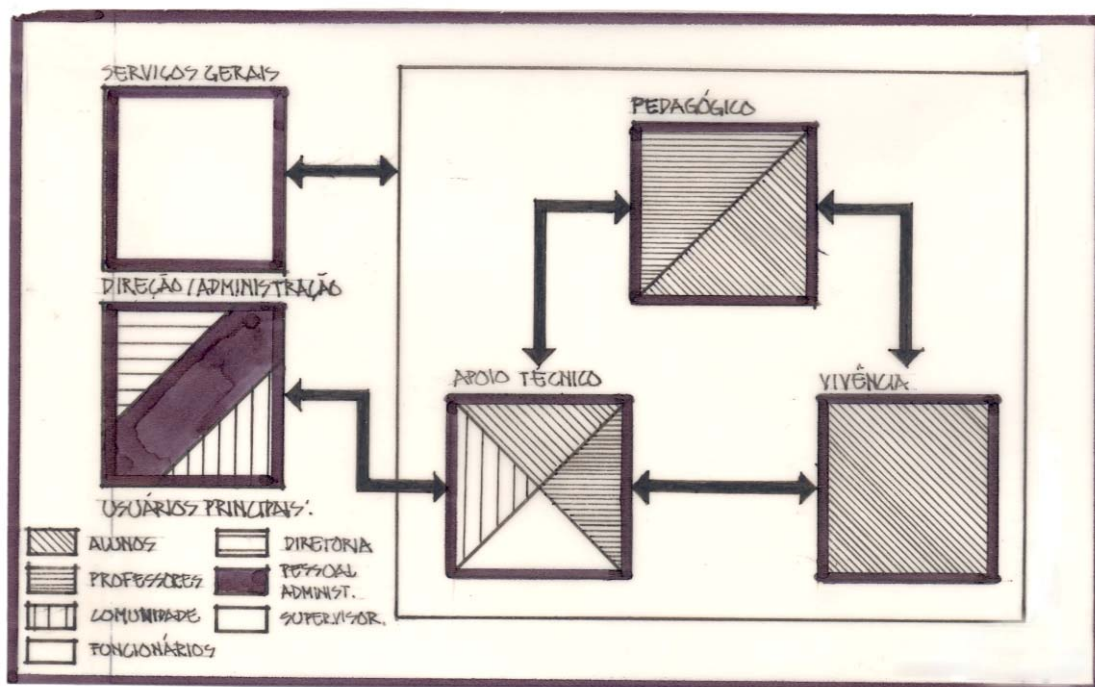


Figura III.4 - A Estrutura Funcional (DM, 1983)

Após análise desses aspectos, é possível definir um partido arquitetônico para a unidade escolar, a nível de estudo preliminar, e coerente com os critérios precedentes. Deve ser levada em consideração, a possibilidade de adoção de solução modular e componentes padronizados, que além de agilizarem a construção da unidade, simplificam o dimensionamento dos ambientes e facilitam os acréscimos futuros.

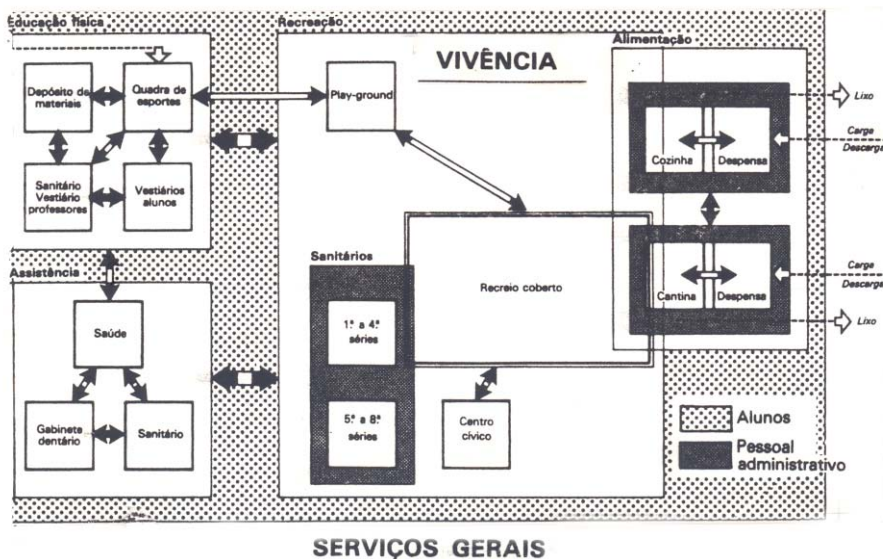


Figura III.5 - Fluxogramas Conjuntos Funcionais (DM, 1983)

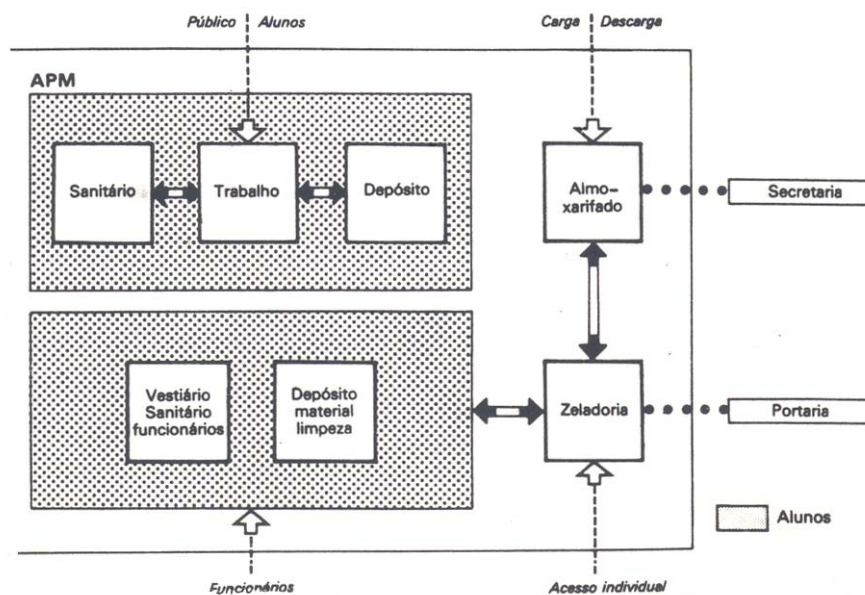
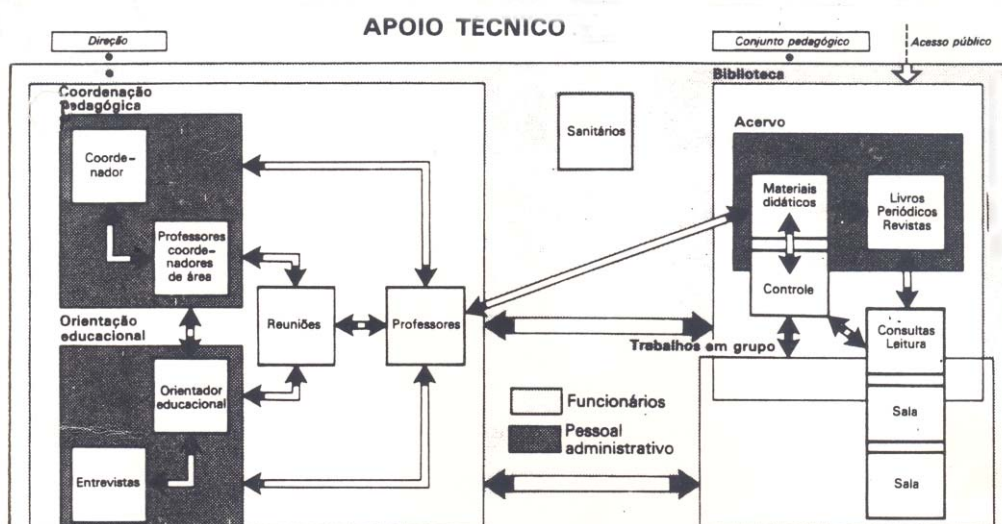


Figura III.6 - Fluxograma Conjunto Funcional (DM, 1983)



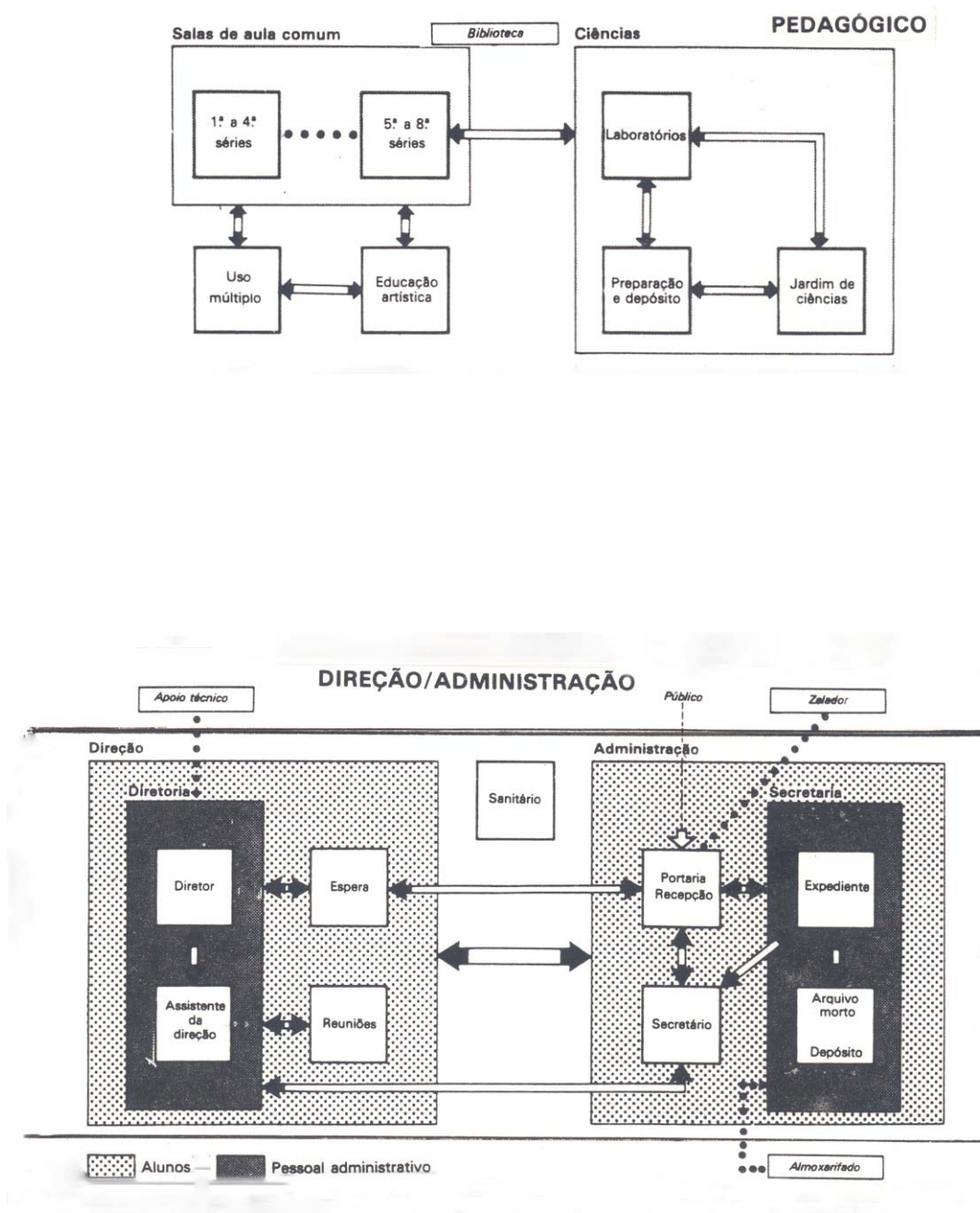


Figura III.7 - Fluxogramas Conjuntos Funcionais (DM, 1983)

Segundo a arquiteta Rizza Conde (1987), dentre os partidos mais comuns utilizados em unidades escolares, destacam-se:

1. *O pavilhonar*, onde é possível o aumento ou surgimento de novos prédios, além de oferecer flexibilidade e adequação dos blocos a funções variadas (figs. III.8 e III.9);

2. *O sistema por agrupamento*, que vai setorizar por grupos certas áreas diferenciadas, objetivando uma maior aproximação entre as partes da escola (figs. III.10 e III.11);
3. *O plano fechado ou compacto*, que configura-se como o partido mais econômico, já que os deslocamentos internos são menores, há uma redução de paredes externas e as circulações, algumas vezes, são utilizadas para atividades pedagógicas (figs. III.12 e III.13);
4. *O core ou pátio interno*, apresenta economia de área construída, com área central utilizada para recreio, atividades esportivas, atividades educacionais e circulação (fig. III.14).

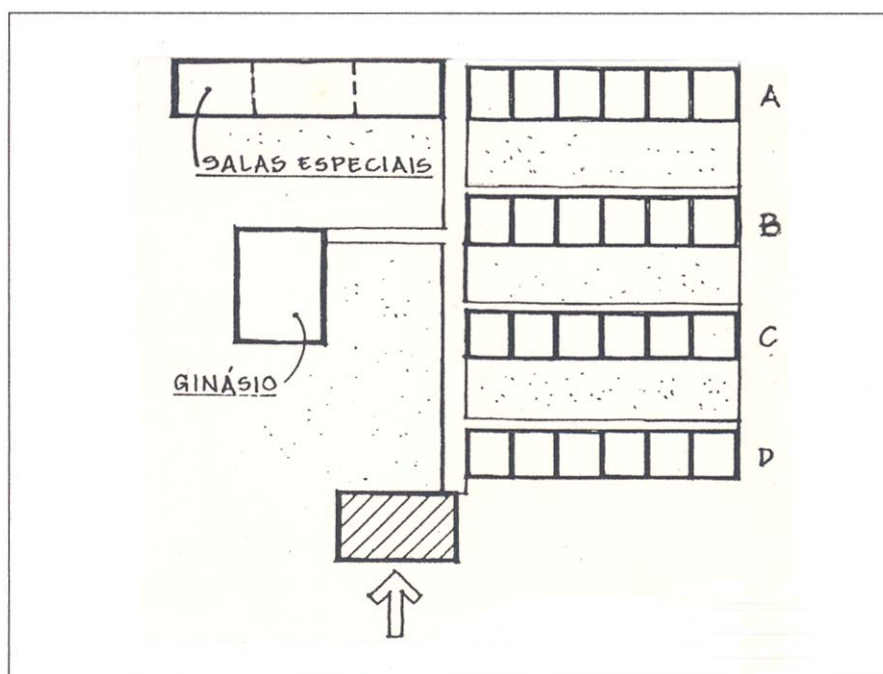


Figura III.8 - Esquema Pavilhonar (CONDE, 1987)

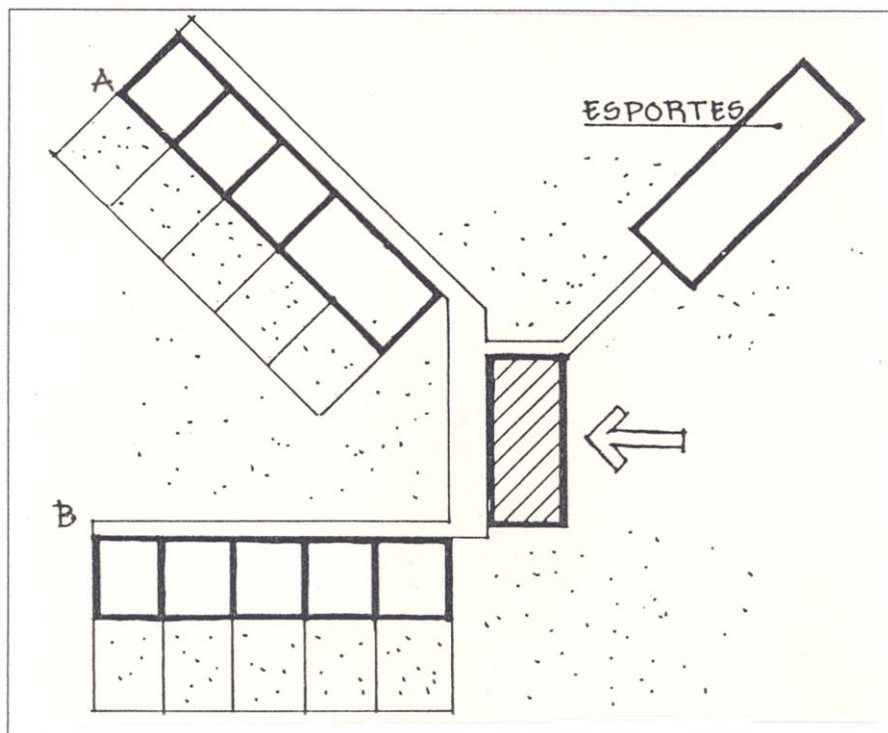


Figura III.9 - Esquema Pavilhonar (CONDE, 1987)

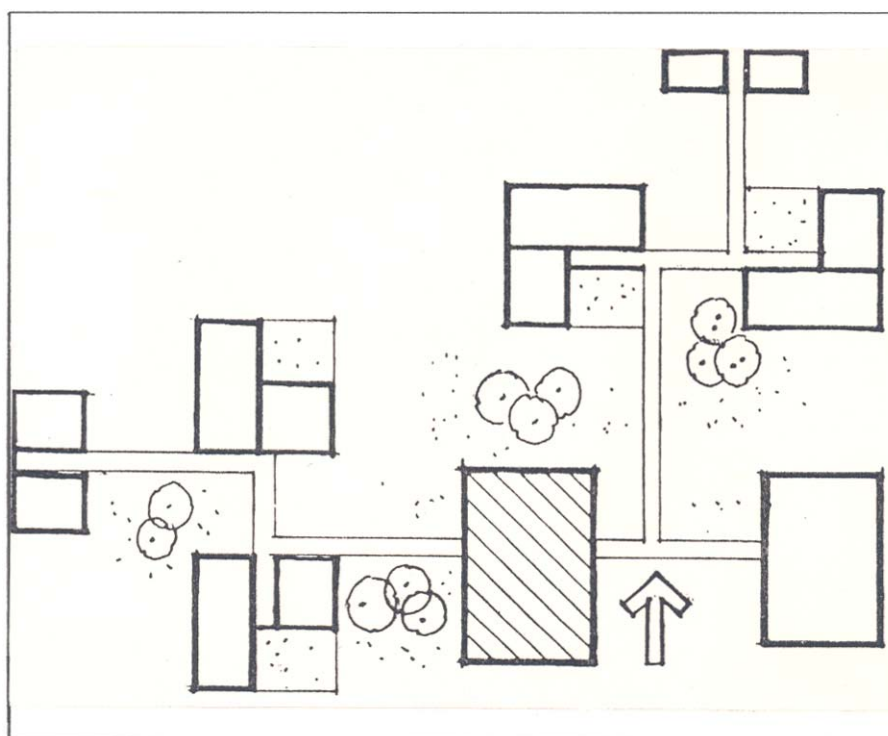


Figura III.10 - Esquema por agrupamento (CONDE, 1987)

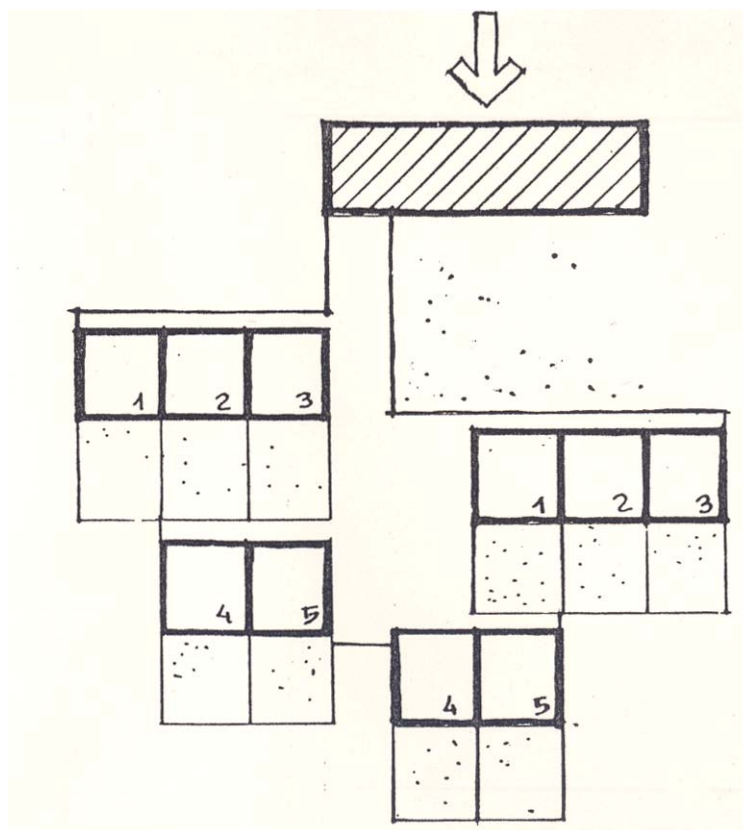


Figura III.11 - Esquema por agrupamento (CONDE, 1987)

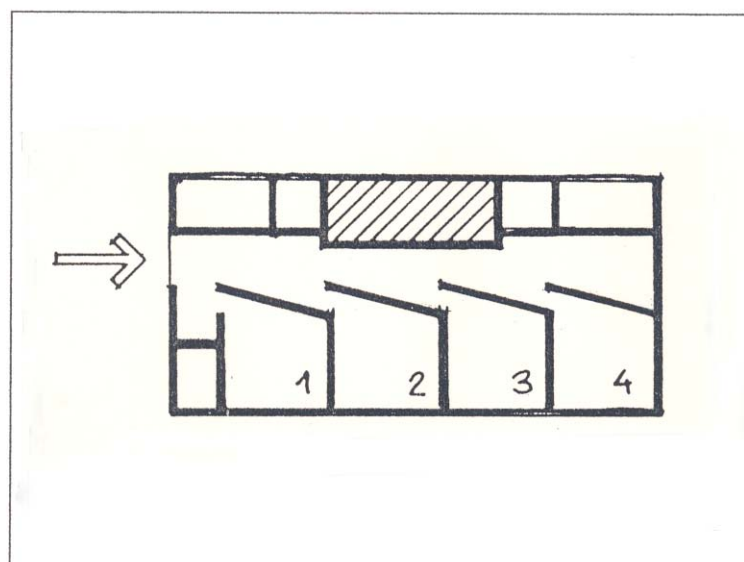


Figura III.12 - Plano Compacto (CONDE, 1987)

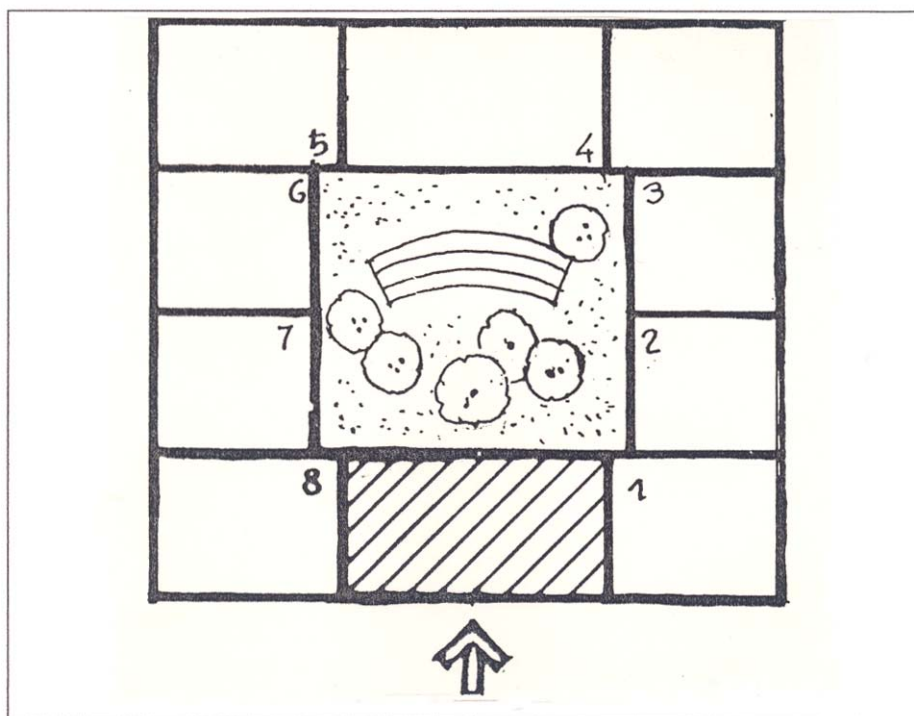


Figura III.13 - Core ou Pátio interno (CONDE, 1987)

Finalmente, complementando a etapa de definição do partido arquitetônico, deve-se já visualizar as possíveis soluções construtivas ou naturais que funcionarão como elementos de proteção à insolação, no caso de fachadas com orientação menos favorável (beirais, varandas, brises e paisagismo).

C) Anteprojeto e aferição do conforto térmico da unidade escolar:

O anteprojeto vai constituir a solução quase definitiva da construção, desenvolvida a partir do estudo preliminar e compatível com as exigências contidas no programa de necessidades; nesta etapa devem constar todas as informações suficientes à compreensão do projeto, antes da elaboração do projeto de execução.

Os ajustes finais da solução e a aferição do desempenho térmico, devem ser efetuados nesta fase.

Com o projeto concebido, o arquiteto terá condições de avaliar os futuros espaços edificados, no que diz respeito ao conforto térmico dos mesmos. A efetivação deste processo, se faz através de softwares, como o CASAMO-CLIM, - desenvolvido na França - , no qual é possível simular o comportamento térmico dos ambientes, com a obtenção das temperaturas internas resultantes, durante um período de ocupação.

Com os resultados, pode-se executar modificações no projeto, avaliando-se o comportamento de materiais e soluções construtivas alternativas. A finalidade principal desta aferição é, justamente, tentar evitar futuros acertos e adaptações construtivas na edificação, que nem sempre são satisfatórios; a tentativa de minimizar as condições desfavoráveis do clima, depois da obra concluída, vai implicar em custos complementares que podem ser reduzidos, quando a análise é feita ainda na etapa de projeto.

CAPÍTULO IV

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DAS ESCOLAS PÚBLICAS DO RIO DE JANEIRO

IV.1) INTRODUÇÃO / METODOLOGIA ADOTADA NAS VISITAS:

Tendo em vista a caracterização da arquitetura das escolas públicas do Rio de Janeiro e, conseqüentemente a apreensão das condições de conforto ambiental destas edificações, foram realizadas visitas a determinadas instituições de ensino, de tipologias arquitetônicas significativas, e inerentes às diversas fases da arquitetura escolar ao longo de sua historicidade³. Desta forma, foi possível visualizar um panorama geral das escolas públicas e as questões de conforto térmico e lumínico, selecionando exemplos, que abrangem um período que vai desde o final do século passado, na Primeira República, até o momento atual.

Deve-se enfatizar, entretanto, que a análise se deu de forma genérica, restringindo-se as visitas a um exemplo somente de cada modelo arquitetônico existente. É importante elucidar, que a escolha das escolas, não envolveu nenhuma região geográfica específica para análise, mas, as facilidades encontradas para realização das visitas.

Vale enunciar os critérios de observação adotados nas visitas às edificações escolares. Apesar da natural apreensão de todos os problemas concernentes à deterioração da construção em si, - como a patologia dos materiais (corrosão, rachaduras e infiltrações), a depredação e a falta de manutenção -, a

³ A seleção das escolas foi efetuada tomando como referência o conteúdo histórico visto no capítulo I.

ênfase se deu na observação dos espaços quanto aos fatores de conforto ambiental. Assim, a metodologia utilizada consistiu em aferir junto aos usuários (professores, diretores, funcionários e alunos), e através da constatação “in loco”, as questões a seguir:

- dimensões e volumetria dos espaços x conforto dos ocupantes;
- orientação do edifício e implantação - insolação, iluminação, ambientação externa, existência de vegetação, sombreamento e áreas livres;
- materiais da envolvente e padrão construtivo (paredes e cobertura);
- aberturas/ventilação - aeração dos ambientes pedagógicos, posicionamento e tipologia dos vãos de abertura, iluminação, visão para o exterior e divisões internas.

Não se pretende ainda nesta fase, enunciar soluções e recomendações construtivas, mas sim a constatação dos problemas de conforto térmico e lumínico, através de uma observação técnica e da opinião dos usuários.

IV.2) OS MODELOS ARQUITETÔNICOS DESENVOLVIDOS NO RIO DE JANEIRO AO LONGO DO TEMPO:

IV.2.1 - EXEMPLO 01 - Escola Municipal Deodoro - end.: rua da Glória, Glória

Este primeiro exemplo é relativo a uma instituição escolar significativa do período eclético republicano, que exerce posição de destaque até hoje na paisagem urbana. Inaugurada em 1908, durante a Primeira república, se mantém em funcionamento, guardando em sua arquitetura a feição imponente e o caráter institucional característicos da época (FIG. IV.1).

A escola distribui-se em três pavimentos: no térreo concentram-se os espaços administrativos, de serviços (refeitório, cantina e cozinha), biblioteca e sanitários. As dezesseis salas de aula localizam-se nos dois pavimentos superiores.

A implantação do prédio é simples, confrontando-se diretamente com a rua, sem recuo frontal, e acompanhando os moldes ditados pela época. Como consequência, a escola carece de espaços externos para recreação, educação física e festividades; transferindo precariamente estas atividades para o grande saguão, situado no térreo, para as divisas laterais do lote (FIG. IV.2), ou para o Aterro do Flamengo.

Quanto à orientação, o prédio tem a fachada principal voltada para a rua da Glória, perpendicular à direção leste, e as fachadas laterais perpendiculares ao plano norte/sul (FIG. IV.3). Desta forma, as salas de aula, localizadas simetricamente a um eixo central de circulação (FIG. IV.4 e IV.5), possuem em sua maioria, orientação favorável, voltadas para a direção norte ou sul. Além disso, são bem ventiladas, com amplas janelas de abrir, em madeira e vidro translúcido, localizadas em paredes adjacentes (FIG. IV.6), e com portas duplas de acesso, configurando um conjunto eficaz à circulação do ar nestes ambientes. Porém, as salas da frente exibem certa precariedade quanto ao conforto lumínico; apresentando dois planos de fachada, - leste/norte ou leste/sul, são insoladas frontalmente, durante toda a parte da manhã, já que não dispõem de elementos sombreadores. Em suma, o conforto térmico é alcançado no verão, através da existência de ventilação significativa, dado o pé-direito alto e as esquadrias que favorecem a ventilação cruzada em contraposição, a insolação na parte da manhã prejudica a iluminação, causando ofuscamento.



Figura IV.1 - Aspecto externo da edificação (Foto da autora, junho/1994)



Figura IV.2 - Implantação da edificação - reduzida área externa
(Foto da autora, junho/1994)

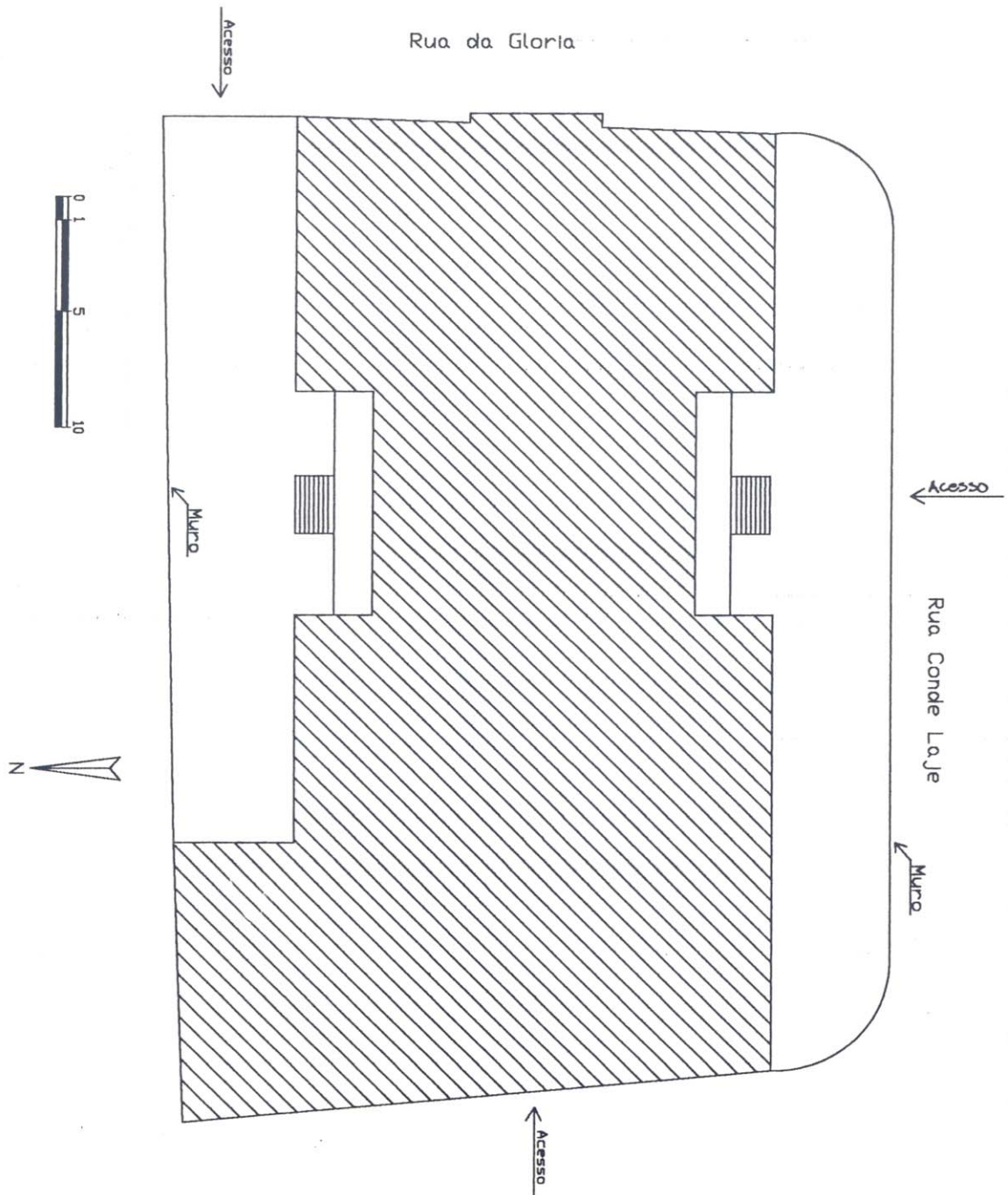


Figura IV.3 - Planta de situação esquemática

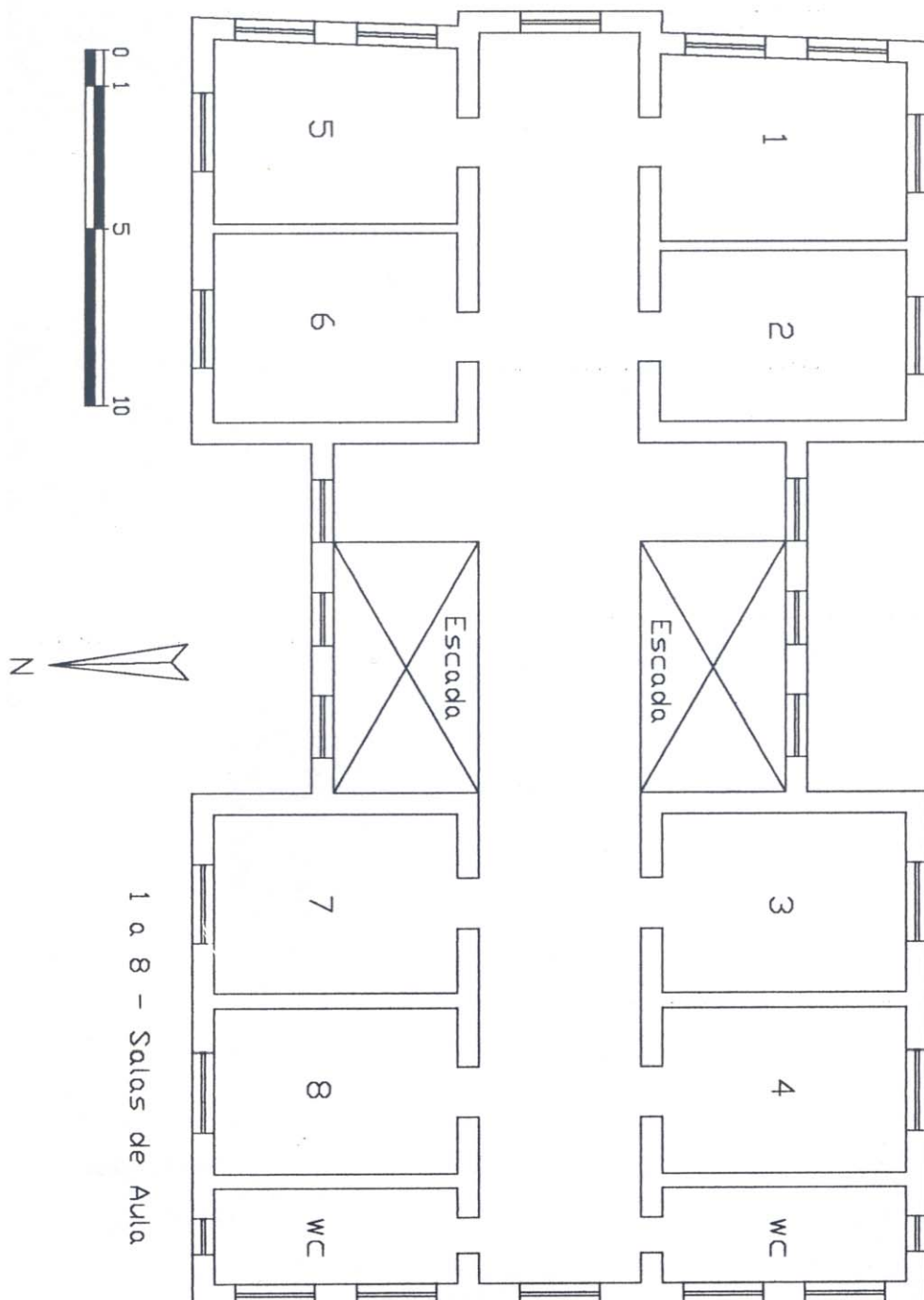


Figura IV.4 - Planta baixa - Distribuição das salas de aula / 2º e 3º pavimentos



Figura IV.5 - Circulação (salas de aula dispostas simetricamente)

(Foto da autora, junho/1994)



Figura IV.6 - Interior da sala de aula / Detalhe das esquadrias

(Foto da autora, junho/1994)

Complementando a análise do conforto lumínico das salas de aula, outro fator relevante, diz respeito ao entorno. A implantação do Hotel Ebony, vizinho à escola, - edificação de linhas modernas - com acabamento escuro e de gabarito alto, além de contrastar com a arquitetura do prédio, acaba por causar conflitos à iluminação das salas de aula, situadas em frente a ele. Localizados na fachada norte da escola, estes espaços, após a construção do hotel, tornaram-se extremamente escuros, - requisitando iluminação artificial durante todo o dia, e bloqueados quanto à visualização do ambiente exterior.

Deve-se mencionar, também, a relação das dimensões dos ambientes e o conforto dos ocupantes; as salas de aula, de área reduzida (em torno de 35 m²), restringem a ocupação, abrigando, no limite máximo, turmas de 30 alunos. Em compensação, com exceção das salas localizadas junto ao Hotel Ebony (mencionadas anteriormente), a sensação de amplitude é visível, considerando-se o pé-direito alto e a tipologia das esquadrias, que proporcionam visão externa, além da sensação de continuidade com o ambiente circundante (FIG. IV.7). Finalizando, as circulações amplas (FIG. IV.8) e os demais ambientes pedagógicos, - bem iluminados e arejados - complementam o bem estar dos usuários.



Figura IV.7 - Interior da sala de aula, amplo pé-direito e visão do ambiente externo
(Foto da autora, junho/1994)



Figura IV.8 - Detalhe do saguão de entrada (Foto da autora, junho/1994)

***IV.2.2 - EXEMPLO 02 - Escola Municipal Sarmiento - end.: rua Vinte e Quatro de Maio,
Engenho Novo***

A Escola Sarmiento constitui exemplo significativo do conjunto arquitetônico do período Missões/Neocolonial. Projetada pelos engenheiros-arquitetos Nereu de Sampaio e Gabriel Fernandes, como a maioria das escolas desta época, teve inauguração em 1928 (FIGs. IV.9 e IV.10) Inserida nas reformas educacionais empreendidas por Fernando Azevedo, na República Velha, o projeto tentava responder “(...) aos requisitos modernos de instalações escolares, tanto no que diz respeito à iluminação e aeração, quanto à higiene e pedagogia”(OLIVEIRA, 1991).

Localizada em terreno de 3.762,30 m² (FIG. IV.11), a instituição conta com privilegiado espaço físico, vasta área livre (2.348 m²) e arquitetura propícia às condições climáticas. Assim, apesar de implantada em pleno centro urbano, e convivendo com o calor, barulho e poluição, o espaço físico da escola é bastante agradável.

A construção distribui-se no sítio, intercalada por jardins, áreas arborizadas e áreas livres, tendo ao fundo, bloco destinado a serviços e refeitório, e amplo pátio de recreação, que se destaca por estrutura e cobertura imponentes (FIG. IV.12). Desenvolve-se em três pavimentos, comportando ainda, 18 salas de aula, com dimensionamento compatível (54 m²), setor administrativo, sala de estudos biblioteca e área de recreação.



Figura IV.9 - Aspecto externo da edificação - fachada principal
(Foto da autora, novembro/1994)



Figura IV.10 - Aspecto externo da edificação - vista lateral
(Foto da autora, novembro/1994)

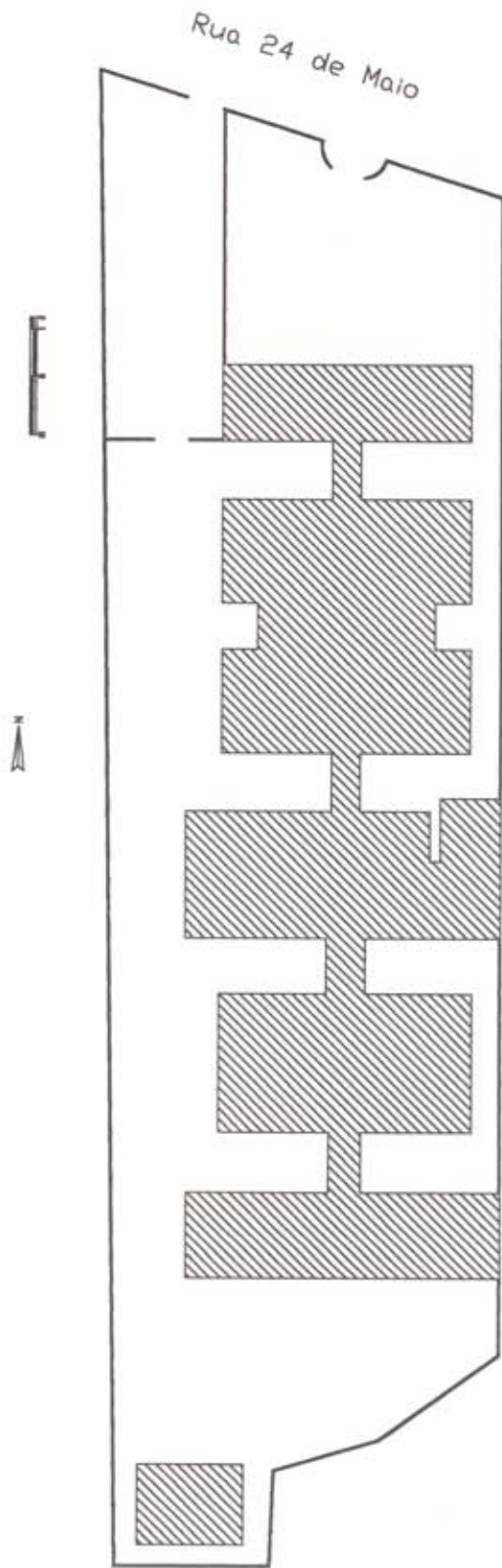


Figura IV.11 - Planta de situação

A implantação do prédio, assim como os elementos construtivos utilizados, favorecem as condições de aeração e iluminação natural. O volume da edificação é formado por blocos interligados através de galerias, em arcadas, posicionando as salas de aula para as fachadas norte ou sul (FIG. IV.13). Estas, com pé-direito alto, são voltadas para varandas, também em arcadas, que sem interferirem na privacidade das aulas, proporcionam agradável convivência com o ambiente exterior e condições aprazíveis de ventilação e sombreamento (FIG. IV.14). Aliados a esses fatores, a tipologia e localização das aberturas, - portas duplas e janelas altas pivotantes horizontais - privilegiam a circulação do ar no verão, iluminam os ambientes, e possibilitam a existência de ventilação higiênica, no inverno (FIG. IV.15).

Enfim, a arquitetura da instituição, harmoniza uma linguagem morfológica, característica da época, com uma intenção consistente de oferecer conforto ambiental aos ocupantes.



Figura IV.12 - Pátio coberto (Foto da autora, novembro/1994)

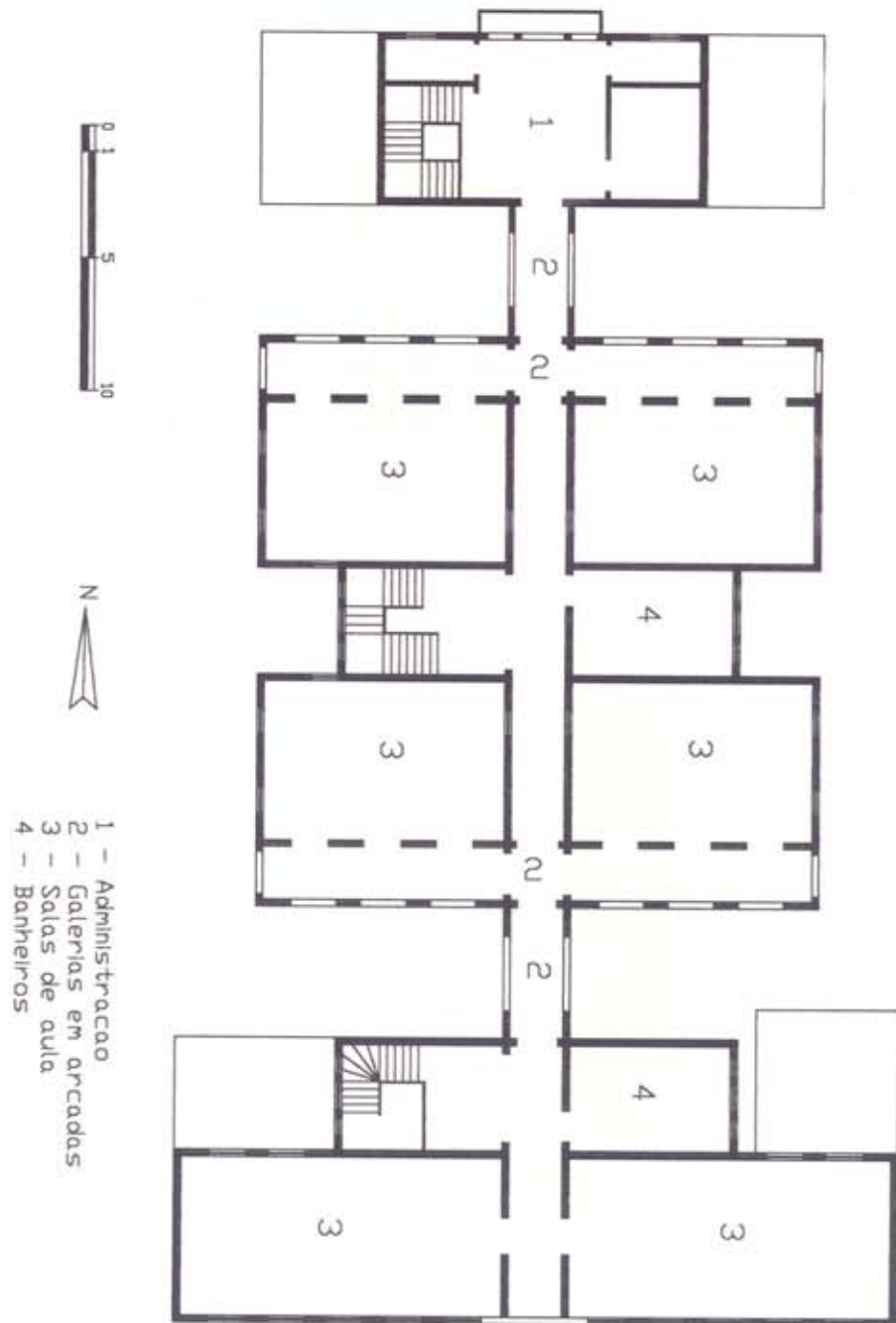


Figura IV.13 - Planta baixa - disposiçao das salas de aula (2° e 3° pavimentos)



Figura IV.14 - Salas de aula dispostas para varandas em arcadas
(Foto da autora, novembro/1994)



Figura IV.15 - Interior da sala de aula (Foto da autora, novembro/1994)

**IV.2.3 - EXEMPLO 03 - Escola Municipal D. Aquino Correa - end.: rua Barata
Ribeiro, Copacabana.**

Trata-se de uma instituição característica da primeira fase do Modernismo Arquitetônico no antigo Distrito Federal, o Rio de Janeiro. Associada às reformas na educação implantadas por Anísio Teixeira, como secretário de educação, teve projeto do engenheiro-arquiteto Enéas Silva, e sua construção concluída em 1937. Porém, só foi funcionar como escola efetivamente, em 1962, abrigando anteriormente, o Museu Tiradentes e em seguida, um centro de recreação e cultura.

A configuração do prédio confirma o partido arquitetônico adotado na época: cobertura plana, utilização de concreto armado, basculantes e painéis em ferro e vidro, janelas circulares e ausência de rebuscamentos nos volumes (FIGS. IV.16 e IV.17).

O espaço físico da escola desenvolve-se adjacente ao Teatro existente, (com instalações previstas no projeto original) na praça Cardeal Arcoverde. Dois volumes interligados (FIG. IV.18) abrigam os ambientes pedagógicos; o primeiro, longitudinal, distribui-se em três pavimentos e possui a seguinte conformação: no térreo, localizam-se o hall de acesso, o setor administrativo (secretaria e sala de professores), sanitários e quatro salas de aula dispostas para uma circulação (FIG. IV.19); o segundo pavimento, comporta uma biblioteca com antesala, que funciona como sala de aula, sanitários e hall, e finalmente, o terceiro pavimento, bem menor, abriga somente uma despensa. O segundo bloco, ligado perpendicularmente ao primeiro, é composto parcialmente, no térreo, pelas instalações do teatro; no espaço restante, localizam-se os demais espaços da escola, como vestiários (atualmente em

desuso, funcionam apenas como depósito) e sala de aula, e no segundo pavimento, a cozinha e o refeitório (FIGs. IV.20 e IV.21).



Figura IV.16 - Detalhe da circulação vertical -
(escadas com painel em ferro e vidro fixo, foto da autora, junho/1994)



Figura IV.17 - Aspecto interno das salas de aula (Foto da autora, junho/1994)

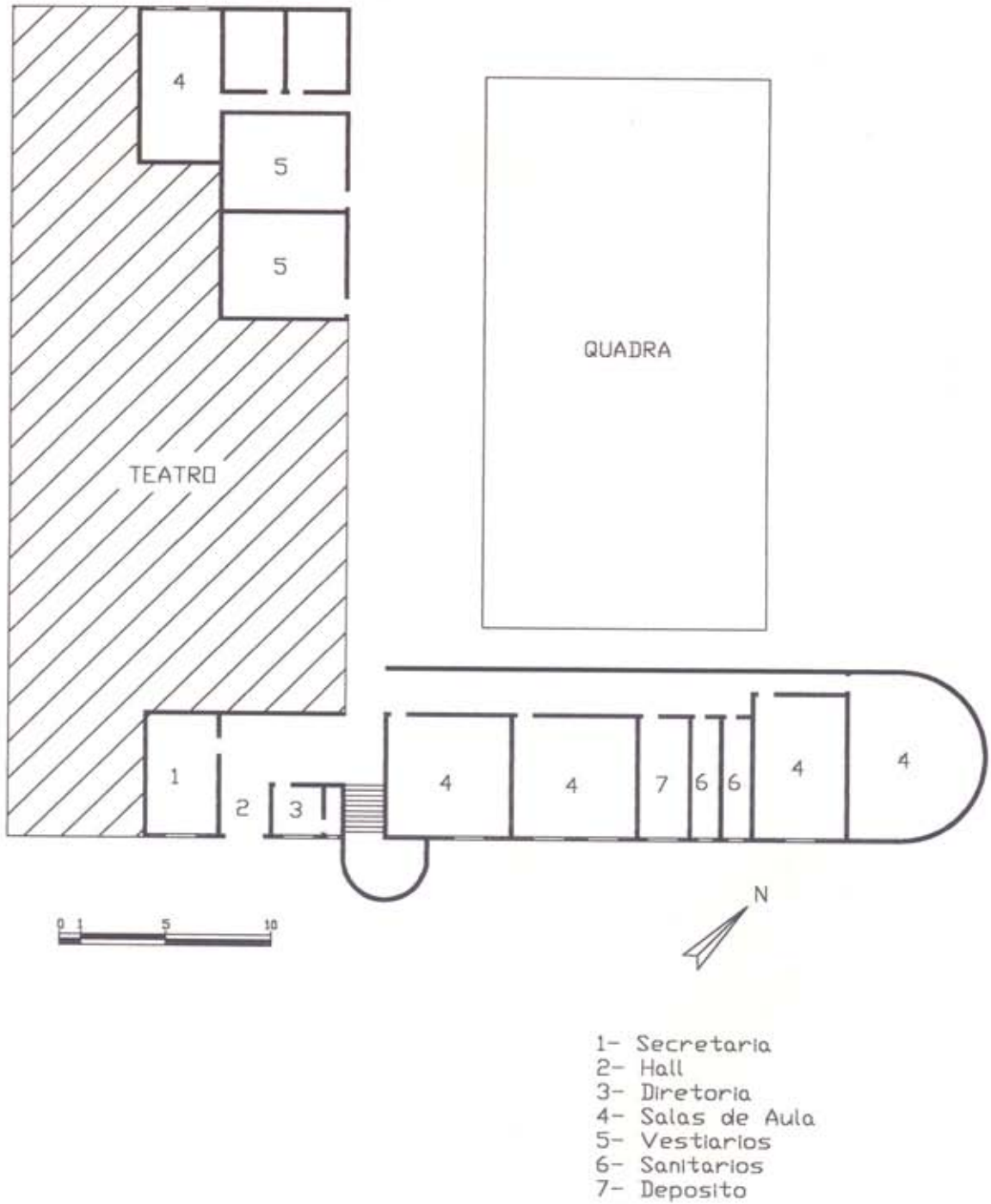


Figura IV.18 - Planta esquemática



Figura IV.19 - Salas de aula voltadas para estreita circulação
(Foto da autora, junho/1994)



Figura IV.20 - Disposição dos blocos no terreno (Foto da autora, junho/1994)

Com relação ao conforto dos ocupantes, os ambientes internos estão aquém do desejável a uma escola. A edificação submeteu-se, durante os anos, a diversas reformas, adaptações de uso e acréscimos; a cozinha e refeitório, originalmente no térreo, após sofrerem desabamento parcial, passaram para o segundo pavimento, funcionando precariamente. Estes espaços, com cobertura em fibrocimento, sem forro e com esquadrias em vidro sem proteção horizontal, são extremamente quentes (FIG. IV.21); situados voltados para nordeste, recebem insolação em toda a parte da manhã, no solstício de verão.

As salas de aula, com dimensões inapropriadas (área em torno de 30 m²), constituem ambientes insalubres, escuros e abafados (FIG. IV.22). Voltadas para a direção sudeste/noroeste, as salas de frente para a rua Barata Ribeiro, além de prejudicadas quanto ao conforto acústico, apresentam muita umidade e infiltração, afetando a saúde de professores e alunos. A ventilação e iluminação natural são insuficientes, restringindo a circulação do ar apenas às janelas basculantes, que situadas acima do nível dos ocupantes, não proporcionam o resfriamento necessário à evaporação do suor, nem retiram a umidade do ambiente; causando assim, uma sensação de enclausuramento, já que não é possível vislumbrar o exterior.

Complementando o desconforto térmico da instituição, o terreno é cimentado, extremamente insolado e desprovido de qualquer arborização ou ajardinamento. O tratamento externo restringe-se à existência de uma quadra de esportes oficial, que funciona como área de recreação (FIG. IV.20).



Figura IV.21 - Disposição dos blocos no terreno (Foto da autora, junho/1994)



Figura IV.22 - Interior da sala de aula (Foto da autora, junho/1994)

- COMENTÁRIOS :

Estes primeiros exemplos, descritos no texto, cronologicamente, correspondem a um representativo período histórico e político, que vai desde a implantação da República (1889), até culminar com o fim do Estado Novo (Governo Vargas, em 1945)⁴.

As escolas públicas do ecletismo republicano e do missões/neocolonial, têm em comum, um compromisso estético-formal bastante significativo, com as correntes arquitetônicas vigentes e uma preocupação com a higiene das construções e o conforto ambiental. Os espaços internos das escolas Deodoro e Sarmiento, refletem uma intenção, embora tímida na primeira, de proporcionar ambientes integrados às condições climáticas do Rio de Janeiro.

Nestas escolas, os ambientes que exibem desconforto térmico ou lumínico, dizem respeito às alterações executadas posteriormente, no entorno, como a implantação de novas edificações, ou na própria instituição, como a construção de acréscimos ou adaptações.

A sala de estudos, construída anos mais tarde na Escola Sarmiento, constitui exemplo significativo; além das dimensões inadequadas, tem cobertura em cimento-amianto sem forro, que proporciona aquecimento do ambiente, ventilação e iluminação restritas somente aos basculantes existentes (FIG. IV.23).

A Escola Deodoro sofre problemas com o entorno e com a construção de anexo, nos fundos, colado à edificação; o Hotel Ebony, vizinho à instituição,

⁴ Esta análise, segue a linha de pesquisa cronológica adotada por Rachel Sisson (1990), que inclui ainda, a etapa final do período imperial, de 1870 a 1889.

bloqueia parcialmente, a captação dos ventos para o interior e prejudica a iluminação natural.



Figura IV.23 - Sala de estudos - E. M. Sarmiento

(Foto da autora, novembro/1994)

Porém, a constatação da precariedade das condições físicas dos espaços, é bem mais evidente na análise da Escola D. Aquino Correa, da fase inicial do modernismo.

A preocupação com o vocabulário arquitetônico, característico do modernismo, coloca em detrimento o conforto dos usuários, que acaba não sendo considerado como prerrogativa de projeto. A presença de componentes construtivos, tais como: a cobertura plana em concreto armado (não ventilada), os painéis em vidro, os vãos de ventilação (que se restringem somente à basculantes em ferro e vidro), além da volumetria “lisa”, sem elementos sombreadores, não são coerentes a um clima quente e úmido, como o do Rio de Janeiro. O fato é que, as

salas de aula são muito quentes, mal ventiladas e insalubres, em suma, longe de responderem aos requisitos básicos necessários a um espaço educativo. Além disso, a transferência das instalações da cozinha e refeitório, assim como a colocação de telhas de cimento-amianto em parte da edificação, resultam em espaços extremamente desconfortáveis.

Finalmente, pode-se constatar, que dos três exemplos visitados, a Escola Sarmiento é a que oferece melhor solução de projeto, quanto às condições de aeração, iluminação e espaço físico. A instituição localiza-se, em rua de intenso tráfego e poluição (rua Vinte e Quatro de Maio), numa área densamente ocupada e praticamente desprovida de áreas verdes, atingindo temperaturas altas no verão. Mas apesar disto, configura-se como um espaço agradável, com vasta área livre, que permite a circulação dos ventos, e com arborização eficiente na proteção da insolação. Os materiais utilizados, - telha de barro, amplas aberturas e alvenaria tradicional, aliados à arquitetura baseada no passado luso-brasileiro, com influências hispânicas - como varandas em arcadas e cobertura, proporcionando sombreamento - confirmam a interação da construção com as condições climáticas.

IV.2.4 - EXEMPLO 04 - Escola Municipal Joaquim Nabuco, end.: rua Dona Mariana, Botafogo

Na Escola Joaquim Nabuco, inaugurada em 1950, é possível vislumbrar elementos característicos da linguagem morfológica da arquitetura moderna, presentes nos prédios escolares durante as décadas de 40/50, como os pilotis de seção circular, os combogós, passarela de acesso com cobertura plana e as marquises em concreto armado.

Integrada às condições do terreno, de 4.322 m², a construção desenvolve-se no lote, entremeada por vasta área livre e vegetação, que proporcionam variadas zonas de recreação para os alunos (FIG. IV.24).

A Instituição distribui-se em dois pavimentos, além de anexo construído para atendimento às necessidades de expansão das salas de aula. No total, a escola conta com 17 salas de aula, sendo, 11 originais do projeto e 6 existentes com o acréscimo. A construção do prédio principal, sobre pilotis, promove a circulação do ar nos ambientes, e resulta num agradável pátio coberto. No primeiro pavimento, além do pátio, localizam-se, setores administrativos e de serviços, biblioteca, sanitários e 3 salas de aula; o segundo pavimento abriga 8 salas de aula, dispostas para uma circulação, e arquivo.

As salas de aula originais (FIG. IV.25), voltadas praticamente para a direção Sul, possuem condições ambientais favoráveis; as dimensões apropriadas (em torno de 52 m²), aliadas à tipologia e localização das esquadrias, proporcionam ambientes claros e arejados. A aeração do ambiente é feita por meio de janelas guilhotinas, em madeira e vidro, que liberam o vão em toda a sua extensão e, simultaneamente, possibilitam controle da ventilação, quando necessário, liberando o mesmo, parcialmente (FIG. IV.26 e IV.27). Além disso, é possível obter ventilação cruzada, com a presença de combogós, situados no alto da parede oposta e na circulação (FIGs. IV.28 e IV.29). A existência de beiral de telhado protege os planos verticais contra a insolação, entretanto, o comportamento térmico das salas de aula, seria ainda melhor, se a cobertura em telha cerâmica, original, não tivesse que ser substituída por chapas de Eternit, na reforma do telhado, em 1992.

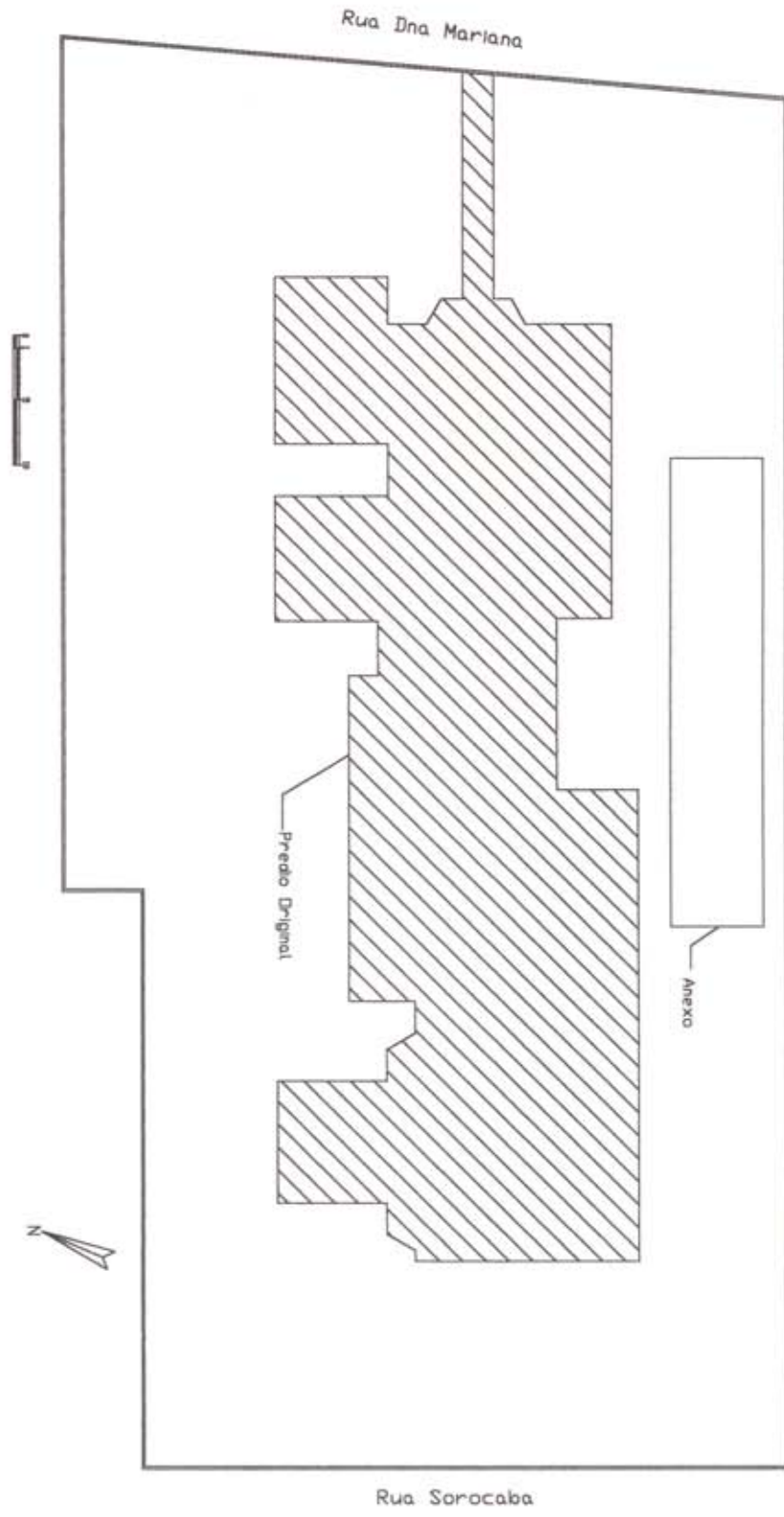


Figura IV.24 - Planta de situação

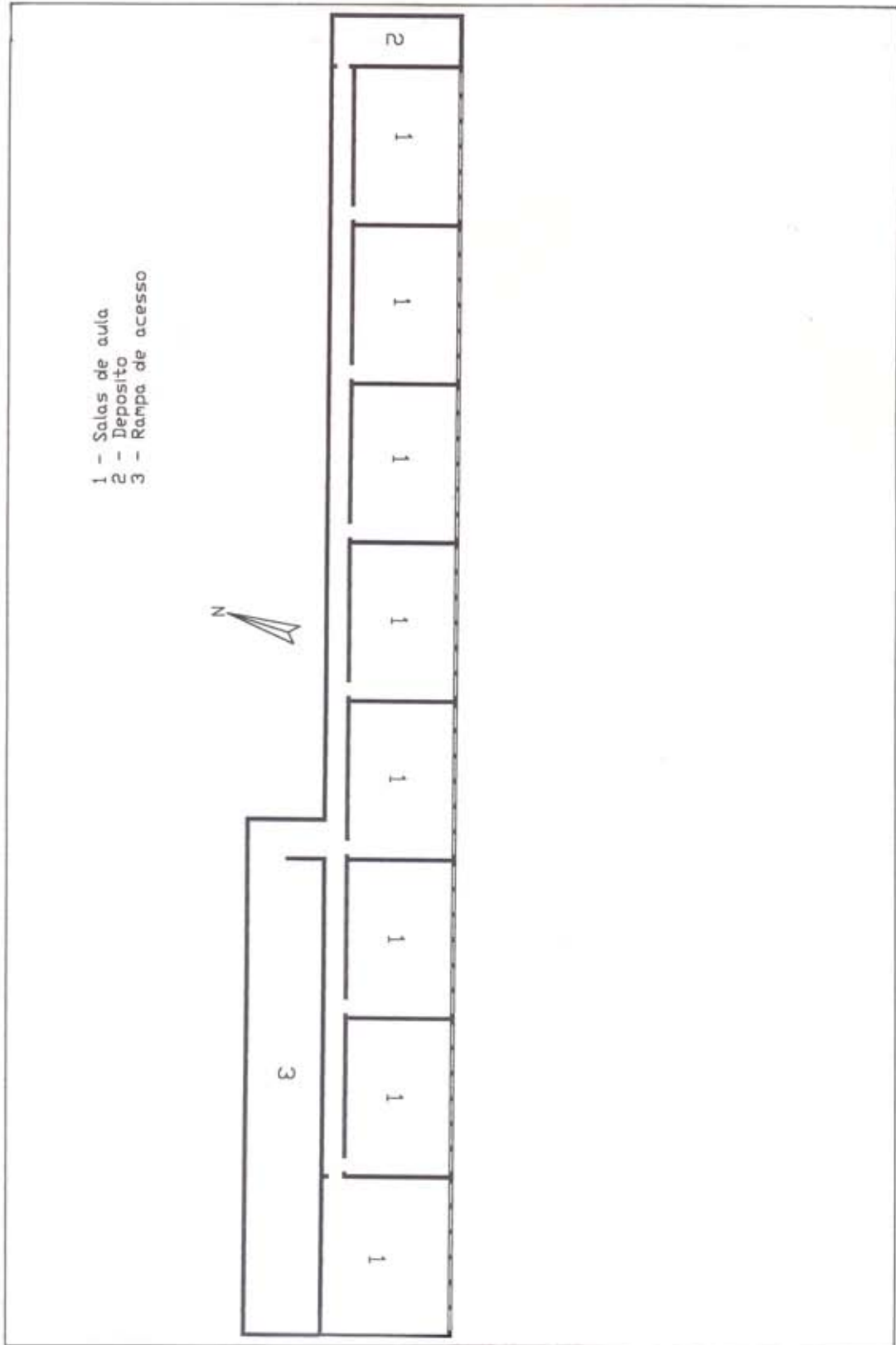


Figura IV.25 - Planta baixa esquemática - disposição das salas de aula (2º pavimento)



Figura IV.26 - Interior da sala de aula (Foto da autora, novembro/1994)



Figura IV.27 - Interior da sala de aula (Foto da autora, novembro/1994)



Figura IV.28 - Detalhe dos combogós - interior da sala de aula
(Foto da autora, novembro/1994)



Figura IV.29 - Detalhe dos combogós na circulação
(Foto da autora, novembro/1994)

Nas salas de aula contidas no anexo, o conforto térmico só é obtido através da utilização de ventilação artificial; com área reduzida, - em torno de 35 m², e pé-direito baixo, abrigam precariamente, turmas de 30 alunos. A aeração natural do ambiente é limitada, dado o emprego de basculantes fixos, de ferro e vidro, como única solução de abertura (FIG. IV.30). Segundo as professoras, a permanência no local só é possível, com o funcionamento dos ventiladores durante todo o período de ocupação.

- COMENTÁRIOS:

Neste exemplo, a arquitetura do prédio compõe uma interação harmoniosa com as condições físico-climáticas. O resultado final da edificação vai além do compromisso estético-formal com o modernismo arquitetônico, comum nas edificações da época, revelando uma intenção de promover espaços confortáveis e coerentes com o clima do Rio de Janeiro.

Os elementos arquitetônicos presentes no movimento moderno não são empregados aleatoriamente; a composição pavilhonar, sobre pilotis, é favorável (FIG.IV.31), resultando em longas fachadas orientadas longitudinalmente no eixo leste/oeste. Assim, reduz os planos expostos a radiação solar, e posiciona as salas de aula, quase que totalmente, perpendiculares à direção sul. Da mesma forma, a utilização de combogós, localizados no alto das paredes opostas à entrada do ar, é solução pertinente para efetivar ventilação cruzada nestes espaços, além de promover saída de ar quente.

Em suma, o projeto original constitui solução eficiente. Entretanto, mais uma vez, é demonstrado que, na maioria das edificações escolares mais antigas, os acréscimos, reformas e adaptações, têm resultado duvidoso; o conforto dos ocupantes é precário e, muitas vezes, só é obtido com custos adicionais - como é o caso do uso de ventiladores para aeração de ambientes.

Torna-se, então, necessário um acompanhamento mais efetivo por parte dos técnicos requisitados a reformar uma escola e, ainda, um maior controle na manutenção destes prédios, a fim de que se possa manter por mais tempo, a conservação do projeto original. Como por exemplo, a permanência de um telhado tradicional em barro, ao invés de aplicar soluções de emergência, como a mera substituição por telhas de fibro-cimento.



Figura IV.30 - Salas de aula do anexo (Foto da autora, nov./1994)



Figura IV.31 - Aspecto externo da edificação (Foto da autora, nov./1994)

**IV.2.5 - EXEMPLO 05 - Escola Municipal Roma, end.: Av. Copacabana,
Praça do Lido, Copacabana**

Esta instituição, inaugurada em 1965, insere-se no conjunto arquitetônico desenvolvido na década de 60, durante o Governo Lacerda, quando foi implantado um programa de reestruturação e expansão do ensino básico. O projeto, elaborado pelo arquiteto Francisco Bologna, mantém uma unidade plástica, com um partido arquitetônico padronizado.

Implantada em terreno amplo e arborizado, a edificação distribui-se em dois pavimentos, com um padrão construtivo que utiliza elementos tradicionais, como, tijolinho aparente, cobertura em telhas de barro e esquadrias em madeira, favorecendo o conforto térmico da edificação (FIG. IV.32).

As salas de aula, localizadas no segundo pavimento, têm esquadrias do tipo guilhotina, com vidro, que regula a entrada do fluxo de ar e proporciona iluminação compatível. O primeiro pavimento conta com biblioteca, administração, serviços, sanitários e pátio coberto; no segundo pavimento, além das 11 salas de aula, localizam-se ainda, auditório e laboratório.

Complementando o condicionamento térmico natural da edificação, pode-se incluir a presença de elementos sombreadores, como, os amplos beirais de telhado e o paisagismo, que protegem as fachadas frente a radiação solar direta (FIG. IV.33).



Figura IV.32 - Aspecto externo da edificação (Foto da autora, junho/1994)



Figura IV.33 - Detalhe do beiral do telhado (Foto da autora, junho/1994)

Apesar de contarem com espaço físico apropriado (48 m²), as salas de aula apresentam situações distintas quanto às condições ambientais. Dispostas simetricamente para um eixo central de circulação, possuem duas orientações: sudeste, voltadas para a praia, e noroeste, perpendiculares à av. N.Sra Copacabana (FIG. IV.34). As primeiras são arejadas, bem iluminadas e contam com agradável paisagem externa circundante (FIG. IV.35); porém, na disposição oposta, as salas de aula têm sérios problemas de ruído urbano e poluição. Frente a estes fatores, as professoras são obrigadas a dar aula, com os vãos de ventilação fechados, que conseqüentemente, colocam em detrimento o conforto térmico e lumínico (FIG. IV.36). Portanto, apesar das varandas existentes nesta fachada (FIGs. IV.37 e IV.38), que protegem as salas contra a insolação direta, com as portas fechadas, a ventilação do ambiente é insuficiente, restringindo-se apenas, às venezianas das mesmas. O espaço físico que ofereceria, condições aprazíveis de permanência, torna-se extremamente abafado e requisita iluminação artificial.

Diante destes aspectos, a administração da escola, resolveu o problema de maneira singular: promove um revezamento de ocupação das salas, durante os dois semestres letivos.

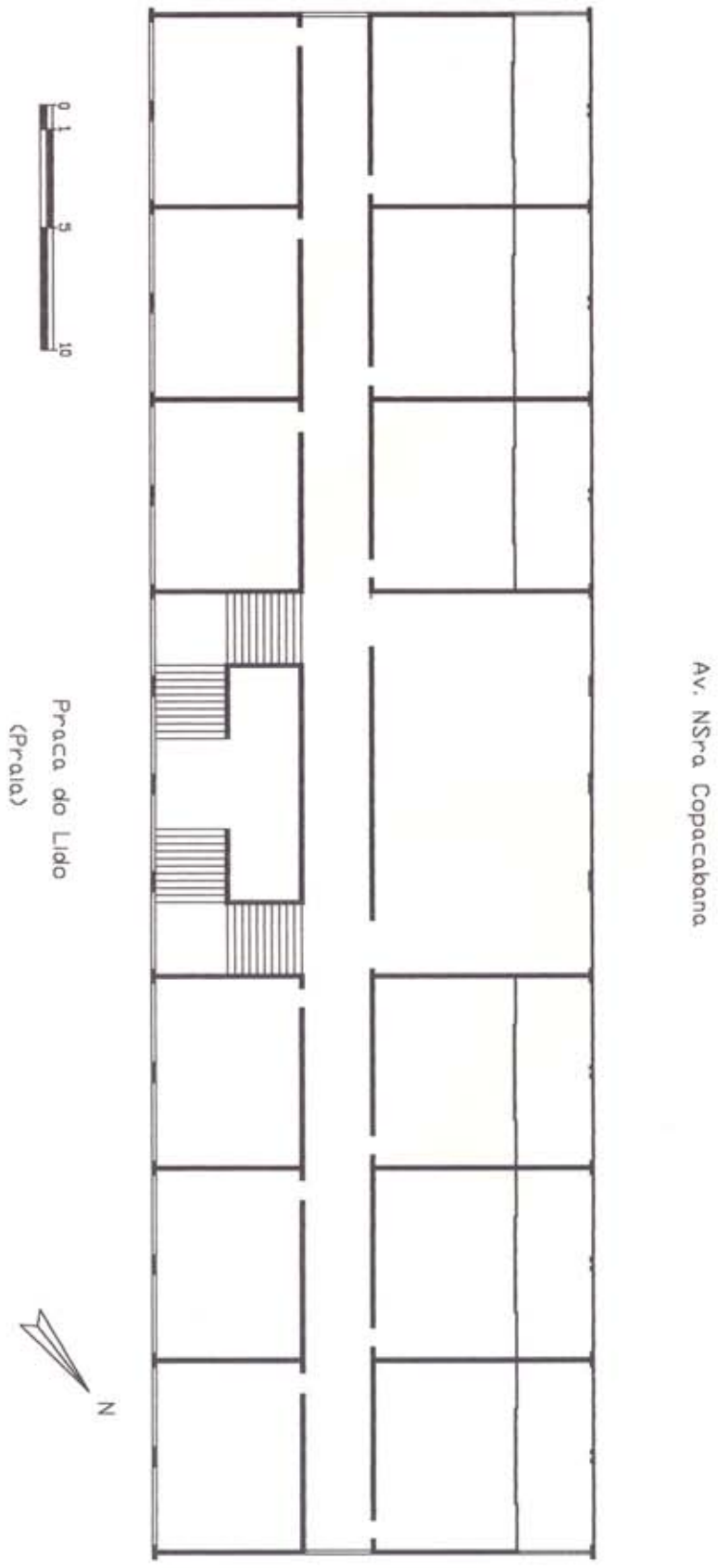


Figura IV.34 - Planta esquemática



Figura IV.35 - Aspecto interno das salas de aula - voltadas para a praia
(Foto da autora, junho/1994)



Figura IV.36 - Aspecto interno das salas de aula - voltadas p/ av. Copacabana
(Foto da autora, junho/1994)



Figura IV.37 - Detalhe das varandas (Foto da autora, junho/1994)



Figura IV.38 - Aspecto externo da edificação - detalhe das varandas
(Foto da autora, junho/1994)

IV.3) OS MODELOS ARQUITETÔNICOS ADOTADOS ATUALMENTE:

A abordagem dos modelos arquitetônicos, desenvolvidos atualmente no Rio de Janeiro, foi efetuada a partir de dados obtidos nas Secretarias Estadual e Municipal de Educação, de acordo com a política educacional e as filosofias de projeto vigentes. Dessa forma, cinco exemplos típicos foram examinados:

1. Os *CIEPs* (Centros Integrados de Educação Pública), projeto de Oscar Niemeyer;
2. As *Escolas Isoladas*, em argamassa armada, do arquiteto João Filgueiras Lima (“Escolinhas do Lelé”);
3. As *Escolas Convencionais Moduladas*, desenvolvidas pela EMOP;
4. Os *CAICs* (Centros de Atendimento Integral à Criança) - de autoria também do arquiteto João Filgueiras Lima - constituem projeto ambicioso do governo federal, retomando os antigos CIACs do Governo Collor, a serem implantados em todo o país;
5. E finalmente, o modelo de *Escolas Moduladas*, desenvolvidas exclusivamente para o município, de responsabilidade da RIOURBE.

Os três primeiros exemplos retratam soluções empregadas em todo o Estado, além do próprio município do Rio de Janeiro.

IV.3.1 - EXEMPLO 1: Ciep Metalúrgico Benedito Cerqueira - end.: rua Sidônio Paes, Cascadura

Esta escola de administração municipal funciona há oito anos e é descrita como um Ciep compacto - opção oferecida pelo arquiteto Oscar Niemeyer

para o caso de terrenos menores que não comportassem os três blocos originais: o prédio principal, a biblioteca e o ginásio coberto. Neste caso, o projeto é constituído pelo prédio principal em três pavimentos, agrupando no térreo o setor de serviços: refeitório, cozinha e espaços destinados a gabinete médico e dentário; nos dois pavimentos superiores distribuem-se 18 salas de aula, sala com função de auditório e setor administrativo; o terraço vai abrigar então, a quadra coberta, 2 vestiários e biblioteca (FIG.IV.39), totalizando 5400m².

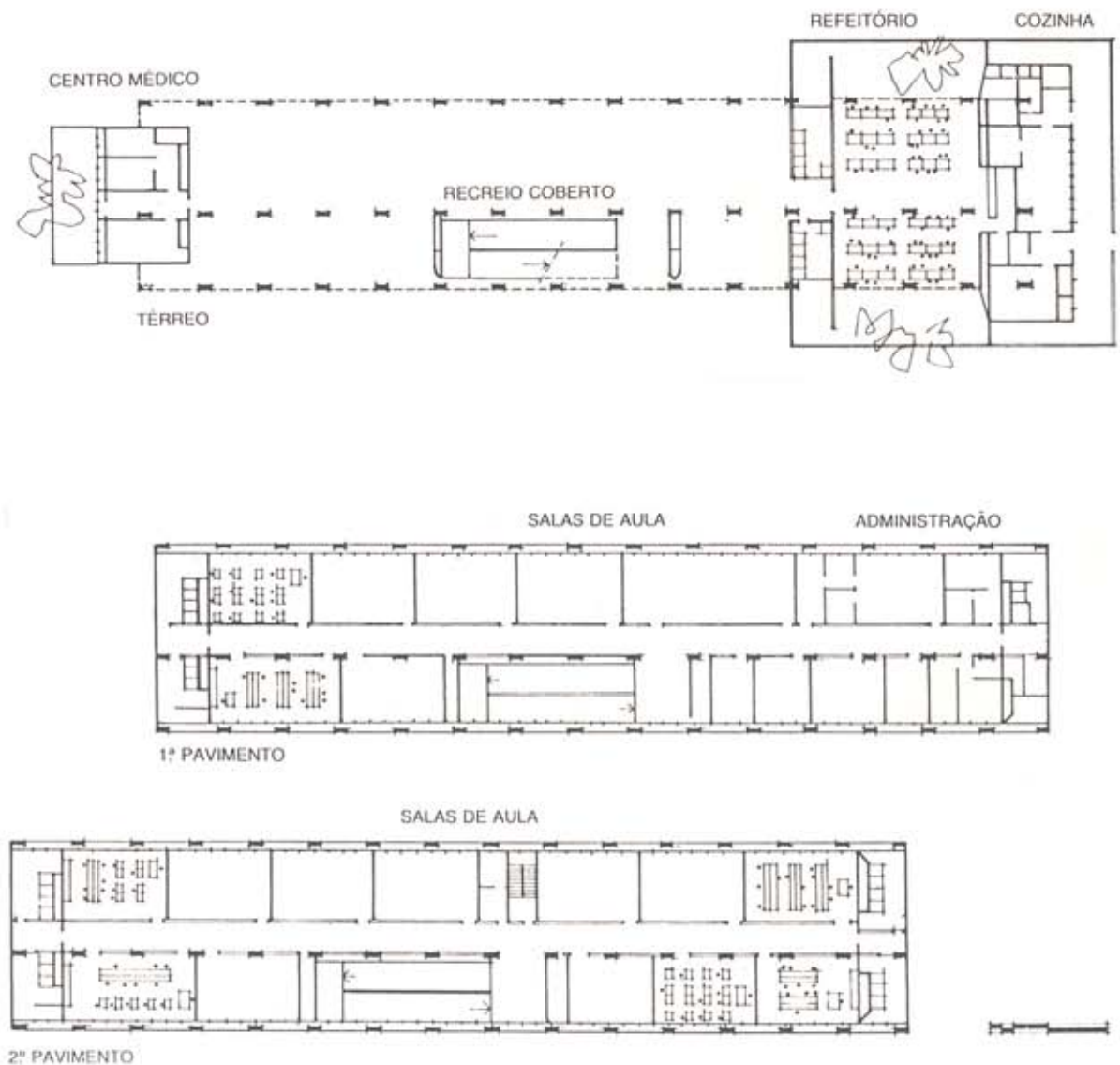


Figura IV.39 - Planta esquemática do Ciep

As peças, pré-fabricadas em concreto armado, compõem todo o corpo da edificação, onde a intenção de monumentalidade fica evidenciada pelas dimensões do prédio e volumetria densa, assim como pelo ritmo das aberturas na fachada. Enfim, a exagerada importância de uma arquitetura imposta através de uma solução padrão, que vai funcionar como um "carimbo" de identificação do governo estadual. Em contraposição, a implantação é simples, sem tratamento das áreas externas e preocupação com projeto paisagístico, constituindo um espaço árido, extremamente insolado e desprovido de qualquer sombreamento, além da falta de proteção através de vegetação, das fachadas norte e oeste da construção (as árvores existentes concentram-se na fachada sul, no limite do terreno). A orientação do prédio é adequada, fixando o eixo maior da construção segundo a direção leste/oeste.

No espaço interno, as salas de aula distribuem-se através de configuração clássica, - corredor central e salas localizadas em paredes opostas, nas fachadas norte e sul (FIG IV.40). Procurou-se obter ventilação cruzada através da utilização de paredes que não chegam até o teto (altura igual a 1.75m, aproximadamente - FIG. IV.41), em detrimento da acústica das salas de aula.

A área das salas de aula (em torno de 50 m²) comporta adequadamente turmas de 30 alunos, assim como é correta a relação das dimensões, - comprimento, largura e pé-direito do ambiente, mas apesar disto, há sensação de calor e enclausuramento. Estes fatores ocorrem, pelas limitadas aeração e iluminação natural, não só das salas de aula, mas de todo espaço interno do prédio. As esquadrias compostas por venezianas de alumínio móveis, (que com o tempo não funcionam apropriadamente), e vidro fixo, proporcionam ventilação insuficiente, acima do nível dos ocupantes e reduzida visão do exterior (FIGs. IV.42 e IV.43). Além disso, necessitam de iluminação artificial (lâmpadas fluorescentes) durante todo o dia.



Figura IV.40 - Disposição das salas de aula (Foto da autora, maio/1994)



Figura IV.41 - Detalhe das divisões internas das salas de aula
(Foto da autora, maio/1994)



Figura IV.42 - Circulação / rampa de acesso (Foto da autora, maio/1994)



Figura IV.43 - Tipologia das aberturas das salas de aula
(Foto da autora, maio/1994)

O concreto aparente contribui para a sensação de clausura e opressão da arquitetura do prédio sobre o usuário, resultando numa solução muito fechada, de aspecto pesado, com espaços desintegradores e caráter essencialmente formal.

Quanto à proteção das fachadas contra a insolação, houve alguma preocupação em posicionar as aberturas somente nas fachadas norte e sul, recuando-as em relação ao plano estrutural do prédio, ou seja, as vigas e pilares funcionam como elementos sombreadores.

- COMENTÁRIOS:

O caso dos Cieps evidencia a fragilidade da utilização de projetos-padrão. Além das dificuldades de implantação em terrenos apropriados, as intenções políticas de monumentalidade colocam em detrimento a qualidade do espaço físico.

O objetivo de racionalizar a construção das edificações escolares, justifica, em situações de emergência, o uso de soluções prontas como uma tentativa de suprir a carência de salas de aula. Entretanto, não é o que ocorre com os Cieps, nos quais a conotação de monumento é bem mais nítida que qualquer tentativa demagógica de solucionar os problemas da educação. Apresentando-se como solução prioritária do plano educacional do governo Brizola, é adotada em todo o Estado, sem avaliação prévia das características de cada região, e quase que completamente independente do sítio.

O Ciep visitado constitui situação singular. Anteriormente à construção do prédio, funcionava no mesmo local, uma escola pública municipal, adaptada à antiga sede de uma fazenda de escravos. Os blocos distribuíam-se em níveis, acompanhando a inclinação natural do terreno, e entremeados por áreas livres e arborização. As salas de aula, com pé direito alto e amplas janelas, eram confortáveis e bem ventiladas. Independente dos problemas de falta de manutenção e reforma das instalações, os espaços ofereciam funcionalidade e conforto.⁵

O fato é que, até que ponto esta construção encontrava-se deteriorada, ou mesmo, com soluções espaciais defasadas, que não merecesse uma reforma e adaptações às necessidades atuais? O que existe hoje no local, é um prédio imponente, que se sobrepõe completamente às características do terreno; visto que, a topografia do mesmo não foi respeitada, sofrendo obras de terraplenagem, e encontrando-se, quase que totalmente plano.

Além disso, o desconforto térmico e lumínico da edificação é uma realidade; os fatores determinantes da precariedade das condições ambientais, dizem respeito, principalmente, à:

- ventilação insuficiente dos ambientes - emprego de esquadrias sem separação de funções, restringindo a aeração do ambiente apenas à ventilação higiênica (de inverno), ou seja, acima do nível dos ocupantes;
- falta de preocupação com o tratamento das áreas externas e com as condições climáticas do sítio, confirmada pela inexistência de arborização ou jardins, e pelo recobrimento do solo somente em cimentado liso; um projeto paisagístico seria uma tentativa eficiente para amenizar o calor e combater a poluição (fatores característicos da região), criando áreas de sombra e arrefecendo a própria edificação.

⁵ Observações da autora, como ex-aluna da Escola Municipal Silva Jardim, que funcionava no local..

- utilização de laje plana impermeabilizada, sem ventilação, como cobertura - o plano da cobertura, - grande captador de radiação solar, acaba transmitindo todo calor recebido à edificação, aquecendo ainda mais os ambientes internos.

Todos esses fatores reforçam a idéia de que no planejamento do edifício escolar, a necessidade de resultados imediatistas, não deve se resumir numa solução tão fechada e centralizadora. Seria mais razoável a adoção de um partido arquitetônico padronizado, que daria flexibilidade de soluções variadas de projeto, e ao mesmo tempo, agilidade, com a uniformização de seus componentes (de fabricação em série), e com o recurso da coordenação modular. Além disso, possibilitaria a adaptação às diversas condições encontradas em cada região, no que diz respeito aos fatores físico-climáticos e ao quadro sócio-econômico existente.

IV.3.2 - EXEMPLO 2 - Escola Municipal Tia Ciata - end.: av. Presidente Vargas, Cidade Nova - (Escola Isolada):

A segunda instituição visitada foi um exemplo de Escola Isolada, modulada, em argamassa armada, e em funcionamento desde 1989. Trata-se de uma construção em dois blocos de um pavimento, interligados por um pátio coberto central, que funciona como circulação (FIG. IV.44). A edificação distribui-se em terreno amplo, onde é possível visualizar uma intenção em interagir com o ambiente externo. Justificando-se assim, portas que se abrem para canteiros, existência de jardim central, presença de árvores e horta, e a marcação de caminhos que levam aos acessos principais do prédio (FIGs IV.45 e IV.46).



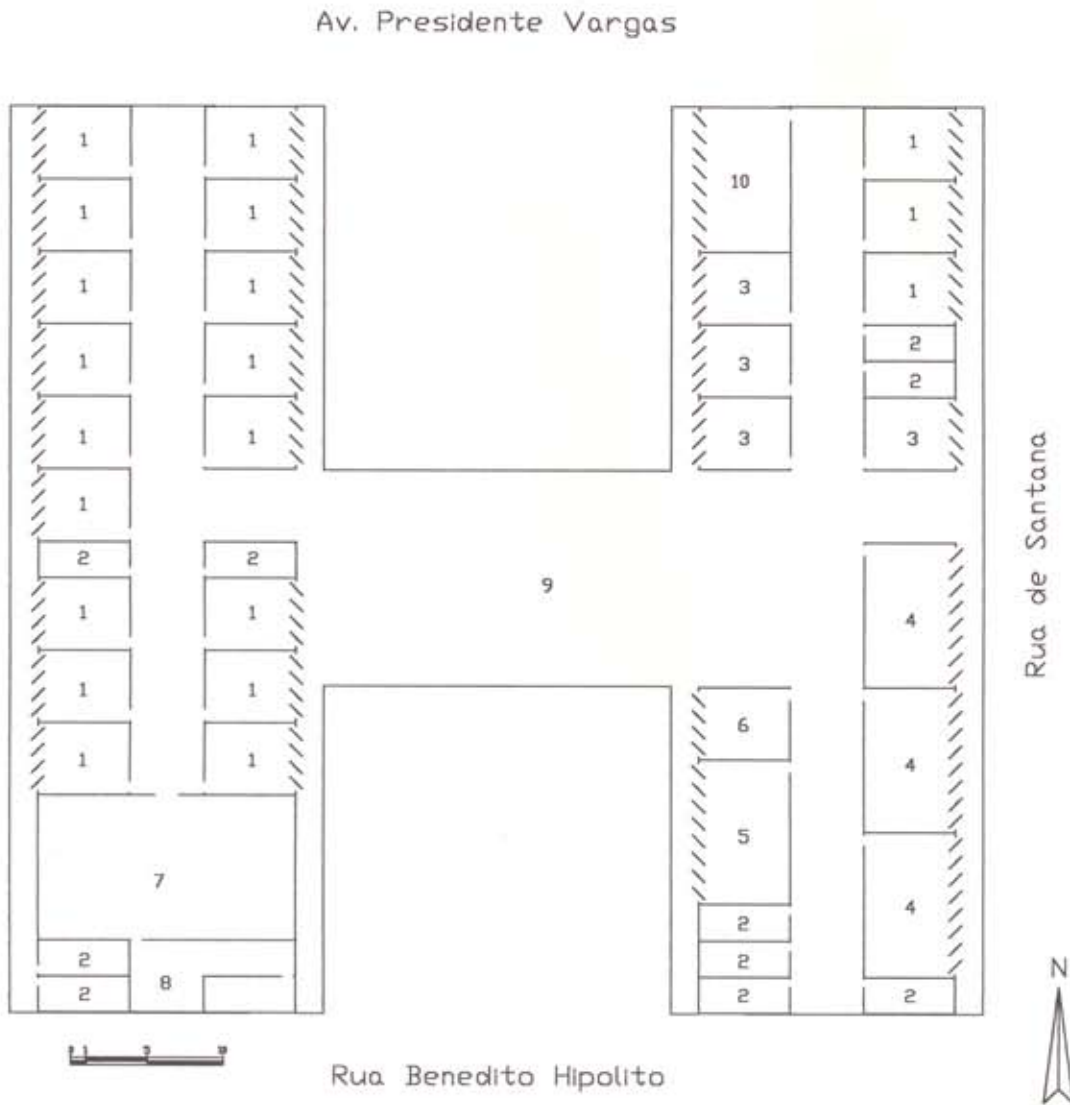
Figura IV.44 - Pátio coberto central (Foto da autora, maio/1994)



Figura IV.45 - Tentativa de integração da construção com o ambiente externo
(Foto da autora, maio/1994)



Figura IV.46 - Detalhe da horta (Foto da autora, maio/1994)



- 1 - Sala de Aula
- 2 - Sanitarios
- 3 - Secretaria/Administ.
- 4 - Salas Especiais
- 5 - Biblioteca
- 6 - Gremio
- 7 - Refeitorio
- 8 - Cozinha
- 9 - Patio Coberto
- 10- Sala Prof.

Figura IV.47 - Planta esquemática



Figura IV.48 - Disposição das salas de aula (Foto da autora, maio/1994)



Figura IV.49 - Interior da sala de aula - portas pivotantes abertas
(Foto da autora, maio/1994)



Figura IV.50 - Interior da sala de aula - portas pivotantes fechadas
(Foto da autora, maio/1994)

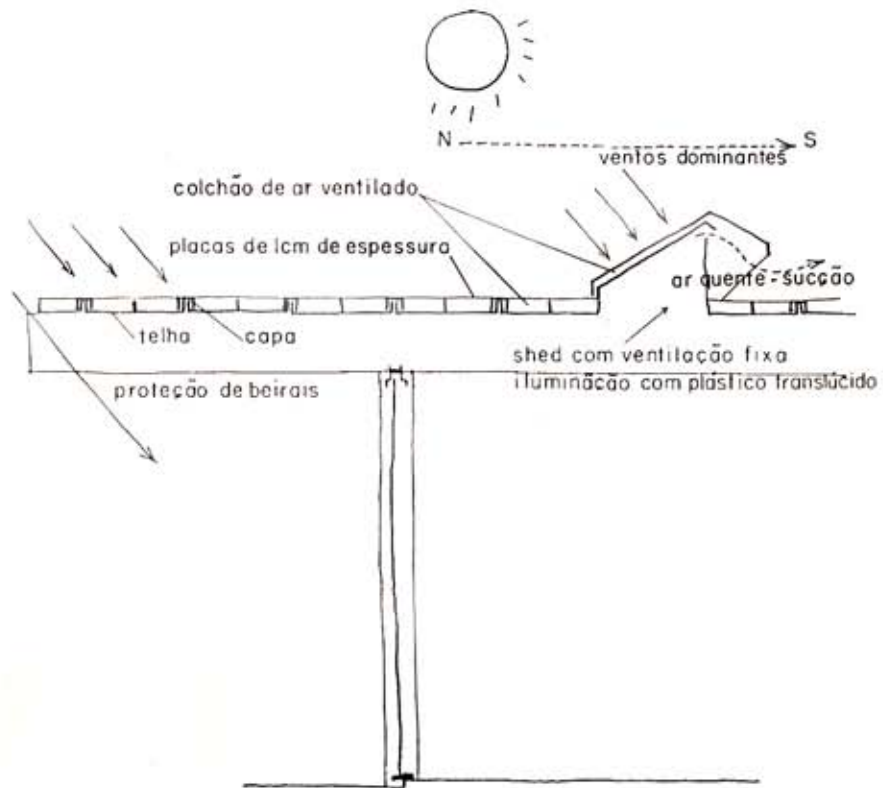


Figura IV.51 - Detalhe dos sheds (LIMA, 1984)

diferente: situados nos planos leste/oeste, não alcançam os objetivos, pois os raios solares são baixos e acabam penetrando nos ambientes internos. A proteção destas fachadas seria mais efetiva, se fossem utilizados elementos de proteção vertical, como brises e/ou vegetação, na tentativa de minimizar os ganhos de calor.

- COMENTÁRIOS:

A utilização da argamassa armada, visando racionalizar e agilizar o tempo da construção escolar, acaba por prejudicar a qualidade da edificação. O acabamento precário, aliado a falta de conservação, concorrem para a deterioração do prédio, que rapidamente sofre com as patologias do material. A configuração atual da edificação apresenta-se com espaços tristes, cinzentos e escuros (FIGs. IV.52 e IV.53); características pouco desejáveis a um local, onde o objetivo é o processo educativo que formará futuros cidadãos.

Além disso, o material vai contribuir consideravelmente, para a emissão térmica no interior da edificação. As paredes e cobertura leves que facilitam o transporte manual durante a execução da obra, tornam as salas de aula verdadeiras “estufas” no verão e muito frias no inverno. O desempenho térmico da argamassa armada, é ainda mais prejudicado pelos próprios fatores relacionados com a sua deterioração; a corrosão e as múltiplas infiltrações, resultam em paredes escuras, que absorvem maior quantidade de radiação solar e acabam por aquecer um pouco mais os ambientes.

Enfim, apesar de toda a experiência do arquiteto João Filgueiras Lima, com o emprego da argamassa armada⁶ e sua intenção em promover espaços confortáveis, na realidade isto não acontece de maneira eficiente. As soluções de abertura, visando ventilação cruzada, saída de ar quente e iluminação zenital, não funcionam adequadamente. Isto se dá, pelo mal dimensionamento dos sheds e demais saídas de ar, aliados à utilização de portas pivotantes (sem qualquer proporção de vidro) e, principalmente, a uma implantação incorreta, que não privilegia a ação dos ventos dominantes.

Portanto, as questões de conforto ambiental, como captação de ventos, insolação e sombreamento, interagindo com a arquitetura, não devem ficar somente na intenção. É necessário uma análise efetiva do posicionamento e dimensionamento das aberturas para cálculo de ventilação natural; a análise das “trajetórias solares” em todos os meses do ano, a fim de se obter uma localização adequada para as salas da aula e consequentes elementos de proteção, além da avaliação das características físicas dos materiais e finalmente, uma fiscalização eficiente, para que as recomendações de projeto se efetuem na prática.

⁶ A experiência do arquiteto com o material, utilizado no município de Abadiânia - GO, é relatada em LIMA, João Filgueiras, Escola Transitória, MEC/CEDATE, 1984.



Figura IV.52 - Interior da sala de aula - escura e confinada
(Foto da autora, maio/1994)



Figura IV.53 - Sala de recreação (Foto da autora, maio/1994)

IV.3.3 - EXEMPLO 03 - Escola Estadual Albert Sabin - end.: rua Tenente Ronaldo Santoro, Campo Grande - (Escola Convencional Modulada):

Esta Instituição, em funcionamento desde 1993, diz respeito a uma terceira opção adotada pelo governo estadual, para implantação no Rio de Janeiro. Trata-se de uma edificação modulada, com 2100 m² de área construída, distribuída em terreno de 5900 m², que utiliza materiais convencionais, - como tijolinho aparente, telha de barro e estrutura em concreto aparente (FIG. IV.54). É composta por quatro blocos de 2 pavimentos, interligados por um módulo de escada: o primeiro bloco - concentra no térreo os espaços administrativos; o segundo - é constituído por pátio coberto de acesso; e, os dois últimos (geminados), por ambientes destinados ao setor de serviços, vestiários, sanitários e refeitório. No segundo pavimento dos mesmos, distribuem-se as 16 salas de aula, voltadas para um eixo central de circulação.

O tratamento da ambientação externa é coerente com o atendimento a um programa escolar de segundo grau, comportando quadra de esportes, pista de atletismo e áreas livres equipadas com bancos para descanso, lanche e bate-papo. Entretanto, com relação ao espaço arquitetônico construído, a implantação da escola acaba por prejudicar parcialmente a orientação dos blocos (FIG. IV.55). Ou seja, os dois blocos geminados possuem orientação favorável, dispondo as salas de aula para as fachadas norte ou sul (FIG. IV.56) e, obtendo sombreamento suficiente nas mesmas, com a utilização de beiral de telhado. Já os dois blocos interligados constituem um volume edificado com suas maiores dimensões perpendiculares à direção leste/oeste. Neste caso, as salas de aula recebem sol nos períodos da manhã, ou da tarde; portanto, o emprego de proteção horizontal nestas fachadas, não é solução efetiva, já que o sol incide de maneira razante (FIG. IV.57).

É importante elucidar que o projeto original de implantação sofreu modificações; os desenhos esquemáticos dos blocos, apresentados pelo autor do projeto (Francisco Amaral, arquiteto da EMOP), exibem uma implantação diferente, com todas as salas de aula voltadas para norte ou sul. Porém nesta nova configuração, privilegiou-se a acessibilidade das vias principais, em detrimento de uma orientação mais favorável.



Figura IV.54 - Aspecto externo da edificação
(Foto da autora, abril/1994)

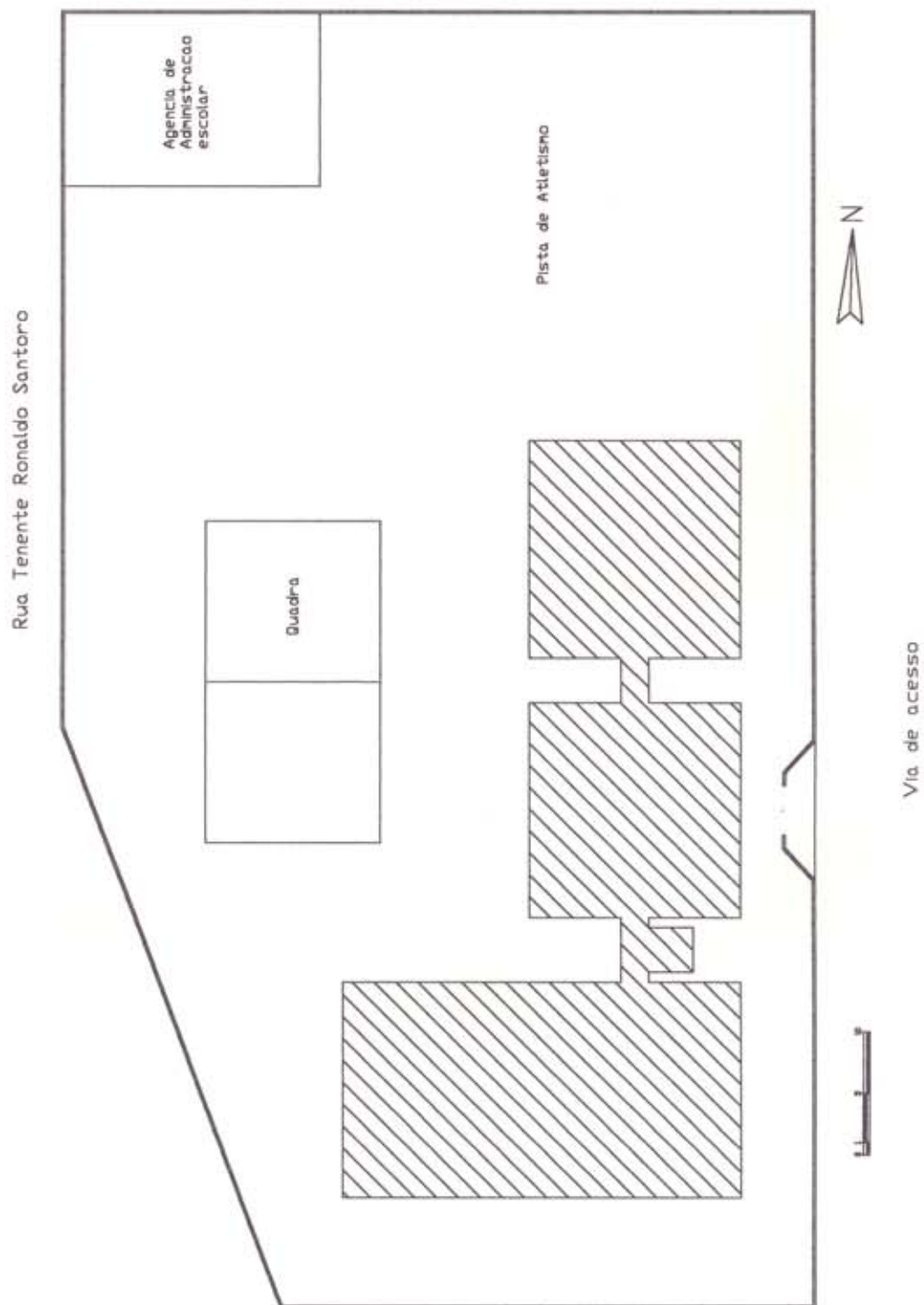


Figura IV.55 - Planta de situação



Figura IV.56 - Planta esquemática



Figura IV.57 - Incidência de insolação na fachada leste
(Foto da autora, abril/1994)

- combogós cerâmicos nas salas de aula e nas paredes opostas da circulação, de modo a promover ventilação cruzada e entrada adicional de luz (FIG. IV.59 e IV.60);
- esquema estrutural como elemento de proteção e sombreamento das fachadas;
- esquadrias com separação de funções, - bandeiras móveis em vidro para ventilação de inverno e folhas de correr, também em vidro, que favorecem a iluminação e liberam o vão para a circulação do ar;
- materiais tradicionais que não comprometem o desempenho térmico, como cobertura em telhas cerâmicas e paredes em alvenaria de tijolos furados.

Apesar de todas as tentativas citadas para proporcionar um maior conforto ambiental, as salas de aula, embora amplas (48 m²), claras e com colorido agradável, são desconfortáveis. Os ambientes são abafados, e com número de ocupantes (em torno de 50 alunos), que compromete ainda mais o conforto térmico dos mesmos.



Figura IV.58 - Detalhe do lanternim, no eixo de circulação
(Foto da autora, abril/1994)



Figura IV.59 - Interior das salas de aula (Foto da autora, abril/1994)



Figura IV.60 - Combogós cerâmicos visando ventilação cruzada - circulação
(Foto da autora, abril/1994)

Ao contrário do que ocorre com os Cieps e as escolas em argamassa armada, que apresentam soluções construtivas inadequadas ao nosso clima, neste caso, o resultado é mais favorável. A preocupação com o conforto térmico e lumínico da edificação, é evidenciada pela seleção dos elementos construtivos utilizados, conforme mencionado anteriormente. Porém, a modificação da implantação original (FIG. IV.62), que procurava localizar as salas de aula para as fachadas norte e sul, mais fáceis de proteger, prejudicou o desempenho final do prédio.

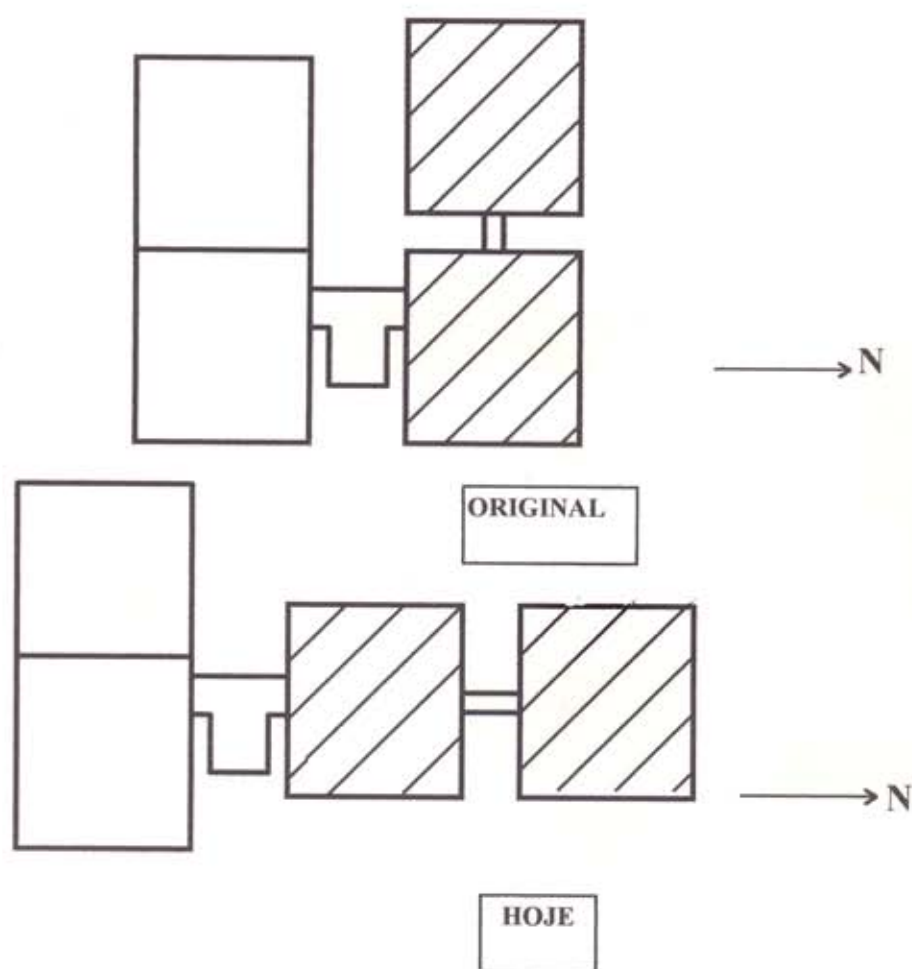


Figura IV.62 - Esquema / implantação dos blocos

Nos dois blocos interligados (hachurados), com as salas de aula perpendiculares a direção leste/oeste, o desconforto térmico se dá pelos ganhos de radiação solar através das superfícies envidraçadas (FIG. IV.63), e aquecimento das superfícies opacas. Consequentemente, as aberturas não se posicionam de acordo com a direção dos ventos dominantes.

Enfim, toda a preocupação com os elementos construtivos isolados acaba não sendo eficiente no conjunto, quando a orientação é inadequada. A implantação dos blocos deveria ser analisada com cuidado, avaliando as possibilidades do terreno quanto à direção dos ventos e, principalmente, à insolação, para que todo o investimento nestes componentes arquitetônicos se justificasse na prática.



Figura IV.63 - Insolação das salas de aula, através das superfícies envidraçadas
(Foto da autora, abril/1994)

IV.2.4 - EXEMPLO 04 - CAIC Paulo Dacorso Filho - Campus da Universidade Federal Rural - Itaguaí

Trata-se de uma construção que à semelhança do projeto das Escolas Isoladas, desenvolvido anteriormente pelo arquiteto, utiliza componentes modulados em argamassa armada e apresenta rápida execução. A solução padronizada tem destaque em dois elementos de fácil identificação: o ginásio esportivo, em estrutura metálica e forma piramidal, e a torre da caixa d'água.

O Caic visitado, de administração atípica (federal, estadual e municipal), e ainda em fase gradual de implantação de todo o programa, encontra-se em funcionamento desde abril de 1994.

As áreas pedagógicas e de saúde, localizam-se nos três blocos longitudinais, que também compõem o conjunto, interligados por passarelas cobertas: o primeiro bloco abriga no primeiro pavimento, o setor administrativo, salas de professores e refeitório, e no segundo pavimento, as onze salas de aula, dispostas para um corredor central (FIG. IV.64); o segundo bloco, de apenas um pavimento, compõe o núcleo de saúde e atenção à criança, com biblioteca, auditório e gabinete médico, e o terceiro bloco, também de um pavimento, somente, é constituído por quatro oficinas, salas polivalentes e pátio interno (FIG. IV.65).

Esta região, de baixada, é caracterizada por clima quente e úmido, com verão chuvoso e inverno seco, típica das regiões tropicais. Segundo a pesquisa realizada pelo Departamento de Ciências Ambientais, da UFRRJ (MATTOS, SILVA, NOGUEIRA e BATISTA, 1989), a temperatura do ar, no verão situa-se acima dos 30°C e com umidade relativa acima de 70%. Os ventos dominantes, no período mais quente (de novembro a março), possuem direção sul e sudoeste, atingindo velocidade média de 4 a 6 m/s.

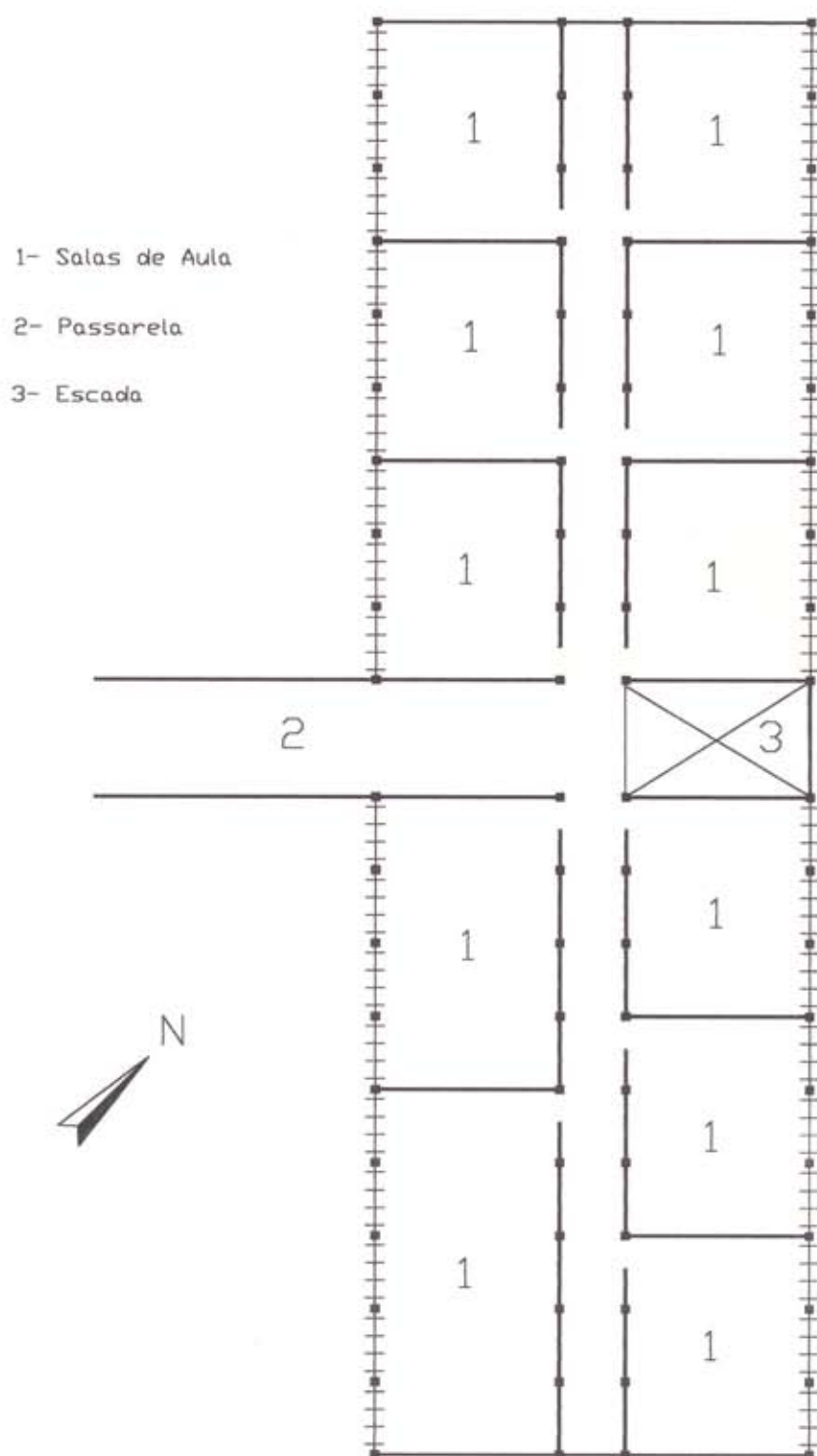


Figura IV.64 - Planta esquemática

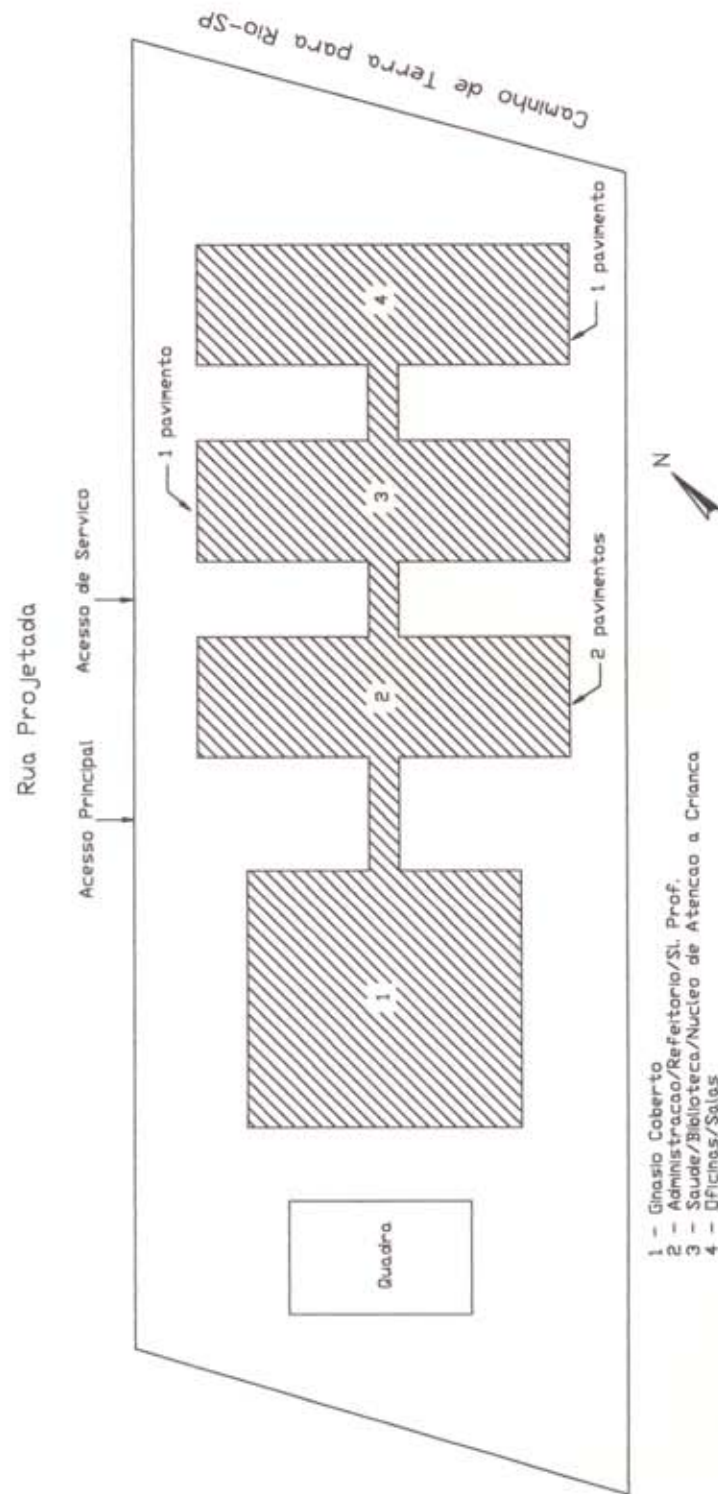


Figura IV.65 - Planta de situação esquemática

Apesar da existência desta pesquisa realizada pela universidade, com material suficiente para se tentar uma harmoniosa integração entre arquitetura e clima, não é o que ocorre neste caso. O projeto não canaliza corretamente os fatores externos, resultando em uma construção com ambientes bastante desconfortáveis.

A implantação dos blocos prejudica o conforto térmico dos espaços internos; com as fachadas principais voltadas para nordeste e sudoeste, as salas de aula, no verão, recebem sol durante todo o período da manhã ou à tarde (FIG. IV.66). Além disso, a forma do beiral, utilizado para proteção das paredes e esquadrias (FIG. IV.67), dificulta a captação do fluxo de ar pelas aberturas superiores. O fato é que, apesar da agradável corrente de ar exterior, os ambientes internos são extremamente abafados; o que obriga os professores a dar aula com as portas internas abertas. Da mesma forma, os recursos construtivos empregados para obtenção de ventilação cruzada e efeito termo-sifão, como as aberturas no alto das paredes das salas de aula para saída de ar e os sheds na cobertura (FIG. IV.68), resultam ineficientes.

As portas pivotantes em eucaplac, existentes no fechamento dos ambientes térreos, apresentam dificuldades em regular infiltrações de ar. Durante a visita à biblioteca, a tentativa de captação de mais vento através do direcionamento da esquadria, resultou em intenso fluxo no ambiente, movendo livros e papéis e, dificultando portanto, as atividades no local. Enfim, as esquadrias pivotantes, apesar de favoráveis quanto à flexibilidade de regulagem do fluxo de ar incidente, neste caso, por situarem-se em quase toda a extensão das paredes externas, promovem excessiva ventilação e, conseqüentemente, ambientes desconfortáveis. No pavimento térreo, os espaços pedagógicos apresentam situações extremas: excessivo calor, com as portas praticamente fechadas, ou inconveniente ventilação, com as portas abertas ao vento.



Figura IV.66 - Aspecto externo da edificação - insolação da fachada
(Foto da autora, setembro/1994)



Figura IV.67 - Detalhe do beiral (Foto da autora, setembro/1994)

Quanto à iluminação, as esquadrias (portas e janelas) exibem precariedade; sem proporção em vidro (FIG. IV.69), requisitam iluminação artificial (lâmpadas fluorescentes), durante todo o dia. No inverno, a luz natural é ainda mais deficiente, visto que, os ambientes permanecem fechados.



Figura IV.68 - Detalhe dos sheds da cobertura (Foto da autora, setembro/1994)



Figura IV.69 - Aspecto interno das salas de aula - det. das janelas pivotantes
(Foto da autora, setembro/1994)

A falta de tratamento das áreas externas contribui para o desconforto térmico da edificação; a inexistência de um projeto paisagístico (restrito apenas a pequenos arbustos), impossibilita a utilização da vegetação como elemento sombreador das fachadas e cobertura.

- COMENTÁRIOS:

O projeto dos Caics reforça a existência de uma total desintegração entre arquitetura e clima, na maioria das edificações escolares. Embora, tratando-se de um sítio situado em zona rural, ou seja, região de baixa densidade construtiva, com facilidades de aproveitamento dos ventos dominantes e de uma maior interação com os fatores climáticos, o inverso acontece.

A inaplicabilidade da argamassa armada para as condições climáticas do Rio de Janeiro, novamente é constatada. As paredes duplas com colchão de ar, apesar de constarem no projeto geral de detalhamento das peças e recomendadas para o condicionamento térmico da edificação, não foram utilizadas.

Portanto, a precariedade do desempenho térmico da construção vai estar relacionada, principalmente, com o uso deste material nos painéis de vedação vertical e cobertura. A emissão térmica, a partir do teto, é evidente quando entramos no interior da edificação. O desconforto dos espaços internos fica comprometido também, com os seguintes fatores:

- ventilação cruzada insuficiente, provocada pelo mal dimensionamento das aberturas de entrada e saída do fluxo de ar. Neste caso, onde há variação dimensional entre a abertura de entrada e saída, esta última deveria ser a maior das duas, para incrementar a velocidade do ar e, conseqüentemente, promover a sensação de resfriamento;

- abertura de saída de ar quente nos sheds muito reduzida;
- orientação do prédio desfavorável em relação à insolação;
- utilização de beiral (1,00 m), com uma configuração plástica que acaba dificultando a captação do vento pelas aberturas superiores (venezianas); além disso, construído sobre a abertura, acaba modificando a direção do fluxo de ar incidente, o que não aconteceria, se o beiral estivesse um pouco afastado do plano vertical;
- posicionamento dos blocos desfavorável à incidência dos ventos dominantes (sul e sudoeste). No caso, as fachadas perpendiculares à direção sudoeste sofrem com a implantação do ginásio coberto, em forma piramidal, criando uma barreira ao vento. E por conseguinte, o bloco de dois pavimentos (principal), situado à frente, prejudica os sucessores, de um pavimento, quanto à captação dos ventos dominantes.

IV.2.5 - EXEMPLO 05 - Escola Municipal Francisco de Castro - end.: rua Mata Machado, Maracanã

Esta instituição faz parte do programa estabelecido pelo município, em que adota a coordenação modular como direcionadora dos projetos escolares. O programa de necessidades é fornecido, anualmente, pela Secretaria Municipal de Educação.

A implantação é determinada de acordo com as possibilidades do terreno, como a disposição física e acessibilidade das vias. Assim, neste exemplo visitado, o prédio posiciona-se desfavoravelmente, com sua maior dimensão perpendicular à direção nordeste (FIG. IV.70).

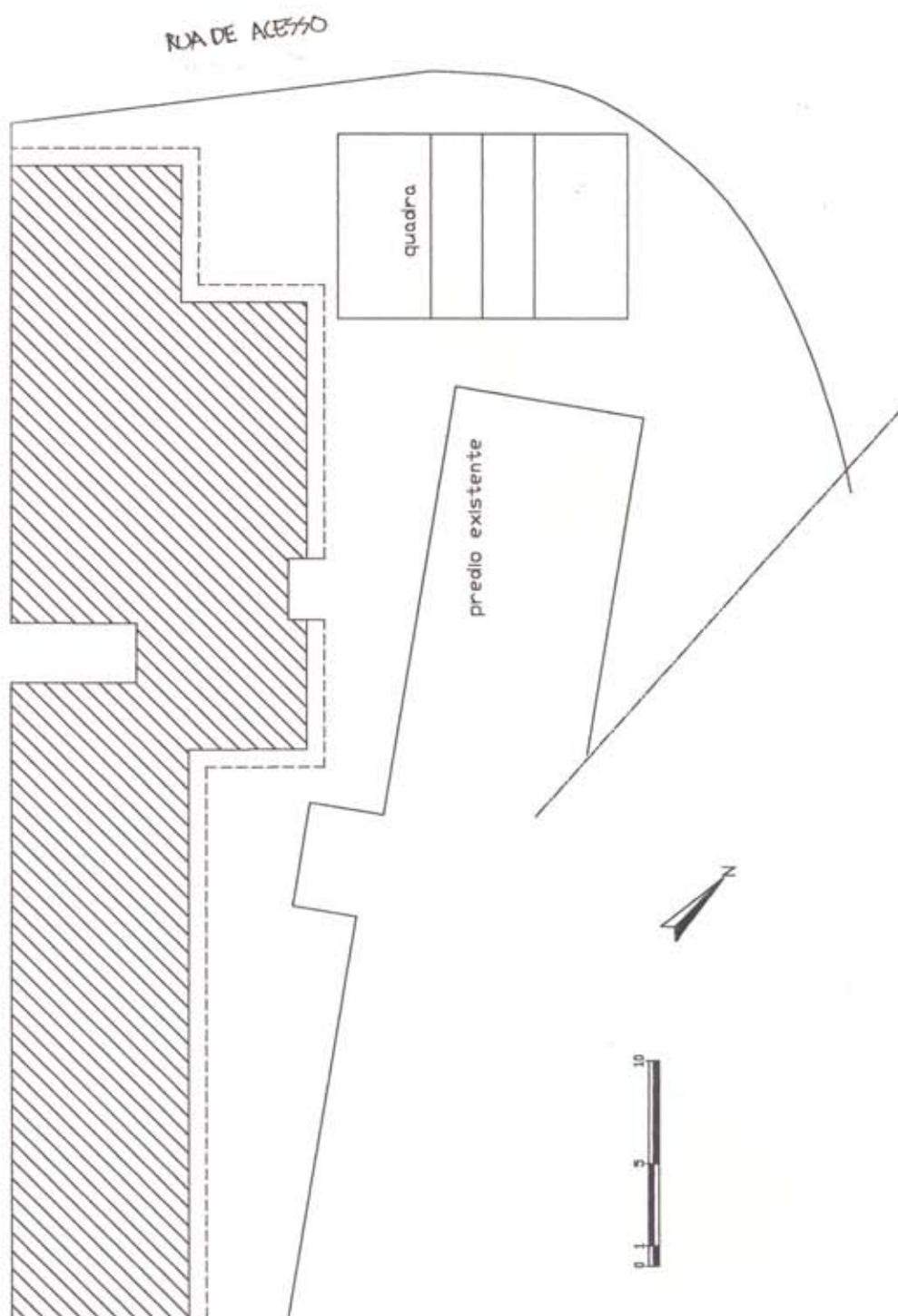


Figura IV.70 - Planta de situação

A edificação, inaugurada em 1993, foi erguida para transferir as instalações precárias da escola já existente e em funcionamento no Instituto Helena Antipoff, situado no lote vizinho.

Trata-se de uma instituição para excepcionais, em três pavimentos, que utiliza materiais convencionais, como alvenaria de tijolos, estrutura em concreto e esquadrias em ferro e vidro (FIG. IV.71 e IV.72). O espaço físico, com colorido alegre, especificações de projeto coerentes à implantação do programa (como rampa de acesso e corrimão de apoio nas circulações) e instalações recém inauguradas, satisfaz as necessidades dos usuários. Porém, o conforto térmico e lumínico é obtido através da utilização de ventiladores e iluminação artificial (lâmpadas fluorescentes).

O fator preponderante do desconforto térmico diz respeito à circulação de ar; as salas de aula, voltadas para um eixo de circulação (FIG. IV.73), só possuem abertura de entrada de ar (FIGs. IV.74 e IV.75)), prejudicando a distribuição da ventilação pelo ambiente, e criando zonas de estagnação. Aliado a isso, os basculantes fixos da circulação reduzem e direcionam a entrada do fluxo de ar, que encontra um anteparo até chegar às salas de aula situadas ao fundo (FIGs. IV.76 e IV.77).

A cobertura em fibrocimento e disposta em platibanda, com laje de forro sem ventilação, complementa os condicionantes construtivos que interferem no conforto térmico do edifício. Além disso, a inexistência de elementos sombreadores, naturais (vegetação) ou integrados à arquitetura, expõe a construção à insolação solar direta.

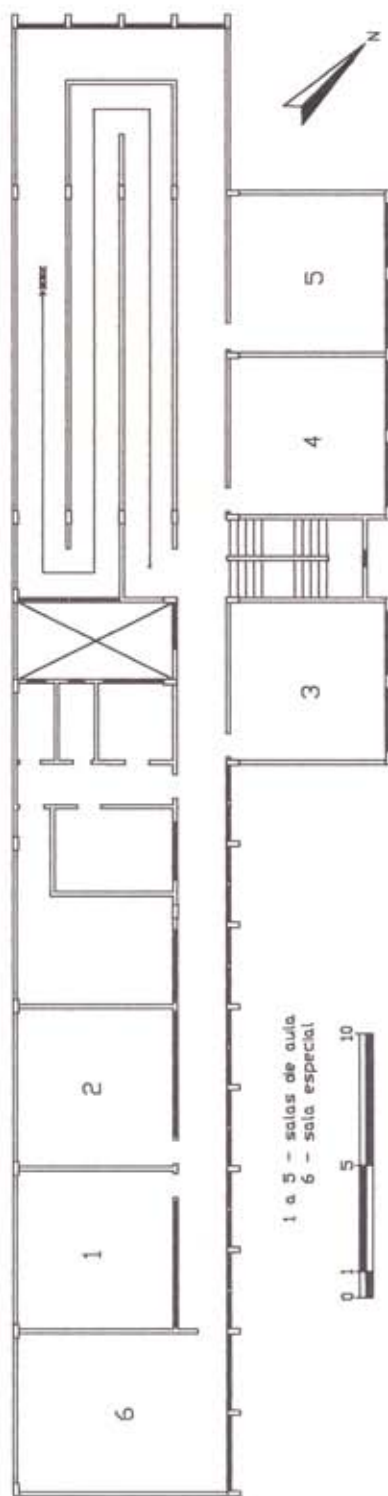


Figura IV.73 - Planta Baixa



Figura IV.74 - Detalhe das aberturas (somente entrada de ar) - sala de aula
(Foto da autora, novembro/1994)



Figura IV.75 - Interior da sala de aula (Foto da autora, novembro/1994)



Figura IV.76 - Detalhe dos basculantes (Foto da autora, novembro/1994)



Figura IV.77 - Detalhe dos basculantes (Foto da autora, novembro/1994)

III.4 - CONSIDERAÇÕES COMPLEMENTARES:

A análise das edificações em questão, confirma a situação precária que se encontram nossas escolas públicas. Além de todos os problemas inerentes a deterioração e manutenção dos prédios em si, aliados a escassez e/ou má administração dos recursos destinados à educação, é evidente a necessidade de revisão das etapas que compõem a concepção projetual.

Os modelos de construções escolares, desde o final do século passado até o momento atual, com os *Cieps e Caics*, exibem uma monumentalidade e uma volumetria de fácil identificação, ou um compromisso estilístico, que muitas vezes, colocam em detrimento a qualidade dos espaços educacionais. Da mesma forma, as modificações do projeto original, decorrentes de uma fiscalização ineficiente, acabam por comprometer também o conforto destes ambientes. A própria concepção de técnicas construtivas que privilegiem condições aprazíveis de ventilação e insolação, - como a utilização de brises e beirais sombreadores - resulta ineficaz quando, uma simples rotação da edificação no projeto altera todos os requisitos recomendáveis à uma implantação adequada.

A visualização deste panorama geral das escolas públicas, relacionando arquitetura e condições físico-climáticas, vem contribuir com subsídios para a elaboração de uma metodologia de análise de conforto térmico. Assim, torna-se possível estabelecer as conseqüências arquitetônicas para projetos escolares situados no município do Rio de Janeiro.

CAPÍTULO V

PROJETO ESCOLAR X CONFORTO TÉRMICO: METODOLOGIA DE ANÁLISE

Levando em consideração as diversidades climáticas de cada região do país, aliadas às tradições construtivas locais e a disponibilidade de materiais, é necessário que se estabeleçam critérios de avaliação das condições ambientais, para que se possa construir edifícios mais coerentes à realidade onde se inserem, nos quais o conforto do usuário é prioridade. Deve-se promover, portanto, o conceito de que a construção faz parte do meio ambiente, direcionando e tirando partido dos fatores climáticos, da vegetação, da topografia, enfim, das características regionais, para projetar e edificar.

Assim, vai caber aos arquitetos, desempenhar o papel de mediador do trinômio *homem-clima-arquitetura*, planejando e organizando os espaços, sempre consciente das complexas exigências que cercam o usuário, e das solicitações culturais, econômicas e tecnológicas.

(...)Ele não é apenas o pesquisador de infinita paciência e rigoroso método que experimenta a utilização de algum material novo, é também sociólogo e psicólogo profundamente interessado pelas exigências intrínsecas e essenciais dos grupos de indivíduos para os quais é chamado a construir. (NEUTRA, 1948)

Diante desses aspectos, será feita uma abordagem do projeto escolar e sua interação com as condições físico-climáticas, e em seguida, serão assinaladas recomendações gerais para projetos inseridos no *Município do Rio de Janeiro*.

V.1) ELEMENTOS INTEGRANTES DO CLIMA:

O clima do Rio de Janeiro configura-se como quente e úmido, caracterizado por uma temperatura média acima de 25°C, umidade relativa do ar alta (acima de 70%), céu encoberto (radiação difusa intensa), com grande quantidade de vapor d'água na atmosfera e amplitude térmica diária pequena. Segundo as recomendações dos Quadros Diagnósticos de Mahoney⁸, para estas características climáticas a ventilação é requisito indispensável para obtenção de conforto térmico no interior da edificação.

A análise dos parâmetros climáticos vai fixar diretrizes para o condicionamento térmico dos ambientes pedagógicos, privilegiando a utilização de métodos passivos. Dentro deste âmbito, na criação projetual de um edifício escolar, este deve ser considerado como um “envólucro” que reduza a radiação solar direta, tanto quanto possível, amenizando as condições externas de exposição e, determinando um padrão de comportamento térmico adequado no interior. No caso de escolas públicas no Rio de Janeiro, a implementação de ventilação natural nos ambientes é bastante relevante, já que na maioria das vezes, os recursos econômicos não comportam a aquisição de equipamentos de ventilação ou a implantação de sistemas mecânicos de sucção de ar quente. Assim, na concepção projetual, o arquiteto deve tornar possível a efetivação deste processo, através de um bom projeto de ventilação natural e técnicas de construção.

A fim de assegurar neutralidade térmica aos usuários de uma sala de aula, além da análise dos parâmetros climáticos, do entorno e das variáveis do projeto da edificação, - como implantação, características da envolvente e aberturas, é preciso observar também, as características de ocupação deste ambiente, tais como:

⁸ Os Quadros Diagnósticos de Carl Mahoney, tiveram abordagem exemplificada em ROSA, Lourdes Zunino, *Arquitetura e Meio Ambiente / Bioclimatismo* (1991)

- período de ocupação (horário);
- número de pessoas;
- número e potência dos equipamentos instalados.

Considerando, o número de alunos que compõe uma turma (dificilmente menos de trinta), a variável de ocupação é fator determinante para avaliar o desempenho térmico no interior de uma sala de aula, onde as trocas de calor processam-se intensamente, contribuindo para o desconforto. Portanto, ambientes densamente ocupados, como as escolas, devem levar em conta a remoção do ar quente, para que a temperatura interna não aumente, e também o resfriamento do corpo humano ao nível deste.

Os fatores climáticos vão condicionar as soluções arquitetônicas que serão adotadas no projeto escolar, assim a análise irá compreender:

1. Ventos e umidade - fatores relacionados com a ventilação (requisito indispensável para o conforto em clima quente e úmido). O aproveitamento eficaz da ação dos ventos dominantes, vai privilegiar condições de ventilação, facilitando as trocas térmicas por convecção, e a perda de calor por evaporação. Conforme avaliação de AROZTEGUI (1984), há dois efeitos da ventilação sobre o conforto térmico:

(...) De um lado, o efeito da convecção forçada - que pode servir para retirar calor do corpo quando o ar está a uma temperatura inferior à da pele, ou aquecer o corpo, em caso contrário -; de outro lado, o efeito da evaporação, que sempre vai ocasionar uma retirada de calor do corpo. A rapidez da evaporação e a conseqüente queda sensível da temperatura dependem basicamente da umidade relativa do ar e da respectiva velocidade. (p. 24)

Portanto, a partir destes parâmetros, os elementos construtivos da edificação serão definidos, avaliando questões, tais como: o posicionamento, as

dimensões e tipologia das aberturas, visando a otimização da circulação do ar e a implementação de ventilação cruzada, bem como, a definição dos dispositivos de proteção das aberturas correspondentes;

2. **Radiação solar incidente e temperatura do ar** - vão condicionar a orientação do edifício e a necessidade de sombreamento das fachadas menos favoráveis, assim como, os materiais que serão utilizados de acordo com suas características físicas (inércia térmica e reflexão) e o padrão construtivo adotado.

V.2) METODOLOGIA PARA OBTENÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO:

A investigação sistemática de um sítio, em função dos dados climáticos, resultará em um projeto arquitetônico integrado às características ambientais de determinada região. A metodologia de projeto escolar, tendo em vista o conforto térmico da edificação, vai incluir então, os seguintes procedimentos:

V.2.1 - Obtenção dos dados climáticos junto às estações meteorológicas:

Devem estar incluídos dados referentes à temperatura, umidade relativa, precipitação e regime de ventos. Deve-se tomar como base um mês típico da estação crítica da região, e depois analisar mês a mês, as características climáticas do local.

V.2.2 - Levantamento das possibilidades do sítio:

Investigação do microclima do sítio, fazendo um levantamento dos acidentes geográficos próximos ao local, da topografia do terreno, da vegetação e recobrimento do solo, e dos edifícios circundantes; deve-se, enfim, analisar todos os elementos que possam influenciar na radiação solar direta e refletida, bem como na direção dos ventos.

V.2.3 - Implantação do edifício:

Será analisada, previamente, de acordo com os Quadros Diagnósticos de Mahoney⁹. As tabelas vão dispor dos dados climáticos, resultando em recomendações para esta etapa inicial de projeto. Segundo STUMPFS (1982), pelas Tabelas de mahoney, obtêm-se:

- *tipo de clima; - grupo de umidade relativa do ar; - temperatura média anual; - temperatura máxima média mensal (verão); - temperatura mínima média mensal (inverno); - vento reinante estação quente (frequência e direção); - vento reinante estação fria (frequência e direção); - vento secundário estação quente; - vento secundário estação fria; - velocidade do vento.* (p. 121)

Assim, através das recomendações arquitetônicas iniciais, que definem um eixo de orientação mais apropriado, já é possível decidir sobre a forma que será adotada no projeto, assinalando também, a localização dos vãos de abertura e, evidenciando as fachadas menos favoráveis em função da direção dos ventos e da insolação. Deve-se estabelecer uma hierarquia de prioridades na localização dos ambientes pedagógicos; neste caso, são as salas de aula que vão funcionar como elemento norteador do restante do edifício. Em ambientes com muita carga térmica, como as salas de aula, a distribuição do ar deve ser efetivada, segundo as recomendações de se ter ventilação cruzada. Em seguida, a partir deste eixo de orientação, estabelecido pelas tabelas para implantar o edifício, pode-se avaliar as variações pertinentes através dos Diagramas Solares. Além destes parâmetros, uma

⁹ Ver no Anexo I, exemplo de utilização das tabelas

implantação correta vai estar subordinada também, ao estudo cuidadoso dos afastamentos e posicionamento das edificações no sítio, evitando-se barreiras a penetração do vento ou o aparecimento de zonas de turbulência.

V.2.4 - Proteção e sombreamento:

Após definição dos planos menos favoráveis quanto à insolação, além dos planos cegos e dos planos que contêm as aberturas, serão analisadas através dos Diagramas Solares, os tipos de proteção aconselháveis, que atenuarão as adversidades climáticas: sejam naturais, como a utilização de vegetação, ou por intermédio de elementos construtivos integrados à arquitetura do edifício (proteção horizontal e/ou vertical). No entanto, devem-se tomar precauções, para que a proteção exerça sua função térmica, de forma que não bloqueie a ventilação, ou prejudique a iluminação e a comunicação visual com o exterior.

V.2.5 - Características físicas dos materiais (paredes e cobertura):

Considerando uma análise prévia do projeto, os quadros de Mahoney oferecem recomendações preliminares quanto aos materiais que deverão ser utilizados, considerando sua inércia térmica e reflexão. Para uma definição posterior, deve-se fazer uma avaliação mais detalhada, verificando-se a capacidade de captação de corpos opacos e superfícies envidraçadas e, estabelecendo uma proporção adequada destas superfícies no projeto.

V.2.6 - Padrão construtivo:

A definição preliminar de um padrão construtivo objetiva a otimização da ventilação e iluminação, seja através da utilização de ático ventilado

sobre a laje de cobertura, e/ou desnível das águas do telhado para saída de ar quente (efeito termo-sifão), e estabelecimento de iluminação zenital. Estas soluções devem ser devidamente quantificadas, avaliando o dimensionamento e localização das aberturas para um resultado eficaz do sistema.

Os critérios precedentes definem um plano de massa da edificação escolar, concluindo uma primeira etapa. Em seguida, deverá ser feita uma avaliação mais detalhada dos elementos adotados no projeto, a fim de efetivar o conforto térmico e lumínico da edificação. Para esta análise, é necessário:

V.2.7 - Decidir sobre os sistemas de ventilação higiênica (de inverno) e de verão:

Definição das superfícies de entrada e saída do ar, disposição das mesmas, e a seleção de esquadrias, visando eficaz distribuição no ambiente. A ventilação de verão deverá ser ao nível dos ocupantes, permitindo uma velocidade de fluxo suficiente para promover o conforto térmico dos mesmos e o arrefecimento da construção, através da troca térmica entre as paredes e o fluxo de ar. Portanto, na definição das esquadrias e sua localização serão considerados os seguintes aspectos:

- área total das aberturas de entrada e saída do ar;
- possibilidade de separação das correntes de ar frio e quente (esquadrias com separação de funções);
- facilidade de uso (possibilidade de ser regulável pelo usuário);
- distribuição do fluxo de ar no local e estanqueidade;
- ventilação cruzada;
- relação entre exterior e interior (prolongamento visual);
- iluminação natural;

Segundo STUMPFS (1982), para a resolução dos problemas de ventilação natural, serão utilizados dados do projeto e do terreno, como:

planta baixa e cortes da sala de aula; as dimensões da sala de aula (largura e comprimento); o pé-direito da sala de aula; a orientação solar, o número de ocupantes; tipo de urbanização: densidade alta, média ou baixa; altura média das edificações vizinhas; número de aberturas e sua posição nas paredes. (p. 121)

Assim, pelo método desenvolvido por J. F. van Straaten¹⁰, e apresentado por STUMPFS (1982), calcula-se o volume de ar por pessoa do local, pela fórmula abaixo,

$$q = \frac{\text{VOLUME DA SALA}}{\text{NÚMERO DE OCUPANTES}}$$

E, com o valor de q , utiliza-se o gráfico da figura V.1 para se obter o volume mínimo de ar fresco por hora por pessoa (Q); em seguida, pode-se calcular a área necessária (A), pela fórmula:

$$A = \frac{n \times Q}{1000 \times C \times v}$$

Onde, v é a velocidade efetiva do vento predominante, obtida de dados meteorológicos, sofrendo uma redução de acordo com a densidade de ocupação; ou seja, zona de densidade média, redução 1/3 e zonas densamente povoadas, redução 2/3; n corresponde ao número de ocupantes e C é o coeficiente que representa o efeito combinado de aberturas em série. Para as condições de conforto humano adapta-se $C = 0,46$ para duas aberturas em série e $C = 0,43$ para três aberturas em série.

A partir do cálculo da área necessária para as aberturas (A), determina-se o cálculo das aberturas de entrada e saída do ar, para duas (A_1, A_2) ou três (A_1, A_2, A_3) aberturas em série, utilizando os gráficos contidos nas figuras V.2 e V.3. Com o valor das áreas A_1, A_2 e A_3 (quando houver), é possível definir as dimensões (altura e comprimento) das aberturas, de acordo com as conveniências de projeto.

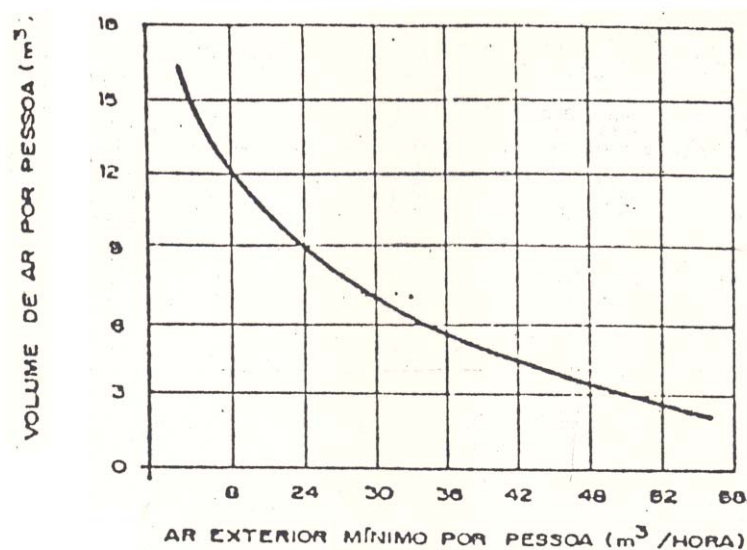


Figura V.1 - Ventilação mínima necessária desejável (STUMPFS, S.J., 1982)

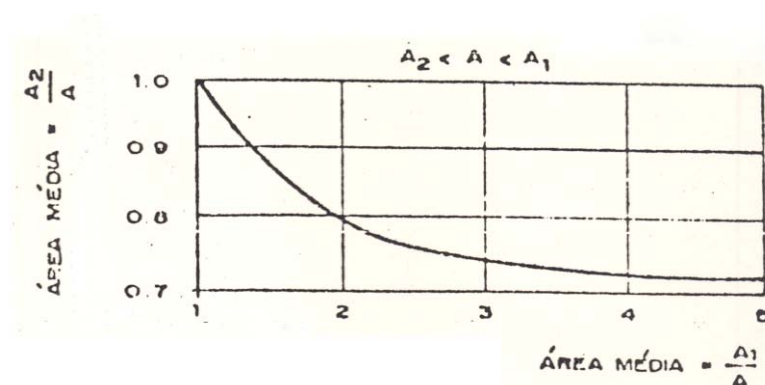


Figura V.2 - Relação entre as áreas médias de ventilação para disposição de duas aberturas em série (STUMPFS, S.J., 1982)

¹⁰ Ver no Anexo I, exemplo de utilização do método.

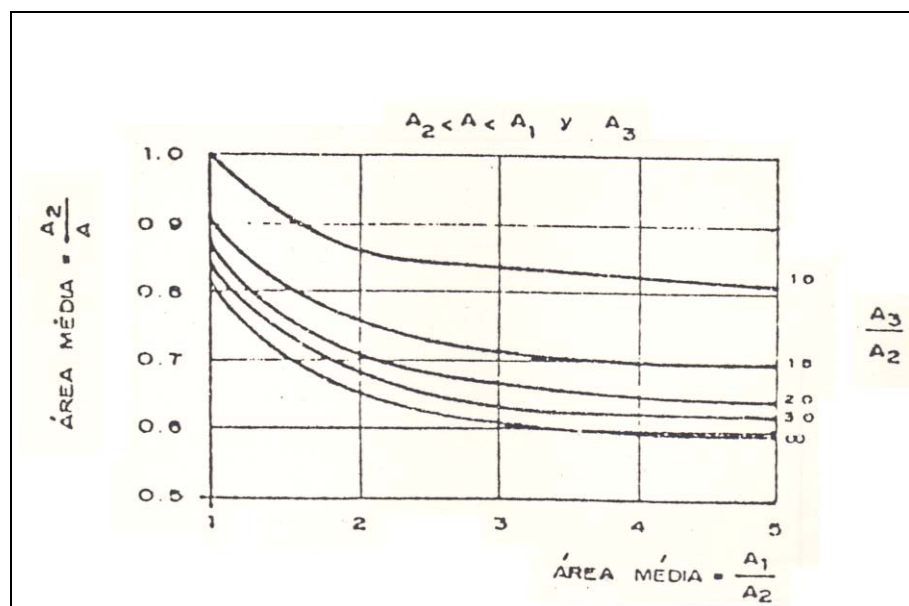


Figura V.3 - Relação entre as áreas médias de ventilação para disposição de três aberturas em série. (STUMPFS, S.J., 1982)

V.2.8 - Cálculo dos dispositivos de proteção contra a radiação solar:

Após definição das superfícies envidraçadas e dos fechamentos opacos do projeto, precisa-se levar em conta os horários de ocupação das salas de aula, assim como os meses do ano que compõem o período letivo. Os gráficos solares utilizados determinam, para cada região específica (de acordo com a latitude), o tempo de insolação, a direção e inclinação dos raios solares, e a quantidade de calor transmitida por estes raios, em qualquer dia do ano, em todas as orientações. No estudo da insolação do ambiente é aconselhável analisar as horas críticas no período do verão, quando as temperaturas do ar alcançam o seu pico (no Rio de Janeiro, às 15:00 Hs). Deste modo, torna-se possível chegar a uma conclusão sobre o tipo de proteção solar mais conveniente para cada fachada e vão de abertura. Entretanto é importante que na seleção dos dispositivos de proteção, estes estejam perfeitamente integrados a arquitetura do prédio, fazendo parte do partido adotado na composição do volume.

V.2.9 - Tratamento das áreas externas:

O tratamento paisagístico das áreas externas das escolas deverá cumprir com duas funções básicas: o incremento da qualidade visual do projeto e de suas condições ambientais. O tratamento deverá incluir, não só a arborização pertinente, mas também o recobrimento do solo e o ajardinamento; assim, “a composição da vegetação adotada em cada projeto deve valorizar e potencializar o uso das áreas externas para atividades pedagógicas e recreativas, além de contribuir para a aclimação dos espaços internos e externos das escolas”(ZACHARIAS FILHO, ZANETTI & ALONSO y PRIETO, 1990, p.09).

No que se refere a localização das árvores, assim como no cálculo dos dispositivos de proteção solar, devem ser levadas em consideração, as trajetórias solares e, conseqüentemente, as fachadas menos favoráveis quanto a insolação e quanto a dificuldade de proteção através dos elementos integrados à arquitetura (brises, beirais de telhado e varandas). No Rio de Janeiro, por exemplo, nas fachadas leste e oeste, onde o sol incide de maneira razante, a implantação de barreiras vegetais, servindo de proteção à insolação, é recurso eficiente. Entretanto, este recurso exige cuidados: quando localizadas junto aos vãos de abertura, é conveniente observar se as árvores serão obstáculo à penetração dos ventos. Portanto, na seleção das espécies, requisitos básicos serão examinados, como:

- implantação da vegetação, prevendo espaços abertos para a circulação e mobilidade das crianças;
- contribuição à paisagem;
- altura, densidade da copa e caducidade das folhas para efeitos de luz e sombra, *densa, média e rala*¹¹;

¹¹ Em FURTADO, A. E. (1994) e ZACHARIAS FILHO et alii (1990), a temática é abordada com profundidade, onde são apresentadas características básicas de cada espécie.

- adaptação ao meio: clima, solo, insolação, rapidez no crescimento;
- localização / situações específicas, como: os fechamentos de divisa, estacionamentos, composições junto à edificações de acordo com as peculiaridades de cada espécie: “barreiras vegetais servindo de proteção à fachada oeste (...) ou copas mais altas permitindo visibilidade e espaços abertos junto ao piso, com proteção nos andares superiores”(ZACHARIAS FILHO et alii, 1990, p.12); praças de convivência para recreação e práticas pedagógicas; pomar e horta; quadras e áreas de jogos;
- Possibilidade de utilização de revestimento com gramíneas, ao invés de pavimentação contínua nas áreas próximas à edificação.

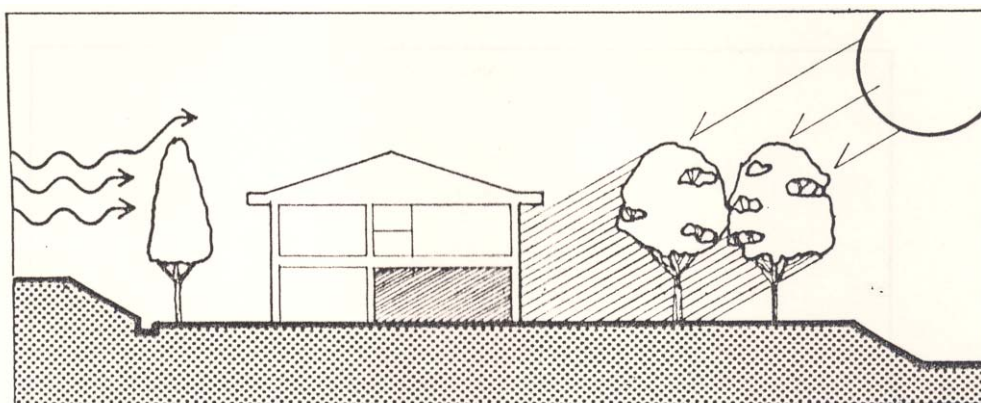


Figura V.4 - Composição da vegetação junto à edificação
(ZACHARIAS FILHO et alii, 1990)

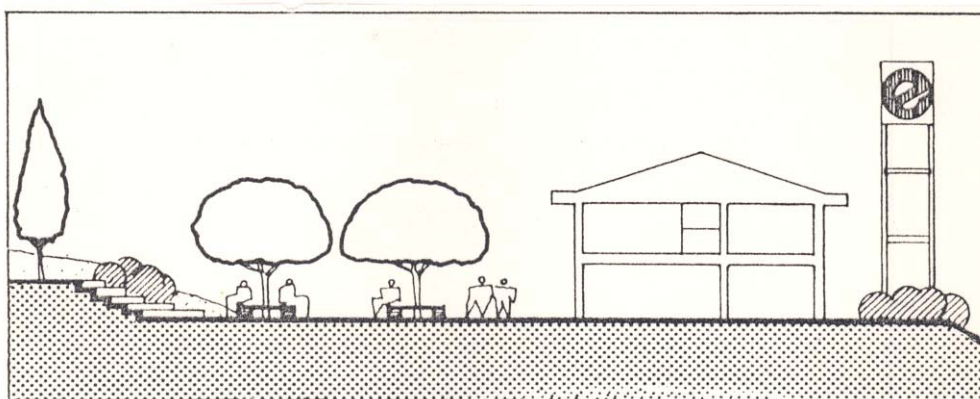


Figura V.5 - Criação de espaço ao ar livre para recreação e práticas pedagógicas
(ZACHARIAS FILHO et alii, 1990)

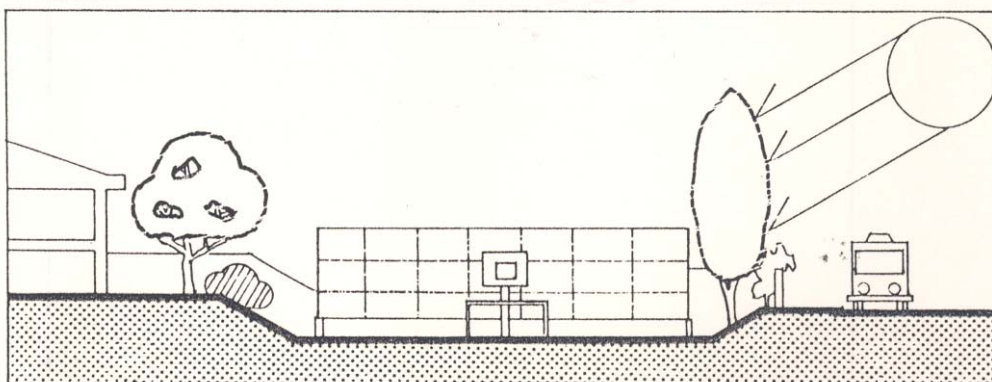


Figura V.6 - Áreas de jogos e esportes (ZACHARIAS FILHO et alii, 1990)

V.2.10 - Propriedades térmicas dos materiais:

Após pesquisa dos materiais convenientes, frente às tradições e disponibilidade do local, bem como as facilidades construtivas (racionalização da

construção) e as recomendações preliminares de Mahoney, o procedimento seguinte será um exame cuidadoso de suas propriedades térmicas. Segundo RIVERO (1985), com base nos coeficientes de *absorção da radiação solar, emissividade das superfícies em contato com o ar, amortecimento, condutividade e resistência térmica*, definem-se as espessuras e procedimentos construtivos, que serão utilizados nos fechamentos opacos da envolvente (planos verticais e cobertura) e nas divisões internas.

V.2.11 - Avaliação do projeto e possível aprimoramento:

Nesta etapa, poderia ser feita a utilização de softwares como o CASAMO-CLIM, desenvolvido pelo Centre D'energetique da École Nationale Supérieure de Mines de Paris, como ferramenta de otimização do projeto, tendo em vista a obtenção de conforto térmico. A verificação do desempenho térmico dos ambientes pedagógicos será realizada, primeiramente, nos meses mais críticos (situação verão); em seguida, a fim de contemplar um perfil fiel das condições ambientais da região, todos os meses do ano deverão ser analisados. As simulações são efetuadas a partir da inserção de dados, tais como:

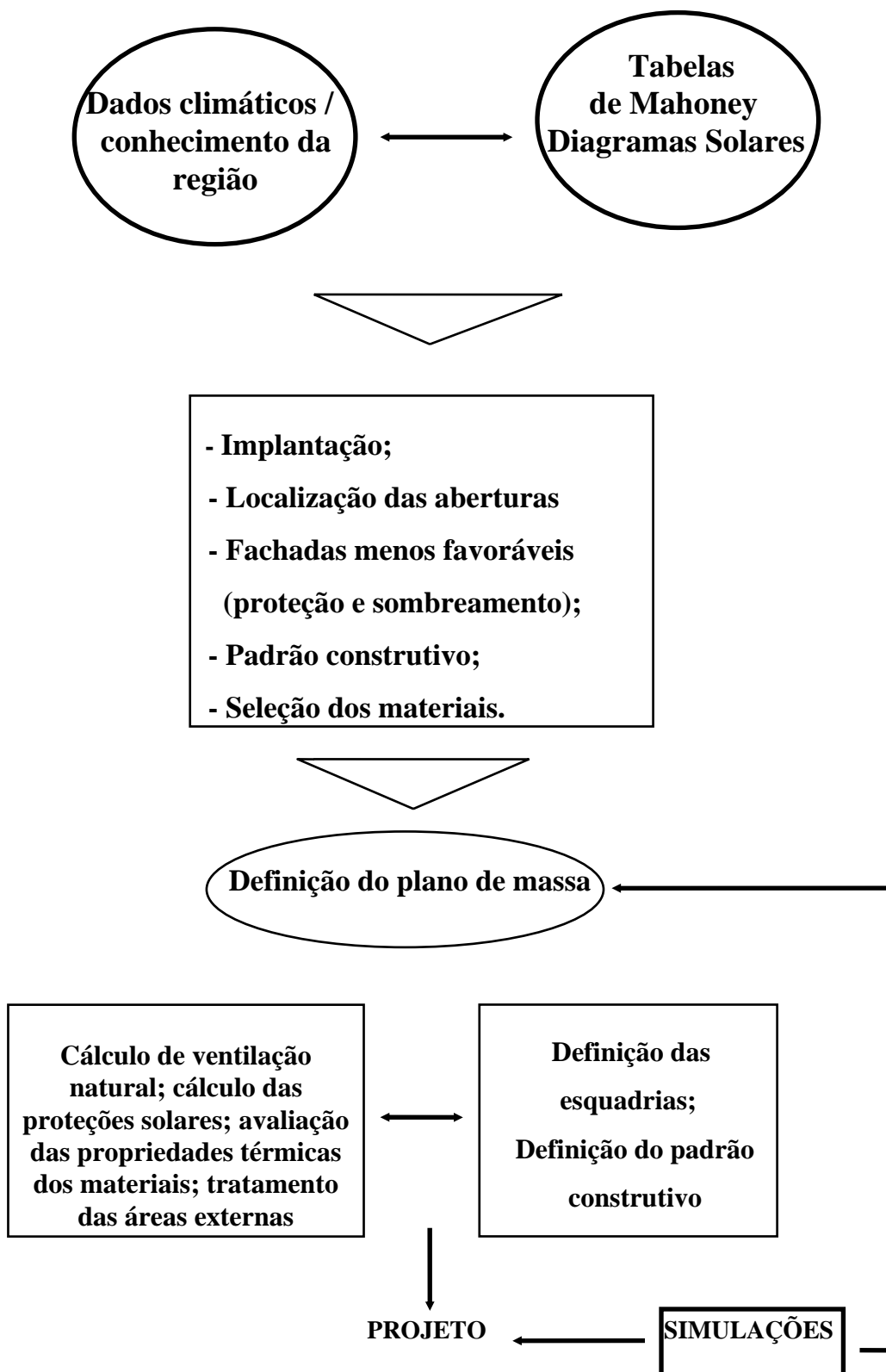
- Parâmetros climáticos e dados da região - temperaturas máximas e mínimas do mês em questão, regime de ventos, latitude, umidade relativa, albedo e coeficiente de enturvamento (Linke);
- Dados do projeto - orientação, planos receptores e características arquitetônicas (dimensões, aberturas, proteções, propriedades térmicas dos materiais etc);
- Perfil de ocupação / potência interna instalada - potência total dos equipamentos (lâmpadas), número de ocupantes e horários de ocupação.

Segundo REGO, RIBEIRO e SENNA (1991), a metodologia básica de simulação, vai comportar:

Simulação 1 - validação ou não do partido adotado e da especificação preliminar de materiais e acabamentos empregados no projeto;

Simulação 2 - adequação e otimização das modificações na plástica e nas especificações de materiais e acabamentos oriundas da primeira simulação;

Variante - número indefinido de simulações, conjugando as condições de conforto, o custo da construção e o dispêndio de energia.



CAPÍTULO VI

ELEMENTOS DE RECOMENDAÇÃO PARA PROJETOS ESCOLARES SITUADOS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

Com base nos condicionantes descritos no capítulo anterior, torna-se viável traçar recomendações e procedimentos a serem adotados nos projetos escolares do Rio de Janeiro. A ênfase incide sobre as questões de *conforto térmico*, já que nesta região, o calor é fator relevante, configurando-se como uma das principais fontes de desconforto, mal estar e desconcentração dos alunos. É pertinente enunciar, que essa avaliação vai abordar a caracterização climática do município através de uma visão geral; todavia, no caso de uma região específica para o projeto, os dados devem ser coletados nas Estações meteorológicas de cada local, - ou quando não for possível, na região mais próxima, analisando o seu microclima e estabelecendo um quadro fiel das condições físico-climáticas do sítio. A análise irá compreender, portanto, os seguintes aspectos:

VI.1 - IMPLANTAÇÃO / ORIENTAÇÃO:

Estes parâmetros vão determinar a incidência de radiação que penetrará nos ambientes pedagógicos. No caso do Rio de Janeiro, tomando como base os gráficos de trajetórias solares e as recomendações de Mahoney, o edifício deverá ser implantado preferencialmente, ao longo do eixo leste-oeste, com as fachadas de maiores dimensões ortogonais à direção norte-sul, a fim de reduzir a exposição ao sol. No caso de solução pavilhonar, esta orientação será conveniente, com a localização das salas de aula nos planos sul ou norte (FIG.VI.1), desde que associados à proteção horizontal (brises, beirais de telhado e varandas). Quanto aos outros esquemas mais utilizados nos partidos arquitetônicos das edificações escolares, o posicionamento das salas de aula vai sempre requerer cuidadosa

atenção. Quando voltadas para um pátio interno central, - normalmente utilizado para atividades recreativas ou atividades pedagógicas extra-classe, é aconselhável que os blocos que contenham as salas, estejam dispostos ao longo do eixo leste-oeste (FIG.VI.2). Este tipo de solução favorece a implementação de ventilação cruzada, já que é possível ter as aberturas de entrada ou saída de ar, voltadas para este espaço central, promovendo a circulação de ar.

A utilização de grandes espaços abertos entre os blocos vai favorecer a penetração dos ventos, criando áreas livres para recreação. É aconselhável, que se mantenha um afastamento frontal entre os edifícios, no mínimo de $2H$ (H = altura do edifício) e no máximo de $4H$, a fim de conciliar conforto e integração do conjunto. Segundo Dreyfus¹², quando os blocos estão dispostos de forma alternada e possuem dimensões de altura e largura aproximadamente iguais, a distância lateral entre as construções, bem como o afastamento destas em relação ao bloco posterior, devem ser de 2 a 3 vezes o valor da sua altura (FIG.VI.3). É um tipo de implantação que favorece o escoamento do ar, já que o trajeto do fluxo tem direção mais uniforme.

Tratando-se ainda da relação edifício x efeitos do vento, há três parâmetros relacionados ao prédio, que também podem ser trabalhados pelo arquiteto, e que irão influenciar no aparecimento de zonas de turbulência (efeito esteira): *altura do prédio, espessura do prédio e forma do telhado*. No *Texas Engineering Experiment Station*¹³, foram efetuadas experiências, a fim de medir o alcance do vento descendente numa zona de turbulência. Algumas observações são relatadas a seguir:

¹² Para maior profundidade ver THEME, E.M.(1994).

¹³ STUMPFS, S.J., (1982), relata detalhadamente a experiência.

- Aumentando-se a profundidade (espessura) do prédio, reduz-se a profundidade da zona de turbulência;
- Quanto mais alto for o edifício, maior será a profundidade da zona de turbulência;
- À medida que a inclinação do telhado aumenta, a extensão da zona de turbulência também irá aumentar.

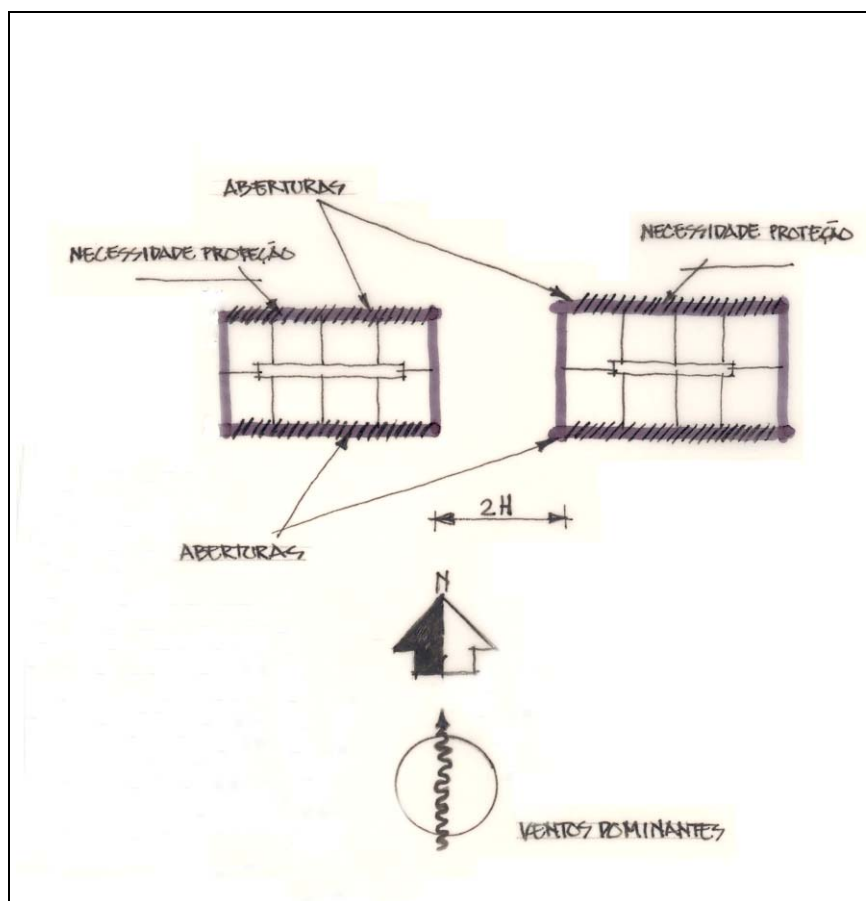


Figura VI.1 - Solução Pavilhonar

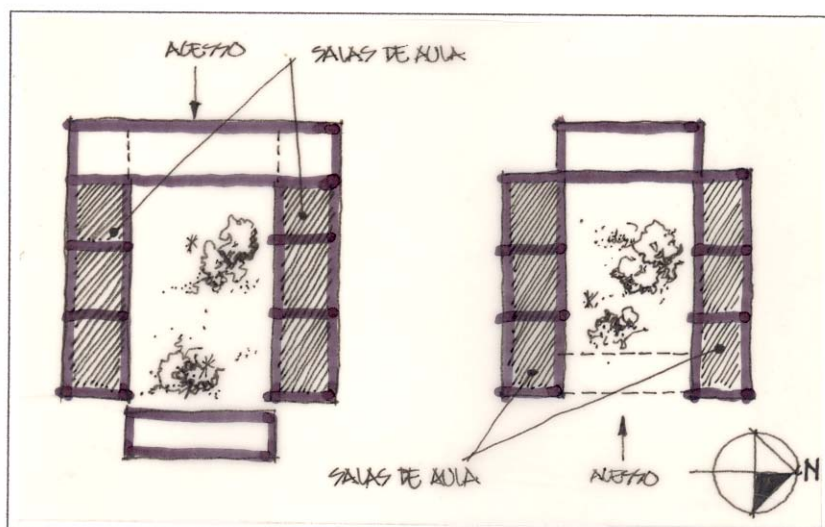


Figura VI.2 - Orientação das salas de aula, voltadas para pátio interno central

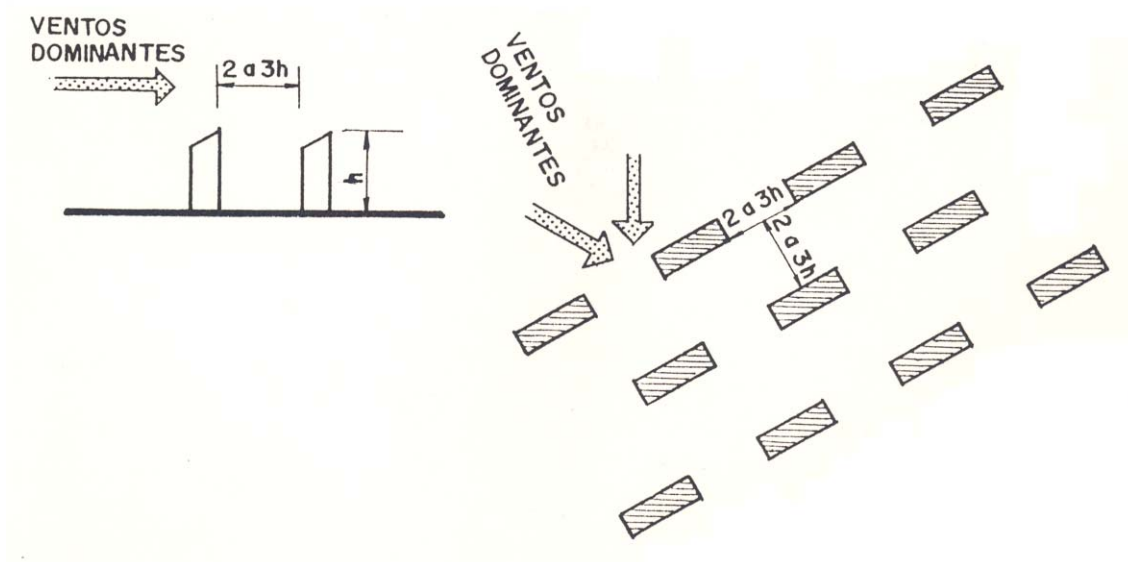


Figura VI.3 - Disposição dos prédios em relação aos ventos dominantes com implantação de forma alternada (THEME, E.M., 1994)

VI.2 - VENTILAÇÃO E ABERTURAS:

Para uma circulação de ar eficaz, as aberturas devem posicionar-se em paredes opostas (ventilação cruzada), e perpendiculares à direção dos ventos dominantes (de maneira geral, direção sul/sudeste). Em climas quente e úmido, como o do Rio de Janeiro, as sensações de conforto térmico são obtidas, quando o fluxo de ar percorre o ambiente ao nível dos ocupantes e com velocidade suficiente para o resfriamento do corpo. Segundo STUMPFS (1982), a ventilação natural permanente depende de valores fixos e variáveis, como:

Fixos: Características construtivas do edifício; orientação e posição do local; posição, dimensão e tipo das aberturas;
Variáveis: Direção e velocidade do vento; diferença de temperatura entre exterior e interior (p. 30).

Assim, quanto às características da construção, os seguintes fatores serão observados:

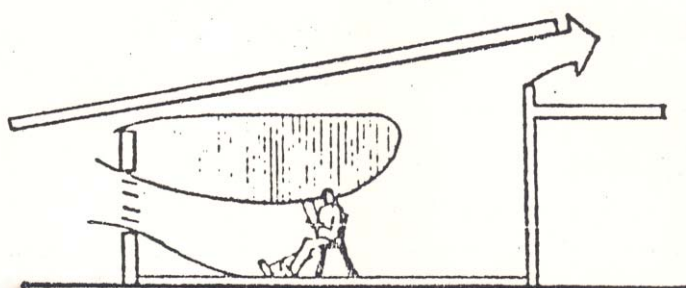
VI.2.1 - Localização dos vãos de abertura:

Tendo em vista, a efetivação de ventilação cruzada nos espaços internos, o sistema de ventilação deverá ter, pelo menos, uma abertura de entrada do ar e uma de saída; as aberturas de entrada devem posicionar-se na zona de alta pressão, ou seja, no plano que sofre a incidência do vento, e as de saída, devem localizar-se nas fachadas protegidas do vento (baixa pressão). Assim, os vãos estarão localizados, preferencialmente, nos planos sul e norte; as fachadas leste e oeste serão evitadas, já que recebem grande quantidade de radiação solar.

A variação na altura das aberturas de entrada e saída do ar, vai permitir uma melhor circulação no ambiente, se a abertura de entrada situar-se ao nível dos usuários, e a abertura de saída estiver localizada ao alto (escoamento do

ar quente; FIG. VI.4.). Nos prédios escolares, algumas vezes, as salas de aula têm orientações opostas, como é o caso de disposição das mesmas voltadas para um eixo de circulação central; com a localização das aberturas para implementação de ventilação cruzada, o fluxo de ar não vai ter o mesmo comportamento nos dois espaços pedagógicos. “É necessário, então, dispor placas defletoras para corrigir a trajetória do ar” (RIVERO, 1985, p.121 - FIG.VI.5).

Figura VI.4 - Utilização dos elementos da janela para direcionar o fluxo de ar



(STUMPFS, S.J., 1982)

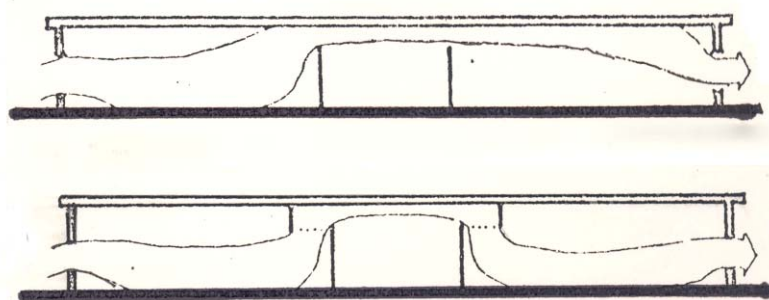


Figura VI.5 - Salas de aula com orientação simétrica - modificação da trajetória do fluxo de ar (RIVERO, 1985).

VI.2.2 - Dimensão dos vãos de entrada e saída do ar:

O incremento da velocidade do fluxo de ar será dado quando as aberturas de saída tiverem maior área que as aberturas de entrada. Em regiões quentes, é importante obter a máxima velocidade do ar para aumentar a sensação de refrescamento. Quando este dimensionamento não for possível, deve-se pelo menos, utilizar aberturas de mesmo tamanho, facilitando o número de renovações do ar no ambiente.

VI.2.3 - Tipologia das aberturas:

Numa sala de aula, os critérios que devem ser observados na seleção de uma esquadria, tendo em vista a otimização do conforto térmico e lumínico, relacionam-se com:

- a determinação da área real das aberturas de entrada e saída, ou seja, “a área efetiva (máxima) de ventilação possibilitada pela tipologia em questão”(STUMPFS, 1982, p.81). Por exemplo, no caso de utilização de esquadrias de correr (vertical ou horizontal), quando as folhas correm sobre elas mesmas, apenas 50 % do vão é liberado para a ventilação; enquanto que, quando as folhas correm por fora ou por dentro das paredes, o vão da janela é inteiramente útil;
- a preocupação em assegurar prolongamento visual aos ocupantes, promovendo a integração com o ambiente externo, através da utilização de uma proporção adequada em vidro;
- a efetivação da iluminação natural, com as esquadrias posicionadas à esquerda das salas de aula, evitando que cheguem até o quadro negro para não provocar ofuscamento visual; “quanto mais próximas do teto estiverem posicionadas, maior será o fator de luz diurna num plano de trabalho situado na direção da janela”(ABCI, 1991, p.24);

- a garantia da separação das correntes de ar frio e quente, com a utilização de esquadrias com distinção das funções: ventilação de inverno (higiênica, acima do nível dos ocupantes) e ventilação de verão (passando pelos ocupantes, para resfriamento do corpo); além da possibilidade de regular a distribuição do fluxo de ar no local, através da diversidade de ângulos para a movimentação das folhas.

A partir destes elementos, algumas tipologias de esquadrias para entrada do ar, podem ser relacionadas:

(a) - Janelas de Correr:

Podem ter o funcionamento no eixo vertical (guilhotinas) ou horizontal. Quando têm as folhas correndo umas sobre as outras, apresentam a desvantagem de não liberarem totalmente o vão para a ventilação; “nos casos mais comuns, a área útil para ventilação é de no máximo 50% da área total da janela. Há casos, porém, de embutimento das folhas nas paredes, que permitem 100% de abertura”(ABCI, 1991, p.31).

As janelas de correr não possibilitam o direcionamento do fluxo de ar no ambiente, porém, possuem a vantagem de permitir a regulagem da ventilação, conforme abertura das folhas. No caso de correrem horizontalmente, necessitam ser conjugadas à aberturas localizadas acima destas (ex: bandeiras móveis), que possibilitem a ventilação higiênica (de inverno); enquanto que, nas janelas guilhotinas, quando há um contrapeso permitindo a fixação da folha em qualquer posição, é possível obter ventilação seletiva (ventilação por baixo e por cima, FIG. VI.6).

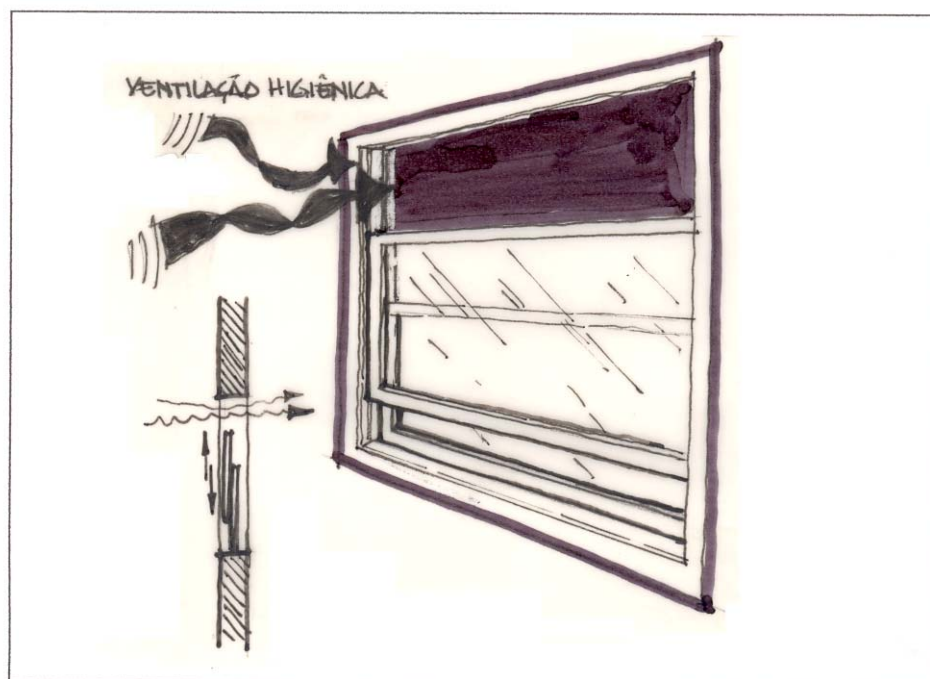


Figura VI.6 - Janela guilhotina (desenho da autora)

(b) - Janelas pivotantes:

As janelas pivotantes podem girar em torno de eixos horizontais ou verticais. Apresentam vantagens quanto à flexibilidade de abertura, possibilitando variações na regulação de entrada do fluxo de ar no interior. A eficiência da ventilação, com a utilização deste tipo de esquadria, vai estar relacionada com a área útil de abertura propiciada; portanto, quanto maior for o ângulo de abertura da janela (90°), mais eficaz será a ventilação no ambiente. Precisam ser associadas também, à aberturas que permitam a implementação de ventilação higiênica (passagem de ar somente pela parte superior da janela, FIG. VI.7).

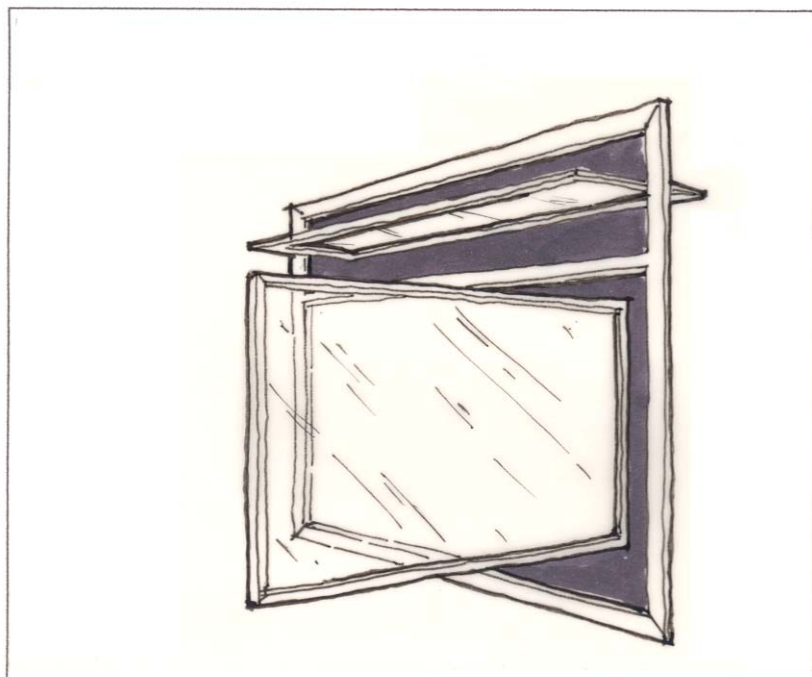


Figura VI.7 - Janela pivotante associada à abertura superior, também pivotante
(desenho da autora)

As janelas de abrir não são muito aconselháveis, pois além de ocuparem espaço interno, não permitem a regulagem da ventilação, já que “as folhas se fixam apenas na posição de máxima abertura ou fechamento total”(ABCI, 1991, p.12). As janelas basculantes também exibem algumas desvantagens (apesar das vantagens de fácil reposição dos vidros), como a liberação parcial do vão para a entrada do ar, além de reduzida estanqueidade e, principalmente, o comprometimento da comunicação visual exterior/interior e da iluminação. Para os vãos de saída do ar (aberturas voltadas para uma circulação ou diretamente para o exterior), as janelas pivotantes, basculantes ou as aberturas em venezianas e combogós, são as mais utilizadas. “O problema do barulho no corredor é amenizado por acabamento mole nas paredes (por exemplo reboco rugoso, para o som transmitido pelo ar) e um piso absorvente (para o som de impacto, de borracha ou vinil, por exemplo)” (STUMPFS, 1982, p.132). Para efeitos de cálculo de

ventilação natural, quando venezianas forem utilizadas nas aberturas de saída do ar, deve-se reduzir a área de abertura em até 50%.

Quando as portas forem utilizadas como vãos de abertura de entrada do ar, deve-se tomar algumas precauções:

- Para efeitos de privacidade e controle acústico, deve-se evitar a utilização de portas para fins de ventilação e iluminação do ambiente, quando as salas de aula localizarem-se no primeiro pavimento, confrontando-se diretamente com o terreno; no segundo pavimento, portas pivotantes ou de correr abrindo-se para varandas, podem resultar em agradável extensão do ambiente pedagógico, e ainda, possibilitar a ventilação fluida e abundante para o interior da sala de aula;
- As portas de correr e as pivotantes são as mais recomendadas, por assegurarem a regulação do fluxo de ar. As pivotantes, quando possuem pivôs com ajuste de freio, têm abertura das folhas em qualquer ângulo, garantindo o direcionamento da ventilação. Mas, devem ser tomadas as devidas precauções com a proporção de vidro nas esquadrias, a fim de evitar o ofuscamento e os excessivos ganhos térmicos; assim, as superfícies envidraçadas precisam sempre estar conjugadas a dispositivos sombreadores;
- As portas devem estar associadas às aberturas superiores (básculas, venezianas ou pivotantes), para assegurar a ventilação higiênica, nos períodos frios, acima do nível dos ocupantes.

Após análise desses condicionantes, cabe ao projetista decidir sobre o(s) modelo(s) mais apropriado(s), de acordo com a linguagem arquitetônica adotada, incorporando ou não, soluções compostas no projeto (esquadrias com funcionamento misto), conciliando os fatores ambientais com os custos, a facilidade de aquisição e a racionalização da construção.

VI.3 - PROTEÇÃO E SOMBREAMENTO:

No que se refere aos edifícios públicos, como é o caso das escolas, dá-se preferência à utilização de elementos de proteção fixos, integrados à arquitetura. Desta forma, evitam-se problemas resultantes do mau uso dos dispositivos móveis, já que muitas vezes o usuário, na operação do movimento, não atende as necessidades térmicas do recinto; ou ainda, (...) “as dificuldades decorrentes do próprio uso do mecanismo, que implicam despesas de manutenção”(AROSZTEGUI, 1984, p.59).

Portanto, na fachada norte, onde o sol é alto, os fechamentos opacos (paredes) e principalmente, as aberturas (normalmente constituídas por superfícies envidraçadas) deverão ter proteção horizontal integrada à arquitetura, como amplos beirais de telhado, ou utilização de varandas, a fim de evitar insolação solar direta dentro das salas de aula. Quando o prédio dispuser de dois ou mais pavimentos, e as salas de aula encontrarem-se distribuídas em todos os andares, a utilização de beiral de telhado, como elemento de proteção, só terá eficácia no último pavimento. Os planos verticais inferiores deverão ter dispositivos adicionais de proteção horizontal (brises, light-shelves, marquises, pergolados, elementos vazados) e, além disso, quando tais elementos estiverem associados aos beirais, servirão para diminuir o comprimento destes (FIG. VI.8).

Os dispositivos de proteção devem interferir o mínimo possível nas principais funções exercidas pelos vãos de abertura (ventilação, iluminação e comunicação visual). Assim, “os elementos de proteção solar, devem ser projetados com algum afastamento das paredes, a fim de corrigirem a direção do fluxo de ar”(THEME, 1994, p.195), e de reduzirem a área de contato entre o edifício e esta superfície captadora. O coeficiente de reflexão desses elementos deve ser alto (cores claras), a fim de evitar ganhos térmicos para o interior do edifício, bem como, promover a entrada de luz refletida por essas superfícies.

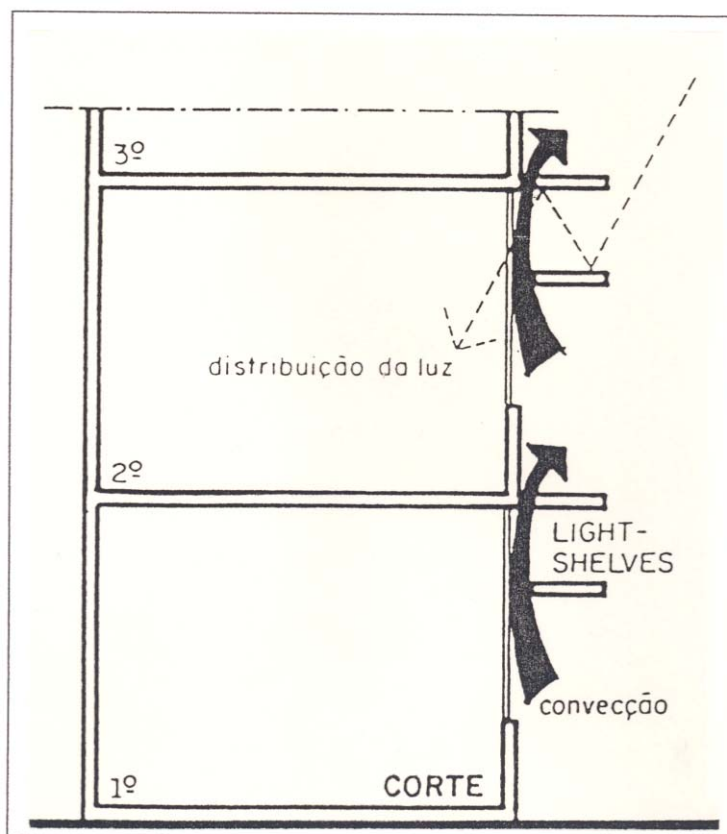


Figura VI.8 - Utilização de light-shelves para proteção das aberturas
(GAMMARANO, B., 1992)

Segundo GONÇALVES (1955), para determinar o comprimento das proteções horizontais, de modo que atuem eficientemente nos períodos críticos de insolação das fachadas (entre 9:00 e 15:00 hs), é necessário verificar o ângulo que os raios solares fazem com o plano horizontal (altura solar, FIG. VI.9) neste horário e na época mais quente do ano.

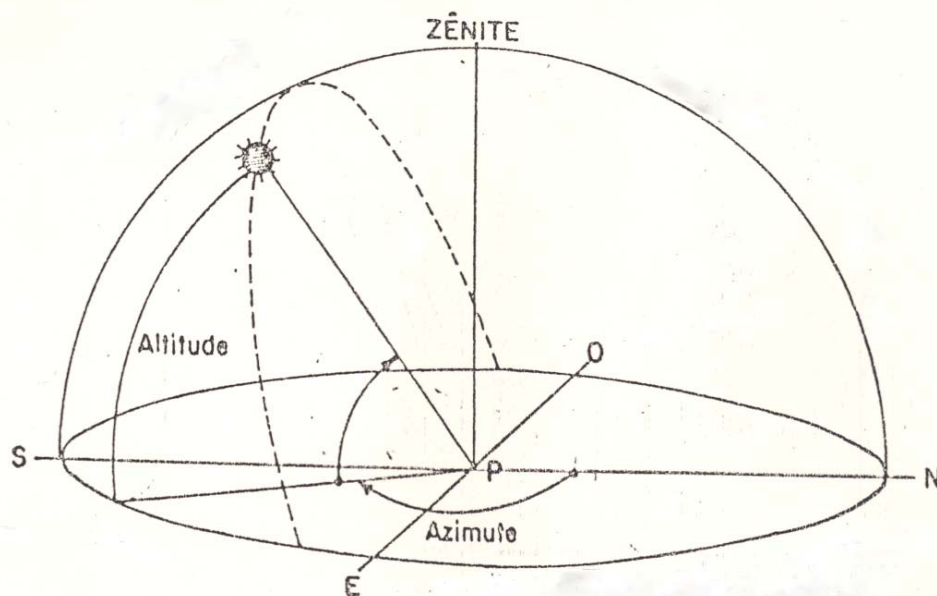


Figura VI.9 - Altitude e azimute solar (ROSA, 1991)

Assim, pode-se projetar com facilidade o balanço ou o espaçamento necessário da proteção, construindo um ângulo com esse valor¹⁴ (FIGs. VI.10 e VI.11).

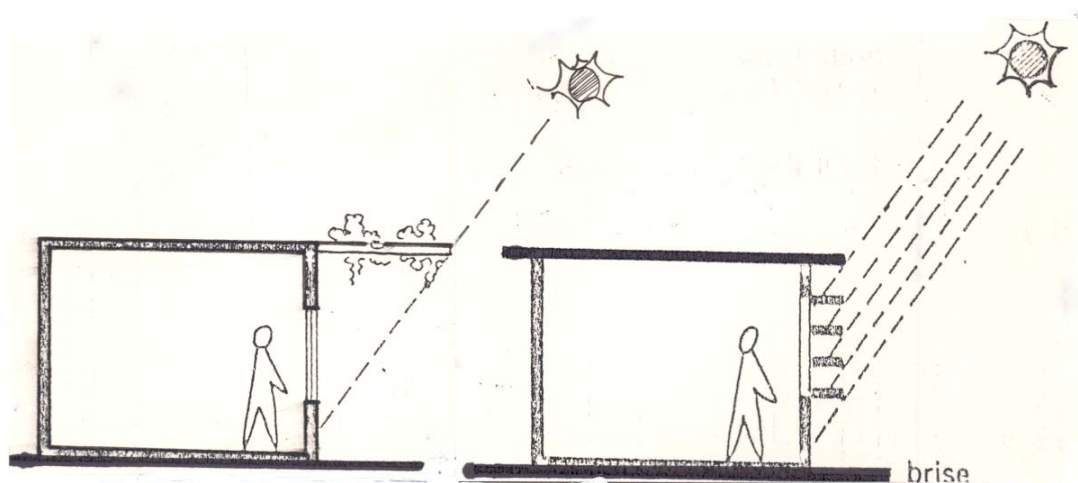


Figura VI.10 - Dispositivos de proteção horizontal (ROSA, L. Z., 1991)

¹⁴ A questão da insolação nos edifícios foi detalhadamente estudada em GONÇALVES, H., *O Sol nos Edifícios*, 1955. Encontram-se no Anexo II, extraídos da referida bibliografia, o gráfico com o percurso aparente do sol e os ângulos dos raios solares com o plano horizontal, nas diferentes épocas do ano, bem como, as tabelas que fornecem a sombra da vertical, no Rio de Janeiro.

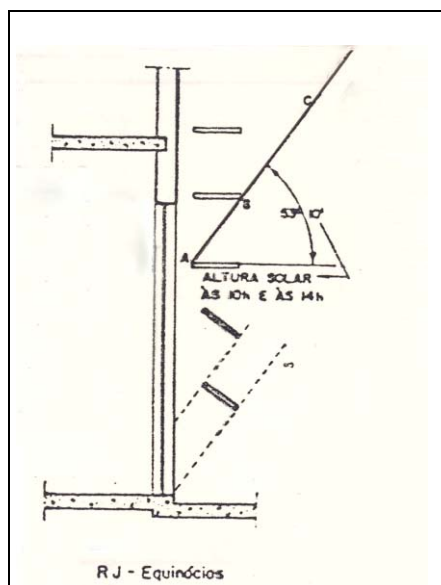


Figura VI.11 - Definição do ângulo de proteção necessário
(GONÇALVES, H., 1955)

A utilização de vegetação é um recurso bastante favorável para sombreamento dos planos da construção e arrefecimento do fluxo de ar; o paisagismo deve ser privilegiado ao longo das fachadas leste e oeste, onde o sol incide de maneira razante, dificultando a eficiência dos dispositivos de proteção.

Na seleção da vegetação que será utilizada para efetivar o sombreamento, primeiramente, é preciso investigar a altura e o azimute solar (ângulo que a projeção dos raios solares forma com a direção do eixo norte-sul, ver FIG. VI.9), nos períodos mais quentes do ano. É possível estabelecer, então, de forma aproximada, a localização e a altura necessária da árvore, de maneira que sua copa intercepte a radiação solar. Segundo FURTADO (1994, p.55), a vegetação posicionada para sombrear os planos leste e oeste, fornecerá mais sombra diariamente por um período mais longo, se estiver mais próxima da fachada; “quanto menor o porte, menor será a distância para essas fachadas”. Deve-se tomar algumas precauções, no entanto, com o nível das raízes e o alcance das copas, em relação à edificação (FIG. VI.12), conforme recomendações de ZACHARIAS FILHO et alii (1990):

Cuidados a serem observados:

Distância mínima recomendada: $d = R + 1.00$ m,

onde, d = distância do eixo da árvore à projeção da cobertura; R = raio da copa (árvore adulta), (p.13)

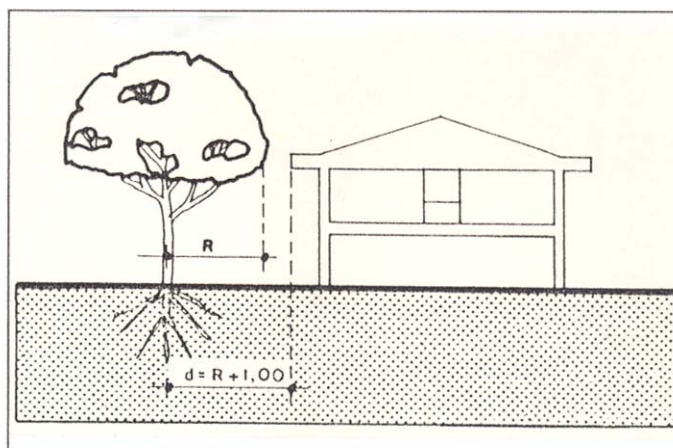


Figura VI.12 -

Distância da árvore à edificação

(ZACHARIAS FILHO et alii, 1990)

Para o clima do Rio de Janeiro, em que, as temperaturas altas predominam em grande parte do ano, “as árvores perenes são mais convenientemente utilizadas para controle solar”(FURTADO, 1994, p.66). Quanto à forma da copa, de acordo com FURTADO (1994), as árvores de forma esférica são as mais recomendáveis para o controle solar, devido à ampla sombra que proporcionam. Porém, a densidade e altura da copa, devem ser cuidadosamente observadas para não bloquearem a ventilação. Segundo FERNANDEZ (1990), o efeito da ventilação é otimizado quando a distância entre a árvore e a edificação, é igual a altura da árvore. Enfim, na escolha das espécies, esses critérios devem ser devidamente avaliados em função da capacidade de minimizar a insolação, aliada ao controle do fluxo do vento; já que, dependendo da disposição na paisagem, o projeto paisagístico é capaz de canalizar favoravelmente os ventos, aumentando a ventilação em áreas determinadas, ou quando necessário, criando barreiras à

penetração dos mesmos. Encontram-se no Anexo III, quadros-resumo das características básicas de variadas espécies, a fim de facilitar a sistematização do projeto paisagístico.

VI.4 - MATERIAIS E PADRÃO CONSTRUTIVO:

No Rio de Janeiro, os materiais e o padrão construtivo adotados no projeto escolar, devem atenuar o efeito térmico produzido pela radiação solar nas paredes e cobertura da edificação. De acordo com os critérios citados, anteriormente, pela metodologia proposta, a resolução dos materiais e procedimentos construtivos, levam em conta os coeficientes de absorção, emissividade, resistência térmica e capacidade de amortecimento. Assim, tendo em vista o conforto térmico da unidade escolar, alguns requisitos básicos precisam ser avaliados, na definição da envolvente, tais como:

- Possibilidade de reduzir o coeficiente de absorção das superfícies exteriores, com a utilização de acabamentos em cores claras, aumentando a capacidade de reflexão da radiação incidente; “a elevada absorção que tem o tijolo com referência à radiação solar pode ser diminuída notavelmente, mediante uma camada de pintura de cor branca”(RIVERO, 1985, p.26). Em contrapartida, os cuidados com a manutenção dos acabamentos externos não devem restringir-se somente à conservação da pintura, mas deverão se estender também, às camadas de impermeabilização das superfícies, a fim de evitar patologias (infiltrações) que poderão escurecer as paredes, comprometendo a eficácia da reflexão;
- É essencial que a cobertura tenha forro isolante, com colchão de ar ventilado (ático), garantindo o conforto térmico dos espaços inferiores. Esta câmara de ar deverá dispor de aberturas opostas (ventilação cruzada), perpendiculares à entrada do ar; a utilização de desnível das águas do telhado (diferentes alturas de

cumeeira), propiciando a existência de aberturas para saída de ar quente (combogós, venezianas, telas etc), é recurso eficiente (fig. VI.13);

- Deve-se evitar na envolvente, o emprego de materiais de pequena espessura, como painéis simples de argamassa armada, ou cobertura em chapas de fibrocimento. Os fechamentos delgados apresentam resistência térmica insignificante, emanando grande quantidade de calor para o interior; quando o arquiteto optar por esses elementos, deverá associar forro isolante (cobertura) e acabamento superficial refletor (pintura branca). No caso da argamassa armada, a utilização só é viável, quando os painéis de fechamento são duplos, entremeados por colchão de ar ventilado. Segundo STANGENHAUS (1992), a *massa* da envolvente constitui fator relevante para o conforto térmico dos ambientes internos; os tijolos furados e os blocos de concreto vazados, (materiais com grande capacidade térmica), são comumente empregados nas construções do país e recomendáveis para os prédios escolares, frente as características de durabilidade, disponibilidade no mercado e tradição de mão-de-obra. Contudo, espessuras muito grossas, além de dispendiosas, não são aconselháveis para as escolas que têm ocupação noturna; a acumulação do calor durante o dia, seria restituída para o horário noturno, tornando os ambientes sufocantes;
- No projeto das salas de aula, é fundamental que o pé-direito mínimo de 3.00 m para tetos horizontais, exigido pelas Normas para Construção de Prédios Escolares, seja respeitado, em função da otimização da ventilação e das renovações do ar. Favorecendo, assim, a implementação do efeito “chaminé”(saída de ar quente), pois quanto maior for a diferença, entre as alturas das aberturas de entrada e saída do ar, maior será a velocidade do fluxo de ar;
- Possibilitar o afastamento da construção do solo, facilitando a ventilação. O prédio sobre pilotis, constitui recurso eficiente, já que, além do condicionamento

ambiental, favorece a criação de espaços cobertos, destinados à recreação e práticas esportivas.

Além desses elementos, há aqueles enunciados anteriormente, como os dispositivos de proteção, as aberturas, e principalmente a franca utilização do paisagismo, como amenizador das adversidades climáticas.

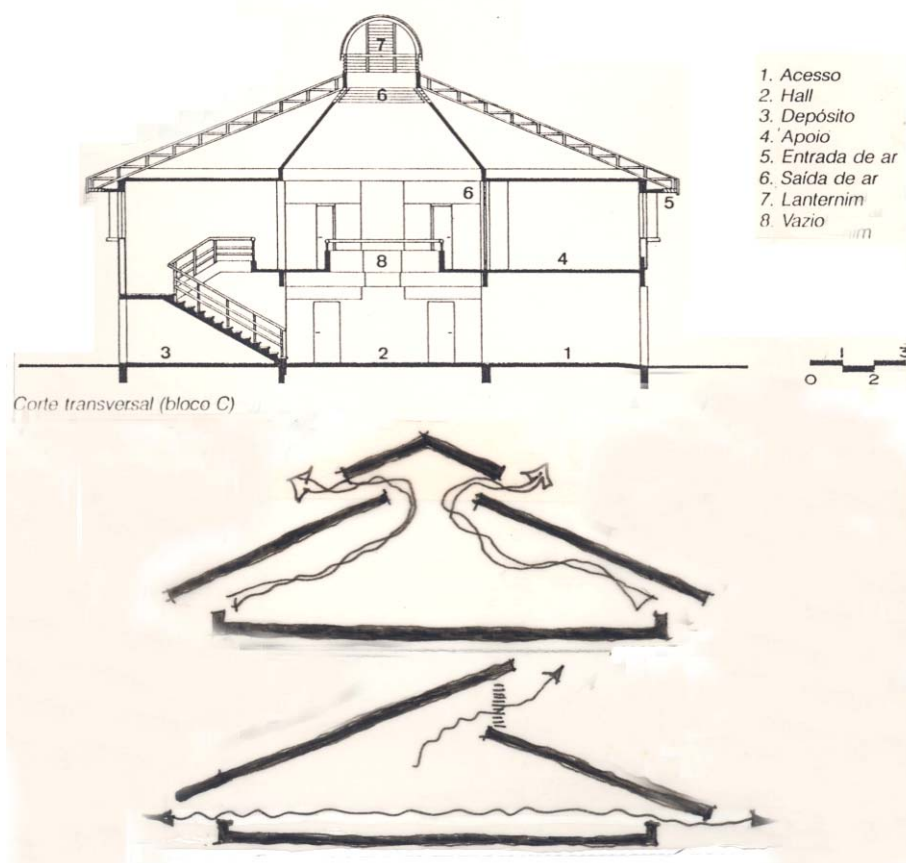


Figura VI.13 - Acima, Escola Jean Piaget (Porto Alegre);
abaixo, aberturas para ventilar a cobertura
(Revista Projeto, 1992 e desenhos complementares da autora)

CAPÍTULO VII

CONCLUSÕES

As escolas públicas apresentadas neste estudo compõem um panorama arquitetônico onde se comprova, na maioria das vezes, a pouca qualidade dos espaços físicos. Esta precariedade vai além da deterioração do prédio em si, estendendo-se aos aspectos referentes à saúde e conforto dos usuários, que configuram-se como parâmetros essenciais à eficácia do processo educativo.

As visitas realizadas a diversas instituições de ensino, assim como a investigação dos aspectos que regeram estes projetos escolares (no caso, através de entrevistas com os responsáveis pelas tipologias arquitetônicas adotadas atualmente), denunciam a necessidade de se sistematizar os procedimentos do projeto escolar, e a fragilidade em que as condições ambientais são tratadas na concepção projetual.

As instituições visitadas foram fundamentais na avaliação da qualidade dos espaços. O quadro apresentado demonstra a falta de preocupação com as questões de conforto ambiental, revelando quase sempre, condições inaceitáveis a um estabelecimento de ensino: ambientes quentes, mal ventilados e mal iluminados, apresentando por vezes, problemas de insalubridade.

Dos modelos arquitetônicos visitados, constatou-se que as escolas mais antigas são as que oferecem condições ambientais mais favoráveis: há preocupação, com o conforto e higiene das construções e, conseqüentemente, as salas de aula são melhor orientadas e ventiladas adequadamente. Os problemas inerentes ao condicionamento térmico referem-se às intervenções posteriores, que não respeitaram o projeto original e, ao entorno, como a implantação de construções mais modernas, inviabilizando a localização de certas salas de aula ou o incremento demasiado no movimento de uma via de acesso, que acaba

prejudicando a implantação original (Escola Municipal Roma, voltada para a av. Copacabana).

Os modelos arquitetônicos encontrados atualmente no Rio de Janeiro, são exemplos expressivos da desintegração da arquitetura com as condições ambientais. O significado de “marco” governamental, com a adoção de uma solução fechada, como no caso dos *Cieps* e *Caics*, se sobrepõe à preocupação com as características físico-climáticas do sítio e, por conseguinte, ao conforto dos ocupantes. Entretanto, a utilização de construções modulares, com partido arquitetônico padronizado, - ao invés de projeto padronizado, possibilitam variações da temática, apresentando flexibilidade de adaptação às diversas situações do sítio. Porém, apesar da intenção dada no projeto, com relação aos aspectos ambientais, a inexistência de recomendações precisas para obtenção de conforto térmico, resulta em edificações com graves problemas de condicionamento térmico. A prioridade dada a determinados fatores na definição da implantação, como a acessibilidade das vias, coloca em detrimento a orientação e ventilação do edifício, e conseqüentemente, inviabiliza todo o padrão construtivo adotado como amenizador das adversidades climáticas.

A falta de diretrizes sólidas na adoção de uma metodologia de projeto, aliada à ausência de normas atuais de especificações escolares, que orientem os projetistas a conceberem edificações mais coerentes ao clima, à realidade sócio-econômica e às tradições da região onde serão implantadas, contribuem decisivamente, para a confirmação do quadro desordenado em que se encontram as instituições de ensino.

Além desses fatores, a subordinação a um poder governamental que determina a filosofia de projeto utilizada em sua gestão, modificando-se diretrizes cada vez que se substitui um governante, coloca a construção escolar numa constante indefinição, já que nem sempre há um processo de continuidade do plano educacional adotado no governo anterior. Os *Caics* (Centro de Atenção Integral à Criança) constituem exemplo significativo desta questão, a nível federal. Originalmente concebidos como *Ciacs* (Centro Integrado de Atendimento à

Criança), apresentavam-se como uma evolução dos *Cieps*, configurando projeto ambicioso implantado no Governo Collor. Em seguida, no Governo Itamar Franco, sofrem adaptações quando recebem o nome de *Caics*, revelando versão mais reduzida; finalmente, chegam à gestão atual, com a política vigente decidindo cancelar a construção de novas unidades¹⁵.

Da mesma forma, a nível estadual, procede o programa de construção dos *Cieps*. Identificado como símbolo marcante das duas gestões do Governo Brizola, teve a demanda das construções alterada, quando no Governo Moreira Franco, as diretrizes educacionais deram prioridade ao desenvolvimento de uma outra filosofia arquitetônica: *as Escolas Convencionais Moduladas* (desenvolvidas pela EMOP).

Diante desse quadro, observa-se que a validação de projetos grandiosos, padronizados e de custos onerosos, como solução para suprir o déficit de salas aula em todo o país, é altamente discutível. Nestes projetos, dificilmente há integração entre a edificação e o sítio; no entanto, quase sempre a vaidade do projetista e o significado político aparecem como elementos indispensáveis.

A implementação de uma metodologia de projeto é, portanto, recurso eficiente para a sistematização dos procedimentos de projeto escolar. A aferição consciente dos elementos do clima e do entorno de determinada região, resultará em construções mais confortáveis, onde a arquitetura do prédio não vai comprometer a dinâmica do aprendizado. Da mesma forma, baseado nesses condicionantes, a definição de elementos de recomendação para projetos escolares situados no Rio de Janeiro, visa facilitar o complexo processo de planejamento.

Em suma, com o conteúdo dessa dissertação, pretende-se que os profissionais envolvidos no projeto escolar, sejam levados à reflexão, fazendo uma revisão das etapas que compõem todo o processo de planejamento. Dada a

¹⁵ De acordo com o jornal "O Globo" (04/01/95), a decisão de acabar com os *Caics* não significa o fechamento das 274 unidades já inauguradas e nem a interrupção das obras nas 106 unidades em construção. O programa adotado pelos centros em funcionamento, vai prosseguir; o que está cancelada é a construção de 64 novos centros que estavam previstos para este ano.

constante indefinição em que se encontra a temática das construções escolares, houve a intenção de contribuir com esse complexo processo, fornecendo subsídios para a utilização dos parâmetros ambientais como prerrogativa de projeto;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[01] - ABCI. Manual Técnico de Caixilhos / Janelas. São Paulo, Ed. Pini, 1991.

[02] - ALMEIDA, Cid Coirolo de. Educação, Escolas e Arquitetos. Revista Projeto, São Paulo, n.44, p.102-106, 1982.

[03] - AROZTEGUI, José Miguel. Desempenho Térmico de Janelas. Porto Alegre, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1984.

[04] - BREJON, Moysés. Estrutura e Funcionamento do Ensino de 1°. e 2°. Graus: Leituras. 19a edição, São Paulo, Ed. Pioneira, 1986.

[05] - CARVALHO, Heloísa L. B. dos Santos. Escolas do Primeiro Grau. Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade federal do Rio de Janeiro, 1982.

[06] - CHAGAS, Valnir. O Ensino de 1°. e 2°. graus: Antes, Agora e Depois ? 4a ed. São Paulo: Saraiva, 1984.

[07] - CONDE, Rizza Paes. A Importância da Arquitetura de Escolas e Dados para Elaboração de um Projeto. Arquitetura do Brasil, Rio de Janeiro, n. 18, p. 92-99, 1987.

[08] - DIRIGENTE MUNICIPAL, Projeto Adequado é Fundamental para Escola Funcionar Bem. São Paulo, v.14, n.05: p.20-26, 1983.

[09] - FERNANDEZ, Pierre. Abordagem da Arquitetura Bioclimática em Países Tropicais. Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1990.

[10] - FURTADO, Adma Elias. Simulação e Análise da Utilização da Vegetação como Anteparo às Radiações Solares em uma Edificação. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1994.

[11] - GAMMARANO, Bianca. As Fachadas de Vidro e o Modernismo: Uma Reflexão. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1992.

- [12] - GONÇALVES, Hélio. O Sol nos Edifícios. Rio de Janeiro, Lemos, 1955.
- [13] - LIMA, João Filgueiras. Escola Transitória. Brasília, MEC/CEDATE, 1984.
- [14] - MATTOS, C. C., SILVA, M. A., NOGUEIRA, I. & BATISTA, I. M. Caracterização Climática da Área da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Departamento de Ciências Ambientais, Instituto de Florestas, UFRRJ.
- [15] - MEC /CEBRACE. Critérios para Elaboração, Aprovação e Avaliação de Projetos de Construções Escolares, 1976.
- [16] - MEC SG PREMEN. Metodologia de Planejamento da Rede Física. v.3, 1973.
- [17] - NEUTRA, Richard. Arquitetura Social (Architecture of Social Concern). São Paulo, Gerth Todtmann, 1948.
- [18] - OLIVEIRA, Beatriz Santos de. A Modernidade Oficial: Arquitetura das Escolas Públicas do Distrito Federal (1928 - 1940). Dissertação de Mestrado. São Paulo, Faculdade de Arquitetura, USP, 1991.
- [19] - OLIVEIRA, Nildo Carlos. O que os Estados estão Projetando e Construindo. Revista Projeto, São Paulo, n. 87, p.42-48, 1986.
- [20] - RAMALHO, M. L. & WOLFF, S. As Escolas Públicas Paulistas da Primeira República. Revista Projeto, São Paulo, n. 87, p.66-71, 1986.
- [21] - REGO, A., RIBEIRO, M. & SENNA, M. Escola Bioclimática. Mestrado em Arquitetura/Conforto Ambiental, FAU / UFRJ, 1991.
- [22] - REVISTA PROJETO. Escola Jean Piaget. São Paulo, n.159, p.55-57, 1992.

-
[23] - RIVERO, Roberto. Arquitetura e Clima: Acondicionamento Térmico Natural. 2a ed., Porto Alegre: D. C. Luzzatto Editores, 1986.

[24] - ROSA, Lourdes Zunino. Arquitetura e Meio Ambiente - Bioclimatismo. Rio de Janeiro, FAU/UFRJ, 1991.

[25] - SEGAWA, Hugo. Arquiteturas Escolares. Revista Projeto, São Paulo, n.87, p.64-65, 1986.

[26] - SISSON, Rachel. Escolas Públicas do Primeiro Grau - Inventário, Tipologia e História. Arquitetura Revista, Rio de Janeiro, v.8, p.63-78, FAU/UFRJ, 1990.

[27] - STANGENHAUS, Carmen Ruth. Paredes, Conforto Higrotérmico, Edificações, Ponderações e Propostas para Clima Tropical Úmido em Situação de Verão. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro, FAU / UFRJ, 1992.

[28] - STUMPFS, Silvana Jung de. Manual Técnico sobre Ventilação Natural dos Edifícios. Porto Alegre, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1982.

[29] - THEME, Eliana Miranda. Ventilação Natural através das Aberturas Laterais das Fachadas dos Edifícios - um Estudo sobre a Janela. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, FAU / UFRJ, 1994.

[30] - VILANOVA ARTIGAS, . Sobre Escolas ... Revista Acrópole, São Paulo, n.377, p.10-13, 1970.

[31] - XAVIER, A., BRITTO, A. & NOBRE, A. L. Arquitetura Moderna no Rio de Janeiro. São Paulo, Ed. Pini: Fundação Vilanova Artigas, 1991.

[32] - ZACHARIAS FILHO, F., ZANETTI, V. Z. & ALONSO Y PRIETO, M.
A. Vegetação e Paisagismo: Especificações da Edificação Escolar de primeiro grau,
São Paulo, FDE, Diretoria de Obras e serviços, 1990.

ANEXO I

TABELAS DE MAHONEY - EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO / DADOS: RIO DE
JANEIRO (1978/1988), ESTAÇÃO FLAMENGO

QUADRO - RESUMO PARA UTILIZAÇÃO DAS TABELAS DE MAHONEY

G.H.	T.A.M. < 15%		15% < T.A.M. < 22%		T.A.M. > 22%	
	DIA	NOITE	DIA	NOITE	DIA	NOITE
1	21-30	12-21	23-32	14-23	26-34	17-25
2	20-27	12-20	22-30	14-22	25-31	17-24
3	19-26	12-19	21-28	14-21	23-29	17-23
4	18-24	12-18	20-25	14-20	22-27	17-21

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1	T° média mensal MÁXIMA											
	29,4	30,5	29,3	27,7	26,7	25,3	25,7	25,3	24,9	26,3	27,6	28,7
	LIMITES DE CONFORTO (de dia)											
	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	LIMITE DE CONFORTO (à noite)											
	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
2	T° média mensal MÍNIMA											
	23,3	23,6	23,2	21,9	20,6	18,9	18,9	19,1	19,2	20,6	21,4	22,5
	LIMITE DE CONFORTO (à noite)											
	22	22	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
3	T° média mensal STRESS TÉRMICO DIURNO											
	Q	Q	Q	Q	*	*	*	*	*	*	*	*
	T° média mensal STRESS TÉRMICO NOTURNO											
	Q	Q	Q	Q	*	*	*	*	*	*	*	Q
4	E.D.T. (T° máx - T° mín)											
	6,1	6,9	6,1	5,8	6,1	6,4	6,8	6,4	5,7	5,6	6,2	6,2
5	UMIDADE RELATIVA MÁXIMA											
6	UMIDADE RELATIVA MÍNIMA											
7	UMIDADE RELATIVA MÉDIA											
	79,7	78,7	80,6	80,9	80,2	79,6	77,2	77,8	78,6	79,0	79,7	79,7
8	GRUPO HIGROMÉTRICO											
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
9	PRECIPITAÇÃO FLUVIOMÉTRICA											
	121,5	40,1	112,6	132,6	62,6	72,6	50,5	43,6	101,3	63,9	86,7	173,5
	DIREÇÃO DOS VENTOS											
	DOMINANTE											
	S	S	S	SE	S	N	S	S	S	S	SE	S
	SECUNDÁRIA											
	SE	N	SE	N	SE	S	SO	SO	SE	SE	S	SE

T° Máx (ANO) - 30,5
T° mín (ANO) - 18,9

INDICADORES

	H1	H2	H3	A1	A2	A3
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

< 30%	1
30% - 50%	2
50% - 70%	3
> 70%	4

H₁ = 06 H₂ = 06

(ADAPTAÇÃO: A. C. DEL NEGRO - ARQUITETO)

UMIDO			SECO			TABELAS DE MAHONEY RECOMENDAÇÕES ARQUITETÔNICAS	LAT
H1	H2	H3	A1	A2	A3		LONG
06	06	0	0	0	0		ALT

1. PLANTA DE SITUAÇÃO

			0.10			→ Construções orientadas segundo o eixo LESTE-OESTE a fim de diminuir a exposição ao sol
			11.12		5.12	
					0.4	Plantas compactas com pátios internos

2. ESPAÇOS ENTRE AS CONSTRUÇÕES

11.12						Grandes espaços para favorecer a penetração do vento
2.10						Idem, com proteção contra ventos quentes/frios
0.1						Plantas compactas

3. CIRCULAÇÃO DO AR

3.12						→ Construções com orientação simples Disposição que permita circulação de ar permanente
1.2			0.5			Construções com dupla orientação, permitindo circulação de ar intermitente
			6.12			
0	2.12					Circulação desprezível, basta a ventilação (para renovar)
	0.1					

4. DIMENSÕES DAS ABERTURAS

			0.1		0	→ Grandes, de 40% a 80% das fachadas NORTE e SUL
					1.12	Médias, de 25% a 40% da área das paredes
			2.5			
			6.10			Intermediárias, de 20% a 35% da área das paredes
			11.12		0.3	Pequenas, de 15% a 25% da área das paredes
					4.12	Médias, de 25% a 40% da área das paredes

5. POSIÇÃO DAS ABERTURAS

3.12						→ Nas paredes NORTE e SUL, à altura de um homem, do lado exposto ao vento.
1.2			0.5			Como acima, porém incluindo aberturas feitas nas paredes internas
			6.12			
0	2.12					

6. PROTEÇÃO DAS ABERTURAS

					0.2	→ Proteger da insolação direta
			2.12			Prever proteção contra chuva

7. PAREDES E TETOS

			0.2			→ Construções leves, de pouca inércia térmica
			3.12			Construção maciça, com tempo de resposta superior a 8hs.

8. TELHADO

10.12			0.2			Material leve, revestimento favorecendo à reflexão, sótão
			3.12			Leve e bem isolado
			0.6			
0.9			6.12			Construção maciça, com tempo de resposta superior a 8 horas

9. ESPAÇOS EXTERIORES

				1.12		Local para dormir ao ar livre
			1.12			Drenagem apropriada das águas de chuva
			3.12			Proteção contra chuvas fortes

EXEMPLO DE CÁLCULO DE VENTILAÇÃO NATURAL

Método desenvolvido por J. F. Straaten e apresentado em STUMPFS, S.J

(1982):

EXEMPLO: Sala de aula para um ginásio:

a) Localização: Porto Alegre, zona de densidade média; altura média da edificação: quatro pavimentos;

b) Dados climáticos organizados segundo o método de Mahoney:

- clima composto, com estações diferenciadas;
- quatro meses de movimento de ar indispensável (ventilação de conforto: janeiro, fevereiro, março e dezembro);
- cinco meses de movimento de ar conveniente (ventilação de conforto: abril, maio, setembro, outubro e novembro);
- três meses de problemas de estação fria (ventilação higiênica: junho, julho e agosto);
- grupo de umidade: V_4 , 70% ou mais de umidade relativa do ar durante todo o ano;
- temperatura média anual: 21°C;
- temperatura máxima média anual (verão): 30,5°C;
- temperatura mínima média mensal (inverno): 11,0°C;
- vento reinante, estação quente: direção leste, frequência 68,1% e intensidade média 1,89 m/s;
- vento reinante estação fria: direção oeste, frequência 48,1%, intensidade média 1,16 m/s;
- vento secundário estação quente: sudeste;
- vento secundário estação fria: leste.

c) Dados do local:

- superfície: $6,25 \times 6,25 = 39,06 \text{ m}^2$; pédireito: 3,60 m; volume: 140,61 m^3 ;
- tipologia da janela: parte inferior: pivotante vertical regulável e parte superior: pivotante regulável, eixo vertical;
- número de ocupantes: 35 alunos e professor = 36;

- número de aberturas em série: duas

d) Considerações de projeto:

O sistema de ventilação natural proposto objetiva oferecer ventilação cruzada, tanto de conforto como higiênica.

Para tanto, escolhe-se uma tipologia de janela que ofereça solução para ambos os casos. Todas as aberturas são reguláveis; a abertura de entrada do ar constitui-se de uma janela de alumínio com a parte inferior tipo pivotante vertical regulável e a parte superior, pivotante vertical regulável, por estar a parede que contém em fricção no inverno e no verão; a abertura de saída do ar é constituída por uma veneziana de madeira.

Como a sala está orientada para o sul, as aberturas não precisam de elementos de proteção da radiação solar direta.

Sendo uma sala de aula, a janela não chega até a parede que contém o quadro-negro, evitando assim, reflexos indesejados nele.

e) Método de cálculo das aberturas:

1. Determinação do volume de ar por pessoa do local (q):

$$q = \frac{\text{VOLUME DA SALA}}{\text{N.º DE OCUPANTES}} = 3,91 \text{ m}^3 \text{ por pessoa}$$

2. Adoção do coeficiente C que representa o efeito combinado de duas ou três aberturas em série:

$$2 \text{ aberturas em série: } C = 0,46$$

3. Cálculo de A (área necessária) para ventilação de verão:

3.1 - Q - volume mínimo de ar fresco por hora/pessoa, é dado pela tabela da figura V.1 (ver Capítulo V), onde vemos que para obtermos um diferença de 1°C, vamos ter que Q será igual a 440 (excelente); com isto teremos de ter aberturas muito

grandes, o que acarretará custos maiores também. Para obtermos uma diferença de $0,5^{\circ}\text{C}$, condição muito boa, vamos ter o $Q = 220$, fazendo com que a abertura necessária seja menor, havendo também custos menores. Neste exemplo vamos considerar o valor de $Q = 220 \text{ m}^3/\text{h}/\text{pessoa}$.

3.2 - Determinação da velocidade local do vento no verão: velocidade informada = $1,89 \text{ m/s}$ ou $6,80 \text{ km/h}$; zona de densidade média redução em $1/3$ da velocidade do vento informada: $v = 4,54 \text{ km/h}$.

3.3 - Cálculo das aberturas de entrada e saída do ar para as condições de verão:

$$A = \frac{n \times Q}{1000 \times C \times v} = 3,79 \text{ m}^2$$

Para a ventilação de verão recomenda-se que a abertura de saída seja a maior, para termos maior circulação do ar no interior da peça, então vamos ter que $A_1 =$ abertura de saída e $A_2 =$ abertura de entrada, pois no gráfico (figura V.2, capítulo V), vamos ver que para seu uso correto precisamos ter $A_2 \leq A \leq A_1$. Se:

$$A_2 = 0,8A \text{ (optativa)} \quad A_2 = 0,8 \times 3,79$$

$$A_2 = 3,0 \text{ m}^2 \text{ (abertura de entrada)}$$

Se $A_1 / A_2 = 2$ (pelo gráfico), logo $A_1 = 2 A_2$; então $A_1 = 6,0 \text{ m}^2$ (abert. de saída)

Cálculo das dimensões das janelas: $h_{A_2} = \frac{3,0 \text{ m}^2}{5,0 \text{ m}} = 0,6 \text{ m}$, logo, comp. = $5,0 \text{ m}$

$$h = 0,6 \text{ m}; \text{ área} = 3,0 \text{ m}^2 \text{ (abertura de entrada)}$$

$A_1 = 6,0 \text{ m}^2$ (abertura de saída); porém como é utilizada esquadria com veneziana, temos 30% de obstrução, então deve-se aumentar a área necessária para abertura de saída:

$A'1 = \underline{A1} = 8,5 \text{ m}^2$; adotando comp. = 5,55, a altura da esquadria de saída

será:

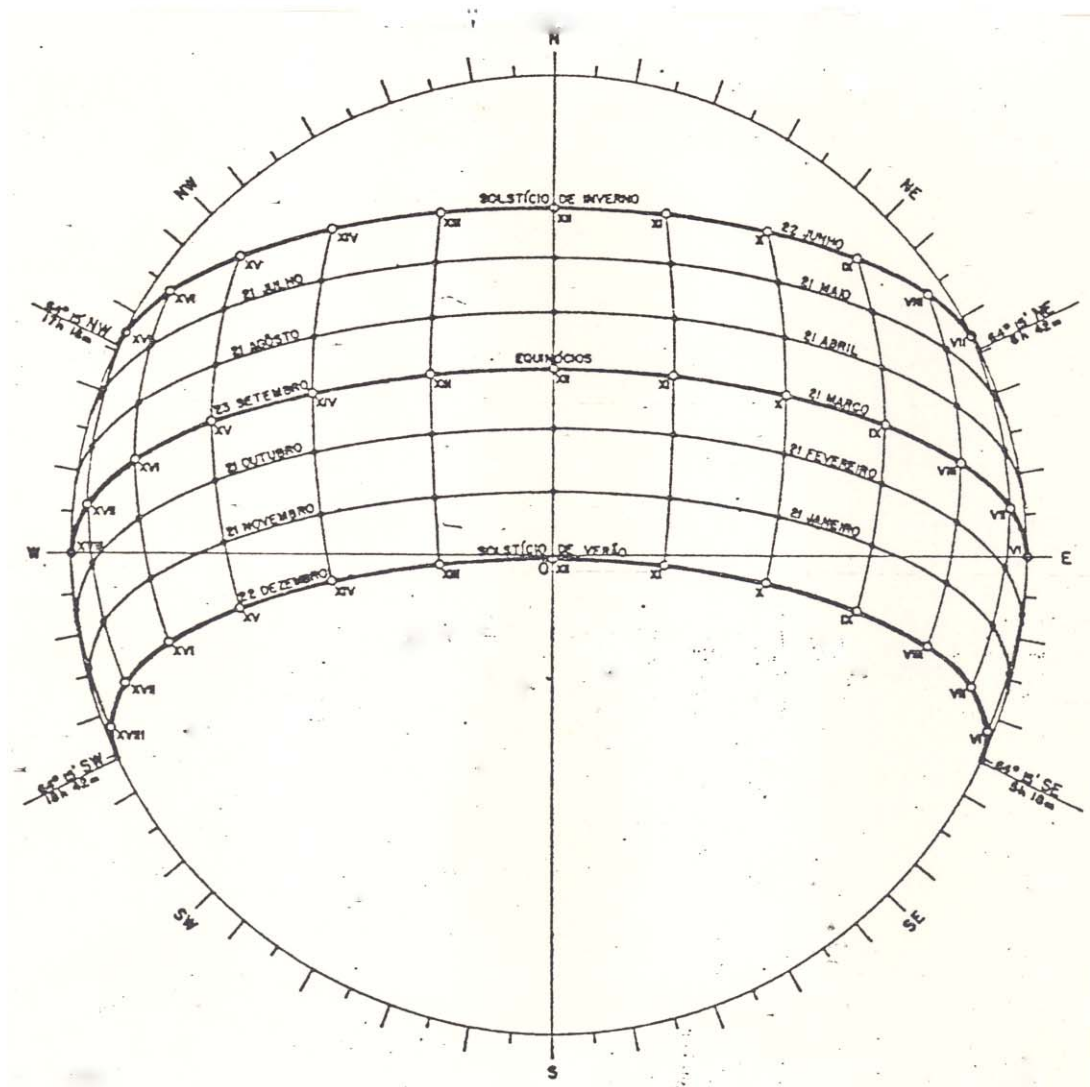
$$1 - 0,3$$

$$h_{A1} = 1,5 \text{ m}$$

ANEXO II

DIAGRAMA SOLAR - RIO DE JANEIRO, LATITUDE 22°54' (GONÇALVES,
H., 1958 E ROSA, L. Z., 1991)

DIAGRAMA SOLAR - RIO DE JANEIRO, LATITUDE 22°54' (GONÇALVES, H., 1958 E ROSA, L. Z., 1991)

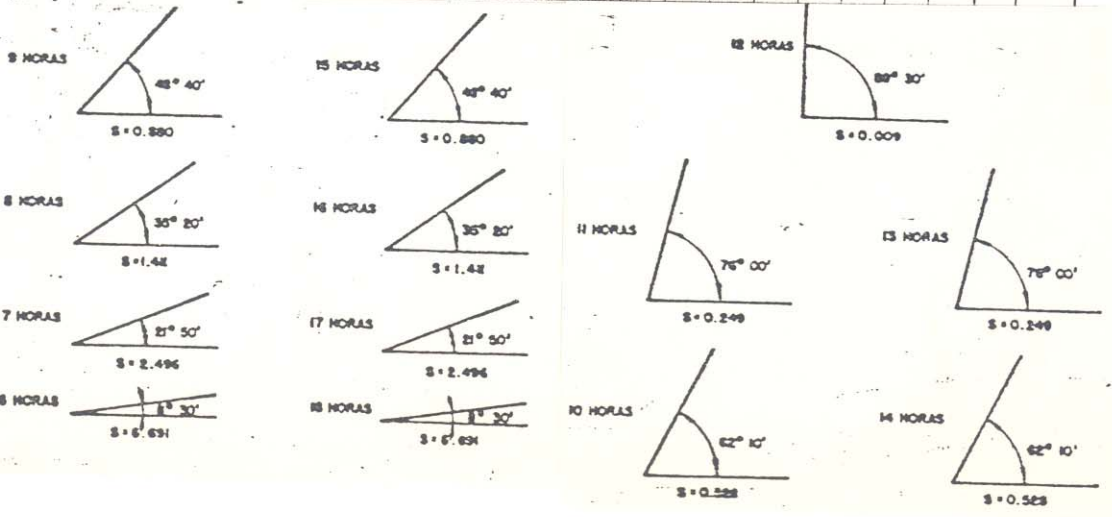


RIO DE JANEIRO

SOLSTÍCIO DE VERÃO

22° 54'

HORA SOLAR	Kg CAL / m ² / DIA																superfície horizontal S.18 / 18.42						
	NORTE				LESTE				60° SE				30° SE										
NE / NW SE / SW	15° NE 730 / 1133	30° NE 518 / 1135	45° NE 518 / 1137	60° NE 518 / 1158	75° NE 518 / 1159	LESTE 518 / 1200	75° SE 518 / 1201	60° SE 518 / 1202	45° SE 518 / 1203	30° SE 518 / 1204	15° SE 518 / 1207	SUL S.18 / 18.42											
NE / NW SE / SW	15° NW 1207 / 1630	30° NW 1204 / 1842	45° NW 1203 / 1842	60° NW 1202 / 1842	75° NW 1201 / 1842	OESTE 1200 / 1842	75° SW 1159 / 1842	60° SW 1158 / 1842	45° SW 1157 / 1842	30° SW 1156 / 1842	15° SW 1155 / 1842												
5	19																						
6	18			52.0	176.5	204.5	218.6	217.8	202.1	172.6	131.4												
7	17			113.2	346.3	416.7	509.0	416.6	420.5	373.5	274.2												
8	16			167.1	508.9	562.1	577.0	552.9	440.4	374.5	272.5												
9	15			180.8	473.8	516.6	521.6	490.0	429.1	331.1	214.6												
10	14			192.9	362.8	388.4	387.9	360.2	308.3	235.5	146.6												
11	13			212.9	196.6	206.1	209.4	188.7	151.2	118.8	70.3												
12	12			249.3	171.7	206.1	209.4	188.7	151.2	118.8	70.3												
13	11			299.3	135.1	199.4	209.4	188.7	151.2	118.8	70.3												
14	10			359.3	95.1	199.4	209.4	188.7	151.2	118.8	70.3												
15	9			419.3	55.1	199.4	209.4	188.7	151.2	118.8	70.3												
16	8			479.3	15.1	199.4	209.4	188.7	151.2	118.8	70.3												
17	7			539.3	1.4	199.4	209.4	188.7	151.2	118.8	70.3												
18	6			599.3	0.9	199.4	209.4	188.7	151.2	118.8	70.3												
19	5			659.3	0.4	199.4	209.4	188.7	151.2	118.8	70.3												
Enterramento em Kg · CAL / m ² / DIA											457.7	799.3	1307.9	1740.6	2154.8	2366.4	2421.1	2301.6	2040.9	1622.6	1198.8	4030.2	6419.3
TEMPO DE INSOLAÇÃO											4H 23m	6H 38m	6H 31m	6H 40m	6H 41m	6H 42m	6H 43m	6H 44m	6H 45m	6H 46m	6H 46m	12H 24m	12H 24m

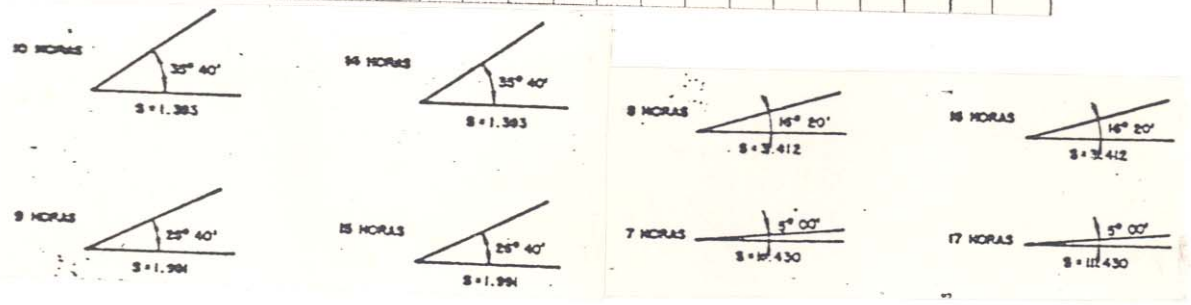


RIO DE JANEIRO - SOLSTÍCIO DE INVERNO

22° 54'

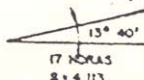
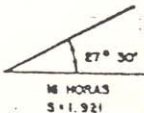
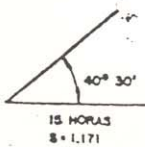
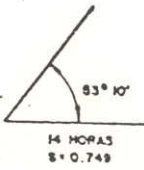
HORA SOLAR	azimute do sol		altura do sol	sombra do vertical de 100m	NORTE		15° NE	30° NE	45° NE	60° NE	75° NE	LESTE	75° SE	60° SE	45° SE	30° SE	15° SE	SUL	superfície horizontal
	NE	NW			SE	SW	642/17.18	724/17.18	807/17.18	907/17.18	1017/17.18	1111/17.18	1200/17.18	1200/17.18	1249/17.18	1345/17.18	1453/17.18		
5	19																		
6	18																		
7	17	62° 30'	5° 00'	11,430	54,3	79,9	44,2	112,2	117,9	114,8	104,3	66,7	69,2	39,4	9,2				40,9
8	16	59° 40'	16° 20'	3,412	238,4	320,6	384,0	419,4	421,9	398,8	349,0	279,4	183,1	78,2					123,4
9	15	46° 20'	26° 40'	1,991	331,0	471,9	529,5	551,6	536,2	484,2	394,2	266,9	155,2	46,9					277,2
10	14	34° 40'	35° 40'	1,393	477,2	544,5	579,9	566,9	511,2	436,4	323,9	189,4	41,9						
11	13	18° 20'	41° 20'	1,137	537,1	564,8	554,1	509,6	422,7	310,9	178,3	32,9							497,6
12	12	0° 00'	49° 20'	1,060	557,9	538,9	482,2	395,9	278,9	144,4	0,0								526,3
13	11	18° 20'	41° 20'	1,137	537,1	472,7	376,1	299,9	144,4										497,6
14	10	34° 40'	35° 40'	1,393	477,2	377,1	294,9	108,4											444,0
15	9	46° 20'	26° 40'	1,991	331,0	264,7	190,4												277,2
16	8	59° 40'	16° 20'	3,412	238,4	139,9	31,9												123,4
17	7	62° 30'	5° 00'	11,430	54,3	25,4													40,9
18	6																		
19	5																		
Entornoção em Kg·CAL/m2/DIA				3933,9	3799,7	3412,0	2909,1	2410,4	1889,9	1354,7	871,3	443,4	190,1	5,2					3172,3
TEMPO DE INSOLAÇÃO				10H 36m	10H 36m	9H 54m	8H 41m	7H 01m	6H 07m	5H 18m	4H 28m	3H 55m	2H 55m	0H 42m					10H 36m

Kg CAL / m2 / DIA

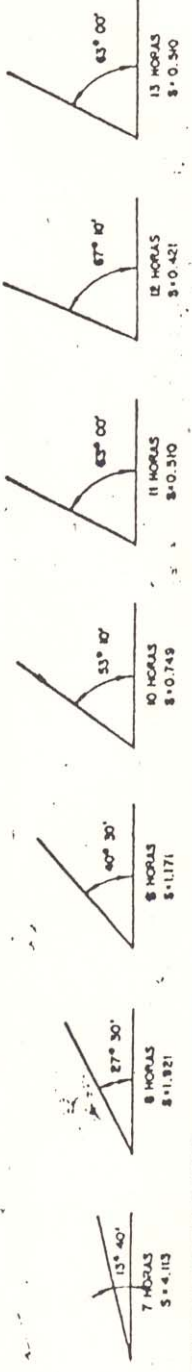


22° 54' RIO DE JANEIRO — EQUINÓCIOS

HORA SOLAR	NORTE		LESTE												SUL		superfície horizontal 6,00/18,00			
	NE 6,00/18,00	NW 6,00/18,00	15° NE 6,00/19,44	30° NE 6,00/19,44	45° NE 6,00/19,44	60° NE 6,00/19,44	75° NE 6,00/19,44	90° NE 6,00/19,44	105° NE 6,00/19,44	120° NE 6,00/19,44	135° NE 6,00/19,44	150° NE 6,00/19,44	165° NE 6,00/19,44	180° NE 6,00/19,44	15° SE 6,00/18,00	30° SE 6,00/18,00				
5				9,7	19,8	49,5	108	169	250,2	357,1	493,9	596,3	662,1	743,2	800,3	850,7	890,4			
6	0,0	0,0	129,6	212,9	378,6	543,9	719,4	885,9	1051,4	1216,9	1382,4	1547,9	1713,4	1878,9	2044,4	2209,9	2375,4	2540,9	2706,4	2871,9
7	90° 00'	84° 00'	422,2	422,2	422,2	422,2	422,2	422,2	422,2	422,2	422,2	422,2	422,2	422,2	422,2	422,2	422,2	422,2	422,2	422,2
8	15° 40'	19° 30'	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9
9	34° 20'	34° 20'	272,4	272,4	272,4	272,4	272,4	272,4	272,4	272,4	272,4	272,4	272,4	272,4	272,4	272,4	272,4	272,4	272,4	272,4
10	0° 00'	0° 00'	249,5	249,5	249,5	249,5	249,5	249,5	249,5	249,5	249,5	249,5	249,5	249,5	249,5	249,5	249,5	249,5	249,5	249,5
11	13° 40'	17° 30'	224,4	224,4	224,4	224,4	224,4	224,4	224,4	224,4	224,4	224,4	224,4	224,4	224,4	224,4	224,4	224,4	224,4	224,4
12	27° 30'	27° 30'	214,9	214,9	214,9	214,9	214,9	214,9	214,9	214,9	214,9	214,9	214,9	214,9	214,9	214,9	214,9	214,9	214,9	214,9
13	40° 00'	43° 30'	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9
14	56° 00'	59° 40'	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9
15	68° 40'	72° 20'	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9
16	77° 20'	81° 00'	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9
17	84° 00'	87° 40'	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9
18	90° 00'	93° 40'	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9
19			206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9	206,9
Enterração em Kg · CAL / m2 / DIA																				
TEMPO DE INSOLAÇÃO																				






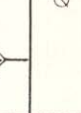


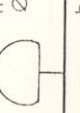
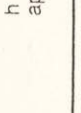
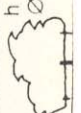

EQUINÓCIOS














ANEXO III

RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE VEGETAÇÃO
(ZACHARIAS FILHO et alli, 1990)












Arbustos/Trepadeiras/Folhagens

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FORMA-PORTE	CRESCIMENTO	CLIMA	FLORAÇÃO COR-EPOCA	FRUTIFICAÇÃO COR-EPOCA	FOLHAGEM / PERSISTÊNCIA	SOMBRA	OBSERVAÇÕES
Acalítia	<i>Acalypha wilkesiana</i>	 h = 3m Ø = 1,20m	Rápido	Tropical		Sem interesse	Permanente		Resiste a climas variados Arbusto muito ornamental
Alamanda	<i>Allamanda schottii</i>	 h = 4m c/apolo	Médio	Tropical	Amarela Primavera/ Verão		Permanente		Sensível à geadas Flores muito ornamentais
Azaleia	<i>Rhododendron indicum</i>	 h = 3m Ø = 1,50m	Médio	Subtropical Temperado	Do vermelho ao branco Inverno	Sem interesse	Permanente		Sensível a geadas
Bananeira Zebrina	<i>Musa zebrina</i>	 h = 6m Ø = 3m	Rápido	Tropical Subtropical	Vermelha e Amarela		Permanente		Sensível a geadas
Bela Emilia	<i>Plumbago capensis</i>	 h = 3m Ø = 2m	Rápido	Tropical Subtropical	Azul-celeste Prim. / Outono	Sem interesse	Permanente		Sensível ao frio Floração delicada
Bico e Papagaio	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	 h = 4m Ø = 4m	Rápido	Tropical	Amarela Inv. / Primavera	Sem interesse	Semi-caduca Inverno	Média	Sensível a geadas
Costela de Adão	<i>Monstera deliciosa</i>	 Ø = 3m	Rápido	Tropical Subtropical	Amarela Primavera	Amarela Verão	Permanente		Folhagem ornamental
Guaiumbé	<i>Philodendron bipinnatifidum</i>	 Ø = 2m	Rápido	Tropical Subtropical	Branca Verão		Permanente		Folhagem ornamental
Hibisco	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	 h = 4m Ø = 2,50m	Rápido	Subtropical	Vermelha, Rosa e Branca Ano Todo	Sem interesse	Permanente		Sensível a geadas
Lantana	<i>Lantana camara</i>	 h = 2m Ø = 1,50m	Rápido	Tropical	Amar, Lar, Verm, Rosa, Branca Prim. / Verão	Roxo escuro Verão / Outono	Permanente		Sensível a geadas Frutos atraem pássaros
Malvaisco	<i>Malva viscus mollis</i>	 h = 3m Ø = 2,50m	Rápido	Subtropical	Vermelho- escarlate Quase ano todo	Ano todo	Temperado		Resiste a geadas leves
Murta de Cheiro (Falsa Murta)	<i>Murraya exotica</i>	 h = 4m Ø = 2,50m	Lento / Médio	Tropical Subtropical	Branca Prim. / Verão	Vermelha Verão / Outono	Permanente	Densa	Frutos atraem pássaros
Piracanta	<i>Pyracantha coccinea</i>	 h = 4m Ø = 4m	Rápido	Subtropical Temperado	Sem interesse	Vermelha alaranjada Outono	Permanente	Média	Frutos ornamentais
Primavera	<i>Bougainvillea glabra</i>	 h = 10m apoiada	Rápido	Tropical Subtropical	Creme, Lilás Rósea	Sem interesse	Permanente		Resiste ao frio e a geadas moderadas Floração intensa
Sanchezia	<i>Sanchezia nobilis</i>	 h = 2m Ø = 2m	Rápido	Tropical	Amarela		Permanente		Sensível a geadas e ventos Floração de curta duração Folhagem ornamental














Árvores Frutíferas

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FORMA-PORTE	CRESCIMENTO	CLIMA	FLORAÇÃO COR-EPOCA	FRUTIFICAÇÃO COR-EPOCA	FOLHAGEM/ PERSISTÊNCIA	SOMBRA	OBSERVAÇÕES
Abacateiro	<i>Persea americana</i>	 h = 15m Ø = 8m Grande	Rápido	Tropical	Sem interesse	Verde/maturação conforme a espécie	Semi-caduca	Densa	
Acerola	<i>Malpighia glabra</i>	 h = 3m Ø = 3m Pequeno	Rápido	Tropical Subtropical	Branca	Vermelha Alaranjada Julho / Março	Permanente		Crescimento rápido em regiões quentes
Ameixeira-amarela (Nespeira)	<i>Eriobotrya japonica</i>	 h = 6m Ø = 4m Médio	Médio	Temperado	Branca	Amarela Inv. / Primavera	Permanente	Densa	Resiste a geadas Flores e frutos significativos
Amoreira	<i>Morus nigra</i>	 h = 8m Ø = 6m Médio	Rápido	Subtropical Temperado	Sem interesse	Preta arroxeada Inverno	Semi-caduca	Densa	Resiste a geadas
Bananeira	<i>Musa sapientum</i>	 h = 6m Ø = 3m Médio	Rápido	Tropical Subtropical	Marrom Ano todo	Verde Amarelada Ano todo	Permanente		Sensível a geadas e ventos fortes
Caramboleira	<i>Averrhoa carambola</i>	 h = 5m Ø = 3m Pequeno	Lento	Tropical Subtropical	Amarela	Amarela esverdeada Out. / Inverno	Caduca	Densa	Folhagem ornamental Folhas brilhantes
Jambolão	<i>Eugenia jambolana</i>	 h = 8m Ø = 6m Médio		Tropical		Roxo Escuro		Densa	
Limoeiro	<i>Citrus limonum</i>	 h = 3m Ø = 4m Pequeno	Médio	Subtropical	Sem interesse	Amarela esverdeada Ano todo	Permanente	Densa	
Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	 h = 10m Ø = 12m Grande	Rápido	Tropical	Branca a Amarela esverdeada	Amarelo-ouro e Rosada Prim. / Verão	Semi-caduca	Densa	Árvore muito ornamental Raízes agressivas
Pianguiera	<i>Eugenia uniflora</i>	 h = 6m Ø = 5m Pequeno	Lento	Tropical Subtropical	Branca Inverno	Vermelho escuro Prim. / Verão		Média	Árvore muito ornamental
Uvaia	<i>Eugenia uvalha</i>	 h = 4m Ø = 5m Pequeno	Lento	Subtropical Temperado	Branca Primavera	Amarela Primavera			

Árvores Ornamentais

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FORMA-PORTE	CRESCIMENTO	CLIMA	FLORAÇÃO COR-EPOCA	FRUTIFICAÇÃO COR-EPOCA	FOLHAGEM / RESISTÊNCIA	SOMBRA	OBSERVAÇÕES
Paineira Rosa	<i>Chorisia speciosa</i>	 h = 20m Ø = 10m	Rápido	Tropical Subtropical	Rosa Verão / Outono	Verde Inverno	Caduca Outono	Média	Quando novas são sensíveis a geadas Floração abundante e ornamental
Pata de Vaca	<i>Bauhinia variegata</i>	 h = 8m Ø = 6m	Rápido	Tropical Subtropical	Rosa, Arroxeada e Branca Inv. / Prim.	Parda com estrias vermelhas Prim. / Verão	Semi-caduca	Média	Floração significativa
Pau Brasil	<i>Caesalpinia echinata</i>	 h = 20m Ø = 10m Grande	Lento	Tropical Subtropical	Amarela Primavera	Parda Verão	Permanente	Média	Sensível a geadas Árvore ornamental de importância histórica
Pau Ferro	<i>Caesalpinia ferrea</i>	 h = 20m Ø = 10m Grande	Médio	Subtropical	Amarela Verão	Negro Inverno	Semi-caduca	Média	Tronco muito ornamental
Plátano	<i>Platanus acerifolia</i>	 h = 15m Ø = 8m Grande	Rápido	Subtropical Temperado	Esverdeada	Marrom Inverno	Caduca Inverno	Média	Folhagem ornamental, principalmente no outono
Quaresmeira	<i>Tibouchina granulosa</i>	 h = 10m Ø = 6m Médio	Rápido	Tropical Subtropical	Roxa, Rosa Verão/Outono	Parda Inverno	Permanente	Densa	Floração abundante e de efeito ornamental
Resedá (Extremosa)	<i>Lagerstroemia indica</i>	 h = 5m Ø = 4m Pequeno	Médio / Rápido	Tropical Subtropical	Rosa, Branca e Púrpura Prim. / Verão	Parda Inverno	Semi-caduca Inverno	Rala	Resiste a geadas Floração ornamental
Salgueiro Chorão	<i>Salix babylonica</i>	 h = 10m Ø = 8m Grande	Rápido	Temperado	Sem interesse	Sem interesse	Caduca Out. / Inverno	Média	Resistente ao frio
Sibiriruna	<i>Caesalpinia pellophoroides</i>	 h = 12m Ø = 7m Grande	Rápido	Tropical Subtropical	Amarela Primavera	Parda Inverno	Semi-caduca Inverno	Média	Árvore rústica e resistente
Suinã	<i>Erythrina speciosa</i>	 h = 15m Ø = 10m Grande	Rápido	Subtropical Temperado	Vermelha Inverno		Caduca Inverno	Média	Raízes agressivas
Tipuana	<i>Tipuana tipu</i>	 h = 15m Ø = 10m Grande	Rápido	Subtropical Temperado	Amarelo Ouro Primavera	Parda Inv. / Prim.	Caduca Semi-caduca Inverno	Média	Raízes agressivas




Árvores Ornamentais

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FORMA-PORTE	CRESCIMENTO	CLIMA	FLORAÇÃO COR-EPOCA	FRUTIFICAÇÃO COR-EPOCA	FOLHAGEM / PERSISTÊNCIA	SOMBRA	OBSERVAÇÕES
Álamo	<i>Populus nigra italica</i>	 h = 15m Ø = 3m Grande	Rápido	Temperado	Sem interesse	Sem interesse	Caduca Inverno		Folhagem ornamental principalmente no outono
Alecrim de Campinas	<i>Holocalix glaziovii</i>	 h = 8m Ø = 6m Médio	Médio	Subtropical Temperado	Esbranquiçada Inverno	Castanho escuro Verão	Permanente	Densa	Resiste a geadas e secas Frutos atraem pássaros
Cassia Aleluia	<i>Cassia multijuga</i>	 h = 8m Ø = 5m Médio	Rápido	Tropical Subtropical	Amarela Verão	Parca Inverno	Caduca Outono	Densa	Resiste a geadas Sensível ao vento Floração significativa no verão
Chapéu de Sol	<i>Terminalia Catappa</i>	 h = 10m Ø = 8m Médio	Médio	Tropical Subtropical	Branca e Creme	Amarela esverdeada	Caduca Inverno	Densa	Não suporta geadas
Cipreste	<i>Cupressus pyramidalis</i>	 h = 20m Ø = 3m Grande	Rápido	Subtropical	Sem interesse	Parca	Permanente		Resiste a secas e geadas
Figueira Pandurata	<i>Ficus pandurata</i>	 h = 10m Ø = 10m Grande	Médio	Subtropical	Sem interesse		Permanente	Densa	
Flamboyant	<i>Delonix regia</i>	 h = 8m Ø = 10m Grande	Lento	Tropical	Vermelha Alaranjada Primavera	Castanho escuro Inverno	Caduca Inverno	Rala	Sensível a geadas Raízes muito agressivas Floração significativa
Grevilha	<i>Grevillea robusta</i>	 h = 15m Ø = 5m Grande	Rápido	Tropical Subtropical	Alaranjada Primavera	Sem interesse Prim. / Verão	Permanente	Rala	Resiste a secas e geadas Sensível a ventos fortes
Ipê Amarelo	<i>Tabebuia chrysoiricha</i>	 h = 6m Ø = 6m Médio	Lento / Médio	Subtropical	Amarela Inverno	Marrom Primavera	Caduca Inverno	Média	Resiste a geadas Floração abundante mas de curta duração
Ipê Roxo	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	 h = 12m Ø = 8m Grande	Rápido	Tropical Subtropical	Roxo Claro Inverno	Marrom escuro Primavera	Caduca Inverno	Rala	Sensível a geadas Floração significativa
Jasmim Manga (Frangipani)	<i>Plumeria acutifolia</i>	 h = 4m Ø = 5m		Tropical Subtropical	Branca, Amarela e Vermelha	Verde escuro Inverno	Caduca Inverno		Sensível a geadas Árvoreta multi-ornamental
Jatobá	<i>Hymenaea stilbocarpa</i>	 h = 15m Ø = 10m Grande	Rápido	Subtropical Subtropical	Esbranqueados Creme Verão	Marrom escuro Inverno	Permanente	Densa	Sensível a geadas Folhagem ornamental
Manacá da Serra	<i>Tibouchina mutabilis</i>	 h = 5m Ø = 5m Pequeno	Médio	Subtropical	Branca, Rosa e Roxa Prim. / Verão	Sem interesse Outono	Permanente	Média	Floração ornamental

Forrações

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FORMA-PORTE	CRESCIMENTO	CLIMA	FLORAÇÃO COR-EPOCA	FRUTIFICAÇÃO COR-EPOCA	FOLHAGEM / PERSISTÊNCIA	SOMBRA	OBSERVAÇÕES
Clorófito	<i>Chlorophytum comossum</i>	h = 0,40m Ø = 0,50m	Médio	Tropical	Branças Primavera		Permanente		Sensível a geadas
Curculigo	<i>Curculigo capitulata</i>	h = 1m	Rápido	Tropical Subtropical	Sem interesse Amarela		Permanente		
Hera Inglêsa	<i>Hedera helix</i>		Rápido	Subtropical Temperado	Amarela Inv/Primavera		Permanente		Resiste a secas e geadas
Lírio Amarelo	<i>Hemerocallis flava</i>	h = 0,50m		Tropical Subtropical	Amarela Ano todo				Resiste a grandes variações de climas e solos
Maria sem Vergonha	<i>Impatiens sultanii</i>	h = 0,30m	Rápido	Tropical Subtropical Temperado	Roxa, Verm. Rosa, Laranja e Branca/Ano todo	Verde	Permanente		Floração intensa
Pilea	<i>Pilea cadierei</i>	h = 0,50M	Rápido	Tropical	Sem interesse		Permanente		
Unha de Gato	<i>Ficus pumila</i>		Rápido	Subtropical	Sem interesse	Verde	Permanente		Raízes adventícias agressivas
Vedéila	<i>Wedelia patulosa</i>	h = 0,40m	Rápido	Tropical	Amarela Ano todo		Permanente		
Zebrina	<i>Zebrina pendula</i>		Rápido	Subtropical Temperado	Ano todo		Permanente		Sensível a geadas

Palmeiras

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FORMA-PORTE	CRESCIMENTO	CLIMA	FLORAÇÃO COR-ÉPOCA	FRUTIFICAÇÃO COR-ÉPOCA	FOLHAGEM / PERSISTÊNCIA	SOMBRA	OBSERVAÇÕES
Areca Bambu	<i>Chrysalidocarpus lutescens</i>	h = 12m Ø = 6m (touceira) 	Rápido	Tropical Subtropical	Amarelada Prim/Verão	Violeta Inverno	Permanente		Sensível a geadas
Falsa Latânia	<i>Livistona chinensis</i>	h = 7m Ø = 4m 	Lento	Subtropical	Primavera	Marrom esverdeado Verão	Permanente		
Seafortia	<i>Archontophoenix cunninghamiana</i>	h = 15m Ø = 3m 	Médio	Tropical Subtropical	Arroxeadada Verão/Outono	Vermelha Outono/Inverno	Permanente		Resiste a geadas e secas Frutos atraem pássaros

Gramados

NOME POPULAR	NOME CIENTÍFICO	FORMA-PORTE	CRESCIMENTO	CLIMA	FLORAÇÃO COR-ÉPOCA	FRUTIFICAÇÃO COR-ÉPOCA	FOLHAGEM / PERSISTÊNCIA	SOMBRA	OBSERVAÇÕES
Grama Batatais	<i>Paspalum notatum</i>	Porte rasteiro	Rápido	Tropical Subtropical	Sem interesse		Permanente		Resiste a secas e geadas
Grama Preta (Grama Italiana)	<i>Ophiopogon japonicus</i>	h = 0,20m	Médio	Subtropical Temperado			Permanente		Não suporta pisoteio
Grama São Carlos	<i>Axonopus obtusifolius</i>	h = 0,15m	Rápido	Subtropical			Permanente		Sensível a secas