

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE – UFRN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ARQUITETURA, PROJETO E MEIO AMBIENTE

MARCOLINA MARIA DE OLIVEIRA PIRES MARCELINO

Dissertação de Mestrado



Volume I
Natal-RN, 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ARQUITETURA, PROJETO E MEIO AMBIENTE

ARQUITETURA ESCOLAR INFANTIL
MODULADA E FLEXÍVEL

Volume I

MARCOLINA MARIA DE OLIVEIRA PIRES MARCELINO

Orientadora:

Prof^a Dra. Bianca Carla Dantas de Araujo

Natal-RN, 2014

MARCOLINA MARIA DE OLIVEIRA PIRES MARCELINO

ARQUITETURA ESCOLAR INFANTIL MODULADA E FLEXÍVEL

Volume I

*Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-graduação em Arquitetura
e Urbanismo, Mestrado Profissional em
Arquitetura, Projeto e Meio Ambiente da
Universidade Federal do Rio Grande do
Norte, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre.*

Orientadora:

Profª Dra. Bianca Carla de Araujo Dantas

Natal-RN, 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE - UFRN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ARQUITETURA, PROJETO E MEIO AMBIENTE

ARQUITETURA ESCOLAR INFANTIL
MODULADA E FLEXÍVEL

MARCOLINA MARIA DE OLIVEIRA PIRES MARCELINO

BANCA EXAMINADORA:

Profª Dra Bianca Carla de Araujo Dantas – PPGAU/UFRN (Presidente-Orientadora)

Prof Dr Leonardo Salazar Bittencourt – UFAL (Examinador externo)

Profª Dra Gleice Virginia M. de A. Elali – PPGAU/UFRN (Examinador interno)

Dedico esta dissertação aos meus amados filhos:

Karol, Amanda e Jorge.

AGRADECIMENTOS

Inicio meus agradecimentos por Deus, pela sua presença constante, guiando, iluminando minha vida e por ter colocado pessoas muito especiais em meu caminho.

A meus pais, Loiola e Nalva, meu eterno agradecimento. Por terem acreditado na minha capacidade, pelo apoio e incentivo sempre.

Aos meus filhos, Karol, Amanda e Jorge, meu infinito agradecimento. Por entenderem a minha ausência em momentos importantes de suas vidas, durante este período do mestrado. Embora não tivessem conhecimento disto, vocês me impulsionaram a buscar mais conhecimentos.

Aos amigos pelo apoio constante. A turma do mestrado pelas novas amizades, pelos momentos partilhados e ajuda mútua. Em especial a Marize, amiga desde a graduação, pelas dificuldades vivenciadas e sua disponibilidade em sempre ajudar.

Aos arquitetos Seledon, Regina Guanabara e Maria Cândida da SME de Natal, por todas as informações fornecidas.

A Daniele Queiroz, diretora do CMEI Fernanda Jales, professores e funcionários pelo acolhimento e contribuição nas informações.

A Bianca, pela paciência e dedicação na orientação que tornou possível a realização desta dissertação.

A UFRN por oferecer este curso, Mestrado Profissional de atualização na prática profissional, a todos os professores, pela convivência e conhecimento socializado. A Gleice por sua disponibilidade e atenção em tantas vezes que solicitei ajuda.

Enfim agradeço imensamente pela realização desta dissertação, pelo conhecimento adquirido e pelo novo incremento no ato de projetar em arquitetura. MUITO OBRIGADA A TODOS!

RESUMO

Com o passar dos anos, a política do governo federal prioriza utilizar projetos padrões para edifícios escolares, na tentativa de agilizar as obras e reduzir déficit de vagas para o ensino. No município de Natal as escolas infantis destinadas a crianças de 0 a 6 anos, são denominadas Centro Municipal de Ensino Infantil (CMEI). As novas edificações são implantadas através de financiamento junto ao Governo Federal pelo Programa PROINFÂNCIA. Este disponibiliza três tipos de projeto: O “tipo A” deve ser fornecido pelo município interessado e aprovado pelo MEC. O “tipo B” é projeto padrão com capacidade para 120 alunos em tempo integral ou 240 em dois turnos e terreno com dimensões de 40 x 70m e “tipo C” também projeto padrão para 60 alunos em tempo integral ou 120 em dois turnos e terreno com dimensões de 35 x 45m. Com a escassez de terreno com dimensões maiores, algumas vezes é implantado o “tipo C” quando a necessidade é pelo “tipo B” devido à demanda por vagas. Neste sentido, este estudo tem a intenção de apresentar o anteprojeto de uma escola de educação infantil modulada e flexível com ênfase no conforto dos usuários. Portanto foram realizados estudos de conceitos, arquitetura escolar, tecnologias de construção, estudos de referências e visitas ao CMEI Fernanda Jales (PROINFÂNCIA “tipo B”). No entanto a proposta sintetiza o anteprojeto por módulos podendo ser implantado na sua totalidade ou por partes de acordo com a necessidade e características do lote.

Palavras-chave: Arquitetura escolar, escola infantil, modulação, flexibilidade.

ABSTRACT

For many years, the federal government policy is to use project for in order to speed up the work for decreasing the elementary education deficit vacancy. In Natal municipality the schoolhouses for children, from 0 to 6 years of age are denominated Municipality Centre for Elementary Education. The federal government provides capital for the new edifications by the program of government named PROINFÂNCIA. This program embraces three types of projects. Type "A" must be furnished by the interested municipality and approved by Education and Cultura Ministry. The type "B" is standard plan with capability to 120 schoolchildren in full-time or 240 in two turns and ground plot measuring 40 x 70m and the "type C" also a standard projects to 60 schoolchildren in full-time or 120 in two turns and ground plot measuring 35 x 45m. Sometimes, due to scarcity of bigger ground plots is the "type C" instead of "type B", referring to offering vacancies. In this meaning, this study intends to present the draft-project to elementary schoolhouse, modulated and flexible, emphasizing the children needs. Therefore, it was studied concept, school architecture, construction technology, reference study and visiting to MCEE Fernanda Jales (PROINFÂNCIA "tipo B"). However, the proposal synthesizes the draft-project by module, implanting in its totality or in parts, according to its necessity and lot characteristic.

Key-words: School architecture, elementary schoolhouse, modulated, flexible.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Escola Montessori em Delft, arquiteto Herman Hertzberger	20
Figura 02: As salas de aula da Escola Montessori, arquiteto Herman Hertzberger	21
Figura 03: Escola-parque, em Salvador, de Diógenes Rebouças	21
Figura 04: Grupo Escolar Almirante Barroso, 1949	22
Figura 05: Grupo Escolar de Vila Leopoldina, 1949	23
Figura 06: Grupo Escolar de Moema, 1949	23
Figura 07: Conjunto educacional em São Miguel Paulista, em forma de “H”, 1956	23
Figura 08: CIEP Brizolão, no Rio de Janeiro, arquiteto Oscar Niemeyer	24
Figura 09: CAIC, arquiteto João Filgueiras Lima	25
Figura 10: CAIC- Centro Esportivo de Lagoa Nova, Natal-RN	26
Figura 11: CAIC- E. M. Professor Otto de Brito Guerra, Natal-RN	27
Figura 12: CEU Vila do Sol (2008), em São Paulo	27
Figura 13: Palácio de Cristal (1851), em Londres	31
Figura 14: Unidade Habitacional de Marselha, arquiteto Le Corbusier	31
Figura 15: Casa Unifamiliar de Walter Gropius, Weissenhof, Alemanha, 1927	32
Figura 16: Representação da malha modular nos hospitais da Rede SARAH	34
Figura 17: Sistema de divisórias com trilhos para movimentação	36
Figura 18: Espaços de aula na Escola Municipal Desemb. Amorim Lima	37
Figura 19: Conforto ambiental nas edificações	38
Figura 20: Zoneamento bioclimático brasileiro	40
Figura 21: Influência das dimensões do edifício no tamanho da esteira	41
Figura 22: Comportamento do fluxo de ar nas edificações em forma de “L” e “C”	42
Figura 23: Esquema de relação da eficiência da penetração da luz lateral	44
Figura 24: Distribuição da luz pelo ambiente – janelas largas e horizontais	44
Figura 25: Distribuição da luz pelo ambiente – curvas isolux	45
Figura 26: Sistemas iluminação artificial com destaque na distribuição fluxo luminoso	46
Figura 27: Sistemas de iluminação artificial com análise nos efeitos produzidos no plano de trabalho	46
Figura 28: Interação som na superfície	47
Figura 29: Mecanismos de atenuação sonora ao ar livre	47
Figura 30: Mapa dos estados brasileiros indicando as usinas siderúrgicas	52
Figura 31: Steel Framing na arquitetura	53
Figura 32a,b,c: Método de construção LSF	55
Figura 33: Fixação painéis LSF	55
Figura 34: Contraventamento em “x” painéis LSF	56
Figura 35: União de três montantes	56
Figura 36: Uso do isolante termo-acústico	57
Figura 37: Cobertura em LSF	58
Figura 38: Centro de pesquisas da petrobras (cenpes), Rio de Janeiro, do arquiteto Siegbert Zanettini	58
Figura 39: Módulo do projeto salas de aulas portáteis	61
Figura 40: Vários agrupamentos do módulo do projeto salas de aulas portáteis	61
Figura 41: Arranjos do mobiliário do projeto salas de aulas portáteis	62
Figura 42a,b,c: Projeto salas portáteis	62
Figura 43: Implantação Jardim de Infância – Bungerland	63
Figura 44a,b,c,d: Jardim de Infância – Bungerland	64
Figura 45a,b: PROINFÂNCIA “tipo B”	66
Figura 46a,b: PROINFÂNCIA “tipo C”	67
Figura 47: Mapa dos bairros Planalto e Pitimbu	69
Figura 48: Localização do CMEI Fernanda Jales	70
Figura 49: Estudo da insolação através da carta solar no CMEI Fernanda Jales	73

Figura 50: Prancha resumo	76
Figura 50a: Lavatório hall de entrada	76
Figura 50b: Cozinha	76
Figura 50c: Porta sala de creche I	76
Figura 50d: Fraldário	76
Figura 50e: Wc infantil	76
Figura 50f: Janela sala creche II	76
Figura 50g: Sala de creche II	76
Figura 50h: Bloco pedagógico	76
Figura 50i: Pátio coberto e anfiteatro	76
Figura 50j: Pátio coberto	76
Figura 50k: Wc acessível	76
Figura 50L: Pátio coberto área verde	76
Figura 50m: Piso pátio coberto	76
Figura 50n: Circulação administrativa	76
Figura 51: Palácio Paiaguás	83
Figura 52: Projeto modular SEBRAE/MT	83
Figura 53: Projeto SEBRAE/MT	84
Figura 54: Módulo da creche III do PROINFÂNCIA “tipo B”	85
Figura 55: Módulo-base inicial	86
Figura 56: Módulo-base final	86
Figura 57: Módulo creche I	87
Figura 58: Módulo creche II e III	88
Figura 59: Módulo pré-escola	88
Figura 60: Flexibilidade de uso dos ambientes dos módulos	89
Figura 61: Maquete física agrupamento	90
Figura 62: Volumetria inicial – iluminação natural e ventilação cruzada	90
Figura 63: Proposta inicial dos módulos de salas de aulas	91
Figura 64: Proposta inicial da escola infantil com cobertura tipo shed	92
Figura 65: Cobertura rebatida no Módulo Creche	92
Figura 66: Corte Módulo Creche	93
Figura 67: Módulo Multiuso	93
Figura 68: Módulo Administrativo	94
Figura 69: Módulo WC	95
Figura 70: Módulo Cozinha	95
Figura 71: Módulo Serviço	96
Figura 72: Módulo Pátio Coberto	96
Figura 73: Siding vinílico	97
Figura 74: Etapas construtivas do LSF	98
Figura 75: Localização do bairro Planalto e terreno	100
Figura 76: Foto do terreno bairro Planalto	101
Figura 77: Estudo da insolação através da carta solar no terreno	102
Figura 78: Análise do entorno imediato	103
Figura 79: Vista das edificações residenciais do entorno	103
Figura 80: Indicação do acesso principal na escola de educação infantil	104
Figura 81 a,b: Implantação geral escola de educação infantil	105
Figura 82 : Ciclovía, calçada, faixa verde da escola	106
Figura 83: Implantação por etapas da escola de educação infantil	107
Figura 84: Gráfico inicial da ventilação sudeste na edificação	108
Figura 85: Gráfico da ventilação sudeste na edificação	109
Figura 86: Implantação por etapas na escola de educação infantil	109
Figura 87: Implantação da escola infantil mantendo quadra de esportes	110
Figura 88: Implantação da escola infantil em etapas mantendo quadra de esportes	111

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Mecanismos de atenuação sonora ao ar livre	48
Quadro 02: Índices de conforto acústico	49
Quadro 03: Designação dos perfis de aço formados a frio para LSF	54
Quadro 04: Distribuição de alunos por faixa etária	71
Quadro 05: Rotina alunos creche I	71
Quadro 06: Rotina alunos creche II, III e pré-escola	72
Quadro 07: Setores da escola de educação infantil	79
Quadro 08: Programa de necessidades e dimensionamento por setores	80
Quadro 09: Matriz de relacionamento	82
Quadro 10: Resumo das prescrições urbanísticas	101

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 01: Resumo das estratégias projetuais da arquitetura escolar	28
Esquema 02: Estratégias projetuais dos conceitos	29
Esquema 03: Iluminação na escola de educação infantil	43
Esquema 04: Critérios de decisões projetuais	50
Esquema 05: Resumo estratégias conforto ambiental	50
Esquema 06: Considerações sobre o sistema construtivo	59
Esquema 07: Resumo das estratégias projetuais dos estudos de referência	77
Esquema 08: Estratégias projetuais com relação ao conforto ambiental dos usuários	99
Esquema 09: Estratégias de conforto térmico, luminoso e acústico	108

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Índices de Iluminação de interiores	43
--	----

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.
APO - Avaliação Pós Ocupação.
AsBEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura.
CAIC - Centro de Atenção Integral a Criança.
CBCS- Conselho Brasileiro de Construção Sustentável.
CEU - Centro Educacional Unificado.
CIEP - Centro Integrado de Educação Pública.
CMEI - Centro Municipal de Ensino Infantil.
ECA - Estatuto da Criança e do Adolescente.
FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação.
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.
LDB– Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.
LSF – Light Steel Framing.
MEC - Ministério da Educação.
NBR 10152 – Norma para Conforto Acústico.
NBR 15220 – Norma do Zoneamento Bioclimático Brasileiro.
NBR 15253 - Norma de Perfis de Aço.
NBR 15873 - Norma da Coordenação Modular para Edificações.
NBR 5413 – Norma de Iluminação Artificial.
NBR 9050 – Norma de Acessibilidade.
PAC 2 - Programa de Aceleração do Crescimento.
PDE - Plano de Desenvolvimento da Educação.
PDN – Plano Diretor de Natal.
PNE – Portadores de Necessidades Especiais.
PRONAICA - Programa Nacional de Atenção Integral à Criança.
PPAPMA – Programa Pós-graduação em Arquitetura, Projeto e Meio Ambiente.
UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
Z8 – Zona Bioclimática 8.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA
 AGRADECIMENTOS
 RESUMO
 ABSTRACT
 LISTA DE FIGURAS
 LISTA DE QUADROS
 LISTA DE ESQUEMAS
 LISTA DE TABELAS
 LISTA DE SIGLAS

1.	INTRODUÇÃO	14
2.	REFERENCIAL TEÓRICO - CONCEITUAL.....	18
2.1.	ARQUITETURA ESCOLAR.....	18
2.2.	DIRETRIZES PROJETUAIS	29
2.2.1.	MODULAÇÃO	29
2.2.2.	FLEXIBILIDADE	35
3.	CONFORTO AMBIENTAL	38
4.	TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO E ARQUITETURA	52
5.	ESTUDOS DE REFERÊNCIA	60
5.1.	ESTUDOS INDIRETOS	60
5.1.1.	SALAS DE AULAS PORTÁTEIS – PEAD POD	60
5.1.2.	JARDIM DE INFÂNCIA – BURGENLAND – ÁUSTRIA	63
5.1.3.	PROINFÂNCIA	65
5.2.	ESTUDO DIRETO – CMEI PROF^a FERNANDA JALES.....	68
5.3	ANÁLISE DOS ESTUDOS DE REFERÊNCIA	77
6.	PARTIDO ARQUITETÔNICO	78
6.1.	PROGRAMAÇÃO ARQUITETÔNICA E PRÉ-DIMENSIONAMENTO	78
6.2.	CONCEPÇÃO PROJETUAL	82
7.	O LOTE E OS CONDICIONANTES LEGAIS	99
7.1.	IMPLANTAÇÃO	102
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	112

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
 ANEXOS

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a educação infantil vem passando por um processo de transformação no Brasil, pois as instituições que anteriormente eram responsáveis pela fase inicial do aprendizado da criança, adquiriam caráter de assistência social, hoje são entendidas como fontes propagadoras da educação. Os especialistas, educadores e pesquisadores reconhecem a importância do desenvolvimento integral nos primeiros anos de vida, e encaram a vivência escolar como parte essencial desse processo.

A educação infantil no Brasil compreende o atendimento às crianças de 0 a 6 anos. O Estatuto da Criança e do Adolescente - ECA, Lei nº 8.069/1990, artigo 53, assegura o direito da criança e do adolescente à educação, com acesso à escola pública e gratuita próxima de sua residência; o artigo 54, diz que é dever do estado assegurar à criança e ao adolescente o atendimento em creche e pré-escola às crianças de zero a seis anos de idade (ECA, 1990). A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394/1996, enfatiza que a educação infantil deve ser oferecida em creches ou em entidades equivalentes, para crianças de 0 a 3 anos de idade, e em pré-escola, para crianças de 4 a 6 anos. O artigo 29 da LDB define a educação infantil como "primeira etapa da educação básica" e delega a ela a finalidade de "desenvolvimento integral da criança até seis anos de idade, em seus aspectos físico, psicológico, intelectual e social, complementando a ação da família e da comunidade" (LDB, 1996). Aprovada em novembro de 2009, a Emenda Constitucional 59 prevê o atendimento de 100% da população de 4 a 17 anos nas redes públicas de ensino, e estabelece prazos onde os gestores públicos devem cumpri-la até 2016.

É relevante ressaltar que sendo este um direito garantido e, reconhecendo-se a importância da educação infantil nesta fase inicial da vida escolar, os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), revelam que 61,9% das crianças entre zero e seis anos não são atendidas. De acordo com dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e do (IBGE, 2010), o Brasil tem 1.110.209 crianças entre 4 e 5 anos fora da escola; elas representam 18% do total dessa faixa etária.

Neste contexto, a educação infantil é um direito público, cabendo ao município à expansão da oferta, com o apoio das esferas federal e estadual. O Ministério da Educação, através do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), criou o Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil (PROINFÂNCIA), por considerar que a construção de creches e escolas de educação infantil, bem como a aquisição de equipamentos para a rede física escolar desse nível educacional, é indispensável à melhoria da qualidade da educação. Seu principal objetivo é prestar assistência financeira ao Distrito Federal e aos municípios visando garantir o acesso de crianças a creches e escolas de educação infantil da rede pública.

O PROINFÂNCIA foi instituído pela Resolução nº 6, de 24 de abril de 2007, e faz parte das ações do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) do Ministério da Educação (FNDE, 2007). A partir de 2011, o referido programa passou a integrar a segunda etapa do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC 2), com a previsão de construção de mais de seis mil unidades escolares para a educação infantil (creches e pré-escolas para crianças de até seis anos) em todo o Brasil. Para construção, são adotados projetos-padrão, denominados “tipo B” e “tipo C”, fornecidos pelo FNDE; cujo parâmetros técnicos de implantação são predefinidos pela autarquia, em consonância com as diretrizes da Secretaria de Educação Básica do MEC ou os municípios que compõem o Grupo 1 do PAC 2, podem apresentar projeto próprio de escolas de educação infantil, os quais são nomeados projetos “tipo A”.

No município de Natal-RN, os edifícios escolares infantis recebem a denominação Centro Municipal de Ensino Infantil (CMEI). Alguns CMEI’s funcionam em edifícios não projetados para este fim, em ambientes improvisados, mal iluminados e ventilados, e não dimensionados adequadamente. As edificações novas, na sua grande maioria, são implantadas através de financiamento junto ao governo federal pelo MEC, FNDE e PROINFÂNCIA.

Para a implantação dos projetos-padrão é necessário atender duas condições: “tipo B” requer uma demanda de 240 alunos e disponibilidade de

terreno com dimensões mínimas de 40 x 70m; “tipo C” necessita uma demanda de 120 alunos e terreno com dimensões mínimas de 45 x 35m. Em Natal-RN, na maioria das vezes implanta-se o projeto padrão “tipo C”, devido à escassez de terreno com dimensões maiores, mesmo existindo a demanda de alunos para o projeto “tipo B”.

O sistema construtivo dos edifícios escolares, tanto das novas construções quanto as que são implantadas em edificações pré-existentes, normalmente são executadas em estrutura de concreto com vedações em alvenaria comum, características que tornam os edifícios pouco flexíveis, plasticamente com aspectos “pesadas”, muitas vezes superdimensionadas, obras lentas e onerosas, além de desconfortáveis.

Diante desse contexto, a pesquisa busca identificar: como a arquitetura e a tecnologia construtiva podem contribuir na elaboração de um projeto modulado e flexível, visando agilidade na execução da obra, com custo compatível e adaptável ao dimensionamento do terreno, sem perder o conforto ambiental aos usuários.

Portanto, a presente dissertação tem como objetivo o desenvolvimento de um anteprojeto de arquitetura para escola de educação infantil na cidade de Natal – RN, com ênfase na modulação, flexibilidade e conforto ambiental. Além disso, também é objetivo deste trabalho apresentar os fatores levados em consideração na solução arquitetônica, tais como: o partido arquitetônico e solução espacial do edifício, tecendo reflexão sobre o tema, que se enquadra como objeto de estudo do curso do Mestrado Profissional do Programa Pós-graduação em Arquitetura, Projeto e Meio Ambiente – PPAPMA da UFRN, na linha de pesquisa em projeto de arquitetura.

O desenvolvimento da proposta foi dividido em etapas. No momento inicial são abordadas questões referentes ao teórico-conceitual relativos à arquitetura escolar, modulação, flexibilidade, conforto ambiental e a tecnologia de materiais no processo construtivo. A segunda etapa é levantada os elementos que embasaram a proposta do anteprojeto através dos estudos de referência diretos e indiretos. Em seguida, é apresentada a concepção do anteprojeto, apresentando o

desenvolvimento da proposta desde as ideias iniciais e suas evoluções. Finalizando o trabalho discute-se o local de implantação, condicionantes legais e ambientais, e diretrizes projetuais para o anteprojeto de arquitetura para escola infantil em Natal-RN.

2. REFERENCIAL TEÓRICO - CONCEITUAL

Com o objetivo de analisar elementos que forneceram subsídios para a concepção do anteprojeto para escola de educação infantil, este capítulo tecerá a reflexão de diretrizes projetuais relativa à arquitetura e ao edifício escolar, enfatizando arquitetura escolar no contexto do espaço urbano e a relação com o entorno, e com o desenvolvimento político, social e sistema pedagógico.

2.1. ARQUITETURA ESCOLAR

As edificações institucionais de ensino público devem partir do princípio de que a escola é um equipamento urbano inserido no contexto social, político e econômico de uma comunidade, transcendendo a atividade de ensino. “A escola deve ser vista como um equipamento urbano ativo dentro da sociedade” (CASTRO, 2009 apud SOUZA, 2012, p.22), pois possui capacidade de absorver e transformar não apenas o espaço urbano, mas também a identidade do local que está inserido.

Portanto, a edificação da escola pública deve promover a integração com a comunidade, possibilitando o acesso à cultura e lazer, disponibilizando o espaço a comunidade externa. Um bom exemplo é o projeto Amigos da Escola, que incentiva o envolvimento de todos (profissionais da educação, alunos, familiares e comunidade) nesse esforço, divulga boas práticas no site do projeto, proporciona a troca de experiências, e promove dias temáticos nacionais. O estreitamento de laços entre escola e comunidade gera benefícios aos moradores e à própria comunidade escolar, além de restabelecer a relação de respeito e confiança com a escola e promove sua valorização junto à sociedade.

Outro exemplo de projeto voluntário em escolas é o Programa Escola da Família, implantado pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, onde o foco do projeto é a integração da comunidade com a escola através dos profissionais da educação, voluntários e universitários. As atividades são realizadas nos finais de semana, com foco em quatro eixos: esporte, cultura, saúde e trabalho. Em diversas regiões do Estado, as escolas públicas são o principal ou, muitas vezes, o único equipamento público, especialmente nas localidades em que há pouca ou nenhuma opção de lazer e cultura. Assim, os espaços escolares, que

antes permaneciam ociosos nos finais de semana, passam a ser ocupados com atividades planejadas para a comunidade participante, proporcionando o direito de conquistar e fortalecer a sua identidade. A comunidade apropria-se desses espaços, agregando no seu cotidiano valores essenciais para a edificação de uma cultura participativa.

Os arquitetos e urbanistas devem estar atentos às variedades de uso do edifício escolar, possibilitando que os espaços sejam dimensionados e adaptados para diversos usos, e possam surgir ambientes diferentes para um mesmo local, ou seja, prevendo diferentes formas de compartimentação. Além disso, é preciso desenvolver projetos que estimulem o envolvimento do usuário, levando-lhe novos desafios e descobertas, e deixando “o espaço suficientemente pensado para estimular a curiosidade e a imaginação da criança, mas incompleto o bastante para que ela se aproprie e transforme esse espaço através de sua própria ação” (LIMA, 1989, p.72). É na primeira infância que se formam habilidades que terão enorme influência sobre seu sucesso escolar, logo oferecer os estímulos corretos nessa fase é imprescindível para o ciclo virtuoso de aprendizado.

Na trajetória da arquitetura escolar alguns fatores contribuíram para a configuração do espaço de ensino, o professor que antes era o único propagador do conhecimento, carecia de carteiras enfileiradas e alunos atentos, com a socialização do conhecimento, houve a necessidade de novos arranjos no espaço educacional, então apareceram às carteiras arrumadas em grande círculo ou em pequenos grupos. Mas as exigências de adequação do ambiente continuam e estes que antes eram “fechados”, “vigiados”, passam a ter grandes aberturas, integrados com o exterior, apropriando-se da ventilação e iluminação natural. Para exemplificar esse percurso da arquitetura no espaço educacional, foram escolhidos alguns edifícios, apresentados a seguir.

Após a primeira guerra mundial, algumas mudanças surgiram nas profissões e também na arquitetura escolar. Antes só existia a figura do professor, depois começa a surgir a figura da professora e em Roma, destaca-se a educadora Maria Montessori que influenciou a arquitetura, pois com sua metodologia os ambientes passam a ser dimensionados na escala da criança. Mais tarde, desenvolveu seu

próprio método pedagógico e a necessidade de uma arquitetura apropriada para o edifício escolar.

O método Montessoriano criado por Maria Montessori inicialmente utilizado à educação de pessoas com deficiência mental, depois muito usado no estágio pré-escolar, incentiva à busca direta e pessoal do aprendizado, por meio do manuseio dos objetos e de atividades práticas. Na metodologia Montessoriana o professor dispõe os alunos em formato circular, cercado de estantes com materiais lúdicos e pedagógicos disponíveis para o manuseio da criança. O arquiteto Herman Hertzberger tem parte de suas obras dedicada a edifícios escolares e entre elas destaca-se a Escola Montessori em Delft, edificada em 1960 (figura 01). Ele salienta a importância de se adaptar o ambiente de aprendizagem da criança ao seu nível de desenvolvimento. As crianças são senhoras do seu ambiente em sala de aula, que deve ser especialmente preparado para ser confortável e incentivar o aprendizado. Por isso propõem espaços que respondam a essas questões, com potencial para serem alterados por meio da ocupação (HERTZBERGER, 1999).

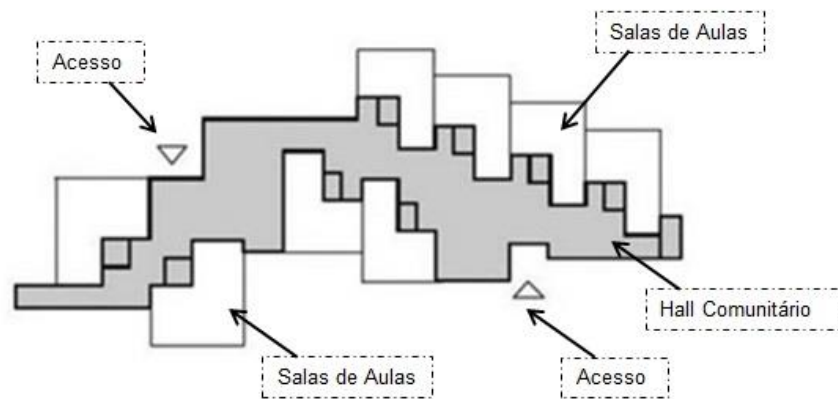
As salas de aula desta escola são concebidas como unidades autônomas, pequenos lares, por assim dizer, já que todas estão situadas ao longo do hall da escola, como uma rua comunitária. A professora, a 'tia', de cada casa decide, junto com as crianças, que aparência terá o lugar e, portanto, qual será o seu tipo de atmosfera. (HERTZBERGER, 1999, p. 28) (figura 02).

Figura 01: Escola Montessori em Delft, arquiteto Herman Hertzberger.



Fonte: Hertzberger, 1999.

Figura 02: As Salas de aula da Escola Montessori em Delft, arquiteto Herman Hertzberger



Fonte: Hertzberger, 1999, adaptado pela autora.

No Brasil, destaca-se a Escola-parque (figura 03), uma ação educacional desenvolvida por Anísio Teixeira e os arquitetos Hélio Duarte e Diógenes Rebouças, na cidade de Salvador, em 1947. A escola-parque defendia que o ensino tradicional deveria se unir a uma nova proposta pedagógica, complementar com atividades de educação, arte e esporte, dizia também que o edifício deveria promover ventilação e iluminação em abundância para a integração da criança com a natureza.

Figura 03: Escola-parque, em Salvador, de Diógenes Rebouças.



Fonte: www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/178/a-escola-parque-ou-o-sonho-de-uma-educacao-completa-em-122877-1.aspx. Acesso em 12 nov. 2013.

A proposta pedagógica da Escola-parque era ser um centro de atividades diversas, enquanto as escolas-classe promoviam o ensino, o aluno teria as aulas como leitura, escrita, ciências, história e cálculos na escola-classe; e em outro período poderia desenvolver atividades na escola-parque, complementando com atividades de educação física, recreação, jogos, também atividades de desenho e artes industriais, música, educação social e saúde. Anísio Teixeira também priorizava a participação da comunidade na utilização da escola-parque e da escola-classe como uma área acessível à população local, onde ocorrem as atividades da comunidade de maneira que eles conservem esse espaço como sendo deles (MACHADO, 2009).

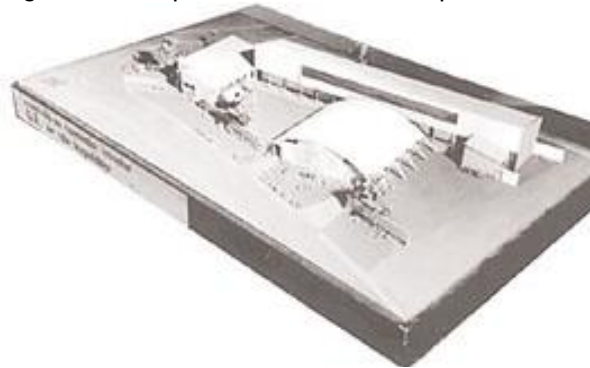
No Estado de São Paulo, a arquitetura moderna passou a ser empregada nas escolas públicas a partir do Convênio Escolar (figura 04, 05 e 06), e as principais obras foram construídas de 1949 a 1954. Através de Mário de Andrade, sob a responsabilidade do arquiteto Hélio Duarte, que trouxe a experiência da escola-parque de Anísio Teixeira. Arquitetonicamente, os edifícios apresentavam divisão funcional do programa em diferentes volumes, distribuídos em formas aproximadas de U ou H (figura 07), tetos planos ou inclinados em meia-água, pilotis, panos de vidro com protetores solares, elementos vazados, integração entre espaço interno e externo, estrutura e paramentos revestidos.

Figura 04: Grupo Escolar Almirante Barroso, 1949.



Fonte: www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/178/artigo122877-2.aspx.
Acesso em 15 nov.2013, adaptado pela autora.

Figura 05: Grupo Escolar de Vila Leopoldina, 1949.



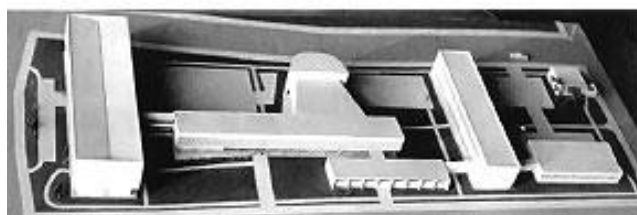
Fonte: www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/178/artigo122877-2.aspx.
Acesso em 15 nov. 2013, adaptado pela autora.

Figura 06 - Grupo Escolar de Moema, 1949.



Fonte: www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/178/artigo122877-2.aspx.
Acesso em 15 nov. 2013, adaptado pela autora.

Figura 07: Conjunto educacional em São Miguel Paulista, em forma de "H", 1956.



Fonte: www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/178/artigo122877-2.aspx.
Acesso em 15 nov. 2013, adaptado pela autora.

Nos anos 80, o programa da Escola-parque de Anísio Teixeira foi retomado por Darcy Ribeiro no Estado do Rio de Janeiro, nos Centros Integrados de Educação Pública. Os CIEPs (figura 08) tinham a pretensão de propiciar uma revolução no ensino público do Rio de Janeiro, promovendo atividades de período integral (8h às 17h), com acompanhamento docente extra-aula e três refeições diárias, além de atendimento médico e odontológico. Esse apoio se estendia aos sábados e domingos, em que permaneciam abertos a quadra, a biblioteca e os consultórios.

Figura 08: CIEP Brizolão, no Rio de Janeiro, arquiteto Oscar Niemeyer.



Fonte: www.pdt-rj.org.br. Acesso em 15 nov. 2013.

A definição arquitetônica dos CIEPs coube ao arquiteto Oscar Niemeyer que concebeu um projeto-padrão de sete mil metros quadrados, composto por um edifício principal de três pavimentos com 24 salas de aula, refeitório, consultório e serviços auxiliares, e, dois anexos, a biblioteca e um ginásio de esportes, numa configuração que demandava terrenos de dez mil metros quadrados. A definição técnico-construtiva dos CIEPs contemplava o uso de estrutura de concreto pré-moldada em usina, solução justificada pela escala do programa e rapidez da execução da obra (seis meses). A dificuldade de contar com grandes terrenos nas áreas mais densas levou a uma solução mais compacta com a quadra esportiva na cobertura do edifício escolar (BASTOS, 2009).

Nos anos 90, o governo federal lança o Programa Nacional de Atenção Integral à Criança (PRONAICA), que tem como meta definida a construção de cinco mil Centros de Atenção Integral a Criança (CAIC's) (figura 09) para atender a aproximadamente seis milhões de crianças, sendo 3,7 milhões em escolas de

primeiro grau e 2,3 milhões em creches e pré-escolas. A proposta deste centro é o atendimento em creche, pré-escola e ensino de primeiro grau; saúde e cuidados básicos; convivência comunitária e desportiva. Por questões políticas o programa foi desativado sem concluir as cinco mil unidades previstas (SOBRINHO, PARENTE, 1995).

Figura 09:CAIC, arquiteto João Filgueiras Lima



Fonte: <http://3.bp.blogspot.com>. Acesso em 15 nov. 2013.

O projeto arquitetônico foi dividido em quatro setores: setor esportivo, setor de salas de aulas – ensino fundamental, setor de salas de aulas – ensino infantil e setor de saúde e oficinas. O arquiteto João Filgueiras Lima, responsável pela autoria do projeto, apostou na pré-fabricação de peças em argamassa armada utilizando peças pré-moldadas e sistema de montagem racionalizado.

O projeto original, em linhas gerais, consistia de quatro salas administrativas (6,23m x 5,00m), seis sanitários destinados aos alunos (3,00m x 7,20m), uma sala para professores com sanitário privativo (6,20m x 5,00m), uma biblioteca (10,00m x 6,20m), cinco salas para oficinas e cursos (7,20m x 6,20m), um auditório (11,50m x 9,60m), um refeitório (15,00m x 6,00m) e doze salas de aula (7,40m x 6,20m).

Foram previstos ainda espaço específico para a educação infantil, o Centro Municipal de Educação Infantil - CEMEI, com nove salas de aula (4,90m x 6,40m), dois sanitários para alunos (2,30m x 6,40m), um playground localizado na parte posterior da edificação, uma sala para professores (2,40m x 6,40m), uma sala para a diretoria (2,40m x 6,40m), um refeitório (9,80m x 6,40m) e área para limpeza,

serviços, depósitos. O CEMEI fica isolado da edificação do CAIC, mas possui uma ligação interna através de uma circulação coberta.

No município de Natal foram construídos dois exemplares dos CAIC's, um no bairro de Lagoa Nova, denominado CAIC - Centro Esportivo de Lagoa Nova e o CAIC Professor Otto de Brito Guerra localizado no bairro Pitimbu.

O CAIC de Lagoa Nova (figura 10), localizado na rua Jerônimo Câmara, foi inaugurado em 1994, com o nome oficial de CAIC Geração 2000, constituído por três prédios em volta de um pátio, duas quadras cobertas, quadras descobertas e piscina. A Pista de Atletismo Magnólia Figueiredo e o Museu do Atleta, só foram inaugurados em 1998. Desde o início ficou sob a responsabilidade da Secretaria de Educação e Cultura do Estado, funcionando com ensino fundamental e médio, mas sem atingir o objetivo de uma proposta de educação integrada. Por falta de manutenção chegou a ser interditado em 2010, mas recentemente foi recuperado voltando a suas atividades normais (TORQUATO, 2012).

Figura 10: CAIC- Centro Esportivo de Lagoa Nova, Natal-RN.



Fonte: maps google. Acesso em 07 abr. 2014.

A outra unidade é o CAIC Professor Otto de Brito Guerra (figura 11), implantada no bairro Pitimbu, em 1996, este ficou sob a responsabilidade da Secretaria Municipal de Educação, inicialmente funcionou a Escola Municipal Estudante Emanuel Bezerra e em 2001 foi inaugurada a Escola Municipal Professor Otto de Brito Guerra, atualmente atende 1.500 alunos do ensino fundamental e Ensino de Jovens e Adultos - EJA.

Figura 11: CAIC- E. M. Professor Otto de Brito Guerra, Natal-RN.



Fonte: maps google. Acesso em 07 abr. 2014

Os Centros Educacionais Unificados (CEUs) foram edificadas na cidade de São Paulo, nos anos 2000, concebidos pelos arquitetos Alexandre Delijaicov, André Takiya e Wanderley Ariza, também com a inspiração na Escola-parque de Anísio Teixeira. Além das questões educacionais, seu espaço físico é liberado para uso como praça ou clube de lazer nos finais de semana para encontro da comunidade. Os CEUs (figura 12) são estruturas de grande porte, para 2.400 alunos, com a modulação bem marcada, um volume cilíndrico para a creche, um edifício de projeção retangular longo e estreito, em geral com três pavimentos para o ensino infantil e fundamental, um edifício que abriga teatro e instalações esportivas e ainda parque aquático com três piscinas (BASTOS, 2009).

Figura 12: CEU Vila do Sol, 2008, em São Paulo.

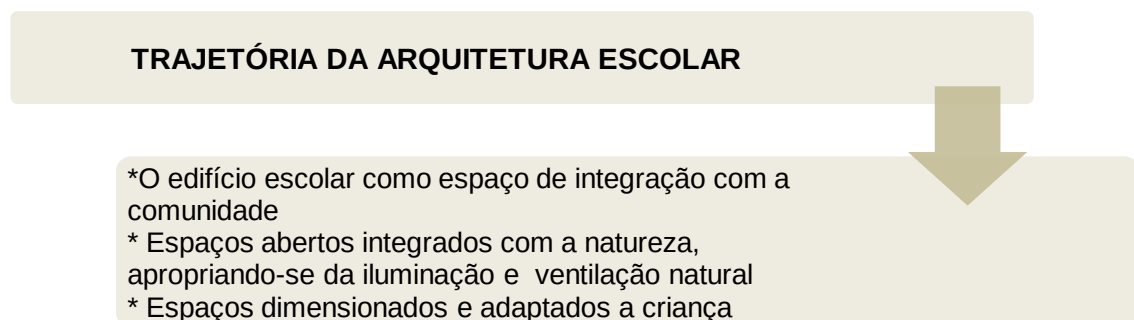


Fonte: [www. au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/178/artigo122877-3.aspx](http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/178/artigo122877-3.aspx).
Acesso em 15 nov. 2013.

Mesmo apresentando apenas alguns exemplos, é visível perceber que, na trajetória da arquitetura escolar o edifício sofreu transformações para se adequar ao sistema pedagógico e ao momento político, social e econômico. Por isso foram tantas as tentativas de se chegar a soluções arquitetônicas que resolvessem os problemas educacionais. No Brasil, a tentativa de acelerar a construção das edificações escolares, os projetos tendem a um padrão para ser repetido em diversas partes do país, muitas vezes sem possibilidades de adaptação ao local a ser construído.

Nesse contexto, o edifício escolar infantil pretende oferecer espaços de integração para a comunidade com ambientes dimensionados adequadamente, que possam se adaptar ao uso e favorecidos pela ventilação e iluminação natural (esquema 01).

Esquema 01 – Resumo das estratégias projetuais da arquitetura escolar.

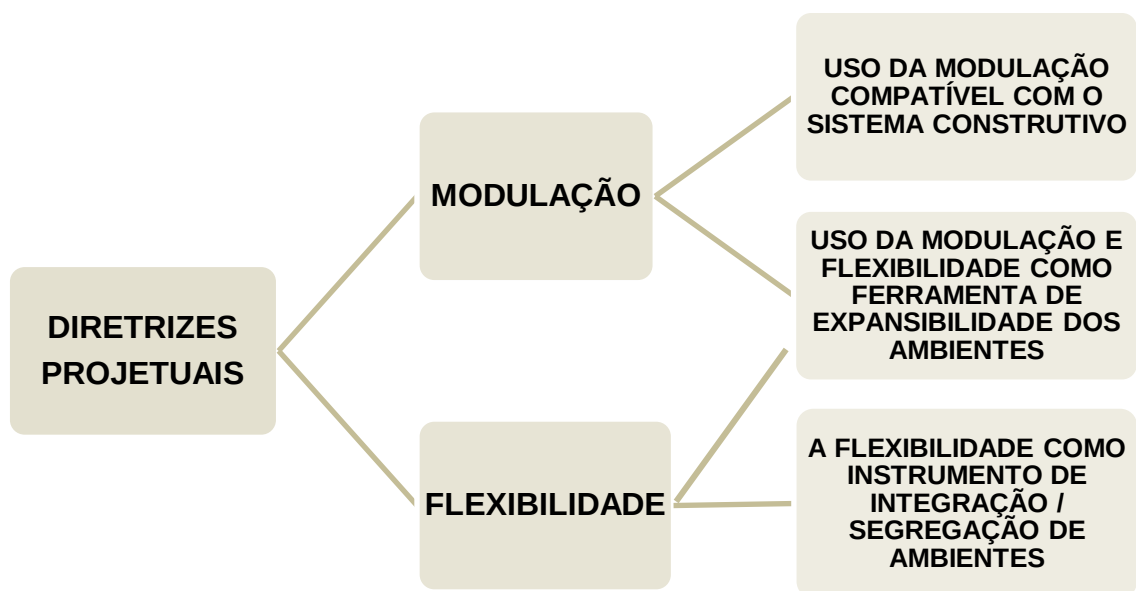


Fonte: autora, 2014.

2.2. DIRETRIZES PROJETUAIS

Na arquitetura as diretrizes projetuais, são considerados os elementos principais utilizados na elaboração do projeto arquitetônico, ou ainda o elemento indutor do processo de projeto. Nesse item tratam-se As principais diretrizes que nortearam esta proposta de arquitetura escolar infantil, que são: modulação e flexibilidade (esquema 02).

Esquema 02: Estratégias projetuais.



Fonte: Autora, 2014.

2.2.1. MODULAÇÃO

O desenvolvimento econômico impõe ao homem construir mais, com mais eficiência e melhor, principalmente com o aumento da população e o processo de urbanização das cidades. Para construir edificações em escala industrial, é necessário que os seus componentes tenham uma medida de referência, chamada módulo. A utilização dessa medida com base num módulo predeterminado compatibiliza e organiza tanto a utilização racional dos espaços e técnicas construtivas, como o uso de componentes em projeto e obra sem sofrer modificações (LUCINI, 2001).

A definição de módulo, proposta por Baldauf (2004 apud CAMPOS, 2009) é baseada na medida reguladora das proporções de uma obra arquitetônica, ou quantidade que se toma como unidade de qualquer medida. Também pode ser a medida de referência, considerada como base de parâmetro para os objetos a serem confeccionados.

Segundo a NBR 15873 (ABNT, 2010), “o módulo é a distância entre dois planos consecutivos do sistema que origina o reticulado espacial modular de referência”. O módulo é representado por “M” e a medida base adotada na maioria é o decimétrico (10 cm).

A modulação contribui para a racionalização do processo construtivo, garante flexibilidade de combinação de elementos, possibilita o emprego de componentes da construção com poucas adaptações locais e sem a necessidade de modificações do projeto para a obra, evitando gastos e perda de tempo (NAÇÕES UNIDAS, 1966). Possibilita, ainda, uma clara sistematização na concepção e na construção através da ordenação racional do espaço e de seus componentes, baseada na modulação funcional da arquitetura moderna, onde prevalece uma relação espacial e tectônica, que possui liberdade e flexibilidade, ritmo e repetição (PANET, 2007).

A história da arquitetura moderna confunde-se com a história da industrialização, pois a necessidade de edifícios industriais maiores e mais resistentes, edifícios públicos, portos e armazéns solicitaram o uso de novos materiais, como o ferro fundido e o vidro. Considera-se como primeira aplicação da coordenação modular o Palácio de Cristal (figura 13), projetado por Joseph Paxton e construído entre 1850 e 1851 para a exposição universal de Londres. Os elementos utilizados foram projetados para ser produzidos em massa, com as técnicas de fundição existentes na época, permitindo sua montagem e desmontagem. O elemento condicionador da escolha do módulo foi o vidro, aplicado em grandes placas, cuja medida máxima de fabricação era de 8 pés (cerca de 240 cm) dimensão esta que determinou o reticulado da malha. Os múltiplos do módulo (24, 48, 72 pés – cerca de 720 cm, 1.440 cm, 2.160 cm,

respectivamente) determinaram as posições e as dimensões de todas as peças (BALDAUF; GREVEN, 2007).

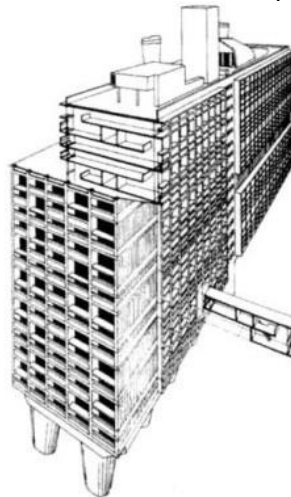
Figura 13: Palácio de Cristal, 1851, em Londres.



Fonte: Disponível em www.arq.ufsc.br. Acesso em 15 nov. 2013.

Com a industrialização no século XX, a construção civil também acompanhou esse processo de desenvolvimento. Vários profissionais da área iniciaram estudos a respeito da pré-fabricação e consequentemente coordenação modular, com objetivos de reduzir custos e tempo de obra. Em 1921, o arquiteto Le Corbusier projetou a unidade habitacional de Marselha (figura 14), neste projeto cada apartamento constitui um módulo. O tamanho do módulo correspondia aos números integrantes da família. Neste projeto aplicou os princípios defendidos pelo movimento Moderno na arquitetura: pilotis, terraços, planta livre, fachada livre, janelas longitudinais (LE CORBUSIER, 2004).

Figura 14: Unidade Habitacional de Marselha, arquiteto Le Corbusier.



Fonte: Disponível em www.vitruvius.com.br. Acesso em 15 nov. 2013.

O arquiteto alemão Walter Gropius projetou e construiu duas casas: a do bairro operário Weissenhoff (figura 15), em 1927 e a casa ampliável, em 1932. Elas foram montadas a seco com componentes pré-fabricados: estrutura metálica e vedação com painéis de cortiça revestidos externamente com cimento amianto. Na casa de Weissenhoff, a planta era modular e na casa ampliável o crescimento da edificação era feito por adição de alguns corpos volumétricos (MOREIRA NETO, 2013).

Figura 15: Casa Unifamiliar de Walter Gropius, Waissenhof, Alemanha, 1927.



Fonte: www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg3/102.pdf. Acesso em 17 nov.2013.

Em termos tecnológicos, essas casas eram os exemplos mais aprofundados sobre os estudos de modulação, pois nelas a escolha do módulo teve uma precisa justificação técnica produtiva. Além disso, foi realizado a coordenação modular em três dimensões, a indicação das juntas, o estudo das esquadrias e dos equipamentos fixos, o dimensionamento com a malha de referência, as preocupações com os tempos e custos de montagem. Tudo isso demonstrava o grau de profundidade que havia chegado à pesquisa de Gropius, seja no nível teórico, seja no estudo tecnológico dos materiais e dos processos de fabricação (MOREIRA NETO, 2013).

Segundo Miller e Elgard (1998 apud AZUMA, 2008) não basta considerar o módulo. Para a criação de variedade através da combinação e intercambialidade é preciso considerar o módulo como sendo parte de um sistema. O sistema de

referência modular é a composição dos módulos nos três eixos x, y e z (GREVEN; BAUDAUF, 2007).

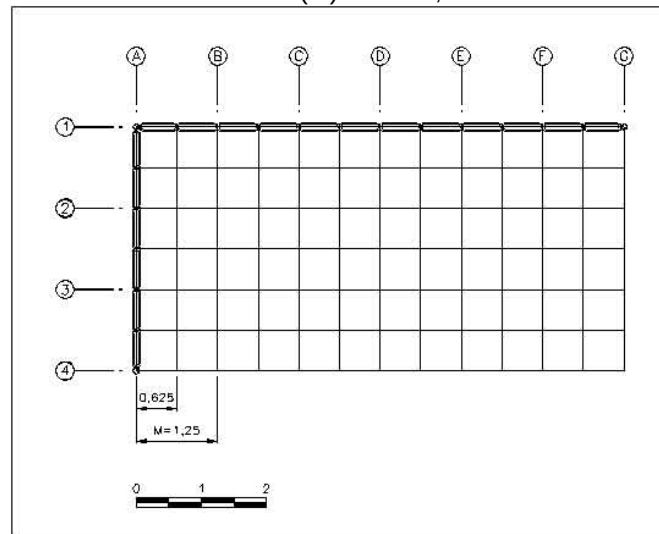
O projeto modular (plantas baixa, cortes e fachadas) se desenvolve sobre a malha modular, possibilitando a coordenação e montagem dos componentes da construção e reduz a ocorrência de cortes. É função do arquiteto procurar a melhor solução diante dos inúmeros componentes que deverão ser considerados, atendendo da melhor forma todas as exigências (GREVEN; BAUDAUF, 2007).

De acordo NBR 15873 (ABNT, 2010), os projetos arquitetônicos concebidos pela coordenação modular, devem utilizar medidas múltiplas de 10 cm nas dimensões horizontais e verticais, paredes alinhadas na modulação quadricular nas dimensões horizontal e vertical (caso de edificações de mais de um pavimento), e ambientes simétricos. Recomenda ainda que a indústria adapte seus produtos a mesmas medidas múltiplas de 10 cm, considerando os ajustes e folgas.

Um exemplo bem sucedido de utilização de sistemas modulados em edificações para a saúde são os hospitais da Rede SARA, projetados pelo arquiteto João Filgueiras Lima (Lelé). Utilizando largamente a pré-fabricação em argamassa armada e estrutura metálica, estas edificações possuem uma infraestrutura flexível e apta para as mais arrojadas soluções arquitetônicas, bem como para os corretos encaminhamentos de instalações, que permitem uma manutenção fácil e econômica.

A Rede SARA utiliza, atualmente, o módulo de 1,25 m (figura 16). O arquiteto Lelé afirma que já utilizou os módulos de 1,10m e 1,20m. O arquiteto justifica que essa modulação de 1,25 m, oferece fácil adaptação do multimódulo de 2,50 m em relação aos boxes dos leitos. As medidas verticais não obedecem qualquer modulação especial, adotando-se as medidas necessárias para cada uso. (CARVALHO; TAVARES, 2002)

Figura 16: Representação da malha modular nos hospitais da Rede SARA. O módulo (M) mede 1,25 m.



Fonte: CARVALHO, TAVARES, 2002.

Mais do que um instrumento que facilita a coordenação entre o projeto e a sua execução, o uso da modulação permite a racionalização na construção civil, uma vez que atende aspectos como: simplificação da elaboração do projeto, já que estabelece uma limitação às medidas aplicáveis aos componentes e ao projeto como um todo; facilidade e compatibilização da combinação dessas medidas; normatização dos componentes de construção; redução da variedade de tipos e dimensões de componentes; padronização dos detalhes e precisão dimensional; racionalização e simplificação na execução da obra devido à facilidade de montagem; autonomia de etapas de execução e da montagem de componentes; redução de quebras de materiais, com a diminuição de perdas na construção; controle eficiente de custos; aumento da produtividade na produção e montagem (rápida entrega ao usuário); repetição de técnicas e processos e maior controle das operações durante a construção.

A utilização da modulação no anteprojeto da escola de educação infantil possibilita a compatibilização do dimensionamento da malha modular com o sistema construtivo escolhido. Outros aspectos devem ser utilizados, como: o alinhamento de paredes e simetria de espaços, visando à agilidade da obra e redução de desperdício de materiais.

2.2.2. FLEXIBILIDADE

Segundo Brandão e Heinick (1997), as novas tecnologias e as constantes alterações nas formas de organizar o trabalho têm exigido, tanto das pessoas, como do próprio espaço por elas utilizado, uma permanente adaptabilidade às novidades que surgem a todo instante. A adaptabilidade é uma característica que visa assegurar a polivalência mediante a descaracterização funcional dos ambientes de uma edificação, de forma a dar-lhes novas alternativas de uso.

Com efeito, acredita-se que a coerência da obra arquitetônica e sua consequente validade ao longo do tempo estão relacionadas à sua capacidade de adaptar-se às novas demandas de seus usuários e às inovações tecnológicas. Essas necessidades têm transformado a flexibilidade em um imperativo para a concepção de novos espaços arquitetônicos.

A flexibilidade deve ser pensada e planejada durante o processo projetual, prevendo futuras mudanças e aumentando assim a vida útil da edificação. Os projetos flexíveis permitem a mudança com menor consumo e desperdício de materiais. A tecnologia contribui com esse tipo de arquitetura e facilita a sua aplicação. Segundo Saleh e Chini (2009), a flexibilidade de um edifício depende da sua concepção arquitetônica, forma, materiais utilizados nos sistemas construtivos, adequado ainda a sua finalidade e proposta inicial.

A flexibilidade na arquitetura surgiu com o Movimento Modernista, em um dos cinco pontos de Le Corbusier, o da planta livre. A ideia de planta livre prevê a estrutura independente das paredes (vedações), o que tornou possível planejar diversos ambientes diferentes para um mesmo local, ou seja, diferentes formas de compartimentação. Com essa possibilidade surge a utilização de materiais estruturais como o ferro, aço ou concreto, que permitiram vãos maiores e independência da vedação em relação à estrutura.

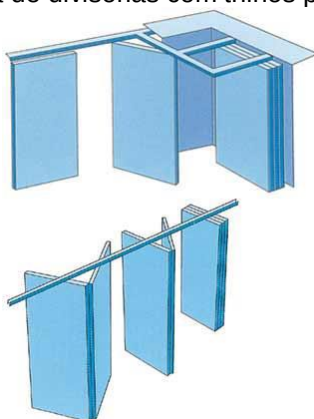
Segundo Dorfman (2002), ao longo do século XX, uma das mais fortes tendências no desenvolvimento das técnicas construtivas, foi à busca contínua pela flexibilidade, tanto dos processos produtivos quanto dos edifícios produzidos. A velocidade das mudanças na economia e nas formas de vida das sociedades

urbanas tornou as exigências sobre o desempenho dos edifícios e suas técnicas de produção cada vez mais diferenciadas e instáveis, disseminando a flexibilidade como conceito para a sustentabilidade da arquitetura (REIS, 2002).

A flexibilidade na arquitetura possibilita o uso múltiplo de um determinado espaço, pois um mesmo ambiente pode ser utilizado para várias atividades, como é o caso de pavilhões que podem ser utilizados de acordo com o evento; na sua totalidade para feiras e exposições ou subdividido em salas e auditório. Assim, pode-se dizer que a flexibilidade elimina custos com reforma para adaptar determinado ambiente e garante melhor aproveitamento ao longo do tempo (TEIXEIRA, 2011).

Também, Brandão (2006) acrescenta seis vias consideradas suplementares para maximizar a versatilidade dos ambientes. São elas: 1. Cômodos ou ambientes reversíveis; 2. Cômodos multiusos; 3. Alternância entre isolar e integrar, com a utilização de – painéis de correr, divisórias ou biombos (figura 17); 4. Baixa hierarquia, pela adoção de cômodos com tamanhos e formas equivalentes, que possibilitam maior alternância de função; 5. Comunicações e acessos adicionais; e 6. Mobiliário planejado, que podem ser utilizados para a divisão de ambientes.

Figura 17: Sistema de divisórias com trilhos para movimentação.



Fonte: www.arcoweb.com.br/tecnologia/fotos/37/flexibilidade.jpg. Acesso em 12 abr. 2013.

Nesse sentido de flexibilização dos ambientes em espaço educacional a Escola da Ponte, em Portugal, adota o sistema onde os alunos não são divididos em classes nem em anos de escolaridade, eles podem escolher o que estudar e com quem estudar. Na Escola da Ponte os alunos dispõem de espaços amplos que correspondem a 3 ou 4 salas de aulas juntas e eles se agrupam para estudar

determinado assunto de acordo com afinidade do tema, alunos e professor, independente da série ou idade. No Brasil essa proposta foi implantada na Escola Municipal Desembargador Amorim Lima¹, São Paulo (figura 18), atende o ensino do 1º ano do ensino fundamental até o 9º ano. Na Amorim Lima os alunos são agrupados por série: 1º e 2º ano, 3º ao 5º ano e do 6º ao 9º ano. Todos tem tutores com quem podem esclarecer as dúvidas, ao invés de matérias eles recebem roteiros de pesquisas, são avaliados a cada 15 dias e segundo a avaliação da diretora da escola, Ana Elisa Amorim, esse método melhora as noções de solidariedade e autonomia, os alunos apresentam boa auto-estima e sentem-se motivados com essa integração.

Figura 18: Espaços de aula na Escola Municipal Desemb. Amorim Lima



Fonte: <http://redeglobo.globo.com/globoeducação/noticia/2013/09/escolas-apostam-em-arquitetura-diferenciada-para-motivar-alunos.html>. Acesso em 12 fev. 2014.

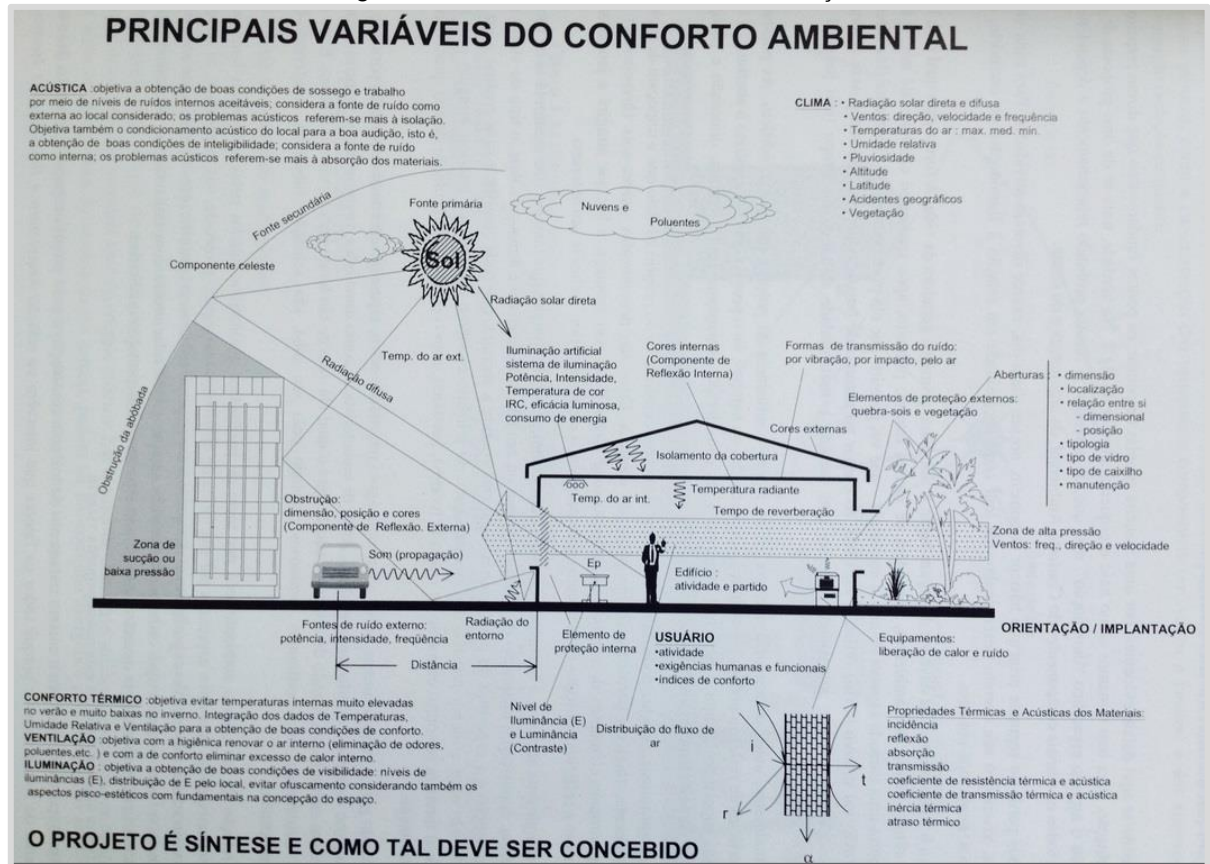
Especificamente para o edifício escolar infantil, a flexibilidade deve atender as variedades de maneiras de aprender e ensinar, que necessita de diferentes arranjos físicos, por isso os espaços multifuncionais são importantes, para acolher estas diversas atividades. A flexibilidade depende da possibilidade de expansão da área construída, da modificação de layout e das funções desenvolvidas. Os painéis móveis são aliados na questão da flexibilidade, através deles podemos integrar ou segregar os espaços de acordo com a atividade a ser desenvolvida.

¹ESCOLAS apostam em arquitetura diferenciada para motivar alunos. Disponível em: <http://redeglobo.globo.com/globoeducacao/noticia/2013/09/escolas-apostam-em-arquitetura-diferenciada-para-motivar-alunos.html>. Acesso em 12 fev. 2014

3. CONFORTO AMBIENTAL

Este capítulo tem a intenção de abordar reflexões sobre conforto ambiental que envolve questões referentes ao conforto térmico, luminoso e acústico (figura 19). Neste contexto, o conforto pode ser entendido como avaliação das exigências humanas.

Figura 19: Conforto ambiental nas edificações



Fonte: Vianna, Gonçalves, 2001.

O conforto é função da relação que o homem estabelece com o seu meio-ambiente. Nesta relação estão as percepções de luz, som, calor, uso do espaço e das experiências próprias de cada pessoa. O objetivo maior do arquiteto é proporcionar o bem-estar, ou seja, atingir o conforto psicofísico e social dos usuários (VIANNA; GONÇALVES, 2001).

Nos edifícios escolares o bem-estar dos usuários deve ser fator primordial, levando-se em consideração que muitos permanecem de 6 à 12h por dia neste local, exercitando a função de ver e ouvir, por isso, necessita de boa iluminação,

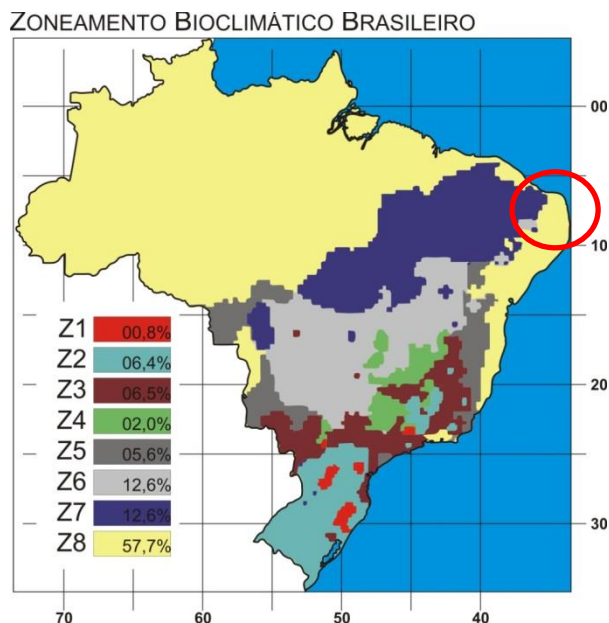
boa acústica, conforto térmico e ventilação, estes condicionantes são fundamentais para o bom aprendizado e rendimento dos alunos.

A arquitetura bioclimática aborda a harmonia das construções com o clima de forma a aperfeiçoar a utilização dos recursos naturais disponíveis, possibilitando conforto ambiental ao homem integrando-o com a natureza. O projeto arquitetônico deve ser concebido de acordo com as características bioclimáticas de cada local. Assim, consegue-se aumentar a eficiência energética das construções e reduzir os impactos ambientais.

A sustentabilidade na arquitetura vai além da utilização dos parâmetros da arquitetura bioclimática. A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA), o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) e outras instituições apresentam princípios básicos de construção sustentável, é recomendável: aproveitar as condições naturais locais; utilizar o mínimo de terreno e integrar-se ao ambiente natural; realizar a análise do entorno para a implantação; não provocar ou reduzir impactos no entorno (paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem-estar); promover a qualidade ambiental interna e externa; aplicar a gestão sustentável da implantação da obra; adaptar-se as necessidades atuais e futuras dos usuários; utilizar matérias-primas que contribuam com a eco-eficiência do processo; minimizar o consumo energético; diminuir o consumo de água; reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos; introduzir inovações tecnológicas adequadas, sempre que possível e viável; promover a educação ambiental, conscientização dos envolvidos (PAIVA, 2012).

Com relação ao conforto térmico, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), disponibiliza a NBR 15220 (2005), com o mapa do zoneamento bioclimático brasileiro. Esta norma divide o Brasil em oito diferentes zonas bioclimáticas (figura 20), utilizando como parâmetro a temperatura e a umidade do ar. O zoneamento e classificação climática visa dar recomendações construtivas para que as edificações tenham um melhor desempenho térmico, o que ocorre quando estão construídas de modo adequado para o clima local.

Figura 20: Zoneamento bioclimático brasileiro.



Fonte: NBR 15220 (ABNT, 2005)

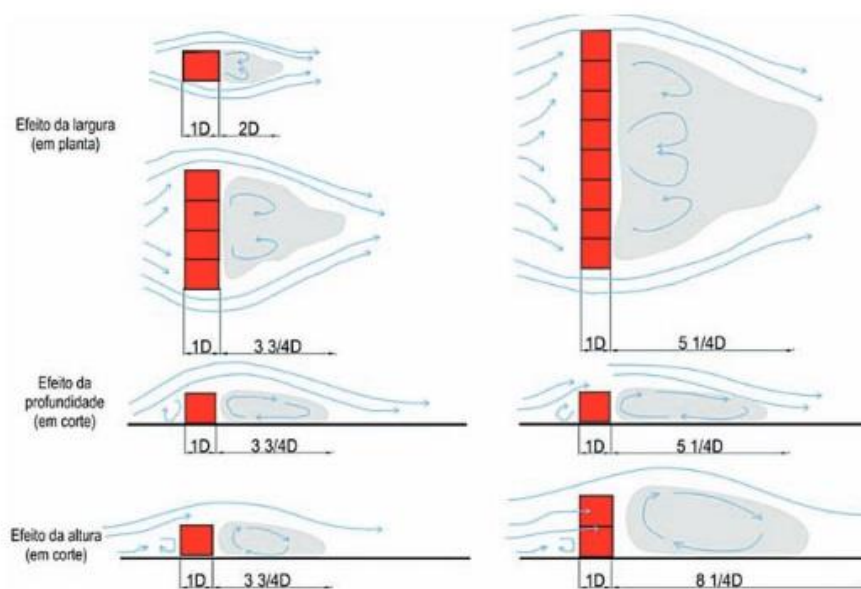
Nesse ordenamento, a cidade de Natal-RN está inserida na zona bioclimática 8 (Z8), clima quente-úmido característico da região litorânea, a variação térmica durante o dia é pequena, mas a sensação de calor aumenta devido à umidade (SOUZA, 2012). Segundo a NBR 15220 (ABNT, 2005), para a Z8, as estratégias recomendadas são: grandes aberturas sombreadas para a ventilação, proporcionar a ventilação cruzada, quanto às vedações externas – parede e coberta – devem ser leves e refletoras e estratégias de condicionamento térmico passivo. Esta norma não trata de procedimentos para avaliação do desempenho térmico da edificação, estes podem ser obtidos através de cálculos, medições in loco ou simulações em programas computacionais.

Na busca de proporcionar conforto térmico às edificações, algumas recomendações devem ser observadas: a) quanto ao estudo do sítio: ventilação, insolação no terreno (percurso aparente do sol), entorno do terreno (uso do solo, gabarito), topografia, área verdes, recobrimento do solo; b) quanto ao zoneamento pelo uso; c) quanto à volumetria (rugosidade, porosidade); d) quanto às aberturas (ventilação cruzada, sombreamento e iluminação natural; e) quanto às fachadas (isolamento térmico e sombreamento).

Especificamente para regiões com clima quente e úmido, as estratégias bioclimáticas do projeto arquitetônico são: controlar o ganho de calor e remover a carga térmica nas edificações. A redução do ganho de calor é alcançada através do sombreamento das envoltórias e de isolantes térmicos, e a ventilação natural é a estratégia mais eficiente para remover a carga térmica dos ambientes (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2010).

A ventilação natural é o movimento do ar, sem a indução de nenhum sistema mecânico, que pode ocorrer por ação dos ventos ou por diferença de pressão do ar. A forma e a tipologia dos edifícios interferem no fluxo do vento, Evans (1973 apud BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2010), realizou estudos em túnel de vento, para avaliar o comportamento do vento em função da dimensão e forma das edificações, beirais e inclinações dos telhados. Concluiu que o aumento da altura e da largura do edifício corresponde ao aumento proporcional da esteira, mas o aumento da profundidade do edifício reduz a esteira (figura 21).

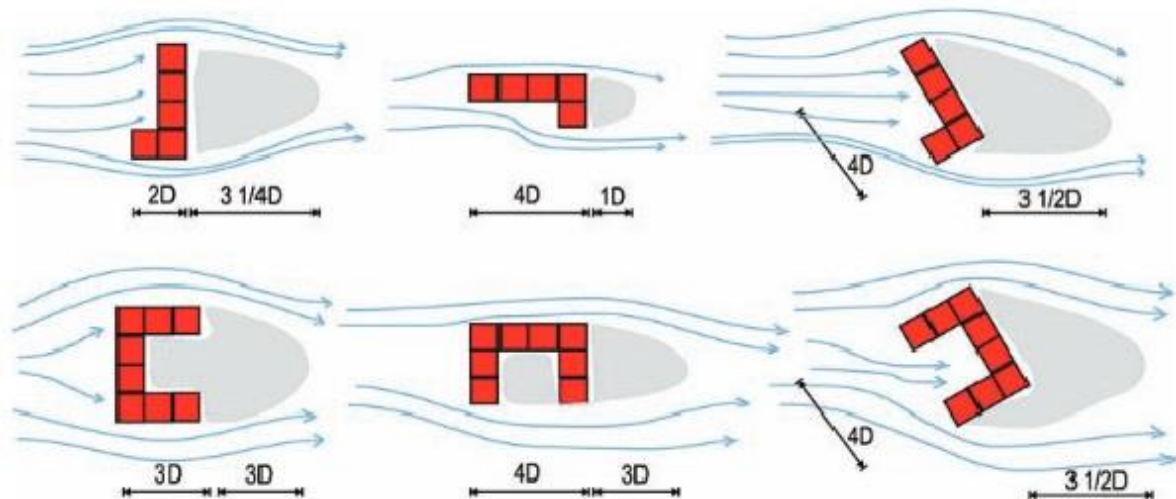
Figura 21: Influência das dimensões do edifício no tamanho da esteira.



Fonte: Evans (1979 apud Bittencourt, Cândido, 2010).

Van Straaten, Richards, Lotz e van Daventer (1985, apud BITTENCOURT, CÂNDIDO, 2010) realizaram o estudo do fluxo de ar em túnel de vento para aprimorar projetos escolares na África do Sul. Concluíram que em clima quente as edificações em forma de “L” ou “C” apresentam resultados favoráveis comparados aos em formato “H” (figura 22).

Figura 22: Comportamento do fluxo de ar nas edificações em forma de “L” e “C”..

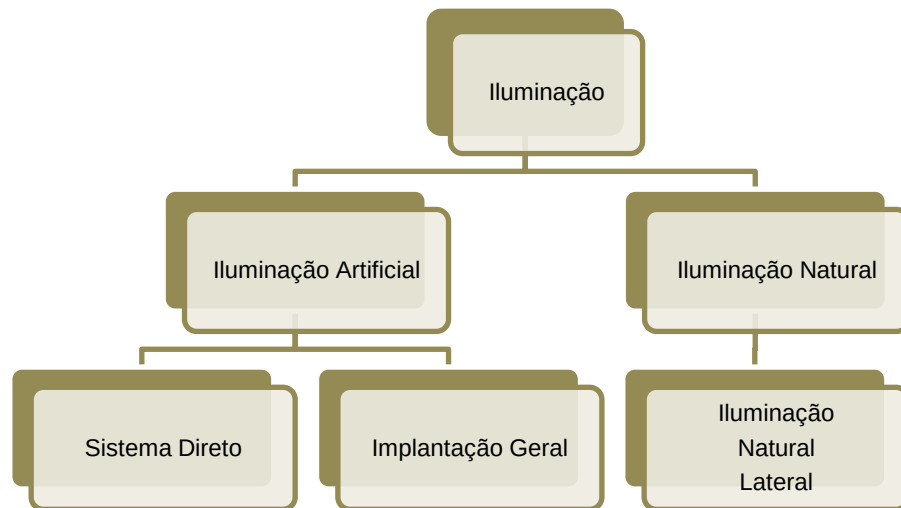


Fonte: Evans (1979) e Boulet (1987 apud Bittencourt, Cândido, 2010).

Neste sentido, as aberturas são imprescindíveis para que o ar possa fluir pelo edifício. Elas contribuem para o movimento do ar dentro das edificações, as aberturas de entrada de ar devem estar localizadas na zona de alta pressão e as de saída na zona de baixa pressão, esta condição favorece a ventilação cruzada do ar. Também, com o propósito de proporcionar conforto aos usuários, no clima quente e úmido é indicado o uso de sistemas como: pilotis, terraço, varandas, corredores, beiral, brises, cobogós, pergolados, efeito chaminé, shed, lanternim, peitoril ventilado, veneziana, tabicões móveis e outros.

Com relação à iluminação dos edifícios o objetivo é produzir um ambiente adequado à função das tarefas. Nesse sentido deve-se observar o uso do espaço e as exigências humanas e funcionais em relação ao conforto luminoso (esquema 03). Pensando nas atividades produtivas-laborativas, próprias dos edifícios escolares, seguem três requisitos luminotécnicos para a arquitetura: obter um nível mínimo de iluminância (lux) no ambiente e plano de trabalho; uniformizar o nível de iluminância no ambiente e plano de trabalho, e evitar contrastes excessivos no plano de trabalho (VIANNA; GONÇALVES, 2001).

Esquema 03: Iluminação na escola de educação infantil



Fonte: Autora, 2014.

A percepção da iluminação é composta dentre outras grandezas, pela iluminância ou nível de iluminação, isto é, a densidade do fluxo luminoso recebido por uma superfície. A NBR 5413 (ABNT, 1992) estabelece os valores de iluminâncias médias em serviço para iluminação artificial em interiores, para edifícios escolares (tabela 01), especificamente para as salas de aula recomenda de 300 a 500 lux.

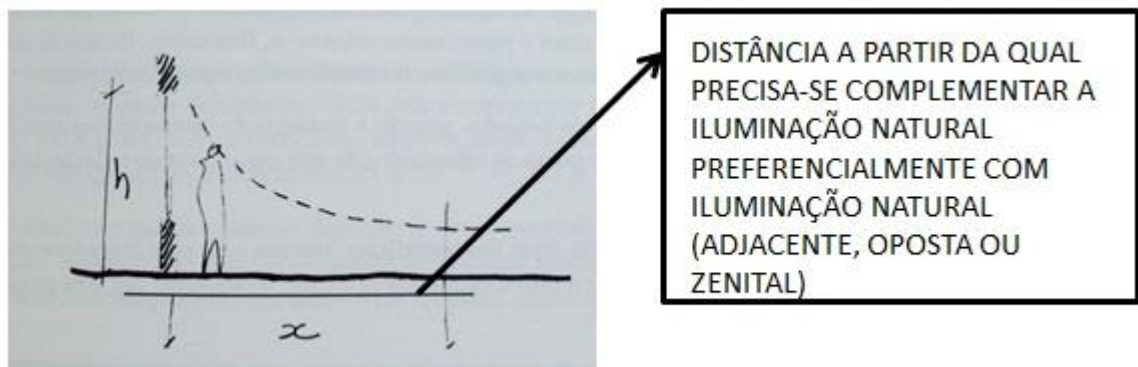
Tabela 01: Índices de Iluminação de interiores

5.3.13 Escolas		
- salas de aulas	200 - 300 - 500	
- quadros negros	300 - 500 - 750	
- salas de trabalhos manuais	200 - 300 - 500	

Fonte: NBR 5413 (ABNT, 1992).

A iluminação natural lateral nos ambientes tende a proporcionar desuniformidade na distribuição de luz, o nível de iluminância diminui rapidamente com o aumento da distância da abertura. Geralmente a relação é de 1,5 a 2 vezes a altura, com referência a altura do piso e a parte superior da abertura (figura 23). A partir de onde deve ser complementada, de preferência com iluminação natural (bilateral ou adjacente ou zenital (VIANNA; GONÇALVES, 2001).

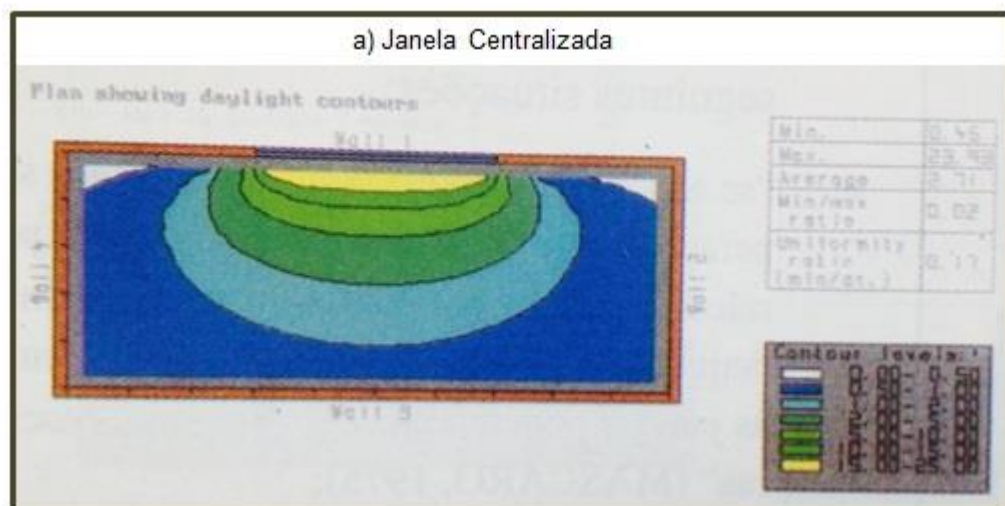
Figura 23: Esquema de relação da eficiência da penetração da luz lateral.



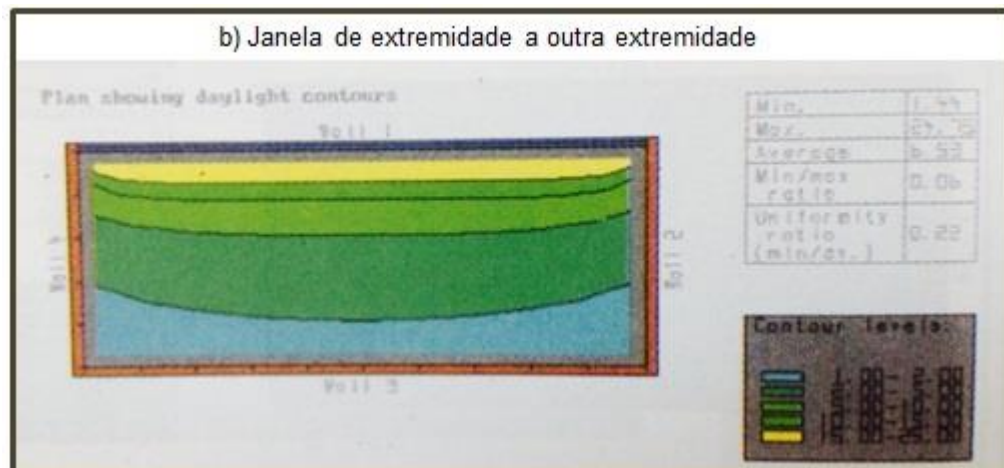
Fonte: Vianna, Gonçalves, 2001.

A localização e a forma da janela contribuem diretamente na iluminância do ambiente. Simulação computacional no programa Daylight conclui entre outras situações que: janelas largas e horizontais situadas na parte superior da parede proporciona faixa de luz diurna paralela à parede que as compõem (figura 24) e que ambientes com janelas em paredes opostas são melhores iluminados (figura 25).

Figura 24: Distribuição da luz pelo ambiente – curvas isolux - janelas largas e horizontais.

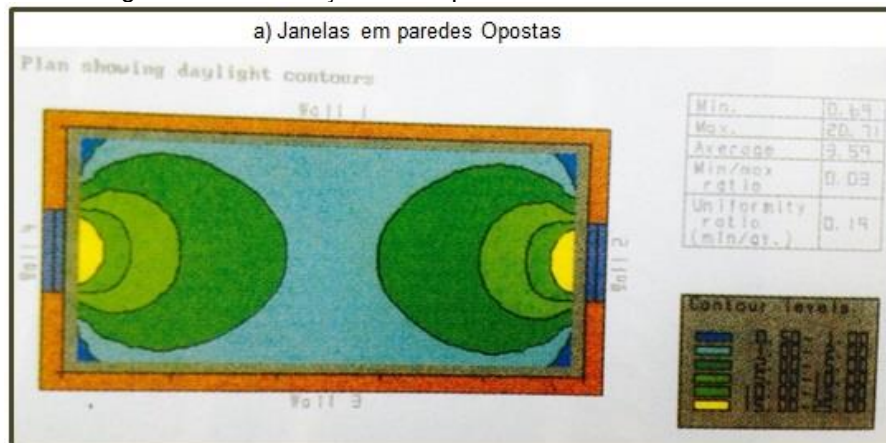


Cont.Figura 24: Distribuição da luz pelo ambiente – curvas isolux - janelas largas e horizontais.



Fonte: Vianna, Gonçalves, (2001), adaptado pela autora.

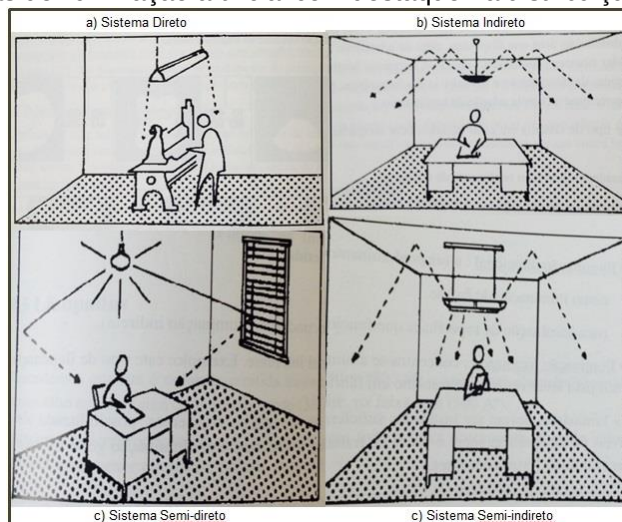
Figura 25: Distribuição da luz pelo ambiente – curvas isolux.



Fonte: Vianna, Gonçalves, (2001), adaptado pela autora.

A iluminação artificial surge como suplementar, integrada a iluminação natural. Em função da atividade a ser desenvolvida define-se o sistema e as características das lâmpadas e luminárias. Os sistemas são classificados de duas formas: pelo fluxo luminoso que é irradiado (figura 26) e pelo efeito produzido no plano de trabalho (figura 27). Em salas de aulas utiliza-se o sistema de iluminação geral, pois proporciona maior uniformidade na iluminação. Para obter melhor resultado na iluminação é indicado que a escolha da luz seja compatível com a reproduzida pela luz natural, para não haver contraste na cor da luz.

Figura 26: Sistemas de iluminação artificial com destaque na distribuição do fluxo luminoso.



Fonte: Vianna, Gonçalves, 2001. Adaptado pela autora.

Figura 27: Sistemas de iluminação artificial com análise nos efeitos produzidos no plano de trabalho.

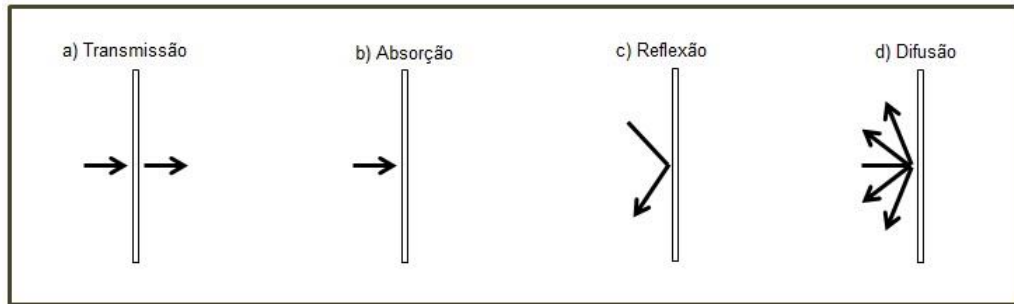


Fonte: Vianna, Gonçalves, 2001. Adaptado pela autora.

O conforto acústico² é abordado em relação ao estudo do sítio, zoneamento pelo uso, volumetria, abertura das fachadas e espaço internos. Geralmente o som se propaga em ondas sonoras para todas as direções, até encontrar obstáculos. Para a acústica arquitetônica duas características são importantes: intensidade e frequência. A intensidade é relacionada à percepção do volume do som e a frequência pela percepção do tom. Quando o som é propagado e as ondas sonoras encontram os obstáculos pode ocorrer: transmissão, absorção, reflexão e difusão (figura 28).

² Dados do Comitê técnico em acústica arquitetônica da sociedade americana de acústica. Acústica de salas de aulas. Disponível em: <http://www.escutaessa.com/aulas/ca3/Acusticaemsalasdeaula%28sobrac%29.pdf>. Acesso em 20 abr. 2014.

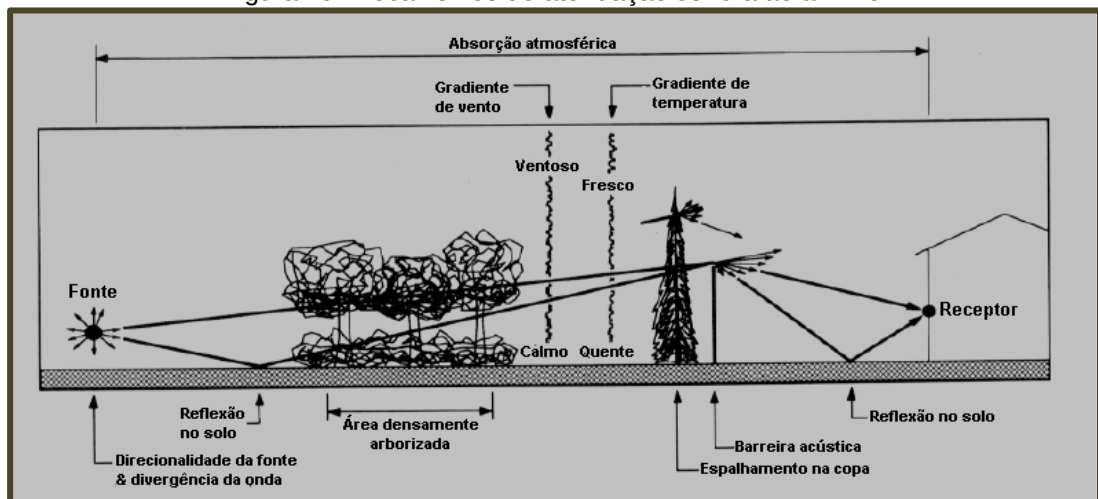
Figura 28: Interação som na superfície.



Fonte: Comitê técnico em acústica arquitetônica. Disponível em: <http://www.escutaessa.com/aulas/ca3/Acusticaemsalasdeaula%28sobrac%29.pdf>. Acesso em 20 abr. 2014. Adaptado pela autora.

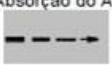
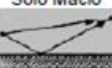
A propagação sonora ao ar livre é normalmente estudada em termo de três componentes: a fonte sonora, a trajetória de transmissão e o receptor (figura 29). Primeiramente, a fonte emite certa potência sonora, gerando um nível sonoro que pode ser medido nas imediações da fonte. A partir daí, o nível sonoro reduz-se à medida que o som se propaga entre a fonte e o receptor ao longo de determinada trajetória. Finalmente, os níveis sonoros de várias fontes combinam-se no receptor. Existem alguns mecanismos de atenuação sonora ao ar livre, são eles: absorção do ar, solo macio, barreira, edificações, vegetação densa, reverberação urbana, vento e temperatura (quadro 01).

Figura 29: Mecanismos de atenuação sonora ao ar livre.



Fonte: Comitê Técnico em acústica arquitetônica. Disponível em: <http://www.escutaessa.com/aulas/ca3/Acusticaemsalasdeaula%28sobrac%29.pdf>. Acesso em 20 abr. 2014.

Quadro 01: Mecanismos de atenuação sonora ao ar livre.

Mecanismo	Descrição Sucinta	Atenuação Aproximada de 5 dB	
		Sob Estas Condições	Nesta Distância
 Absorção do Ar	Absorção sonora do ar atmosférico.	A 10°C e 70% de umidade relativa.	800 m
			1.500 m em 500 Hz 250 m em 4 kHz
 Solo Macio	Interferência (quase sempre destrutiva) entre o som direto e o refletido sobre solo "macio".	Para alturas da fonte e do receptor da ordem de 1,2 m	85 m
			10 m em 250 e 500 Hz 50 m em 125 e 1.000 Hz Não há em 63 e 2.000 Hz
 Barreira	Atenuação provocada por uma barreira acústica entre a fonte e o receptor, combinada com uma atenuação adicional de solo acusticamente "macio".	Quando o receptor encontra-se na sombra acústica provocada pela barreira, em temperaturas normais sem vento.	Todas
 Edificações	Atenuação provocada por edificações entre a fonte e o receptor.	Com uma fileira de edificações com aproximadamente 25% de abertura.	Todas
 Vegetação Densa	Atenuação provocada por vegetação densa entre a fonte e o receptor.	Áreas com muitas árvores e vegetação densa no solo.	30 m
			100 m em 500 Hz 50 m em 4.000 Hz
 Reverberação Urbana	Amplificação sonora devida a múltiplas reflexões em desfiladeiros urbanos.	Com edificações de no mínimo 10 m de altura em ambos os lados da rua.	Todas
 Vento e Temperatura	Alteração da atenuação do solo e/ou da barreira, ou criação de sombras acústicas causadas por gradientes verticais de temperatura e de ventos.	Em dias ensolarados, para alturas da fonte e receptor da ordem de 1,2 m.	150 m
			150 m em 500 Hz 50 m em 4.000 Hz

Fonte: Comitê Técnico em acústica arquitetônica. Disponível em:
<http://www.escutaessa.com/aulas/ca3/Acusticaemsalasdeaula%28sobrac%29.pdf>.
 Acesso em 20 abr. 2014. Adaptado pela autora.

No estudo da acústica algumas definições são importantes: a) coeficiente de absorção (α) e coeficiente de redução de ruído (NRC) são usados para indicar a capacidade de um material absorver o som; b) tempo de reverberação (RT ou RT (60)) é utilizado para determinar quão o som decai no ambiente; c) redução de ruído (NR) é determinada pela medida de percentagem do som produzido em um ambiente a outro através de uma barreira; d) relação sinal/ruído (S/N) é utilizado para estimar quão compreensível é a fala em um ambiente. A ABNT disponibiliza a NBR 10152 (ABNT, 1987), que determina índices de ruído compatíveis com o conforto acústico em vários ambientes. Para o edifício escolar, define de 40dB a 50dB na sala de aula como índice de conforto (quadro 02).

Quadro 02: Índices de conforto acústico

LOCAL	dB(A)	NC
BIBLIOTECA, SALA DE MUSICA, SALA DE DESENHO	35-45	30-40
SALA DE AULA, LABORATÓRIO	40-50	35-45
CIRCULAÇÃO	45-55	40-50

Fonte: NBR 10152, ABNT, 1987.

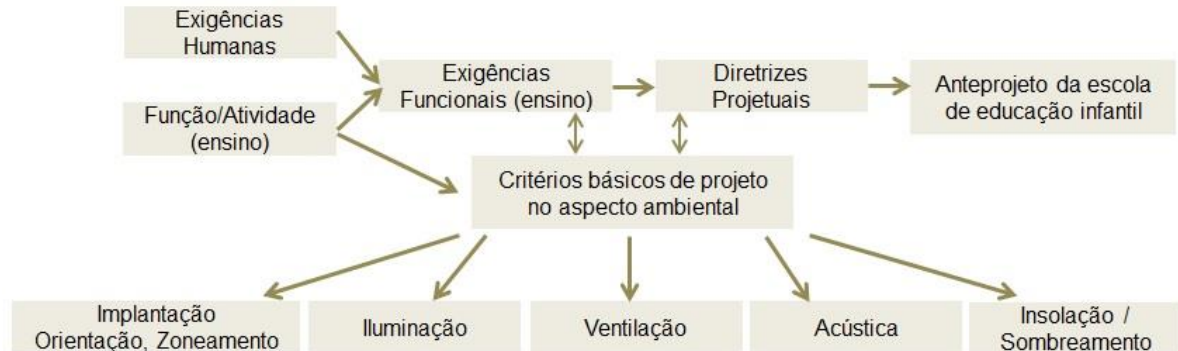
Segundo Almeida, Bragança e Souza (2006), a acústica é o fator importante na utilização dos espaços e deve ser compreendida como parte integrante do projeto arquitetônico. Níveis de ruído acima do recomendado podem causar desconforto, cansaço, irritabilidade, distúrbios digestivos, surdez aos usuários e nos edifícios escolares dificulta a concentração prejudicando o aprendizado. As principais variáveis do conforto acústico são: entorno (tráfego), a arquitetura (ambientes), o clima (ventilação, pluviosidade), orientação/implantação (materiais, mobiliários).

Algumas recomendações úteis para as salas de aulas: a) atingir tempo de reverberação entre 0,4s a 0,6s; b) evitar reflexões indesejáveis (ecos); c) evitar ruídos de equipamentos mecânicos; d) paredes com isolamentos acústicos e forros acústicos com NCR de 0,75 ou maior. As salas de aulas com reverberação e ruído em excesso interferem na inteligibilidade da fala, resultando na redução do entendimento, conseqüentemente na redução do aprendizado. E por se tratar de de crianças pequenas este problema é agravado, já que são incapazes de preencher lacunas, quando perdem algumas palavras pronunciadas pela professora. O melhor modo de resolver problemas acústicos é evitá-los. Durante o processo de planejamento, os problemas acústicos podem ser solucionados, às vezes com uma diferente disposição dos mesmos materiais de construção.

Com a intenção de proporcionar conforto térmico, luminoso e acústico aos usuários da escola de educação infantil foram aplicados alguns critérios conceituais importantes nas decisões projetuais (esquema 04). Encontrar o “equilíbrio” nas aberturas constitui um desafio, pois o aumento da abertura favorece a iluminação e ventilação, mas pode contribuir para ganho térmico, ofuscamento no plano de trabalho, além de favorecer a percepção de ruídos externos. Na busca deste equilíbrio algumas decisões devem ser acolhidas: aberturas grandes e

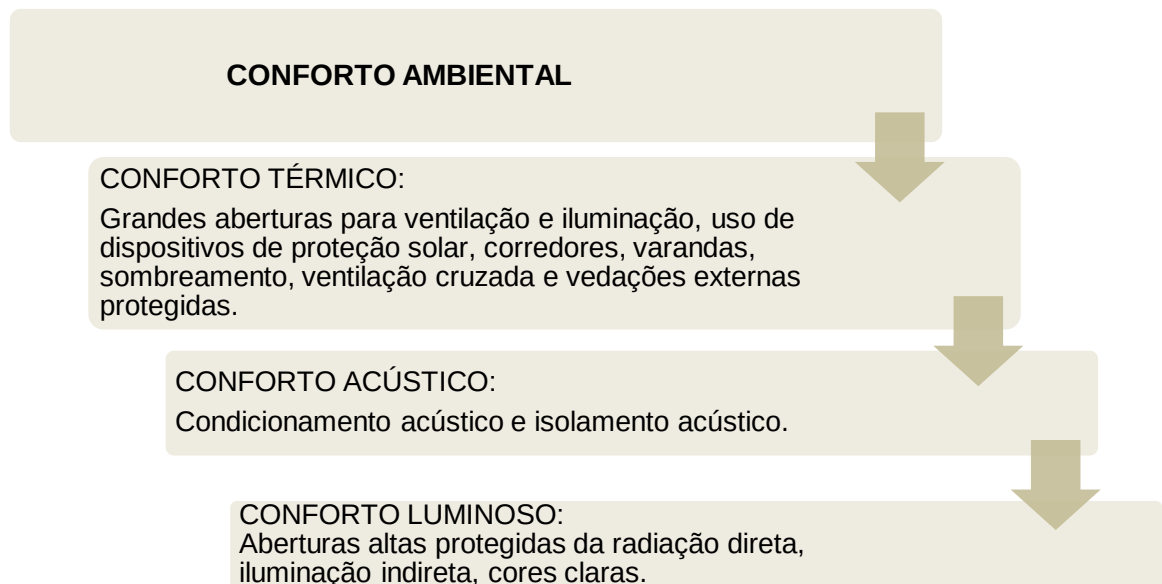
sombreadas, ventilação cruzada, iluminação artificial complementar, isolamento acústico (esquema 05).

Esquema 04: Critérios de decisões projetuais.



Fonte: Vianna, Gonçalves, 2001. Adaptado pela autora.

Esquema 05 – Resumo estratégias conforto ambiental.



Fonte – Autora, 2014.

As edificações devem estar inseridas no conceito de sustentabilidade, conceito abrangente que envolve vários aspectos ligados ao sítio, à sociedade, ao clima, a região e ao planeta. A elaboração de um projeto de arquitetura na busca por uma maior sustentabilidade deve considerar todo o ciclo de vida da edificação, incluindo seu uso, manutenção e sua reciclagem ou demolição. Entre alguns itens do edifício sustentável estão às questões de eficiência energética que na escola de educação infantil, deve ser atendida preferencialmente pelo uso abundante da

ventilação e iluminação natural. Acredita-se que esses fatores reduzam o consumo de energia elétrica na edificação, além de promover conforto térmico aos usuários, e não proporcionar choque térmico entre os ambientes internos e externos, condição importante para a saúde das crianças.

4. TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO E ARQUITETURA

Com o crescimento populacional e os avanços tecnológicos, a indústria da construção civil tem procurado sistemas mais eficientes de construção com o objetivo de aumentar a produtividade, diminuir o desperdício e atender a uma demanda crescente. No Brasil, a construção civil ainda é predominantemente artesanal, caracterizada pela baixa produtividade e grande desperdício. Nesse sentido, o uso do aço na construção civil vem surgindo como uma das alternativas para mudar o panorama do setor.

No Brasil, as primeiras décadas do século XX foram de avanços para a siderurgia, impulsionados pelo surto industrial. O Brasil tem hoje o maior parque industrial de aço da América do Sul; é o maior produtor da América Latina e ocupa o quinto lugar como exportador líquido de aço e nono como produtor de aço no mundo³. O setor é relativamente novo e passa por um processo de atualização tecnológica constante, está apto a entregar ao mercado qualquer tipo de produto siderúrgico. As indústrias estão distribuídas em vários estados, inclusive nos estados vizinhos ao RN, Ceará e Pernambuco, destacando-se o vale do aço no estado de Minas Gerais (figura 30).

Figura 30: Mapa dos estados brasileiros indicando as usinas siderúrgicas



Fonte: www.acobrasil.org.br/site/portugues/aco/parque.asp. Acesso em 12 nov. 2013.

³ Siderurgia no Brasil. Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br/site/portugues/aco/siderurgia-no-brasil--desenvolvimento.asp>. Acesso 12 nov. 2013

É importante ressaltar que para a aplicação de sistemas construtivos em aço, são necessários profissionais capacitados, projetos detalhados e integrados, minimizando perdas e prazos na construção. Nesse sentido o arquiteto tem papel fundamental como indutor do uso de novas técnicas e produtos.

Nesse contexto o Light Steel Framing (LSF) é um sistema construtivo de concepção racional, na qual a principal característica é o uso de perfis de aço galvanizado formado a frio, que são utilizados para composição de painéis estruturais e não-estruturais, vigas secundárias, vigas de piso, tesouras de telhado e demais componentes (figura 31). Por ser um sistema construtivo aberto, o LSF é composto por vários componentes e “subsistemas”, que vão além do estrutural, fundação, isolamento termoacústico, fechamento interno e externo e instalações elétricas e hidráulicas (FREITAS; CRASTO, 2006).

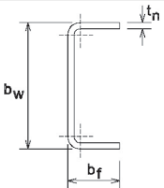
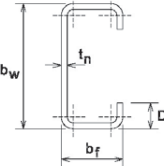
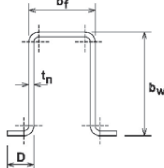
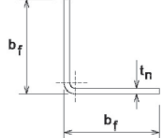
Figura 31: Steel Framing na arquitetura



Fonte: arcoweb.com.br/tecnologia/steel-framing-boas-respostas-17-12-2009.html.
Acesso em 12 nov. 2013.

Os perfis típicos para o uso em LSF são obtidos por perfilagem a partir de bobinas de aço galvanizado. A espessura da chapa varia de 0,80 até 3,0 mm (NBR 15253, 2005). As seções mais usadas para LSF são as com formato em “C” ou “U” (quadro 3).

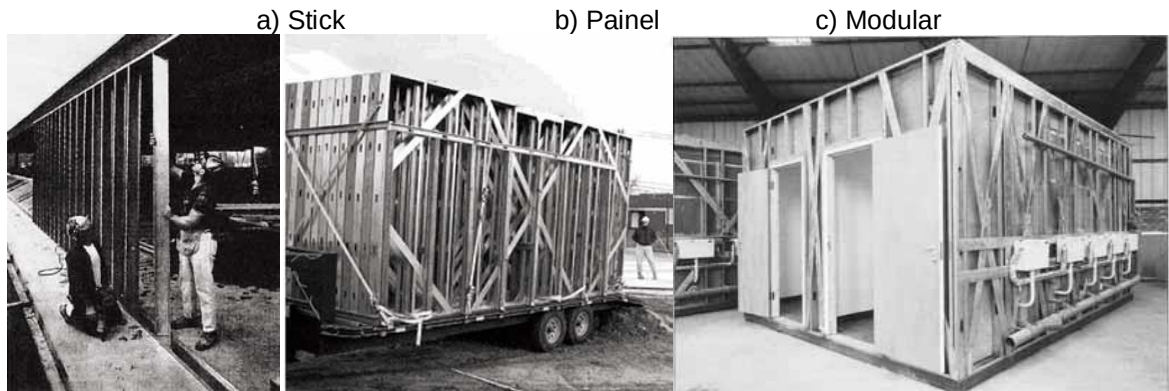
Quadro 3: Designação dos perfis de aço formados a frio para LSF

SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR 6355:2003	Utilização
	U simples $U \ b_w \times b_f \times t_n$	Guia Ripa Bloqueador Sanefa
	U enrijecido $Ue \ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga
	Cartola $Cr \ b_w \times b_f \times D \times t_n$	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais $L \ b_{f1} \times b_{f2} \times t_n$	Cantoneira

Fonte: NBR 15253, 2005

As construções em LSF são classificadas em três métodos de construção: Stick, painéis e modular. No método Stick os perfis, painéis, lajes, colunas, contraventamentos e tesouras são cortados e montados no local da obra (figura 32a). No método por painéis os elementos estruturais e não-estruturais, e demais componentes são pré-fabricados fora do canteiro de obra e apenas montados no local. Os painéis de fechamento e subsistemas também já podem vir conectados, agilizando assim o tempo da obra (Figura 32b). A construção modular são unidades completamente pré-fabricadas e podem ser entregues no local da obra com todos os acabamentos (figura 32c).

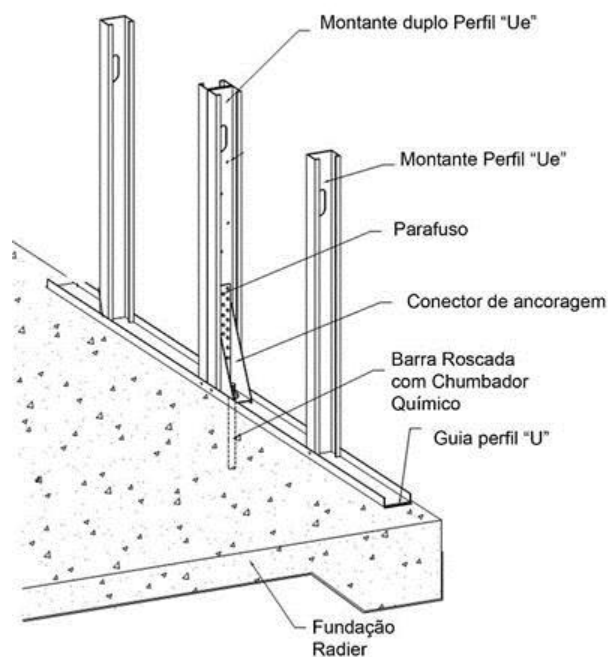
Figura 32: Método de construção LSF



Fonte: Freitas; Crasto, 2006.

Por ser uma estrutura leve, o LSF e componentes exigem bem menos da fundação. As fundações mais indicadas são laje radier e sapata corrida, a escolha vai depender da topografia, do tipo de solo, do nível do lençol freático e da profundidade do solo firme. Recomenda-se que o nível do contrapiso seja pelo menos 15cm mais alto do que o solo para evitar umidade. A fixação dos painéis acontece por meio de conectores de ancoragem parafusados (figura 33).

Figura 33: Fixação painéis LSF



Fonte: www.riberto.com.br. Acesso em 18 fev. 2014.

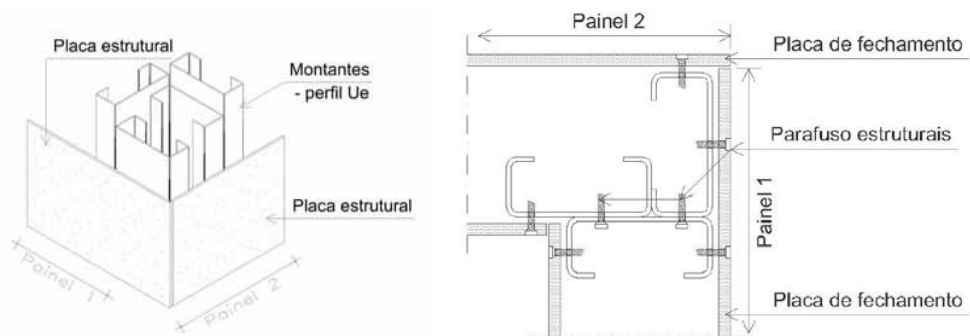
Para estabilização da estrutura em LSF o método mais usado é o contraventamento em “X”, que consiste usar fitas em aço galvanizado fixadas na face do painel (figura 34). No encontro de dois painéis que formam um canto, as placas devem sobrepor sobre o outro painel (figura 35).

Figura 34: Contraventamento em “x” painéis LSF



Fonte: Freitas; Crasto, 2006.

Figura 35: União de três montantes



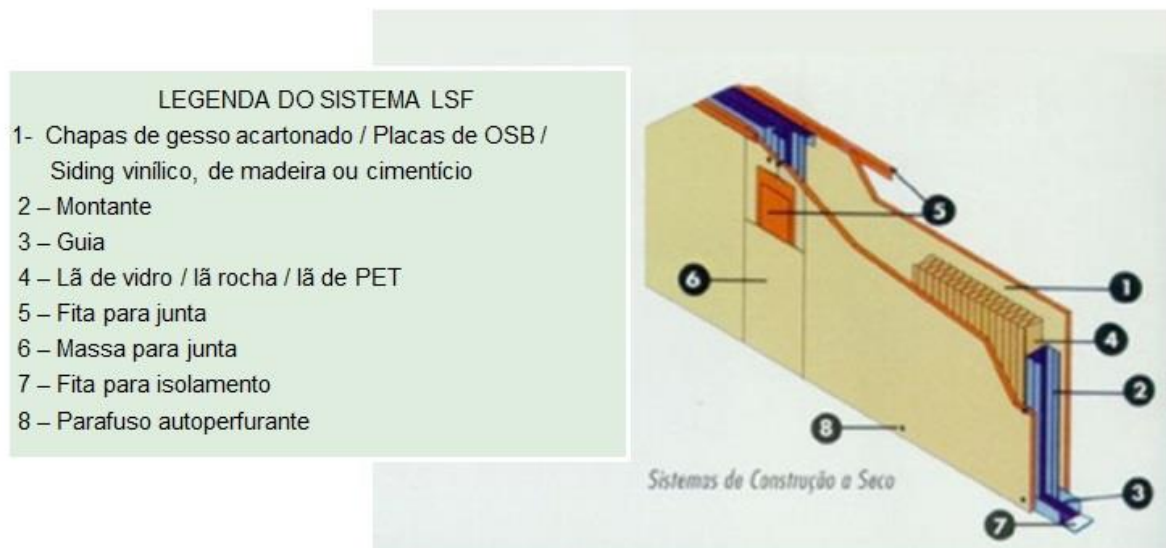
Fonte: Freitas; Crasto, 2006.

Os painéis são compostos por montantes de aço galvanizado, separados entre si de 400mm ou 600mm esta distância é definida com o cálculo estrutural e determina a modulação do projeto. O fechamento desses painéis pode ser feito por vários materiais, mas os mais usados são as placas cimentícias, placas de OSB (oriented strand board), “siding” vinílico, de madeira ou cimento e chapas de gesso acartonado. Os painéis não devem ficar em contato direto com a umidade do

piso, na montagem deve usar uma fita seladora que isola a umidade, proporciona o isolamento térmico e acústico.

Com relação ao isolamento termo acústico dos painéis em LSF é importante enfatizar que o conceito de massa não se aplica nesse sistema construtivo. Este conceito considera que os materiais de grande massa ou densidade são melhores isolantes. Os princípios de isolamento termo acústico em LSF baseiam-se em isolação multicamadas: massa-mola-massa, que consiste em combinar placas leves de fechamento afastadas, formando um espaço entre os mesmos, preenchido por material isolante (lã de vidro) e de acordo com a necessidade utiliza-se diversas combinações de isolantes ou espessura até atingir o desempenho desejado (figura 36).

Figura 36: Uso do isolante termo-acústico



Fonte: <http://www.isoline.com.br/sistema-drywall/consulta>. Acesso em 19 fev. 2014.

O sistema LSF possibilita várias soluções arquitetônicas para cobertura dos edifícios, permite coberturas inclinadas, com tesouras e treliças, substituindo o madeiramento por perfis galvanizados. As telhas podem ser cerâmicas, de aço, cimento e termo isolantes (figura 37).

Figura 37: Cobertura em LSF



Fonte: <http://www.metalica.com.br/upa-em-steel-frame>. Acesso em 19 fev. 2014.

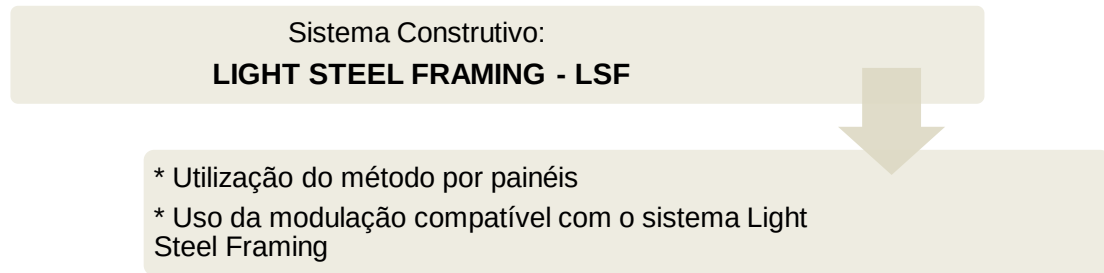
O LSF não impõe limitações à arquitetura, que pode explorar diferentes linguagens por isso é indicado para edifícios residenciais, institucionais, industriais, comerciais e serviços (figura 38). Nesse contexto foi o escolhido para a escola de educação infantil por se enquadrar nos conceitos estudados: modulação e flexibilidade e atender a proposta de versatilidade, redução de desperdício de material, rapidez de construção, custo competitivo, sustentabilidade e vantagens em relação ao desempenho acústico e térmico (esquema 06).

Figura 38: Centro de pesquisas da petrobras (cenpes), rio de janeiro, do arquiteto siegbert zanettini.



FONTE: www.scielo.br. Acesso em 06 dez. 2013.

Esquema 06 – Considerações sobre o sistema construtivo.



Fonte – Autora, 2014.

5. ESTUDOS DE REFERÊNCIA

Os estudos de referência visam contribuir com dados para o melhor entendimento das questões projetuais do anteprojeto da escola de educação infantil. Nesse contexto, foram escolhidos projetos por se assemelharem com o tema proposto, sendo avaliados itens como: uso, funcionalidade, programação arquitetônica, dimensionamento, sistema construtivo e conforto ambiental, dentre outros. Então foram utilizados dois tipos de referências para o desenvolvimento desse trabalho: indireto e direto.

5.1 ESTUDOS DE REFERÊNCIA INDIRETOS

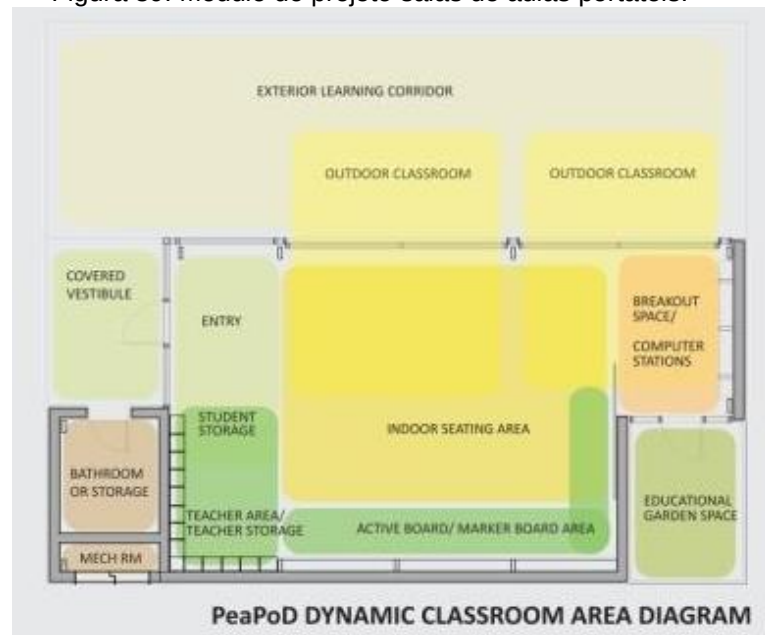
Os estudos dos projetos apresentados a seguir foram realizados indiretamente, através de pesquisas na internet, em sites de concursos de projetos; constituindo-se referências internacionais.

5.1.1 SALAS DE AULAS PORTÁTEIS – PEAPOD

Este projeto de salas de aulas portáteis foi pesquisado na internet, e não foram encontradas muitas informações sobre: o desenvolvimento da proposta, autor do projeto ou escritório responsável. Mesmo assim, foi escolhido, pois esta proposta apresenta características que devem ser aplicadas na escola de educação infantil, como: a variedade de possibilidades de agrupamentos dos “módulos” e de arranjos dos mobiliários das salas de aulas, as vedações (painéis) possibilitam a ventilação cruzada e a iluminação natural, o sistema construtivo utilizado auxilia na rapidez da execução da obra e permite que os módulos sejam portáteis, podendo ser montado em um local e depois reaproveitado em outro, de acordo com a necessidade.

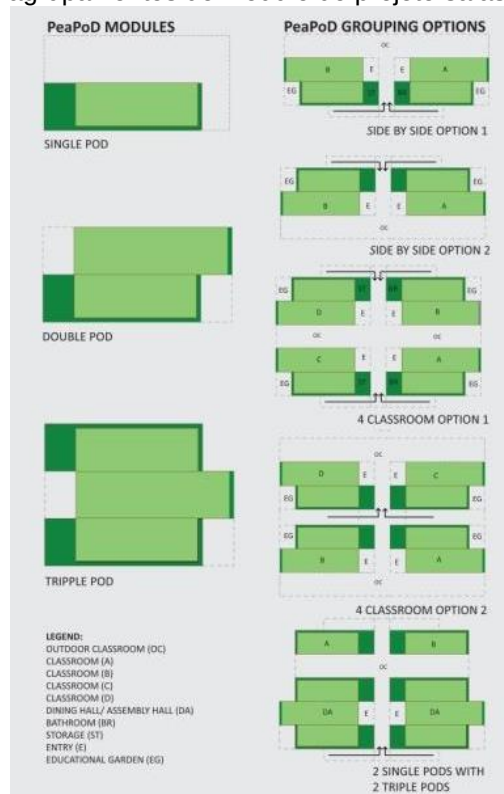
As salas de aulas portáteis são formadas por um “módulo” composto por: hall, sala de aula com área para destinada a informática, banheiro e solário com plantio de hortaliças (figura 39). Este módulo pode ser agrupado em várias possibilidades, de acordo com a topografia e ou dimensionamento do terreno e condições ambientais locais (figura 40). O espaço das salas de aulas também oferecem vários arranjos para o mobiliário (figura 41).

Figura 39: Módulo do projeto salas de aulas portáteis.



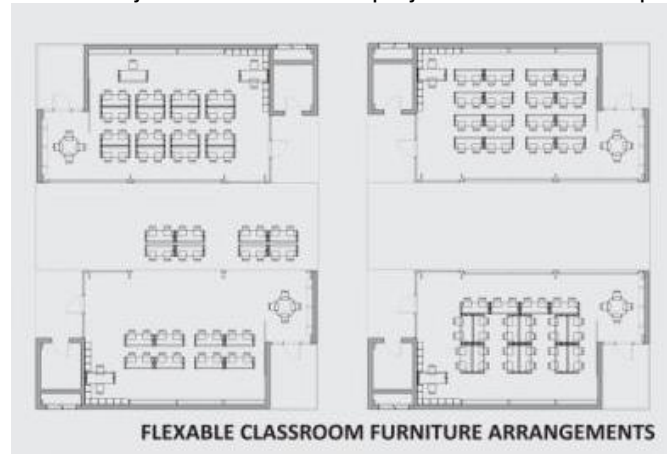
Fonte: http://concursosdeprojeto.files.wordpress.com/2009/09/3598_01_mainboard_01.jpg. Acesso em 7 jul. 2013, adaptado pela autora.

Figura 40: Vários agrupamentos do módulo do projeto salas de aulas portáteis.



Fonte: http://concursosdeprojeto.files.wordpress.com/2009/09/3598_01_mainboard_01.jpg. Acesso em 7 jul. 2013, adaptado pela autora.

Figura 41: Arranjos do mobiliário do projeto salas de aulas portáteis.

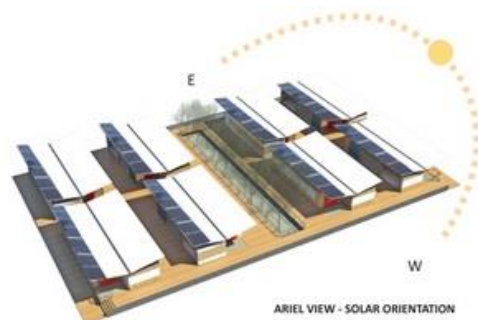


Fonte: http://concursosdeprojeto.files.wordpress.com/2009/09/3598_01_mainboard_01.jpg. Acesso em 7 jul. 2013, adaptado pela autora.

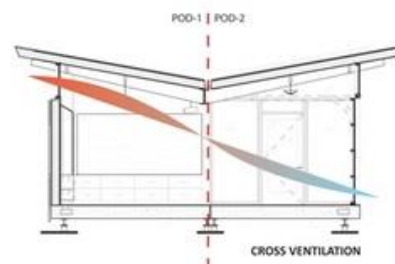
Nos Estados Unidos, a função principal das salas de aula portáteis tem sido fornecer espaços educativos adicionais às instalações escolares existentes. São amplamente usadas porque oferecem custos reduzidos com relação às de construção convencional, fornecem soluções de curto prazo e podem ser aproveitadas em outros locais. A implantação deve obedecer a topografia do terreno e os condicionantes climáticos (figura 42 a), o sistema construtivo utilizado é Light Steel Framing e o fechamento com painéis opacos e translúcidos possibilitam várias soluções, podem ser removíveis, permitir a visibilidade, privacidade e controle de ventilação e iluminação (figura 42 b, c).

Figura 42: Projeto salas portáteis

a) Implantação



b) Ventilação cruzada



Cont.Figura 42: Projeto salas portáteis

c) Painéis – várias soluções de uso



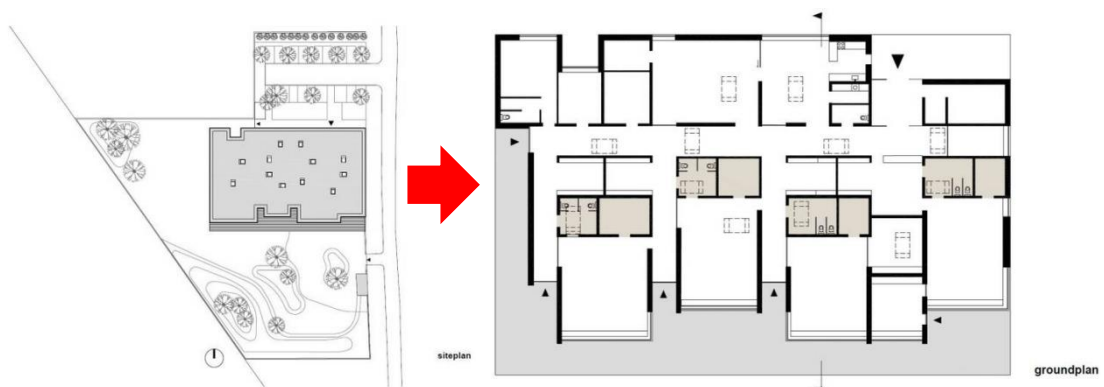
Fonte: http://concursosdeprojeto.files.wordpress.com/2009/09/3598_01_mainboard_01.jpg. Acesso em 7 de jul. 2013.

5.1.2. JARDIM DE INFÂNCIA – BUNGERLAND – ÁUSTRIA

O projeto do Jardim de Infância resultou de um concurso em 2009 que teve como vencedor o escritório austríaco SOLIDarchitecture. Localizado em Burgenland – Áustria, a área do terreno é de 4680 m² e a área construída de 1240 m². A obra foi concluída em 2010. Um dos objetivos do concurso era selecionar um projeto que permitisse ampliações, sem que houvesse interrupções no dia-a-dia das atividades.

Os acessos e estacionamento ficam do lado norte, os espaços abertos nas faces sul e oeste são reservados exclusivamente para as crianças, totalmente livres do tráfego. Observa-se a circulação linear e confinada que não se adequa ao nosso clima quente e úmido (figura 43).

Figura 43: Implantação Jardim de Infância - Bungereland



Fonte: <http://concursosdeprojeto.org/2012/06/16/jardim-de-infancia-austria-solid/#jp-carousel-19267>. Acesso em 7 jul. 2013.

A relação entre iluminação natural e o espaço arquitetônico é um elemento essencial do projeto. Na face sul as salas de aula se destacam do conjunto edificado, com grandes áreas em vidro, que permitem o máximo aproveitamento da iluminação natural. As dimensões dos espaços são adaptáveis e os limites entre interior e exterior são facilmente modificados. Cada sala de aula é equipada com banheiros e solários protegidos com brises móveis (figura 44 a, b, c, d).

Figura 44: Jardim de Infância – Bungereid

a) Iluminação natural nas salas de aulas b) Integração ambientes através dos painéis



c) sala de aula – percepção exterior

d) solário- brises



Fonte: <http://concursosdeprojeto.org/2012/06/16/jardim-de-infancia-austria-solid/#jp-carousel-19275>, acesso em 7 de julho de 2013.

5.1.3. PROINFÂNCIA

O Programa Nacional de Reestruturação e Aparentagem da Rede Escolar Pública de Educação Infantil (PROINFÂNCIA), já citado anteriormente, foi criado pelo governo federal (MEC e FNDE), faz parte das ações do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), e atualmente integra a segunda etapa do Programa de Aceleração do Crescimento - PAC 2, visa aprimorar a infraestrutura escolar, referente ao ensino infantil, tanto na construção das escolas, como na implantação de equipamentos e mobiliários adequados.

As escolas de educação infantil são destinadas a crianças na faixa etária de 0 a 5 anos e 11 meses, distribuídos em: pré-escola – para crianças de 4 até 5 anos e 11 meses e creche - para crianças de 0 até 4 anos de idade, sendo: creche I – 0 até 18 meses; creche II – 18 meses até 3 anos; creche III – 3 anos até 4 anos;

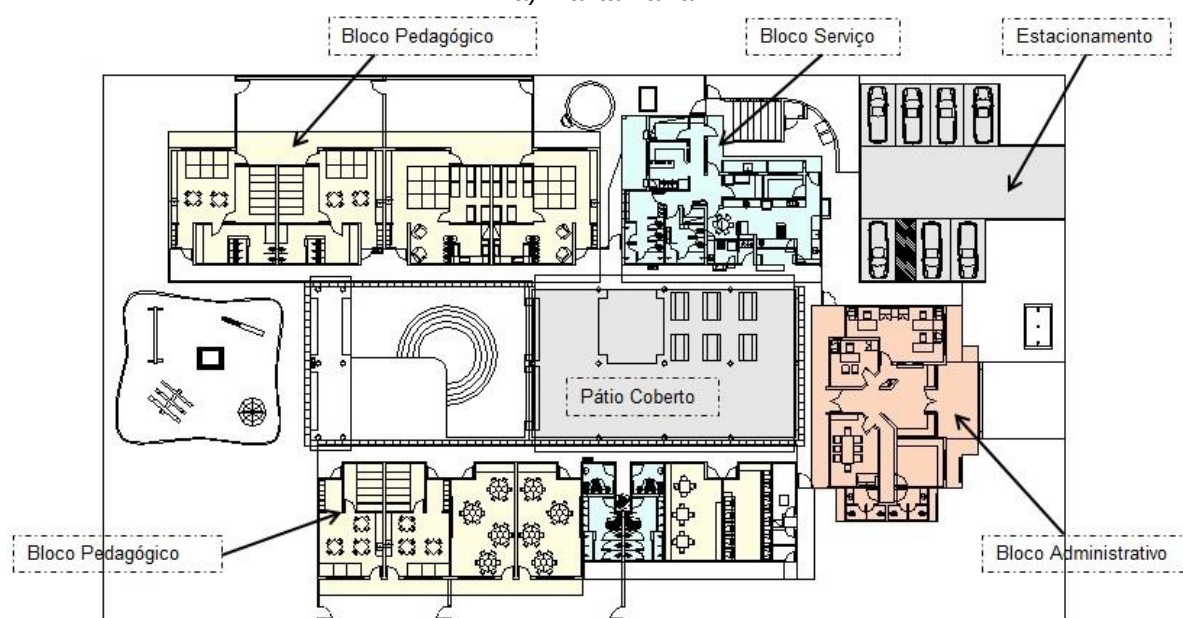
O programa oferece três tipos de projetos: “tipo A”, “tipo B” e “tipo C”, sendo que o “tipo A” não tem um projeto definido e deve ser desenvolvido pelo município interessado e aprovado pelo MEC. Os projetos padrão “tipo B” e “tipo C”, seguem as recomendações descritas no documento “Parâmetros Básicos de Infra-estrutura para Instituições de Educação Infantil” (MEC, 2006) elaborado pelo Ministério da Educação. Conforme o memorial que acompanha o projeto, o partido arquitetônico adotado foi baseado nas necessidades de desenvolvimento da criança, tanto no aspecto físico, psicológico, como no intelectual e social, também foram levadas em consideração as grandes diversidades que têm no país, fundamentalmente em aspectos ambientais, geográficos e climáticos, em relação às densidades demográficas, os recursos socioeconômicos e os contextos culturais de cada região.

O projeto-padrão “tipo B” atende 120 crianças em período integral ou até 240 crianças em dois turnos, o terreno mínimo solicitado é de 40,00 x 70,00m, com superfície plana ou declividade máxima de 3%, localizado em área urbana, abastecido por água e energia elétrica e área de construção de 1.118,48m².

Conforme o memorial descritivo, o programa de necessidades foi distribuído em 06 blocos distintos, térreos, conforme a função, interligados por circulação coberta: bloco de administração da creche, bloco de serviços, 02 blocos pedagógicos, bloco multiuso, pátio coberto, anfiteatro e playground. O bloco pedagógico é formado por 8 salas: sendo 2 salas para creche I, 02 salas para creche II, 02 salas para creche III e 02 salas para a pré-escola. O bloco multiuso possui 01 sala de informática e 01 sala de multiuso (figura 45 a, b).

Figura 45: Proinfância “tipo B”.

a) Planta Baixa



Fonte: <http://www.fnade.gov.br/programas/proinfancia/proinfancia-projetos-arquiteticos-para-construcao/proinfancia-tipob>. Acesso em 4 maio 2012, adaptado pela autora.

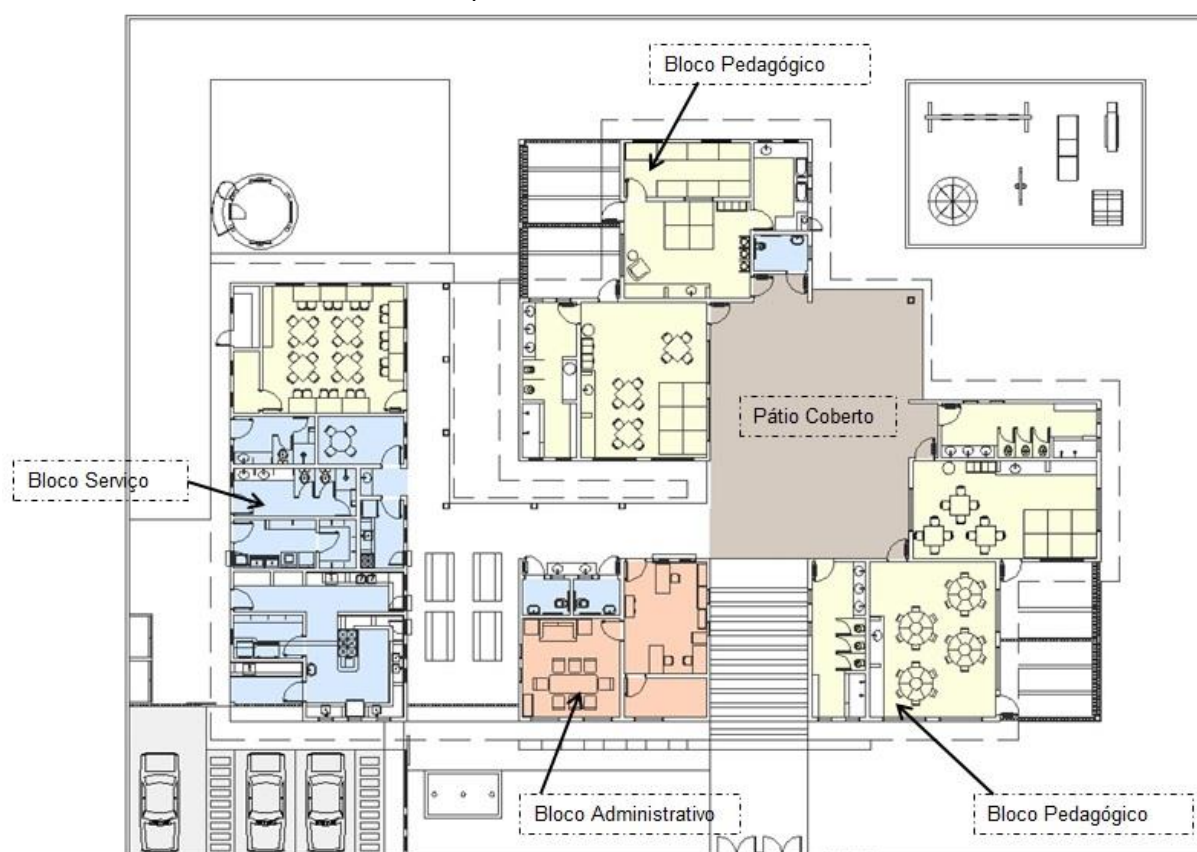
b) Fachada



Fonte: <http://www.fnade.gov.br/programas/proinfancia/proinfancia-projetos-arquiteticos-para-construcao/proinfancia-tipob>. Acesso em 4 maio 2012.

O projeto-padrão “tipo C” do PROINFÂNCIA tem capacidade de atendimento de até 120 crianças, em dois turnos (matutino e vespertino), e 60 crianças em período integral. O terreno retangular com medidas de 35m de largura por 45m de profundidade e declividade máxima de 3%. Localizado em área urbana, abastecido por água e energia elétrica e área de construção de 553,00m². O programa foi distribuído em 04 blocos: bloco administrativo, bloco de serviços e 02 blocos pedagógicos. O bloco pedagógico é formado por 4 salas: uma sala para cada turma. O bloco multiuso possui 1 sala de multiuso (figura 46 a, b).

Figura 46: Proinfância “tipo C”.
a) Planta Baixa



Fonte: <http://www.fnade.gov.br/programas/proinfancia/proinfancia-projetos-arquiteticos-para-construcao/proinfancia-tipoc>. Acesso em 4 maio 2012, adaptado pela autora.

b) Fachada



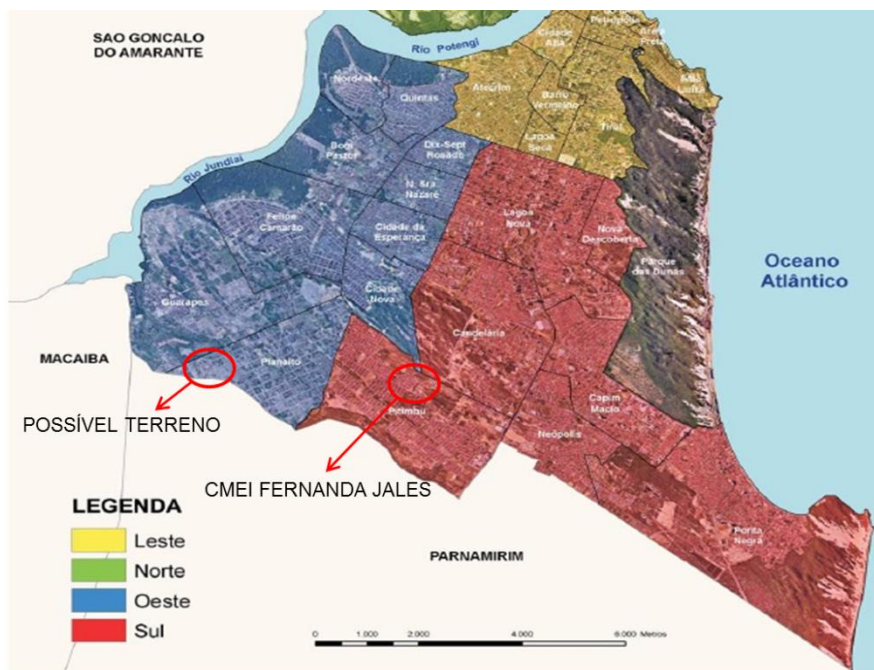
Fonte: <http://www.fnde.gov.br/programas/proinfancia/proinfancia-projetos-arquiteticos-para-construcao/proinfancia-tipoc>. Acesso em 4 maio 2012.

5.2 ESTUDO DIRETO – CMEI PROF^a FERNANDA JALES

O estudo de referência direto refere-se ao edifício escolar, denominado CMEI Prof^a Fernanda Jales, construído através de financiamento com o governo federal pelo projeto-padrão “tipo B” do PROINFÂNCIA através do FNDE, está localizado no bairro de Pitimbu, na zona administrativa sul do município de Natal. A construção durou aproximadamente 10 meses e foi inaugurado em outubro de 2011.

Este equipamento foi escolhido para realizar o estudo direto, por ser o projeto padrão “tipo B”, com maior capacidade de alunos e o bairro de Pitimbu ficar localizado vizinho ao bairro Planalto, onde se encontra o possível terreno para a implantação do anteprojeto da escola de educação infantil (figura 47).

Figura 47: Mapa de localização dos bairros Planalto e Pitimbu.



Fonte: SEMURB, 2008, adaptado pela autora, 2013.

No CMEI Prof^a Fernanda Jales, a avaliação realizada foi inspirada na Avaliação Pós Ocupação (APO), embora sem a utilização de todos os procedimentos que são recomendados. O foco da análise foram os aspectos construtivos, conforto ambiental, funcionalidade, programa de necessidades e dimensionamento dos ambientes, com utilização do *walkthrough*, com estudos na documentação gráfica (projeto arquitetônico) e documentação por fotografias. O *walkthrough* é o método de análise que combina simultaneamente a observação com entrevista, muito utilizada na avaliação de desempenho do ambiente construído e na programação arquitetônica (RHEINGANTZ, et al, 1997)

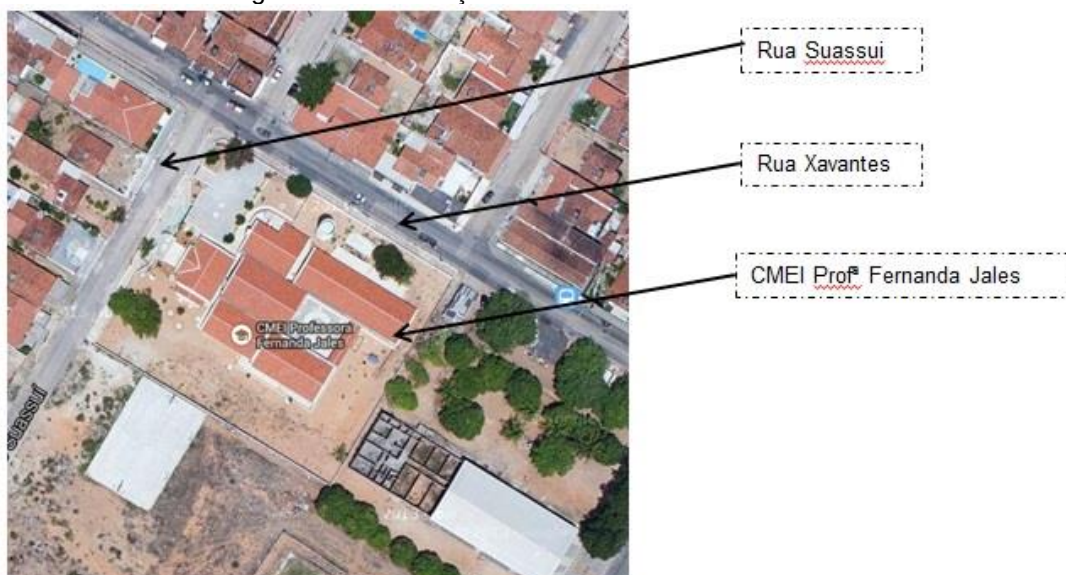
Na busca de formas para avaliar as necessidades e desejos dos usuários, como forma de contemplá-los no processo de projeção, a avaliação pós-ocupação (APO) é uma importante ferramenta na medida em que identifica fatores positivos e negativos do uso, levando em consideração tanto o ponto de vista dos técnicos quanto à satisfação dos usuários (ROMERO, ORNSTEIN, 2003).

Para avaliação foram realizadas várias visitas ao local em horário de funcionamento e outras em período de greve dos professores, foram feitas

entrevistas com a diretora Danielle Queiroz, professoras e funcionários, além de registros fotográficos.

Implantado em terreno de esquina com dimensões retangulares 40,00 x 70,00m e topografia plana (figura 48), a edificação possui 1.323,58m² de área construída. A escola dispõe de 8 salas de aula (sendo 02 destinadas a cada nível), sala multiuso, laboratório de informática (foi transformado em sala de aula), sala de professores, secretaria, diretoria, cozinha, lactário, serviço, pátio coberto, anfiteatro, *play ground*, guarita, wcs infantis adaptados PNE, wcs adultos adaptados PNE e vestiários, dimensionado para atender 120 crianças em tempo integral ou 240 crianças em turnos alternados, de 0 a 5 anos, atualmente atende 254 crianças e tem lista de espera com mais de 66 crianças segundo informações da diretora Danielle Queiroz.

Figura 48: Localização do CMEI Profª Fernanda Jales



Fonte: Google maps, adaptado pela autora, 2013

Atualmente a escola possui 18 professores, 06 auxiliares, 01 cozinheira, 02 auxiliares de cozinha, 04 porteiros, 04 vigias, 01 coordenadora pedagógica, 01 secretária, 01 diretora e 01 vice-diretora. Apesar de a edificação contar com vigia no período noturno e nos finais de semana a escola não disponibiliza seu espaço para a comunidade. O horário de funcionamento da escola é de 7:00 h às 17:00 h.

A metodologia de ensino utilizada no CMEI é a Sócio Interacionista (Piaget / Vygotsky), as crianças são distribuídas por faixa etária (quadro 04):

Quadro 4: Distribuição de alunos por faixa etária

Nº ambiente	Ambiente	Quant. Alunos	Faixa Etária
02	Creche I	12	01 a 02 anos
02	Creche II	15	02 a 03 anos
03	Creche III	15	03 a 04 anos
02	Pré-escola	20	04 a 05 anos

Fonte: Autora, 2013

As crianças da creche I permanecem tempo integral na escola, os demais níveis apenas por um período, a escola adaptou a sala de informática para inserir mais uma turma de aula (creche III). As crianças seguem as seguintes rotinas descritas abaixo (quadros 5 e 6).

Quadro 5: Rotina alunos creche I

ROTINA DA CRECHE I	
HORÁRIO	ATIVIDADE
7:00	CHEGADA - ACOLHIMENTO
7:30	DESJEJUM (REFEITÓRIO)
8:00	RODA DE SOCIALIZAÇÃO
8:30	ATIVIDADE EXTERNA (FORA SALA AULA)
9:10	BANHO
10:10	ALMOÇO
10:45	HIGIENE
11:00	REPOUSO
12:00	FILME DVD
13:30	RODA
14:00	LANCHE
15:00	ATIVIDADE
15:30	BANHO
16:00	JANTAR
16:30	HIGIENE + REORGANIZAÇÃO
17:00	SAÍDA

Fonte: Autora, 2013

Quadro 6: Rotina alunos creche II, III e Pré-escola

ROTINA DA CRECHE II, III E PRÉ-ESCOLA	
HORÁRIO	ATIVIDADE
7:00 / 13:00	CHEGADA - ACOLHIMENTO
7:30 / 13:30	ALIMENTAÇÃO (REFEITÓRIO)
8:00 / 13:30	RODA DE SOCIALIZAÇÃO
8:30 / 14:00	ATIVIDADE EXTERNA (FORA SALA AULA)
9:10 / 15:10	ATIVIDADE SALA DE AULA
10:10 / 16:10	ALIMENTAÇÃO (REFEITÓRIO)
10:45 / 16:45	HIGIENE
11:00 / 17:00	SAÍDA

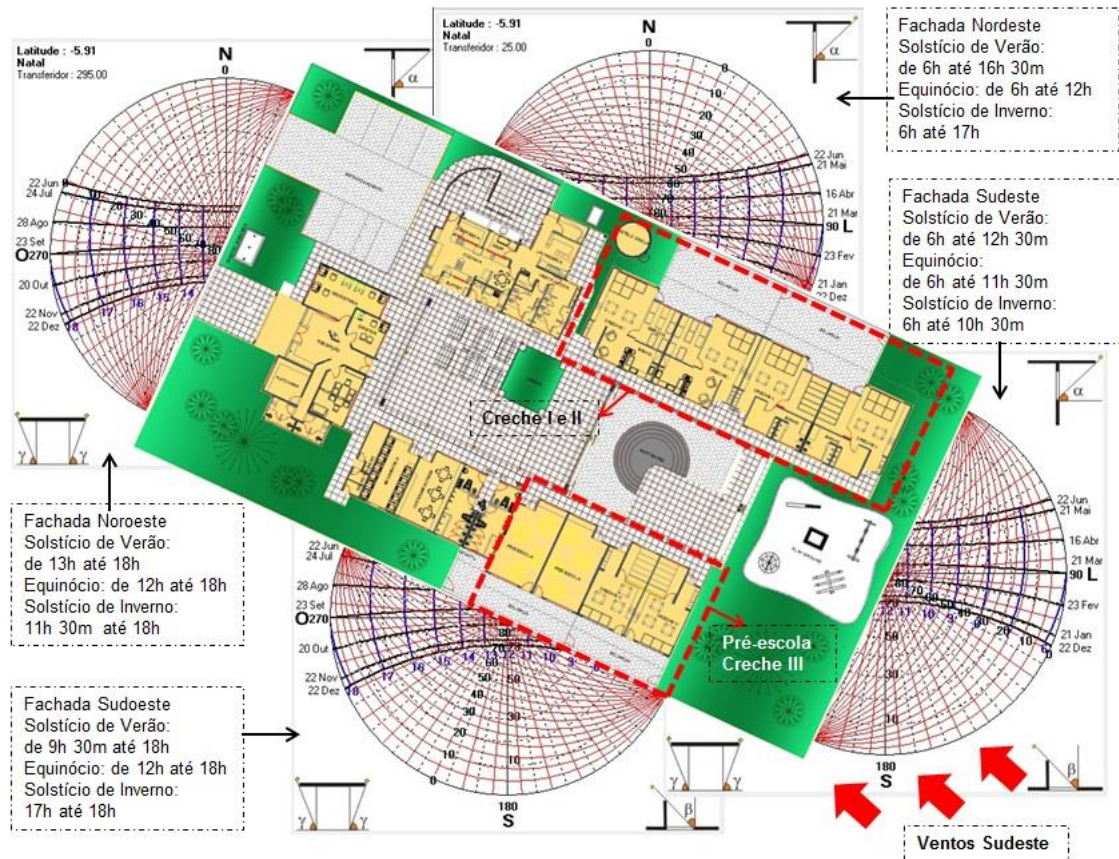
Fonte: Autora, 2013

O CMEI Fernanda Jales está localizado no bairro de Pitimbu, zona sul do município de Natal, no cruzamento da Avenida Xavantes (via coletora I) com a rua Suassui (via local), o acesso a edificação é pela via local. De acordo com o Plano Diretor de Natal – PDN (Prefeitura Municipal de Natal, 2007), o lote enquadra-se na zona de adensamento básico e o coeficiente de aproveitamento básico é de 1,2. O terreno tem 2.800,00m², podendo construir até 3.360,00m² de área edificada, respeitando o recuo frontal de 3,00m, podendo colar lateral e fundo no pavimento térreo e área permeável de 20% da área do terreno. O Código de Obras e Edificações do Município de Natal – (Prefeitura Municipal de Natal, 2004), regulamenta o número de vagas de estacionamento para automóveis por estabelecimento, nesse caso 1 vaga / 90m² de área construída. A edificação é do projeto PROINFÂNCIA tipo B, possui 1.323,58m² de área construída em pavimento térreo, obedece aos recuos, área permeável e tem 7 vagas de estacionamento para automóveis (sendo 01 destinada aos PNE), mas pelo Código de Obras precisaria de 15 vagas de estacionamento.

A implantação da edificação é do tipo “pátio” as salas de aula e demais ambientes voltados para um espaço central, esta disposição favorece o fluxo, a visibilidade e a orientabilidade das crianças, pais e funcionários, fator favorável no edifício escolar.

A análise da insolação através da carta solar revela que os ambientes da creche I e II, e seus respectivos repouso e solários recebem sol na maior parte do dia, impossibilitando o uso do solário principalmente no turno vespertino, já que o mesmo não contempla cobertura nem outro tipo de proteção solar (figura 49).

Figura 49: Estudo da carta solar no CMEI Fernanda Jales



Fonte: Autora, 2014

Com relação à ventilação, os ambientes da pré-escola e creche III, recebem os ventos predominantes sudestes e os ambientes da creche I e II, e seus respectivos repouso e solários estão com a ventilação desfavorável. Os ambientes são bem iluminados naturalmente. O entorno da edificação é predominantemente residencial com edificações térreas. Observou-se que na Avenida Xavantes por ser via coletora possui muito tráfego de veículos leves e pesados, produzindo muito ruído para escola.

Na análise do programa de necessidades e funcionalidade da edificação verificaram-se alguns aspectos relevantes, a ausência de banheiros infantis nas salas de creches III e pré-escola; a lavanderia do bloco de serviço é superdimensionada, não há demanda de lavagem de roupa, as crianças trazem seus pertences de casa, a utilização da mesma é para atender as necessidades da higienização da escola; a utilização do anfiteatro fica prejudicada devido à ausência de cobertura, devido a insolação direta e chuva, além da ausência de drenagem para o piso da quadra; a circulação do setor administrativo não permite acesso ao cadeirante (figura 50).

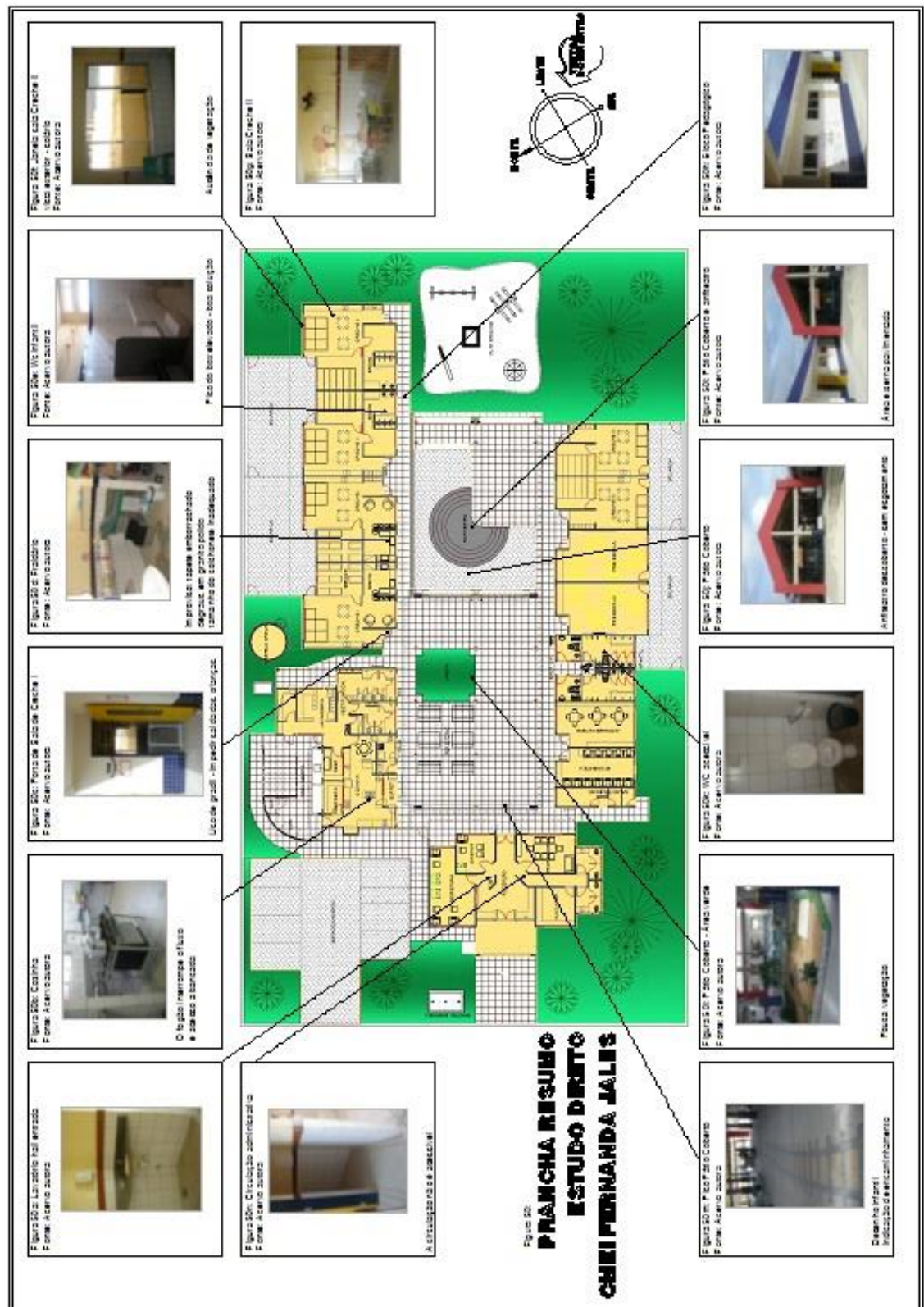
Na sua maioria os ambientes são bem dimensionados, possuem boa iluminação e ventilação natural. O solário do bloco pedagógico do lado sudoeste recebe sol da tarde e não tem proteção solar dificultando assim o seu uso.

Diante da importância dos espaços livres nas escolas infantis para o desenvolvimento das crianças, a pesquisa (ELALI, 2003) analisou entre outros aspectos o uso das áreas livres em cinco escolas da cidade de Natal e detectou que 30% das escolas dispõem de espaços arborizados e disponibiliza para jogos e brincadeiras e aproximadamente 20% contam com áreas livres sem arborização. Ainda foi constatado que as escolas priorizam a impermeabilização destas áreas com cerâmica, pedra ou cimentado para facilitar a manutenção. Neste CMEI também identificamos a ausência de áreas arborizadas e gramadas e a presença das áreas livres impermeabilizadas (figura 50).

O sistema construtivo é em estrutura de concreto com fechamento em alvenaria de blocos cerâmicos de 8 furos, rebocada e pintadas ou com revestimento cerâmicos até meia parede nas circulações e áreas externas. As vigas do pátio coberto são superdimensionadas. Esse fator proporciona custo desnecessário à execução da obra. Esse tipo de sistema construtivo não permite flexibilidade nos ambientes dificultando a adaptabilidade do uso nos ambientes.

Algumas alterações no projeto-padrão do PROINFÂNCIA “tipo B”, foram realizadas no ano de 2013, identificaram-se mudanças no setor administrativo corrigindo a circulação de acesso aos wc’s. A cobertura do pátio em estrutura

metálica. Assim como a solução da cobertura entre o pátio e a circulação das salas evitando molhar com a chuva. No site do programa também se encontra a opção “Metodologia Inovadoras” onde o município pode optar pelo sistema construtivo, sendo oferecidas as seguintes metodologias construtivas: tecnologia painel wall system, tecnologia concreto/ PVC – Global Housing System e Tecnologia Light Steel Framing (LSF).

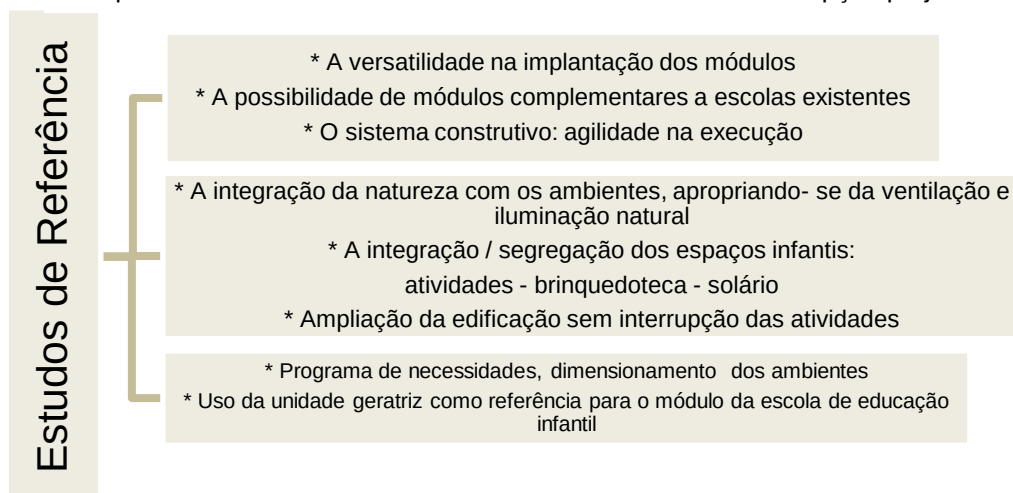


5.3 ANÁLISE DOS ESTUDOS DE REFERÊNCIA INDIRETOS E DIRETOS

Diante da análise dos estudos de referência indiretos e direto, alguns fatores foram observados e terão rebatimento na proposta do anteprojeto de escola de educação infantil (esquema 07). Estes são citados de acordo com a particularidade escolhida, por projeto estudado.

No estudo do projeto das salas de aula portáteis (PEAPOD), serão aplicados: o uso do módulo com várias possibilidades de agrupamentos; o sistema construtivo Light Steel Framing, oferece rapidez na execução da obra e redução de desperdício, a implantação em um local e depois a relocação para outro lugar, conforto térmico e acústico para os usuários, a utilização de painéis flexíveis permitem a ventilação cruzada. No caso do projeto de infância em Bungereland, os itens rebatidos são: a iluminação natural dos ambientes das salas de aulas, a apropriação da natureza nos ambientes de ensino, a integração e segregação dos espaços através de painéis móveis. No projeto PROINFÂNCIA “tipo B” serão utilizados: o programa de necessidades, o dimensionamento dos ambientes e os espaços de creche II, repouso e solário como base geratriz para referência do “módulo” da escola de educação infantil.

Esquema 7 – Rebatimento dos estudos de referência na concepção projetual.



Fonte: Autora, 2014.

6. PARTIDO ARQUITETÔNICO

Este capítulo tem a intenção de explicar o processo de projeção do anteprojeto da escola de educação infantil. Segundo Neves (1989), o partido na arquitetura é a ideia inicial da solução projetual, por isso é de extrema importância à formulação correta das diretrizes de projeto, disso depende o bom desempenho da edificação e sua vida útil.

Nesse sentido, o tema escolhido é escola de educação infantil, o público alvo são crianças de 0 a 6 anos, professores, funcionários, pais ou responsáveis, com capacidade para atender 120 crianças em turno integral ou 240 crianças em dois turnos, 18 professores e 20 funcionários. O documento, Parâmetros básicos de infra-estrutura para instituições de educação infantil (MEC, 2006) recomenda que o número máximo de alunos seja de 150 por turno e que a edificação seja preferencialmente térrea. A função principal da edificação é atender os objetivos educacionais, através do método pedagógico, atividades de aprendizagem, socialização e estimulação, leitura e atividades extracurriculares com a participação da comunidade.

Diante da problemática já exposta do déficit de vagas para essa faixa etária da população e dos estudos realizados sobre a arquitetura escolar, os conceitos, estudos de referência direto e indiretos, estudo de caso: CMEI Profª Fernanda Jales, conforto ambiental e sistema construtivos, surgiu à proposta de um anteprojeto de escola de educação infantil constituída por módulos – unidades autônomas, mas que quando conectados possam compor uma edificação completa de ensino infantil.

6.1 PROGRAMAÇÃO ARQUITETÔNICA E PRÉ-DIMENSIONAMENTO

Na elaboração de programação de ambientes de ensino, Kowaltowski (2011) indica a importância de reunir informações relativas a dados técnicos (legislação, conforto ambiental, técnicas construtivas, etc) e aspectos conceituais (estudos de referência).

Nessa etapa foi usado como consulta o documento Parâmetros básicos de infra-estrutura para instituições de educação infantil (MEC, 2006) , referência para escolas infantil, projetos do PROINFÂNCIA “tipo B e C” e o estudo de caso APO realizada no CMEI Fernanda Jales, projeto do PROINFÂNCIA “tipo B” onde a observação e análise dos ambientes influenciaram na organização e distribuição dos ambientes.

O programa foi agrupado por setores: administrativo, pedagógico, vivência e serviços (quadro 08).

Quadro 07 – Setores da escola de educação infantil.

SETOR ADMINISTRATIVO	
ESPERA – SECRETARIA - DIREÇÃO – S. PROFESSORES – ALMOXARIFADO - ARQUIVO	
SETOR PEDAGÓGICO	
CRECHE I, II, III e PRÉ-ESCOLA – REPOUSO – ATIVIDADES - SOLÁRIO – MULTIUSO – WC’S	
SETOR VIVÊNCIA	
PÁTIO COBERTO – ÁREA VERDE – PLAY GROUND	
SETOR SERVIÇO	
COZINHA – REFEITÓRIO – LACTÁRIO – SERVIÇO – DML – VESTIÁRIOS - WC’S	

Fonte – Autora, 2014.

O dimensionamento dos ambientes da escola de educação infantil foi estabelecido com relação ao número de usuários e atividades desenvolvidas, também foram obedecidos os especificados pelo documento: Referência Para Escolas Infantil (MEC) e análise do projeto PROINFÂNCIA “tipo B” (quadro 09).

Quadro 08 – Programa de necessidades e dimensionamento por setores.

SETOR ADMINISTRATIVO						
ATIVIDADES	USUÁRIOS	ESPAÇOS	PROINFÂNCIA TIPO B		PROPOSTA	
			QUANTIDADE	ÁREA (m²)	QUANTIDADE	ÁREA (m²)
Chegada e saída, informações	Crianças Responsáveis Funcionários Fornecedores	ESPERA	01	17,19	01	21,21
Atendimento ao público Atividades burocráticas	Crianças Responsáveis Funcionários Fornecedores	SECRETARIA	01	24,23	01	20,95
Atendimento as famílias, funcionários, comunidade	Responsáveis Funcionários Fornecedores Comunidade	DIREÇÃO	01	11,23	01	20,95
Informações Reuniões	Funcionários Professores	S. PROF.	01	17,44	01	12,95
Guarda docum.	Funcionários	ARQUIVO	01	11,90	01	3,70
Guarda mat. expediente	Funcionários	ALMOXA RIFADO	01	11,90	01	3,70

SETOR PEDAGÓGICO						
ATIVIDADES	USUÁRIOS	ESPAÇOS	PROINFÂNCIA TIPO B		PROPOSTA	
			QUANTIDADE	ÁREA (m²)	QUANTIDADE	ÁREA (m²)
Estimulação	Crianças Professores	CRECHE I	02	27,81	02	29,60
Repouso Alimento	Crianças Professores	REPOUSO	02	11,49	02	16,80
Banho sol Atividades corporais	Crianças Professores	SOLÁRIO	01	59,73	01	60,74
Estimulação Atividades	Crianças Professores	CRECHE II e III	02	27,51	01	29,60
Jogos Atividades	Crianças Professores	ATIVIDADES	02	12,15	01	16,80
Estimulação Atividades	Crianças Professores	PRÉ-ESCOLA	02	36,20	02	38,10
Jogos Atividades	Crianças Professores	ATIVIDADES			01	20,36
Higienização	Crianças	WC INFANTIL	02	12,15	03	9,00
Higienização	Crianças	FRALDÁRIO	02	8,16	02	7,80
Jogos Atividades	Crianças Professores	MULTIUSO	01	27,11	01	67,94

Fonte – Autora, 2014.

Cont. Quadro 08 – Programa de necessidades e dimensionamento por setores.

SETOR VIVÊNCIA						
ATIVIDADES	USUÁRIOS	ESPAÇOS	PROINFÂNCIA TIPO B		PROPOSTA	
			QUANTIDADE	ÁREA (m²)	QUANTIDADE	ÁREA (m²)
Recreativas Atividades livres	Crianças Professores Funcionários Comunidade	PÁTIO COBERTO	01	153,36	01	182,25

SETOR SERVIÇO						
ATIVIDADES	USUÁRIOS	ESPAÇOS	PROINFÂNCIA TIPO B		PROPOSTA	
			QUANTIDADE	ÁREA (m²)	QUANTIDADE	ÁREA (m²)
Preparo e distribuição de alimentos	Funcionários	COZINHA	01	47,33	01	46,53
Alimentação	Crianças Funcionários	REFEITÓRIO	01	35,00	01	36,00
Preparo Mamadeiras	Funcionários	LACTÁRIO	01	3,80	01	6,87
Limpeza de panos baldes	Funcionários	A SERVIÇO	01	9,80	01	6,65
Material de limpeza	Funcionários	DML			01	2,85
Guarda de objetos	Funcionários	DEPÓSITO			01	9,50
Higienização Troca de roupas	Funcionários	VEST. FEM	01	14,96	01	10,32
Higienização Troca de roupas	Funcionários	VEST. MASC	01	9,39	01	10,32
Higienização	Público	WC FEM	01	17,77	01	16,95
Higienização	Público	WC MASC	01	17,77	01	16,95

Fonte – Autora, 2014.

Existem ambientes do programa que pela afinidade das funções devem comunicar-se diretamente. Essas inter-relações são muito importantes, pois interferem diretamente na funcionalidade do projeto. Essas relações podem ser expressas de maneira gráfica pela matriz de relacionamento (quadro 10).

Quadro 09 – Matriz de relacionamento.

	ESPERA	SECRETARIA	DIREÇÃO	S.PROFESSORES	ARQUIVO	ALMOXARIFADO	CRECHE I	REPOUSO	SOLARIO	FRALDARIO	CRECHE II	ATIVIDADE	WC	CRECHE III	PRÉ-ESCOLA	MULTIUSO	PATIO COBERTO	AREA VERDE	PLAYGROUND	COZINHA	REFEITORIO	LACTARIO	AREA SERVICO	DML	VESTIÁRIO	WC's
ESPERA																										
SECRETARIA																										
DIREÇÃO																										
PROFESSORES																										
ARQUIVO																										
ALMOXARIFADO																										
CRECHE I																										
REPOUSO																										
SOLÁRIO																										
FRALDARIO																										
CRECHE II																										
ATIVIDADE																										
WC																										
CRECHE III																										
PRE-ESCOLA																										
MULTIUSO																										
P. COBERTO																										
ÁREA VERDE																										
PLAYGROUND																										
COZINHA																										
REFEITÓRIO																										
LACTÁRIO																										
AREA SERVIÇO																										
DML																										
VESTIARIO																										
WC's																										

- DESNECESSÁRIA
 - INDISPENSÁVEL
 - DESEJÁVEL

Fonte – Autora, 2014.

6.2 CONCEPÇÃO PROJETUAL

A arquitetura pode ser definida: “como construção concebida com a intenção de ordenar e organizar plasticamente o espaço, em função de uma determinada época, de um determinado meio, de uma determinada técnica e de um determinado programa” (COSTA, 1995 p.608). Nesse aspecto a adoção de uma determinada técnica influencia e define o produto arquitetônico.

Como já foi citada, a ideia base desta proposta de escola de educação infantil é apresentada em módulos independentes que quando conectados constituem um edifício escolar e podem ser utilizados em sua totalidade ou os módulos isolados, dependendo da necessidade local.

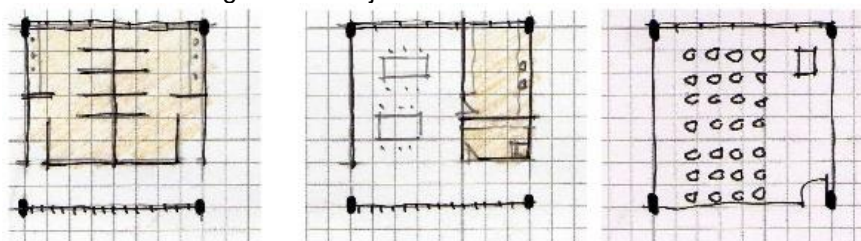
A solução projetual em módulos⁴ para edifícios que necessitam ser construídos em diferentes locais seguindo um “projeto padrão” já foi utilizada no Palácio Paiaguás, sede do governo estadual de Mato Grosso, no Centro Administrativo de Cuiabá (figura 51). Inaugurado em 1975, o projeto prevê a possibilidade de ampliação com a construção de módulos 12 x 12 metros, superpostos ou interligados por passarelas, escadas e rampas. Também no projeto para o SEBRAE/MT nas sedes regionais Cáceres e Lucas do Rio Verde, apresenta o módulo quadrado 8 x 8 metros que pode assumir diferentes funções: sanitários, refeitório/cozinha, sala de aula (figura 52). O módulo trapezoidal 18 x 10 metros, o módulo Hexagonal que abriga uma grande praça central de circulação entre os ambientes, o módulo auditório com três opções de capacidades para 200, 140 e 100 pessoas, que podem ser agrupados de varias formas diferentes (figura 53)

Figura 51: Palácio Paiaguás



Fonte: <http://www.sebrae.com.br/uf/mato-grosso/sebrae-mt/licitações/licitações-2013/1-memorial-descritivo-e-especificacoes.pdf>. Acesso em 28 mar. 2014.

Figura 52: Projeto modular SEBRAE/MT



Fonte: <http://www.Sebrae.com.br/uf/mato-grosso/sebrae-mt/licitações/licitações-2013/1-memorial-descritivo-e-especificacoes.pdf>. Acesso em 28 mar. 2014.

⁴PROJETO MODULADO: Palácio Paiaguás e SEBRAE/MT, disponível em: <http://www.sebrae.com.br/uf/mato-grosso/sebrae-mt/licitacoes/licitacoes-2013/1-memorial-descritivo-e-especificacoes.pdf>. Acesso em 28 mar. 2014.

Figura 53: Projeto SEBRAE/MT



Fonte [http:// www.sebrae.com.br/uf/mato-grosso/sebrae-mt/licitações/licitações-2013/1-memorial-descritivo-e-especificacoes.pdf](http://www.sebrae.com.br/uf/mato-grosso/sebrae-mt/licitações/licitações-2013/1-memorial-descritivo-e-especificacoes.pdf). Acesso em 28 mar. 2014.

Segundo Mahfuz (1995) a obra de arquitetura é uma organização de partes e a composição de um objeto consiste na criação de um todo. Contudo, o agrupamento das partes pode ser livre ou obedecer alguma regra de combinação, sem haver a pretensão de hierarquia entre as partes, onde o importante é o artefato construído.

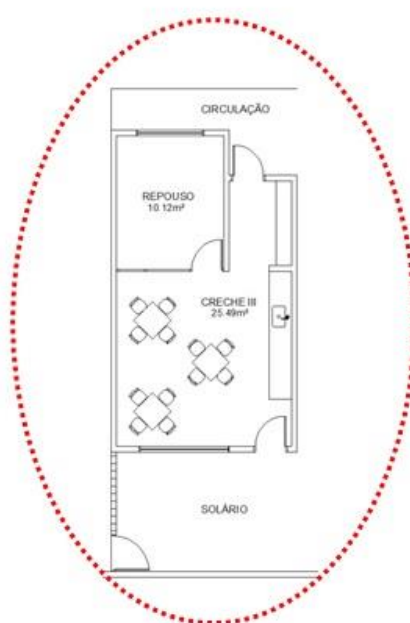
Ainda nesse sentido, o arranjo formal pode ser dado através de quatro métodos: inovativo, tipológico, minimético e normativo, que tem em comum o emprego de analogias como instrumento principal de criação. Embora os métodos sejam independentes, é comum encontrar no artefato mais de um método de criação de partidos arquitetônicos (MAHFUZ, 1995).

Na concepção desta proposta de escola de educação infantil identificam-se dois métodos – normativo e tipológico. No método normativo as formas arquitetônicas obedecem a princípios reguladores, neste caso representado pelo sistema geométrico e o tipológico que significa utilizar um tipo como base para obter o arranjo arquitetônico. Quatremére de Quincy define tipo como:

A palavra tipo não representa imagem de uma coisa a ser copiada ou imitada, mas a ideia de um elemento que deva servir como regra para o modelo... O modelo, entendido em termos da execução prática da arquitetura, é um objeto que deve ser repetido como é; o tipo ao contrário, é um princípio que pode reger a criação de vários objetos totalmente diferentes. (QUINCY, 1832, apud MAHFUZ, 1995, p 45).

Foi escolhido como tipo (figura 54), a parte que compõem o espaço da creche III no projeto do PROINFÂNCIA “tipo B”, esta escolha aconteceu pela afinidade com o tema proposto. Com referência no método normativo optou-se pela modulação de 1,20 x 1,20m, essa medida é a mais usual e oferece vantagens de fácil subdivisão e de determinação de multimódulos. Também por se adequar ao sistema construtivo – Light Steel Framing, onde os montantes podem ser fixados a uma distância de 40 ou 60cm, submúltiplos desta modulação escolhida.

Figura 54: Módulo da Creche III do PROINFÂNCIA “tipo B”, escolhido como módulo tipo.



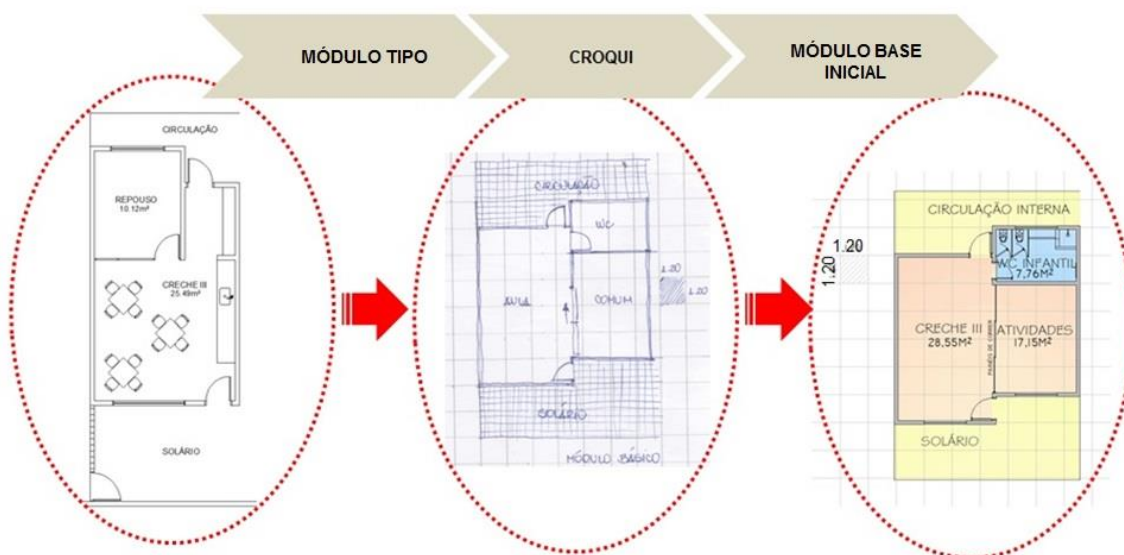
Fonte: <http://www.fnnde.gov.br/programas/proinfancia/proinfancia-projetos-arquiteticos-para-construcao/proinfancia-tipob>. Acesso em 4 maio 2012, adaptado pela autora.

A seguir será detalhada a concepção dos módulos por etapas: planta, volumetria e vedações:

- Planta Baixa

Com base no “módulo tipo” foi concebido o módulo base inicial (figura 55), com sala de creche, atividades, wc e solário. Esta solução dos ambientes de maior permanência (creche e atividades) dispostos lado a lado, foi intencional para permitir a flexibilidade entre eles. Esta situação também favorece a proteção solar e a iluminação natural, pois o solário e a circulação exercem a função de protetores solares.

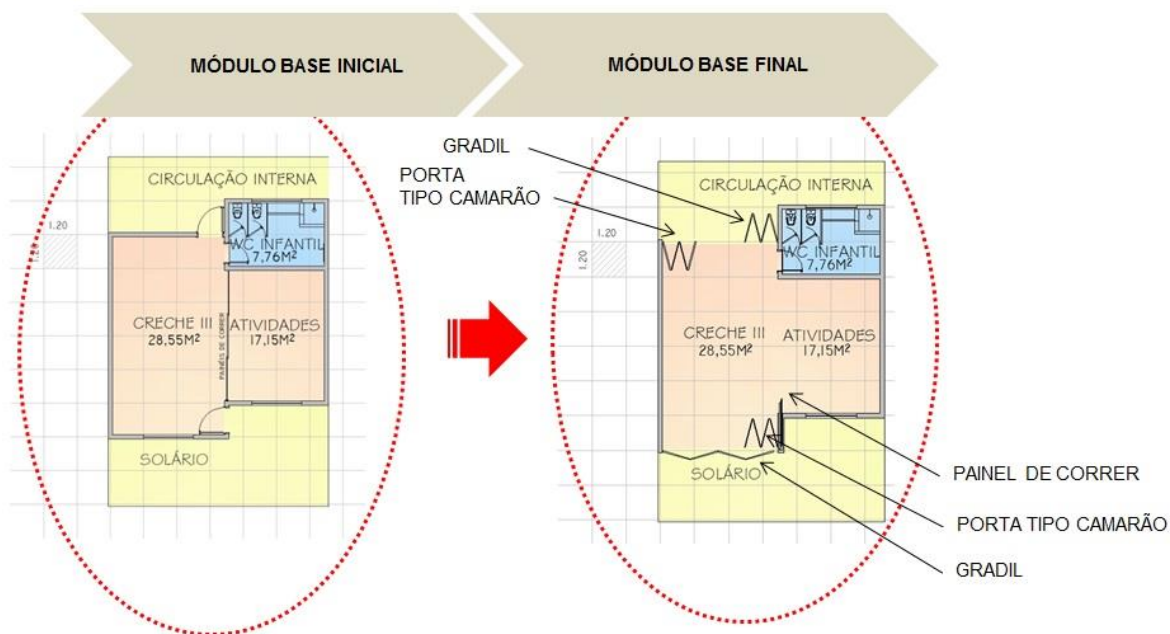
Figura 55: Módulo base inicial



Fonte: Autora, 2013.

O módulo base inicial sofreu alterações com relação às esquadrias, com a versão final com portas tipo camarão que permitem integração interior com o exterior. Para facilitar o controle das crianças no ambiente foi indicado um gradil também tipo camarão. O painel de correr entre as salas de creche e atividades, quando recolhido fica embutido, favorecendo a integração dos ambientes (figura 56).

Figura 56: Módulo base final

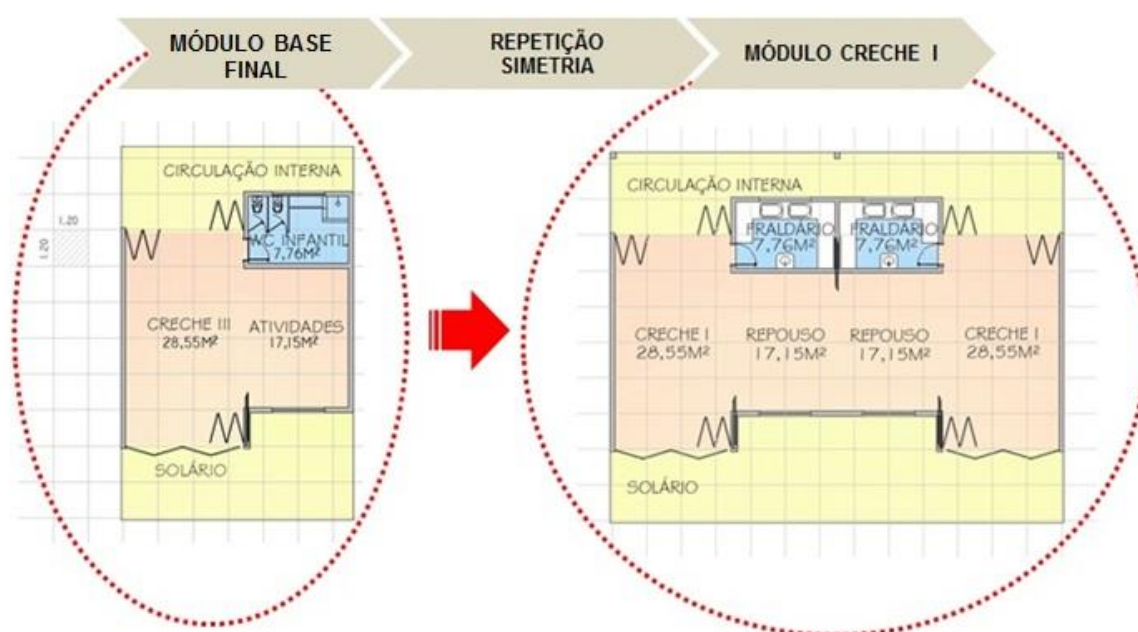


Fonte: Autora, 2013.

Como no estudo de referência – salas de aulas portáteis - a ideia é criar módulos básicos para creches e pré-escola, que possam ser ajustados no dimensionamento em relação à quantidade de alunos, variando em múltiplos na modulação de 1,20 x 1,20m. Com o sistema construtivo definido – Light Steel Framing - alguns critérios foram utilizados na concepção dos módulos creche e pré-escola, com a intenção de adequar o projeto ao método construtivo. Além do uso da modulação, foram utilizados outros critérios, como a simetria dos ambientes e alinhamento das paredes. Este conjunto de procedimentos tem como objetivo proporcionar a agilidade da execução da obra através da construção modular por painéis, a estocagem, o transporte e a montagem dos painéis e componentes.

Com o módulo base final definido, por repetição e simetria dos ambientes temos o módulo-creche I. Este módulo possui 02 salas de creche I, 02 repousos que podem ser integrados as salas de creche, 02 fraldários e solário (figura 57). O módulo creche I é destinado a crianças de 0 a 1 ano, então o wc é adaptado para ser fraldário e o ambiente atividades par repouso. Cada módulo tem possibilidade de acomodar caixa d'água de fibra, localizado sempre acima das áreas molhadas (wc's ou fraldários), permitindo a autonomia do módulo.

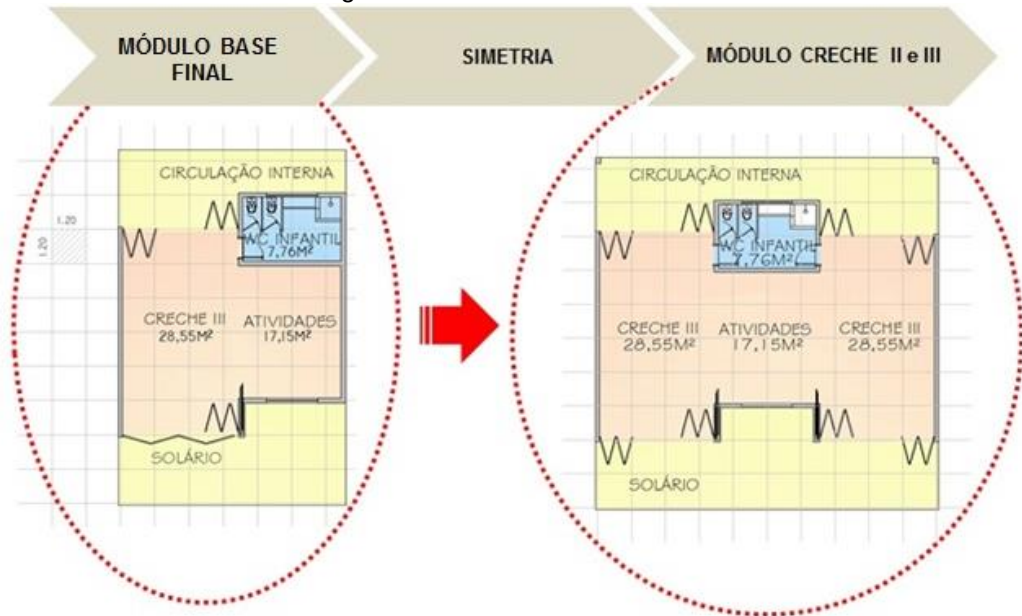
Figura 57: Módulo creche I



Fonte: Autora, 2013.

Os módulos creche II e III foram obtidos por simetria do ambiente creche, a partir do módulo base e possuem 02 salas de creche II ou III, que partilham 01 sala de atividades através de painéis móveis, 01 wc infantil e solário (figura 58).

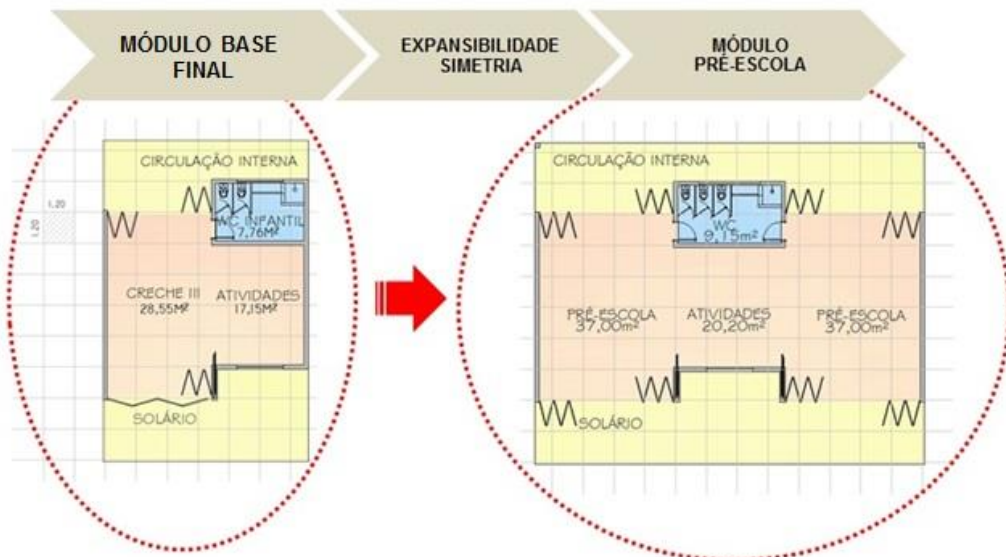
Figura 58: Módulo creche II e III.



Fonte: Autora, 2013.

Já o módulo-pré-escola sofre expansibilidade na dimensão dos seus ambientes devido à maior número de alunos na pré-escola e também simetria do ambiente creche (figura 59). Este módulo contempla 02 salas de aulas, que se interligam a 01 sala de atividades através de painéis móveis, wc e solário.

Figura 59: Módulo pré-escola

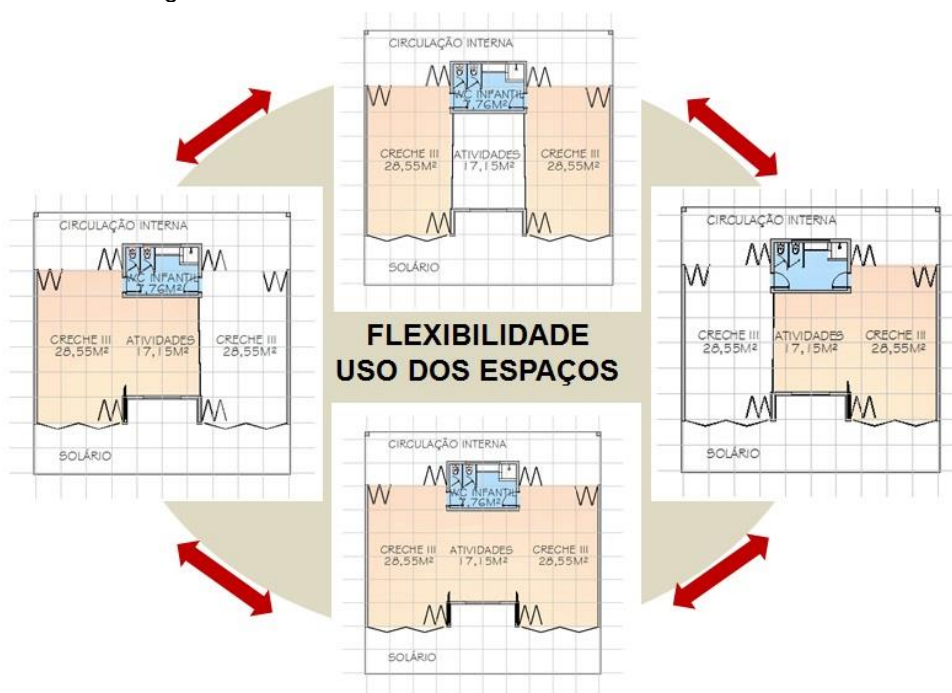


Fonte: Autora, 2013.

Nas salas de creche acontecem atividades de escrita, pintura e estimulações. O dimensionamento da sala permite a distribuição do mobiliário em círculo, dois a dois, em fila ou em “U”, de acordo com a atividade a ser desenvolvida. Nas salas de atividades acontece o faz-de-conta, leitura de histórias infantis, jogos, estimulação. Pode ser utilizada: por uma turma de cada vez ou as duas turmas juntas, dependendo da atividade proposta. No solário acontecem atividades de pintura corporal, manuseio com areia e argila, banho coletivo.

Com relação à flexibilização dos ambientes, a combinação e utilização dos cômodos creche e atividades facilitam a integração dos alunos das duas turmas que podem ser do mesmo nível ou não (figura 60). Assim como nos exemplos citado anteriormente, na Escola da Ponte, em Portugal e na Escola Municipal Desembargador Amorim Lima, em São Paulo, estes espaços devem propiciar estes encontros e interação entre os alunos. Como nesses espaços acontecem contação de histórias, jogos, brincadeiras, faz-de-conta, facilita a organização dos livros, jogos, brinquedos e fantasia por faixa etária, e também em caso extremo, com a ausência de uma das professoras a integração permite que as duas turmas sejam observadas pelos responsáveis da outra turma.

Figura 60: Flexibilidade de uso dos ambientes dos módulos



Fonte: Autora, 2013.

Também como no estudo de referência das salas de aulas portáteis (figura 40) os módulos das salas devem ser implantados no terreno de forma a se apropriar melhor das condições climáticas, topografia e forma geométrica do terreno. A proposta da escola de educação infantil em módulos permite algumas combinações de agrupamentos (figuras 61). Esta análise foi desenvolvida a partir da modelagem física dos módulos, que permitiu o estudo das combinações e volumetria.

Figura 61: Maquete física agrupamento.

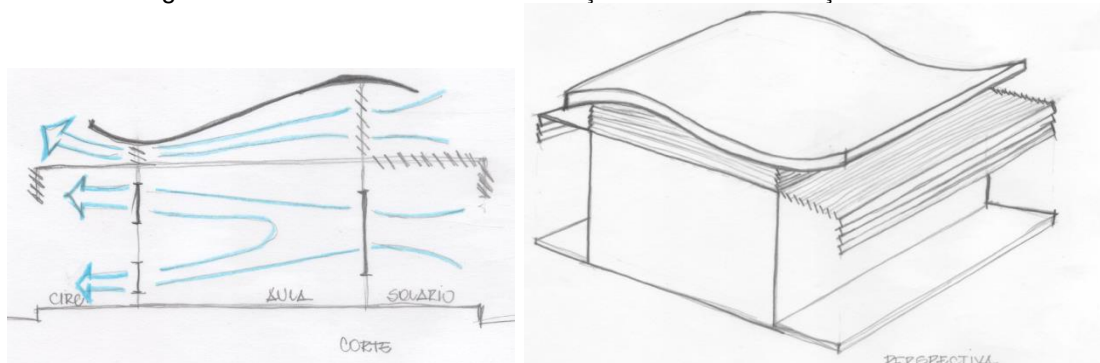


Fonte: autora, 2013.

- Volumetria

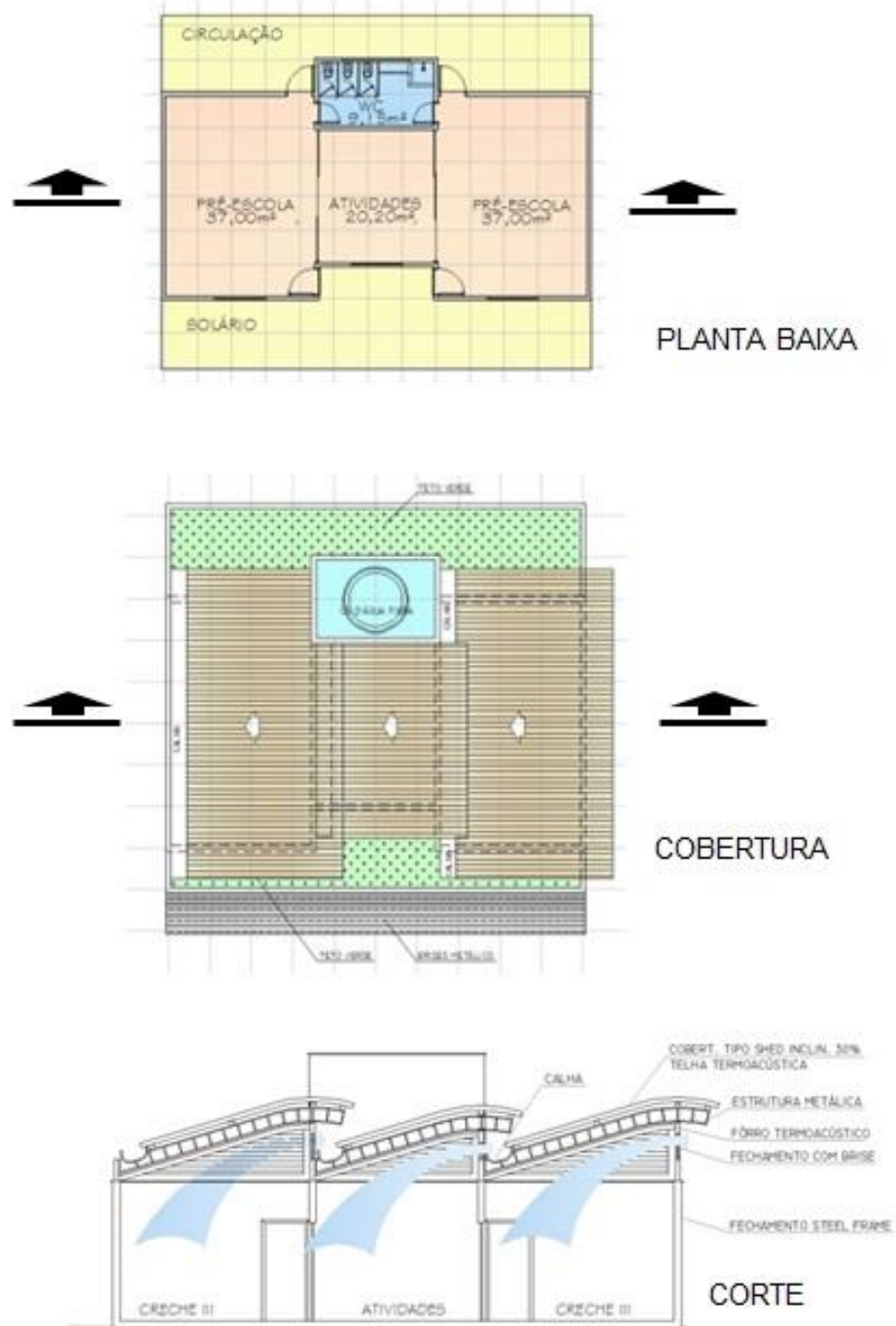
Desde o início a concepção da volumetria dos módulos foi pensada de forma a favorecer a ventilação cruzada e iluminação indireta (figura 62); na evolução desse estudo, optou-se por uma cobertura em estrutura metálica tipo shed. Na fase de qualificação deste estudo, foi sugerido repensar este tipo de cobertura por apresentar uma volumetria repetitiva e também pela dificuldade de manutenção devido à quantidade de calhas (figura 63 e 64).

Figura 62: Volumetria inicial – iluminação natural e ventilação cruzada.



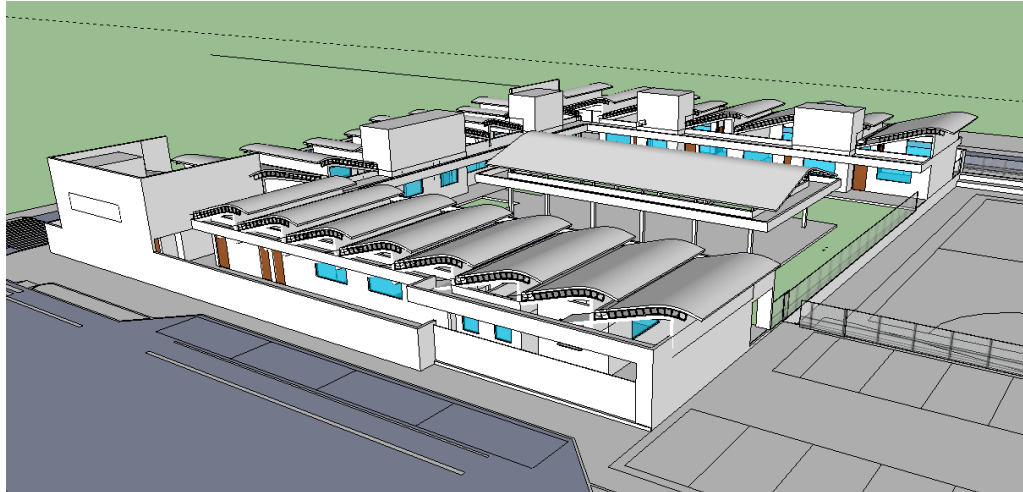
Fonte: Autora, 2013.

Figura 63: Proposta inicial dos módulos de salas de aulas.



Fonte: Autora, 2013.

Figura 64: Proposta inicial da escola infantil com cobertura tipo shed.



Fonte: Autora, 2013.

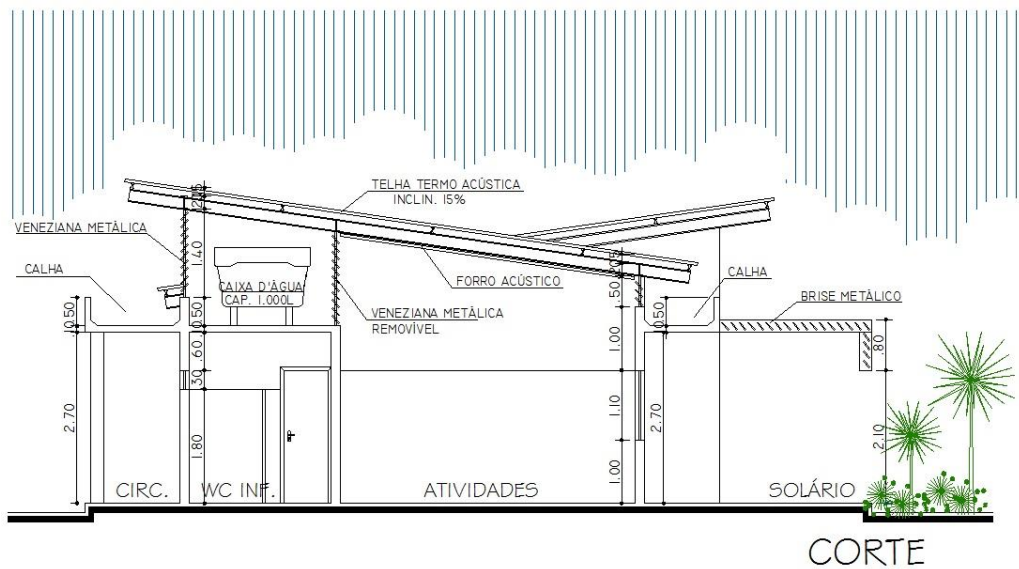
Então nesse reestudo surgiu a proposta de uma cobertura em Light Steel Framing, com inclinações rebatidas, privilegiando a ventilação cruzada e iluminação indireta. Importante ressaltar que a distância longitudinal das inclinações é igual, facilitando o dimensionamento dos apoios e vigas (figura 65). Então a cobertura é apoiada na estrutura steel framing, tem fechamento com brises, telha termoacústica e forro acústico. As vedações com painéis também tem alturas iguais. Acima dos wc's localiza-se a caixa d'água em fibra, o acesso é através dos brises. A cobertura das circulações em laje steel framing plana com telha termoacústica e os protetores solares tipo brises nos solários (figura 66).

Figura 65: Cobertura rebatida no Módulo Creche.



Fonte: Autora, 2013.

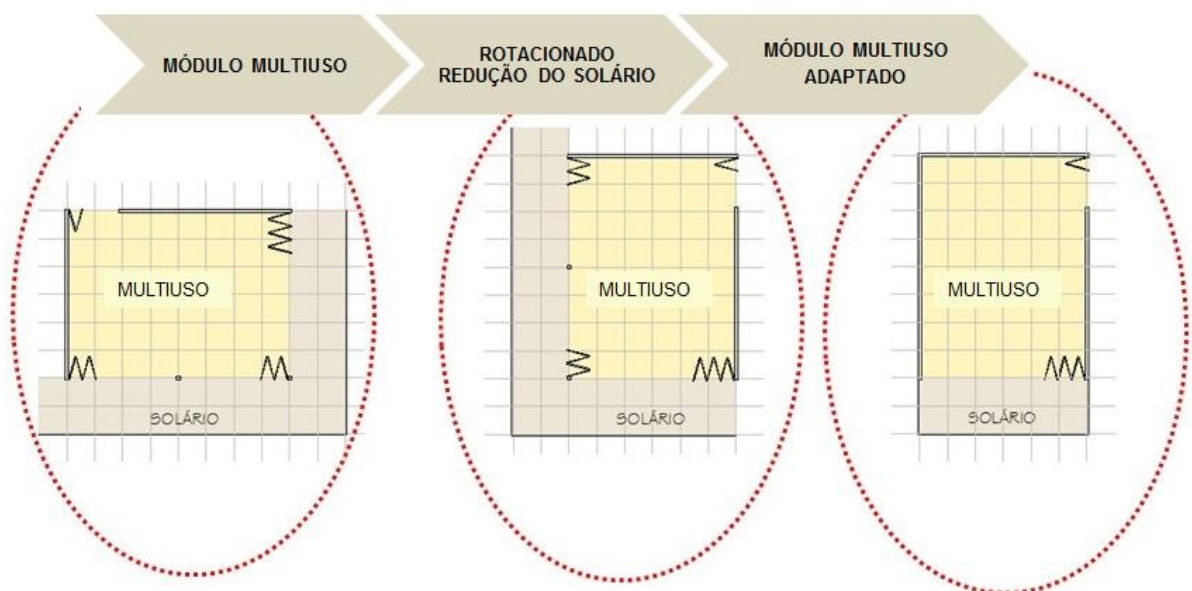
Figura 66: Corte Módulo Creche.



Fonte: Autora, 2013.

O módulo multiuso apresenta sala com dimensionamento maior, podendo ser acrescida ou reduzida na sua modulação de acordo com a necessidade da escola. Neste estudo aparecem duas formas de implantação deste módulo (figura 67), o que pode acontecer com os demais módulos em função do tamanho e características do lote.

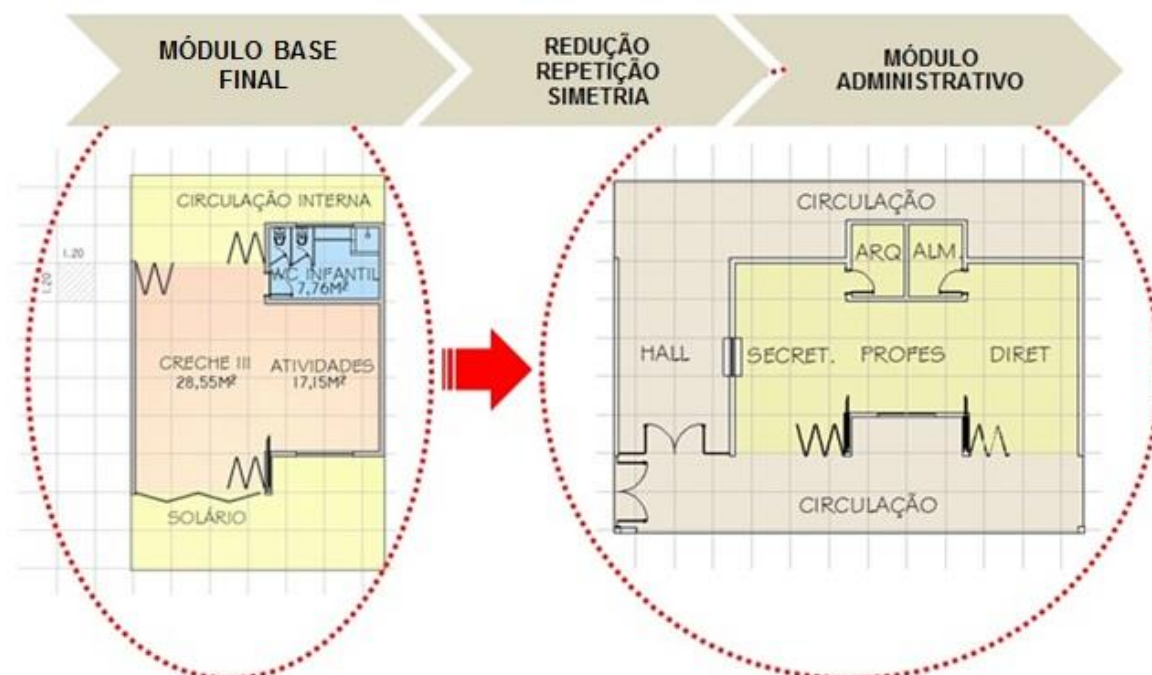
Figura 67: Módulo Multiuso



Fonte: Autora, 2013.

Utilizando os mesmos princípios dos módulos apresentados, com acréscimo de ambiente, o módulo administrativo foi concebido a partir do módulo creche II e III, com redução de um módulo 1,20 x 1,20m. É formado pelo hall de entrada/recepção, secretaria, sala de professores, diretoria, arquivo e almoxarifado. Também com a intenção de integrar e segregar os ambientes: secretaria - sala de professores – diretoria foram utilizados os painéis de correr no limite entre eles (figura 68).

Figura 68: Módulo Administrativo.

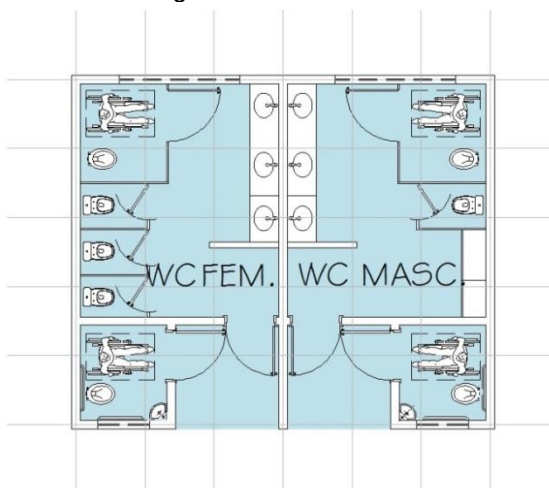


Fonte: Autora, 2013.

O módulo wc foi dimensionado com relação ao quantitativo de peças sanitárias recomendadas pelos documentos: Parâmetros Básicos de Infra-estrutura para Instituições de Educação Infantil (MEC, 2006) e pela NBR 9050 (ABNT, 2004). Para o cálculo foi considerado 1 vaso sanitário para cada 20 crianças, considerando que a escola de educação infantil atinja sua capacidade máxima de 120 alunos por turno, temos necessidade de 6 vasos destinado as crianças. Este número de peças está sendo atendido nos wc's infantil dos módulos creche e pré-escola, mas considerando o uso da edificação pela comunidade em horário extra-escolar, foi previsto a inclusão de mais 4 vasos sanitários infantis neste módulo, sendo 2 vasos adaptados para PNE, separados em masculino e feminino. As outras peças são destinadas aos adultos, que em horário escolar atenderão ao

público e funcionários e em horário extra-escolar a comunidade, também sendo 2 vasos adaptados para PNE separados em masculino e feminino (figura 69).

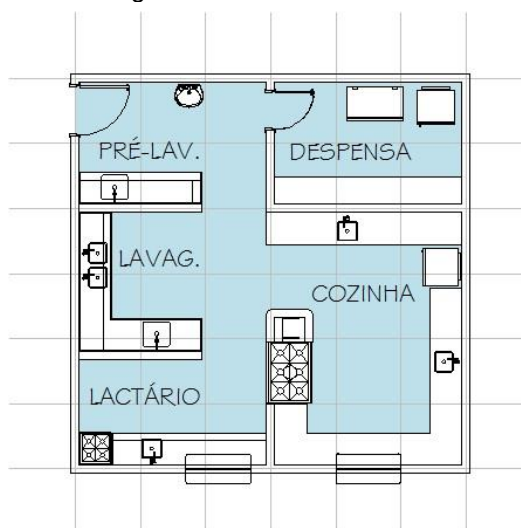
Figura 69: Módulo WC



Fonte: Autora, 2013.

O módulo cozinha é dividido em área de recepção e pré-lavagem de hortaliças, bancada de preparo de carnes, bancada de preparo de legumes e verduras, cocção, bancada de passagem de alimentos prontos integrada ao refeitório, bancada de recepção de louças sujas, pia lavagem de louças, pia lavagem de panelões, despensa, lactário, área de preparo de alimentos (mamadeiras e sopas) e lavagem de utensílios, bancada de entrega de alimentos prontos (figura 70).

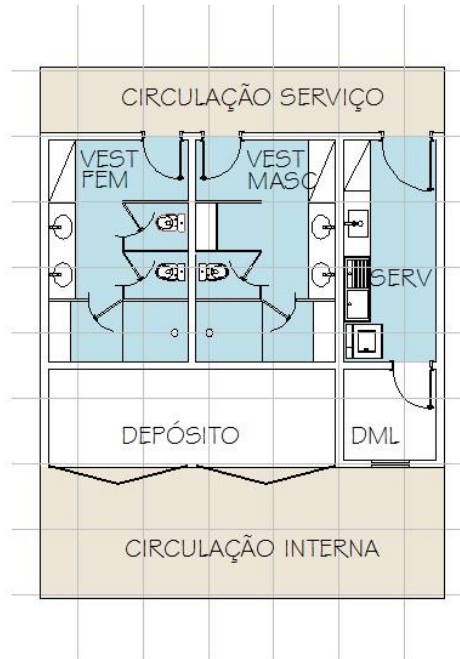
Figura 70: Módulo cozinha



Fonte: Autora, 2013.

O módulo serviço é formado pelos vestiários feminino e masculino, área de serviço e depósito (figura 71).

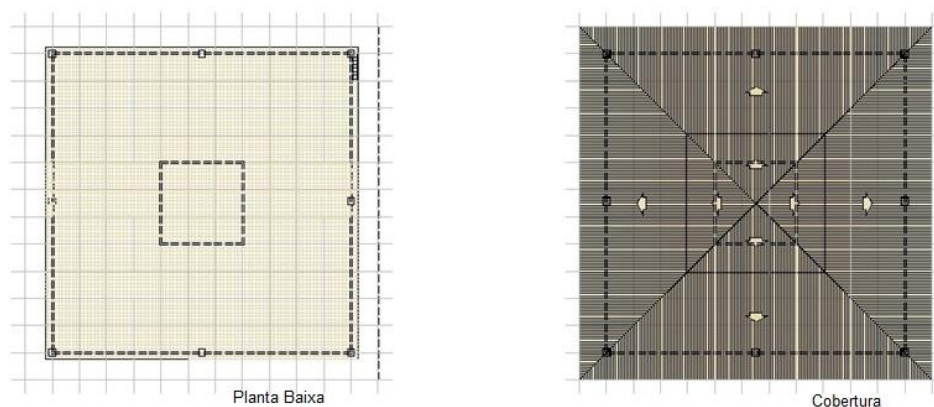
Figura 71: Módulo Serviço



Fonte: Autora, 2013.

O módulo pátio coberto, também obedece a modulação de 1,20 x 1,20m e pode ser expandido ou reduzido no seu dimensionamento, para se ajustar no terreno. O pátio está dimensionado 13,20 x 13,20m com estrutura metálica, telha termo acústica, telhado quatro águas com lanternim para ventilação (figura 72).

Figura 72: Módulo Pátio Coberto



Fonte: Autora, 2013.

- Vedações

O sistema construtivo escolhido para os módulos da escola de educação infantil é o Light Steel Framing, pelo método de painéis, devido a rapidez de execução, adequação aos conceitos estudados, custo competitivo, sustentabilidade e vantagens em relação ao desempenho acústico e térmico. A estrutura é composta por pilares “H” e vigas “U” ou treliçadas a serem definidas no cálculo estrutural.

Os painéis de vedação dos módulos estão classificados em função da sua posição e uso, com opções para fechamento externo, interno em áreas secas e interno em áreas molhadas. Por fechamento externo entende-se a parede que tem uma das faces voltadas para a área externa do módulo. Por fechamento interno são os que estão voltados para as áreas internas dos módulos. Nas faces externas a indicação é siding vinílico (figura 73) e nas faces internas placas de gesso acartonado com pintura e nas áreas molhadas a aplicação do revestimento cerâmico. Entre eles a lã de PET que é isolante térmico e acústico. O piso nos ambientes interno é o vinílico, nas áreas molhadas revestimento cerâmico e áreas externas o cimentado industrial. As esquadrias em pvc, tipo camarão, com vidro laminado e veneziana.

Figura 73: Siding Vinílico

DIMENSÕES



Peça	Dimensão (m)	Peso (kg)	Cores
1 Siding Vinílico	0,20x3,80	1,54	Branco Bege
2 Siding Alemão	0,20x3,80	1,60	Cinza
3 Cantoneira Externa	3,00	1,40	Branco
4 Cantoneira Interna	3,00	0,96	Branco
5 Perfil de Início	3,80	0,96	Branco
6 Perfil de Arremate	3,80	0,76	Branco
7 Perfil de Término	3,80	0,62	Branco
Moldura	3,80	0,34	Branco

Fonte: www.centerplas.com.br. Acesso em 29 mar. 2014.

A telha utilizada é a termoacústica composta de chapa metálica trapezoidal pré-pintada na cor branca na face superior, chapa plana pré-pintada na cor branca face inferior e miolo de poliuretano expandido. A telha deve permitir vãos de 2,00m entre apoios e ter certificação de proteção termo acústica e retardamento de propagação de chamas. Também está previsto forro termo acústico com NCR de 0,75 ou maior acompanhando a inclinação das vigas

As etapas construtivas dos módulos seguem o recomendado pelo sistema LSF: são montadas sobre uma fundação tipo radier, executada sobre isolamento hidrófugo e com as alimentações elétricas e hidráulicas já instaladas. Após a marcação dos locais dos painéis é instalada a fita de isolamento acústico que evita o contato do aço com o radier, facilita a acomodação dos painéis e evita a transmissão de ruídos. Em seguida as vigas e cobertura, as tubulações das instalações, fechamentos e isolamentos, piso, esquadrias e acabamentos (figura 74).

Figura 74: Etapas construtivas do LSF

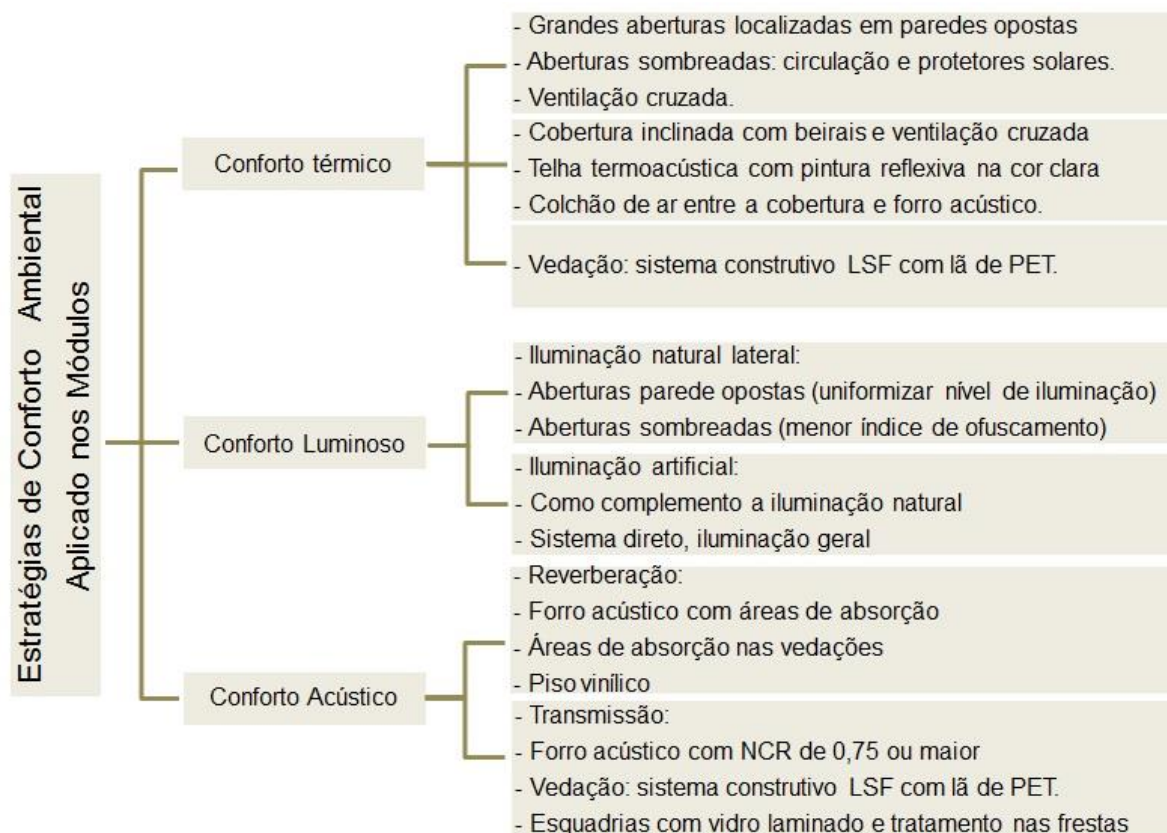


Fonte: http://www.formegesso.com/#!/steel_frame/c1ij9. Acesso em 31 mar. 2014.

A redução no custo do sistema LSF em relação ao de alvenaria tradicional, acontece na fase da estrutura, o steel framing possibilita cargas menores nas fundações, e pelo fato da construção ser mais rápida. Aliado a esses fatores a utilização da modulação 1,20 x 1,20m, alinhamento de paredes, simetria dos ambientes e execução da obra por painéis, vão agregar agilidade para obra e evitar desperdícios. Por estas razões explicadas acredita-se que esta proposta para o anteprojeto desenvolvido apresente custo compatível comparado ao sistema convencional de alvenaria.

Com a intenção de promover conforto térmico, luminoso e acústico aos usuários, foram utilizadas as seguintes estratégias projetuais para os módulos (esquema 08).

Esquema 08: Estratégias projetuais com relação ao conforto ambiental dos usuários.



Fonte: Autora, 2013.

7.0 O LOTE E OS CONDICIONANTES LEGAIS

A Secretaria Municipal de Educação (SME), do município de Natal-RN, possui uma listagem de terrenos onde podem ser implantados os CMEI's. O terreno escolhido para o desenvolvimento do projeto está entre os listados (anexo A). Localizado no bairro do Planalto, zona oeste da cidade, possui dimensões irregulares, limitando-se ao norte com rua Francisco de Assis Silveira (69,45m), ao leste com rua Elias de Souza (56,65m), ao sul com a rua José Arnaldo (69,90m), ao oeste com rua Santo Expedito (56,45m), no conjunto Bela Vista, perfazendo área total de 3.341,45m², topografia plana (figura 75).

Figura 75: Localização do bairro Planalto e terreno.



Fonte: SEMURB, 2008 e maps google, adaptado pela autora, 2013.

Neste terreno existe uma quadra esportiva com dimensões de 20,00m x 30,00m, sua maior dimensão está implantada no sentido leste – oeste, localizada na esquina das ruas Francisco de Assis Silveira e rua Elias de Souza (figura 76). Devido às dimensões padrões exigidos pelo PROINFÂNCIA, neste terreno será edificado pela Prefeitura Municipal de Natal (PMN) um CMEI do “tipo C”, quando existe demanda de alunos para uma edificação do PROINFÂNCIA “tipo B”.

Figura 76: Foto do terreno bairro Planalto



Fonte: Autora, 2013.

Os condicionantes legais utilizados nesta proposta foram o Plano Diretor de Natal – Lei Complementar nº 082 de 2007, o Código de Obras e Edificações do Município de Natal – Lei Complementar nº 055 de 2004 e a NBR 9050 (ABNT, 2004) - Norma de Acessibilidade (quadro 11).

Quadro 10: Resumo das prescrições urbanísticas

PRESCRIÇÕES URBANÍSTICAS		
ZONA DE ADENSAMENTO BÁSICO – BAIRRO DE PLANALTO		
	PROPOSTA	PDN – COM – NBR 9050
ÁREA DO TERRENO	3.341,45m ²	3.341,45m ²
COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	0.42	1.2
ÁREA TOTAL CONSTRUÍDA	1.424,60m ²	4.009,74m ²
TAXA DE IMPERMEABILIZAÇÃO	74.52%	80%
TAXA DE OCUPAÇÃO	42.63%	80%
RECUO FRONTAL	5.40m e 4.20m	3.00m
RECUO LATERAL	5.40m e 4.20m	3.00m
RECUO FUNDOS	5.40m	3.00m
VAGAS (ITEM 11 – 1VAGA / 90,00m ²)	18 VAGAS	16 VAGAS

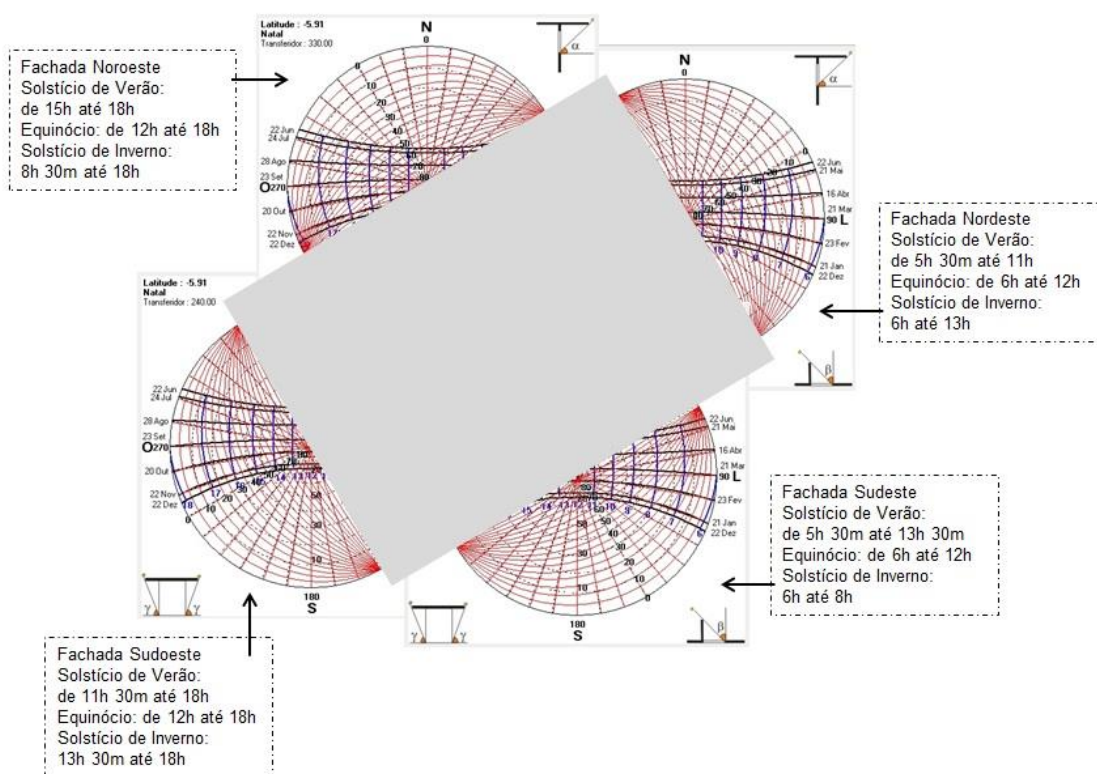
Fonte: Autora, 2014.

7.1 IMPLANTAÇÃO

A solução arquitetônica do edifício escolar infantil deve priorizar a criança, com a criação de ambientes diferentes, que possam se modificar e permitir o convívio com a natureza (BASTOS, 2009).

Para a implantação dos módulos da escola de educação infantil no terreno escolhido, foram identificadas as condições ambientais do entorno imediato, ciente que o entorno é determinante no conforto ambiental da edificação e a implantação adequada reduz os impactos ambientais. Por tanto, foram analisados estudos de insolação do terreno a partir da carta solar (figura 77), a ventilação predominante, as edificações do entorno e os ruídos do local (figura 78).

Figura 77: Estudo da insolação com a carta solar no terreno



Fonte: Programa Solar Tool, autora, 2013.

Figura 78: Análise do entorno imediato



Fonte: Maps google, adaptado pela autora, 2014.

O terreno é circundado por ruas classificadas pelo Código de Obras da Cidade de Natal como vias locais de fluxo ameno de veículos e o acesso à quadra do terreno acontece pela Avenida Engenheiro João Hélio Rocha, também via local, mas de fluxo intenso de veículos, ônibus e caminhões. Esta quadra é predominantemente residencial com edificações térreas (figura 79). A ventilação predominante é sudeste e não existem obstáculos à penetração do vento ao lote. O ruído emitido pelos veículos nas ruas circundantes é de baixo impacto, percebendo o maior som emitido pelo tráfego da Avenida Engenheiro João Hélio Rocha. O acesso principal a edificação é pela rua Francisco de Assis Silveira (figura 80), escolhido por estar mais próximo da Av. Eng. João Hélio, por onde acontece o acesso ao local. A topografia do terreno é plana e a vegetação é rasteira.

Figura 79: Vista das edificações residenciais do entorno



Fonte: Maps google, 2014.

Figura 80: Indicação do acesso principal a escola de educação infantil



Fonte: Maps google adaptado pela autora, 2014.

Definida a via de acesso principal e secundário pela rua Santo Expedito, foi pensado o zoneamento da escola de educação infantil, levando-se em consideração a legislação, os fatores climáticos e acústicos, a integração do equipamento urbano (quadra de esportes), já existente no lote com a nova edificação e a utilização da nova edificação integrada com este equipamento para uso simultâneo ou não, pela comunidade em horário extraescolar. Então a quadra de esportes foi relocada e rotacionada para o eixo norte-sul, esta orientação é indicada para evitar ofuscamento dos usuários da mesma. Foram adicionadas arquibancadas e seu nível foi rebaixado 80 cm de forma que a arquibancada não seja obstáculo visual aos pedestres. O fechamento da quadra e a lateral entre a quadra-escola e quadra-estacionamento, é com gradil tipo gaiola com 5,00m de altura e tela de proteção.

O estacionamento localizado no setor noroeste do terreno está dimensionado para 19 vagas (2,50 x 5,00m) com uma vaga destinada aos portadores de necessidades, de acordo com o Código de Obras da Cidade de Natal (2004) e NBR 9050 (ABNT, 2004), este espaço também pode ser utilizado pela comunidade para exposição de artesanato, feira de produtos orgânicos e outros eventos. Na parte mais externa do terreno, foi implantada a ciclovia em todo o perímetro do terreno, também foi utilizada parte do recuo obrigatório de 3m em todas as suas faces para implantação do passeio público, estimulando a prática de atividades físicas (caminhadas e pedaladas), o convívio da comunidade e ainda

A intenção de promover caminhadas, práticas esportiva, integrada a natureza e na proximidade de sua residência reforça a teoria do arquiteto e urbanista Farr (2008) onde afirma que um dos princípios do urbanismo sustentável é a conectividade que oferece a possibilidade das pessoas caminharem, correrem, pedalar e utilizar cadeiras de rodas pela vizinhança. Os fechamentos (muro) da escola infantil foram previstos com gradil e painéis opacos com formas geométricas com gradil para proporcionar esta interação do pedestre com a edificação. Mas este merece estudo detalhado, para que ofereça proteção a edificação, mas não seja obstáculo a ventilação e visibilidade (figura 82). Com estas decisões pretende-se tornar a escola de educação infantil um polo atrator e criar um sentido de pertença para a comunidade.

Figura 82: Ciclovia, calçada, faixa verde da escola de educação infantil

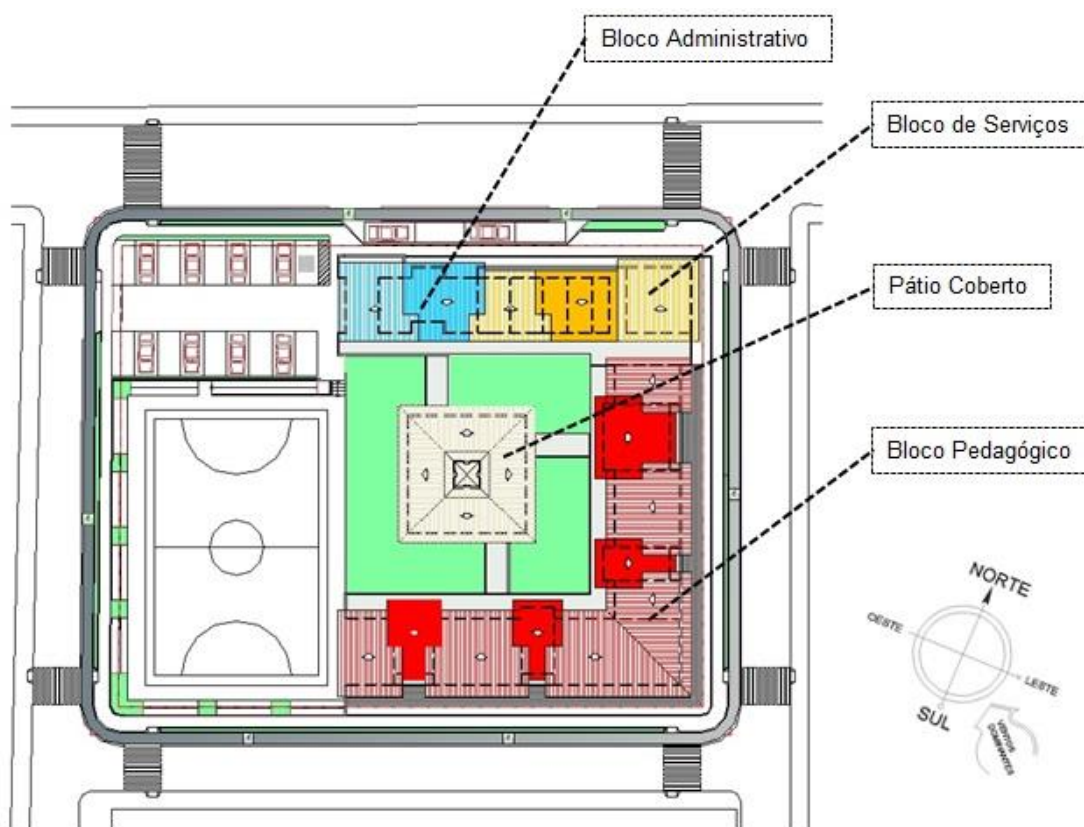


Fonte: Autora, 2014.

Na implantação da escola de educação infantil privilegiou-se o bloco pedagógico favorecendo-o com a ventilação predominante de forma que as salas de creche e atividades sejam favorecidas e os solários fiquem voltados para o nascente, esta condição implicou na implantação da edificação tipo pátio, que

permite os princípios de orientabilidade e visibilidade, considerados de muita relevância no edifício escolar infantil. A orientabilidade permite aos usuários logo ao adentrar na edificação, identificar a localização dos ambientes e a visibilidade permite que as crianças podem ser vistas e observadas enquanto brincam de vários pontos. Esta disposição também favorece a utilização da quadra esportiva pela escola e o uso dos dois equipamentos integrados pela comunidade em horários extra-escolar. As passarelas que ligam a circulação ao pátio central dividem o gramado em setores onde serão distribuídos os brinquedos do playground por faixa etária, estes espaços devem ser bem arborizados para promover a boa utilização pelas crianças. Segundo Hall (1977) os espaços sociopetalados (que atraem as pessoas) são os que oferecem conforto ao usuário quanto ao sombreamento e adequação dos mobiliários (figura 83).

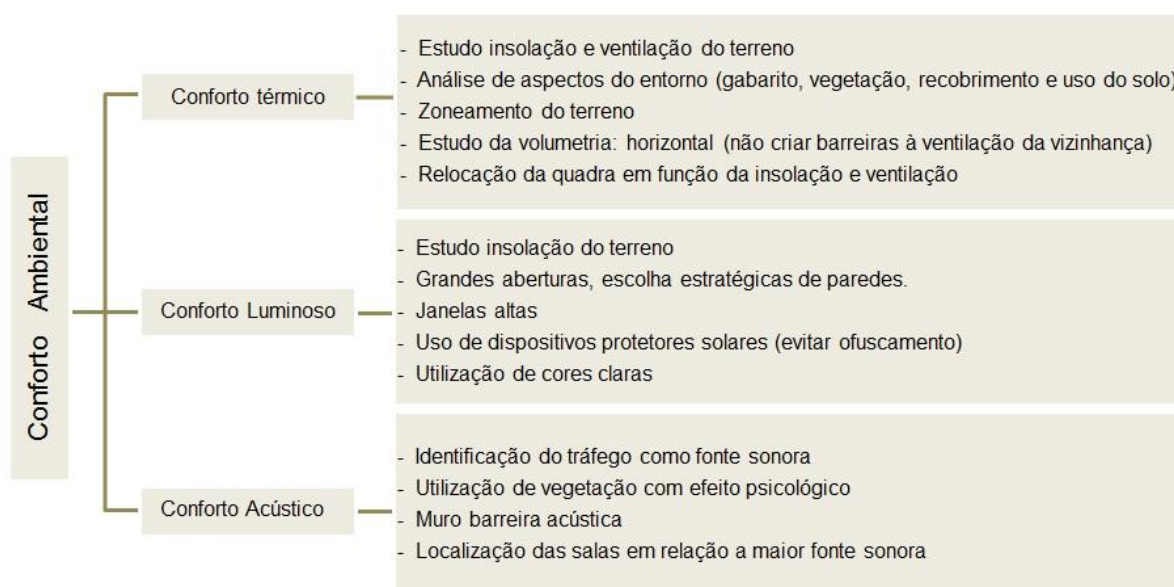
Figura 83: Implantação por blocos da escola de educação infantil



Fonte: Autora, 2014.

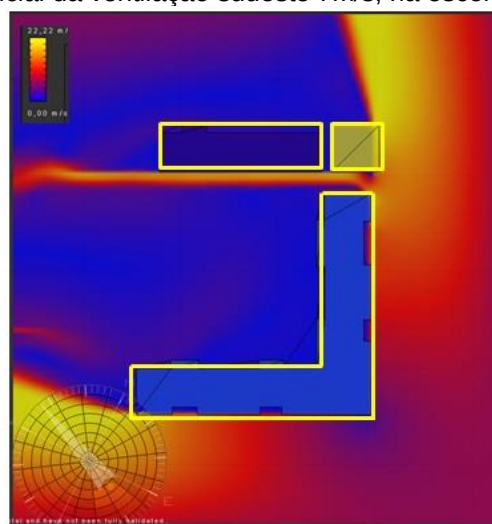
Para a implantação da edificação foram observadas estratégias de conforto (esquema 09) com a intenção de beneficiar o usuário. Mesmo com o propósito de privilegiar o bloco pedagógico com relação à ventilação, os demais blocos e pátio coberto também são favorecidos, de acordo com a simulação da ventilação no anteprojeto da escola de educação infantil. Utilizando o Programa Vasari observa-se que no início da simulação o vento penetra pelo vazado do refeitório e percorre o bloco administrativo (figura 84), passado alguns minutos o vento percorre o pátio da escola (figura 85).

Esquema 09: Estratégias de conforto térmico, luminoso e acústico.



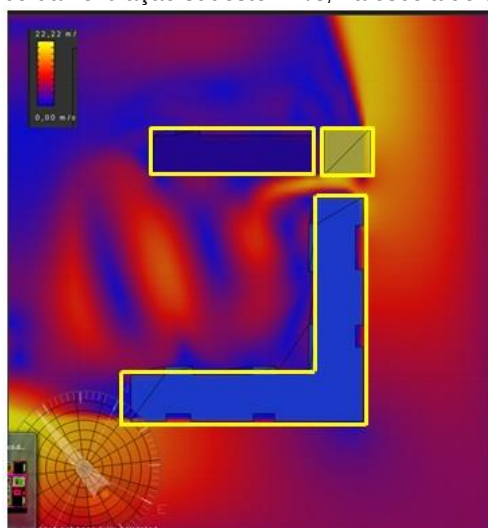
Fonte: autora, 2014.

Figura 84: Gráfico inicial da ventilação sudeste 7m/s, na escola de educação infantil.



Fonte: Programa Vasari, autora, 2013.

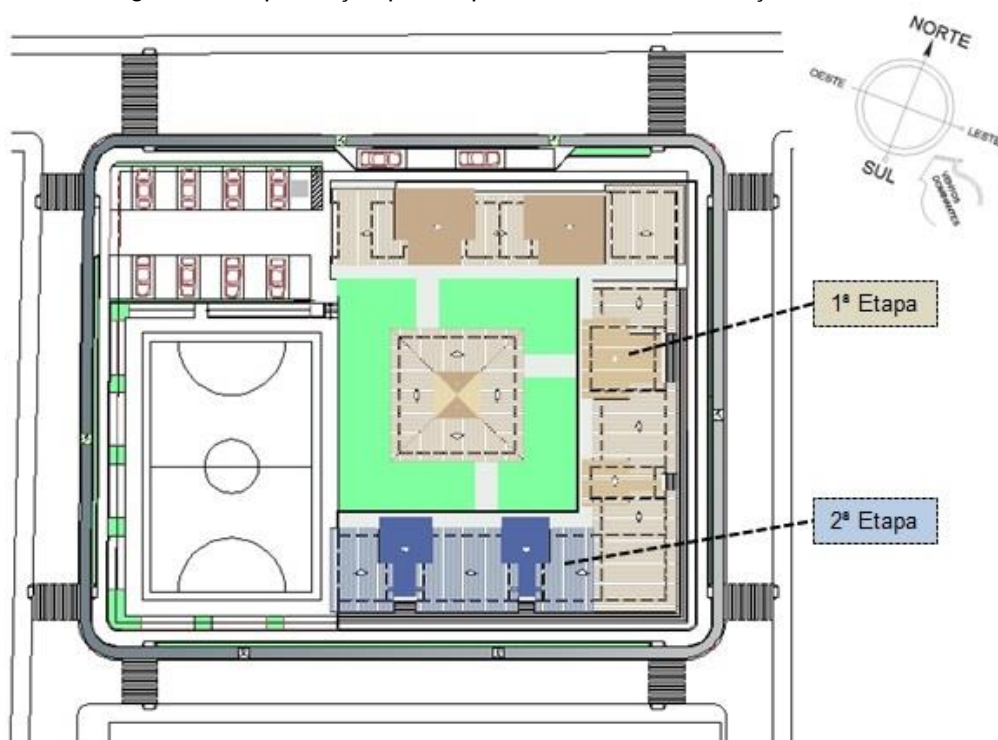
Figura 85: Gráfico da ventilação sudeste 7m/s, na escola de educação infantil.



Fonte: Programa Vasari, autora, 2013.

A implantação da escola de educação infantil modulada e flexível, também oferece opção de ser edificada por etapas. Na primeira etapa o edifício fica compatível em números de salas de aulas ao PROINFÂNCIA tipo “C” e na segunda ao PROINFÂNCIA tipo “B”, podendo esta ampliação ser realizada a qualquer tempo sem interrupção do funcionamento do edifício inicial (figura 86).

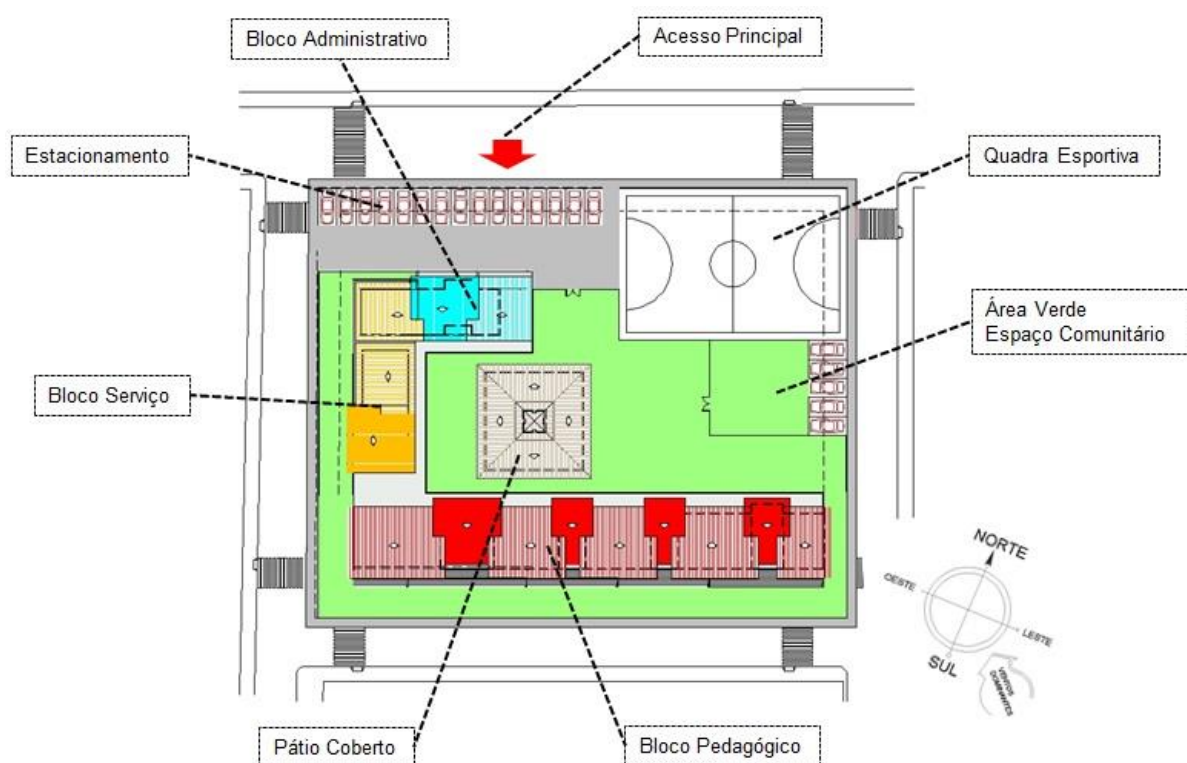
Figura 86: Implantação por etapas da escola de educação infantil.



Fonte: Autora, 2014.

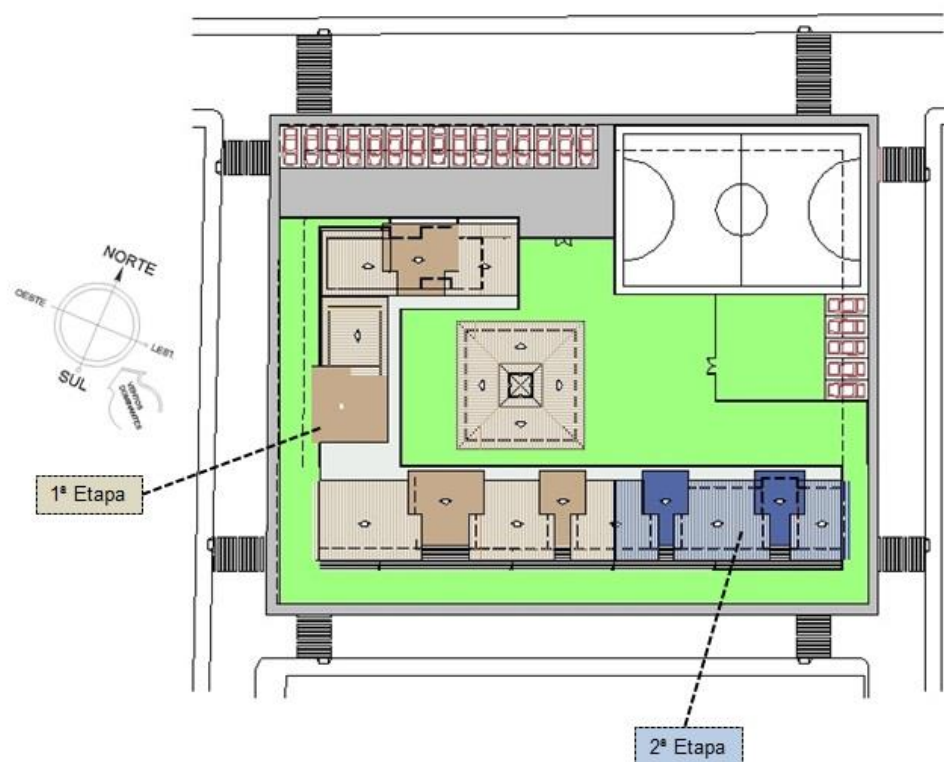
Pensando na hipótese do município não ter interesse em relocar à quadra de esporte, existe a possibilidade de implantação da edificação compatível com o PROINFÂNCIA tipo “B” em número de salas de aulas, com as mesmas características da implantação anterior de promover a integração do espaço comunitário existente (quadra-esportes). Privilegiando o bloco pedagógico com a ventilação predominante (figura 87), e a implantação em forma de “L”, com o pátio coberto central. Nessa opção de implantação a escola de educação infantil também pode ser implantado por etapas (figura 88). O estacionamento com 19 vagas, também foi destinado um espaço de área verde para uso da comunidade.

Figura 87: Implantação da escola infantil mantendo quadra de esportes.



Fonte: Autora, 2014.

Figura 88: Implantação da escola infantil em etapas mantendo quadra de esportes



Fonte: Autora, 2014.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No processo de projetar, a compreensão e interpretação de cada aspecto colocado como premissa exige por parte do arquiteto a tomada de sucessivas decisões. A partir do conhecimento do problema, a experiência vivida pelo arquiteto e o momento em que se realiza o projeto sintetizam as escolhas.

Diante do déficit de vagas na rede municipal de ensino, na faixa etária de 0 a 6 anos e com a escassez de lotes, com dimensões maiores para a implantação do projeto do PROINFÂNCIA “tipo B”, surgiu o propósito deste trabalho, apresentar o anteprojeto de educação infantil que pudesse se adequar as diferentes configurações, dimensionamentos e programa de necessidades.

Por tanto, foi realizada revisão bibliográfica da arquitetura escolar, analisando as mudanças dos espaços escolares, diante dos arranjos de layout na forma de ensinar, a necessidade de ambientes adequados às atividades realizadas e também os programas utilizados pelo governo para construção de novos edifícios escolares. Neste processo foi identificado a necessidade de construções rápidas e os ambientes que antes eram fechados e rígidos, passaram a ser abertos, integrados à natureza e com necessidade de ventilação, iluminação natural e flexibilidade (integrar ou isolar) de acordo com a atividade executada.

Nesse contexto, foram pesquisadas as diretrizes projetuais: modulação e flexibilidade. Foram examinados normas, projetos e obras que utilizaram estas referências com o objetivo de auxiliar na concepção desta proposta. A modulação vem contribuir com o anteprojeto em grelha modular de 1,20 x 1,20m, com paredes alinhadas, ambientes simétricos, para facilitar a execução da obra. A flexibilidade foi utilizada como ferramenta de expansibilidade-redução e integração-segregação dos ambientes.

Com relação ao conforto ambiental, foram observados os aspectos térmico, luminoso e acústico com relação ao sítio e o seu entorno. Com base no que foi estudado, foram utilizadas estratégias para proporcionar conforto aos usuários. A proposta contempla grandes aberturas protegidas pelos solários, circulações e beirais e uniformizar o nível de iluminação natural. Entretanto, apesar das aberturas

poderem contribuir com a incidência de ruídos externos ao ambiente, para proporcionar o conforto acústico foram utilizados artifícios como o recuo considerável da edificação para a rua, esquadrias com vidro laminado, além de sanduiche de lã de PET nas vedações do LSF. Para melhorar o condicionamento acústico e a inteligibilidade das salas de aulas foi especificado piso vinílico e forro acústico.

A análise do sistema construtivo LSF contemplou as prerrogativas de adequação a modulação proposta, a flexibilidade dos espaços e a obtenção de conforto térmico e acústico. Além de contribuir com a agilidade da execução da obra, redução no consumo de água e de desperdício de materiais, colaborando para a sustentabilidade da edificação.

Com relação aos estudos de referência, estes contribuíram para a concepção da proposta da escola de educação infantil. O projeto das Salas de Aulas Portáteis – PEA POD influenciou na questão das salas de aulas em módulos, que podem ser implantadas formando vários arranjos de agrupamentos. O projeto do Jardim de Infância induziu os solários protegidos com brises, as grandes aberturas das salas para o exterior e a utilização de painéis móveis entre os ambientes. Os projetos do PROINFÂNCIA e o estudo de caso do PROINFÂNCIA “tipo B” – CMEI Profª Fernanda Jales auxiliaram no programa de necessidades, dimensionamento dos ambientes e no uso do módulo tipo (ambiente da creche III, do projeto PROINFÂNCIA “tipo B”) que foi utilizado como referência para o módulo base das salas de aulas desta proposta.

Nesse contexto, esta proposta para escola de educação infantil foi concebida em módulos autônomos, que podem complementar edificações escolares existentes ou juntos formarem uma nova edificação de ensino infantil, podendo ainda ser edificada por etapas. A intenção do projeto modulado é que possa ser implantado em terrenos com diferentes dimensões e configurações, adaptando-se aos condicionantes climáticos do sítio e ao clima quente úmido, programa de necessidades do local e propiciando conforto aos seus usuários.

Essa dissertação pretende contribuir com novos arranjos arquitetônicos, podendo ser referência para outros estudos que enfoquem a modulação, flexibilidade e conforto aos usuários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AsBEA - Grupo de Trabalho de Sustentabilidade. **Guia sustentabilidade na arquitetura**: diretrizes de escopo para projetistas e contratantes. São Paulo: Prata Desing, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152**: Níveis de ruído para Conforto Acústico. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

_____. **NBR 15220**: Desempenho térmico para edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

_____. **NBR 15253**: Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

_____. **NBR 15873**: Coordenação Modular para Edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

_____. **NBR 5413**: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro: ABNT, 1991.

_____. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

AZUMA, Fabíola. **Uma contribuição através de um sistema cad**: baseado na web para aplicação da coordenação modular nas habitações de interesse social. Dissertação (Mestrado em construção civil) UFPR, 2008. Disponível em: <http://www.ppgcc.ufpr.br/dissertacoes/d0096.pdf>. Acesso em: 07 out. 2013.

BALDAUF, Alexandra S. F. **Contribuição à implementação da Coordenação Modular da construção no Brasil**. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil) UFRS, Porto Alegre, 2004.

BALDAUF, A.; GREVEN, H., 2007. **Introdução à coordenação modular da construção no Brasil**: uma abordagem atualizada, Porto Alegre, 2007. Coleção HABITARE/FINEP.

BASTOS, Maria A. J. **A escola-parque**: ou o sonho de uma educação completa (em edifícios modernos). Ed 178. 2009. Disponível em: <http://www.au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/178/artigo122877-3.aspx>. Acesso em 10 nov. 2013.

BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Christina. **Ventilação Natural em edificações**. Rio de Janeiro, 2010. PROCEL EDIFICA.

BRANDÃO, D. Q. **Habitação Social evolutiva**: aspectos construtivos, diretrizes para projetos e proposição de arranjos espaciais flexíveis. Cuiabá: CEFETMT, 2006.

BRANDÃO, Douglas Queiroz; HEINECK, Luiz F. M. **Formas de aplicação da flexibilidade arquitetônica em projetos de edifícios residenciais multifamiliares**. 1997. Disponível em: <http://www.abepro.org.br>. Acesso em: 10 mar. 2010.

BRASIL. Lei nº 8.069 de 13 de julho de 1990. **Estatuto da criança e do Adolescente**. Brasília: DOU, 13 jul.1990.

_____. Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)**. Brasília: DOU, 20 dez.1996.

_____. Ministério da Educação. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/>. Acesso em: 05 mar. 2013.

_____. Ministério da Educação. **Parâmetros Básicos de Infra-estrutura para Instituições de Educação Infantil** : Encarte 1. Brasília: MEC, SEB, 2006.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Instituto Brasileiro de Geografia Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 05 mar. 2013.

CAMPOS, Alessandro. **Projeto de habitação de interesse social segundo a coordenação modular e os princípios do ecodesign**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e saneamento). UEL, Londrina, 2009. Disponível em: <http://www.uel.br/pos/enges/portal/pages/arquivos/dissertacao/48.pdf>. Acesso em 20 nov. 2013.

CARVALHO, A. P. A.; TAVARES, I. “**Modulação no Projeto Arquitetônico de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde: o caso dos Hospitais Sarah**”. In: III Fórum de Tecnologia Aplicada à Saúde, 2002, Salvador. III Fórum de Tecnologia Aplicada à Saúde, Anais... Salvador: Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia, Multigraf, 2002.

CASTRO, Carlos D. M. S. de. **O espaço da escola na cidade: CIEP e arquitetura pública na cidade**. 136f. Dissertação (Mestrado em arquitetura e urbanismo) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

COMITÊ técnico em acústica arquitetônica da sociedade americana de acústica. **Acústica em salas de aulas**. Disponível em: <http://www.escutaessa.com/aulas/ca3/Acusticaemsalasdeaula%28sobrac%29.pdf>. Acesso em 20 abr. 2014.

COSTA, Lúcio. **Considerações sobre arte contemporânea**. São Paulo: Empresa das Artes, 1995.

DORFMAN, Gabriel. **Flexibilidade como balizador das técnicas de edificação no século XX**. Brasília: UNB, 2001. Disponível em <<http://www.unb.br>. Acesso em 23 fev. 2013.

ELALI, Gleice A. **O ambiente da escola – o ambiente na escola: uma discussão sobre a relação escola – natureza em educação infantil**. UFRN, 2003.

ESCOLAS apostam em arquitetura diferenciada para motivar alunos. Disponível em: <http://redeglobo.globo.com/globoeducacao/noticia/2013/09/escolas-apostam-em-arquitetura-diferenciada-para-motivar-alunos.html>. Acesso em 12 fev. 2014.

EVANS, B. **Natural Air Flow around Buildings**. Teaching the teachers on building climatology. Notas de aulas... The National Swedish Institute for Building Research, Estocolmo, 1973.

FREITAS, Arlene M. S.; CRASTO, Renata C. M.de. **Steel Framing**: Arquitetura. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.

HALL, E. T. **A dimensão oculta**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977.

HERTZBERGER, Herman. **Lições de Arquitetura**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K. **Arquitetura escolar**: o projeto do ambiente de ensino. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LE CORBUSIER. **Por uma arquitetura**. 6. Ed. São Paulo: Perspectiva, 2004.

LIMA, M. S. A cidade e a criança. São Paulo: Nobel Livraria, 1981 p.72.

LUCINI, Hugo C. **Manual Técnico de Modulação de Vãos de Esquadrias**. São Paulo: Pini, 2001.

LOUREIRO, C. **Classe, controle encontro**: o espaço escolar. Tese de doutoramento, São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2000.

MACHADO, Debora. **Público e comunitário**: projeto arquitetônico como promotor do espaço de convivência. Dissertação (Mestrado em arquitetura e urbanismo) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2009.

MAHFUZ, Edson da Cunha. **Ensaio sobre a razão compositiva**: uma investigação das relações entre as partes e o todo na composição arquitetônica. Belo Horizonte: AP Cultural, 1995.

MASCARÓ, Lucia R. de et all. **Tecnologia & Arquitetura**. São Paulo: Nobel, 1989.

MASCARÓ, Lucia R. de. **Luz, Clima e Arquitetura**. São Paulo, 1983.

MEDEIROS, D. **Proposta Arquitetônica para um padrão flexível de Unidade Básica de Saúde para a zona bioclimática 7 do RN, com ênfase na sustentabilidade ambiental**. Natal: UFRN, 2012.

MILLER, T.D; ELGARD, P. Defining Modules, Modularity and Modularization – Evolution of the Concept in a Historical Perspective. ISBN 87-89867-60-2, Design for Integration in Manufacturing, In: 13 thIPS RESEARCH SEMINAR, Fw34uglose,1998.

MOREIRA NETO, Edgardo. Concepção arquitetônica condicionada ao sistema construtivo em pré-fabricado de Concreto. UFMG, 2013. Disponível em: < www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg3/102.pdf>. Acesso em 06 out. 2013.

NAÇÕES UNIDAS. Coordinacion Modular em Vivienda. Nova York, 1966.

NATAL. **Código de obras e edificações do município de natal** – lei complementar nº 055, de 27 de janeiro de 2004.

NATAL. **Plano diretor de natal** – lei complementar nº 082, de 21 de junho de 2007.

NEVES, Laert P. **Adoção do partido na arquitetura**. Salvador: Edufba, 1998.

PANET, Amélia; BIOCA, Jussara; AZEVEDO, M. H.; FREIRE, S. A. **A Modulação de Frank Lloyd Wright**. In: Colóquio de Pesquisas em Habitação - Coordenação modular e mutabilidade, 2007, Belo Horizonte. Colóquio de Pesquisas em Habitação (4.:2007: Belo Horizonte, MG) Coordenação modular e mutabilidade/

Coordenadores: Silke Kapp...[et al.]. Belo Horizonte: Grupo de Pesquisas Morar de Outras Maneiras/ Escola de Arquitetura da UFMG, 2007, 2007.

QUATREMER de Quincy, A. C. Dictionaire historique d'architecture, vol. II, 1832, p.629.

RHEINGANTZ, Paulo A.; COSENZA, Carlos; Cosenza, Harvey; LIMA, Fernando R. Avaliação Pós-Ocupação. 1997. Disponível em: <http://www.fau.ufrj.br/prolugar/artigos.htm>. Acesso em 12 ago. 2013.

REIS, A. T. L. Adições espaciais: reações dos residentes e a construção do espaço habitacional responsivo. In: IX ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - Cooperação e Responsabilidade Social, 2002, Foz de Iguaçu. ENTAC- 1993 a 2002 - Primeira Coletânea de Anais dos Encontros Nacionais de Tecnologia do Ambiente Construído.. Foz do Iguaçu: ANTAC, 2002.

RN. Secretaria de estado da segurança pública e da defesa social. **Corpo de Bombeiros Militar**. portaria nº 191, de 03 de setembro de 2013.

ROMERO, Marcelo de Andrade; ORNSTEIN, Sheila Walbe. Avaliação Pós-Ocupação: métodos e técnicas aplicados à habitação social. Porto Alegre: ANTAC, 2003.

SALEH, T.; CHINI, A. **Building green via design for deconstruction and adaptive reuse**. CIB Report 323 - Lifecycle Design of Buildings, Systems and Materials. Netherland, 2009.

SOBRINHO, José A; PARENTE, Marta M de A. **CAIC: solução ou problema?**. Brasília: Serviço Editorial Ipea, 1995. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1717/1/td_0363.pdf. Acesso em 13 nov. 2013.

SOUZA, Larissa L de. **Padronização e Flexibilidade**: proposta de um edifício tipo para escola técnica profissionalizante. 175f. Dissertação (Mestrado em arquitetura) – UFRN, Natal, 2012..

TORQUATO, Rogério. **SEEC luta para recuperar o CAIC Esportivo de Lagoa Nova.** Nominuto.com, Natal, 2012. Disponível em: <http://nominuto.com/noticias/esporte/seec-luta-para-recuperar-o-caic-esportivo-de-lagoa-nova/84168/>. Acesso em 13 nov. 2013.

VAN STRAATEN, J. F.; RICHARDS, S. J.; LOTZ, F. J.; DEVENTER, E. N. **Ventilation and thermal considerations in school building design.** Pretoria: National Building Research Institute- CSIR, 1985.

VIANNA, Nelson Solano; GONÇALVES, Joana Carla Soares. **Iluminação e Arquitetura.** São Paulo: Geros s/c Ltda, 2001.

ZABALZA, Miguel Antonio. **Qualidade em Educação Infantil.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

ANEXO A

