

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

CAMILLA SOUSA COSTA

CONCEPÇÕES ARQUITETÔNICAS DE JOÃO FILGUEIRAS LIMA
Aplicabilidade na arquitetura residencial sustentável

São Luís
2013

CAMILLA SOUSA COSTA

CONCEPÇÕES ARQUITETÔNICAS DE JOÃO FILGUEIRAS LIMA
Aplicabilidade na arquitetura residencial sustentável

Monografia apresentada ao Curso de
Arquitetura e Urbanismo da Universidade
Estadual do Maranhão, para obtenção do
grau de Arquiteto e Urbanista.

Orientador: Prof. Esp. Ricardo Laender
Perez.

São Luís
2013

CAMILLA SOUSA COSTA

CONCEPÇÕES ARQUITETÔNICAS DE JOÃO FILGUEIRAS LIMA

Aplicabilidade na arquitetura residencial sustentável

Monografia apresentada ao Curso de
Arquitetura e Urbanismo da Universidade
Estadual do Maranhão, para obtenção do
grau de Arquiteto e Urbanista.

Aprovada em: / / .

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Ricardo Laender Perez (Orientador)

Universidade Estadual do Maranhão

1º Examinador

(Universidade Estadual do Maranhão)

2º Examinador

A Deus, pela força e discernimento.

Aos meus pais, Rômulo e Zirlene, pelo amor incondicional e apoio sempre.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me ouvir, amar e amparar em todas as horas.

Aos meus pais Zirlene e Rômulo, pelo exemplo de força, carinho, amor, dedicação e respeito, por serem o meu espelho e a maior fonte de aprendizado humano, obrigada por tudo.

Aos meus irmãos Rômulo Filho e Rafael, pelo carinho e atenção.

Ao meu namorado Márcio pelo auxílio, força, paciência, amor e dedicação.

Aos meus cachorros Tyson e Bambam, pelo exemplo de gratidão.

Ao Prof. Ricardo Laender Perez, por ter me acolhido e aceitado quando precisei, pelos ensinamentos, orientações, por sua surpreendente paciência e que mesmo diante de tantos afazeres soube me conduzir da melhor maneira possível.

Ao meu amigo Samir, pela disponibilidade e atenção sempre que precisei do seu auxílio.

A todos os meus amigos, que demonstraram toda compreensão na minha ausência e com muito carinho me apoiaram nesse período de trabalho incessante.

“O problema da habitação mínima é questão de um mínimo elementar de espaço, ar, luz e calor que o homem precisa para não sofrer, por causa da moradia, inibição no pleno desenvolvimento de suas funções vitais (...)”

Walter Gropius

RESUMO

Em meio aos arquitetos brasileiros, João Filgueiras Lima merece destaque pelo caráter social, apuro técnico e concepções arquitetônicas inovadoras vistas em suas obras. Lelé, como é conhecido, pautou sua metodologia de trabalho em um conceito de sustentabilidade fundado no respeito ao meio ambiente, no humanismo da construção, nas experimentações de tecnologias construtivas, na racionalização de materiais, e consolidou como marco de sua carreira a técnica da pré-fabricação, cuja celeridade e economia que proporciona poderiam solucionar o déficit habitacional no Brasil. De posse disto, este trabalho procura estudar e compreender as concepções arquitetônicas e sistemas construtivos desenvolvidos por Lelé e a empregá-los no desenvolvimento de um projeto modelo de habitação popular, assentado nos ditames da sustentabilidade e gerando conforto ambiental para seus usuários.

Palavras-chave: Lelé. Concepções Arquitetônicas. Conforto Ambiental. Habitação Sustentável

ABSTRACT

Among brazilian architects, João Filgueiras Lima deserves a special remark for the social character, technical refinement and architectural concepts seen in his works. Lelé, as he's commonly known, based his work methodology in a concept of sustainability established under the environmental respect, the construction in a humanistic perspective, the experimentation with constructional technologies and the rational employment of material, and consolidated as a landmark in his career the prefabrication technique, whose celerity and economy it provides could solve the housing shortage in Brazil. With that in hand, the present work studies and realizes the architectonic concepts and construction systems developed by Lelé and employs them for the development of a popular housing model project, settled under the rules of sustainability and providing comfort for its users.

Keywords: Lelé. Architectonic Concepts. Environmental Confort . Sustainable House

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	p.
Figura 1: Montagem de painéis em madeira no teto de uma das 138 residências do IAPB.	29
Figura 2: Sede Centro de Planejamento CEPLAN/UnB.	30
Figura 3: Elementos do Hospital Sarah (Salvador) para otimizar a ventilação e iluminação.	32
Figura 4: Integração das áreas no Processo LEED	36
Figura 5: Ganhos e absorção de calor	44
Figura 6: Corte esquemático da Rodoviária de Ribeirão Preto: Estudo sobre a proteção contra radiação solar.	45
Figura 7: Hospital Sarah (Brasília) – Indicação de elementos que permitem a entrada do ar e da luz.	48
Figura 8: Hospital Sarah (Fortaleza) - Aberturas, jardins e espelho d'água internos.	49
Figura 9: Implantação Hospital Sarah (Brasília).	50
Figura 10: Relação PMV e PPD.	51
Figura 11: Organização das Variantes da Carta Bioclimática.	52
Figura 12: Carta climática adotada no Brasil.	53
Figura 13: Aparência de uma carta solar.	54
Figura 14: Trajetória solar no plano até o meio dia.	55
Figura 15: Tribunal de Contas da União (Sergipe) - Corte esquemático e estudo de ventilação.	56
Figura 16: Efeito Chaminé.	58
Figura 17: Associação Ventilação Cruzada e Efeito Chaminé.	59
Figura 18: Situações de ventilação cruzada e efeito aerodinâmico por diferença de pressão.	59
Figura 19: Efeito da ventilação dinâmica com placa obstáculo.	60
Figura 20: Shed para saída e entrada de ar.	60
Figura 21: Shed para entrada de ar.	61
Figura 22: Residência César Prates - Aberturas no setor social favorecem a ventilação cruzada.	63

Figura 23: Residência César Prates - Vegetação auxiliando na formação de microclima.	63
Figura 24: Residência Aloysio Campos - Aproveitamento da topografia: conforto visual e térmico.	64
Figura 25: Residência Aloysio Campos - Vista área externa.	64
Figura 26: Residência Mário Kertész - Esquadrias que permitem a entrada do ar e luz.....	64
Figura 27: Zoneamento das lâmpadas promove melhor aproveitamento da iluminação natural.	67
Figura 28: Elementos para dirigir a luz.....	67
Figura 29: Sheds com testeira e brise para barrar a radiação direta.....	68
Figura 30: Iluminação Lateral.....	68
Figura 32: Sistemas de controle da radiação que favorecem a iluminação natural...71	
Figura 31: Hospital Sarah Salvador – Protetores externos e vegetação para controlar a insolação.	71
Figura 33: Brises móveis para regulagem e adaptação ao percurso do sol.....	72
Figura 34: Residência Nivaldo Borges - Nave principal e iluminação.	74
Figura 35: Perspectiva dos quartos com esquadria recuada e em vidro.....	74
Figura 36: Corte Esquemático - Pestana de concreto (brise) para controle de insolação.	75
Figura 37: Residência José da Silva Netto - Faces envidraçadas e delimitação por meio de mobiliário.	75
Figura 38: Alteração do conceito Vitruviano de eficiência na edificação.	77
Figura 39: Orientação solar de uma edificação - O sol fica mais alto ao sul.	79
Figura 40: Hospital Sarah (Fortaleza) - Estudo da orientação solar feita por Lelé. ...	80
Figura 41: Shed e cobertura atuante na forma e conforto ambiental.	80
Figura 42: Transmissão de radiação solar em fechamento transparente e opaco. ...	81
Figura 43: Etapas da transmissão de calor.	82
Figura 44: Vidro e parcela absorvida / Vidro e parcela refletida/ Vidro e parcela transmitida.....	82
Figura 45: Hospital Sarah (Salvador) - Fechamento com painéis artísticos e elementos vazados.	83
Figura 46: Tribunal de Contas da União (Cuiabá) - Fechamento com	84

Figura 47: Arborização auxiliando no controle da radiação solar e na produção de conforto.	85
Figura 48: Residência João Santana – Inserção da edificação em área arborizada.	86
Figura 49: Residência João Santana: Vista da casa executada.	86
Figura 50: Hospital Sarah (Rio de Janeiro) - O paisagismo impede a insolação e auxilia a iluminação.	87
Figura 51: Tribunal de Contas da União (Cuiabá) - Jardim interno e abertura superior complementam a iluminação.	87
Figura 52: Igreja CAB - Aproveitamento da topografia e inserção na paisagem.	90
Figura 53: Sacristia Igreja CAB – Esquema e Imagem de estrutura e vedação em pedra.	91
Figura 54: Residência Aloysio Campos da Paz - Fusão entre arquitetura e espaço.	91
Figura 55: Residência Nivaldo Borges - Tijolo aparente e transparência.	92
Figura 56: Convento de Brotas - Cobertura com abóbodas em tijolo.	92
Figura 57: Convento do Brotas - Iluminação e ventilação zenitais.	93
Figura 58: Distribuidora Brasileira de Veículos (DISBRAVE) - Esquema e imagem das vigas shed.	94
Figura 59: Hospital de Taguatinga - Caixas moduladas e ação multifacetada.	94
Figura 60: Residência José da Silva Neto – Perspectiva estrutural e estudo de insolação.	95
Figura 61: Centro de Reabilitação do Lago Norte (Brasília) - Marquise curva em aço.	96
Figura 62: Centro de Reabilitação Infantil (Rio de Janeiro) - Maleabilidade do aço nos sheds.	96
Figura 63: Residência Roberto Pinho – Estrutura com vigas curvas.	97
Figura 64: Galpões de Serviços Gerais - Perspectiva esquemática com estrutura pré-fabricada.	98
Figura 65: Hospital de Taguatinga - Croqui e montagem de peças das caixas pré-fabricadas.	98
Figura 66: Hospital Sarah Kubistcheck (Brasília) - Estrutura com elementos pré-fabricados.	99
Figura 67: Pré-fabricação de Escadaria drenante produzida pela RENURB.	99
Figura 68: Escolas em Abadiânia - Pré-fabricação de divisórias e esquema de montagem facilitado.	100

Figura 69: Croqui de Creche (Salvador) – Elementos pré-fabricados inovadores produzidos na FAEC.	100
Figura 70: Creche do Bom Juá (Salvador) - Elementos pré-fabricados em argamassa armada.	101
Figura 71: Escola Transitória (Goiânia) - Conceito de edificação desmontável.	101
Figura 72: Centro de Tecnologia da Rede Sarah (CTRS) - Oficina de argamassa armada.	102
Figura 73: Produção de peças em argamassa armada.	103
Figura 74: Hospital Sarah (Fortaleza) - Solário circular em argamassa armada.	104
Figura 75: Hospital Sarah Fortaleza - Partido Arquitetônico.	107
Figura 76: Hospital Sarah Fortaleza - Forma e funcionalidade da construção.	107
Figura 77: Comparativo de evolução Shed - Escola Transitória e Hospital Sarah (Salvador).	109
Figura 78: Modelos e formas de sheds.	109
Figura 79: Simulação do shed do Hospital Sarah (Salvador).	110
Figura 80: Simulação do shed de Tribunal de Contas da União (Bahia).	110
Figura 81: Hospital Sarah (Rio de Janeiro) - Corte do sistema de forro com brises em forma de basculante automatizados. Fonte: Péren, 2006	111
Figura 82: Hospital Sarah (Rio de Janeiro) - Sistema de forro em brises automatizados executado.	111
Figura 83: Hospital Sarah (Fortaleza) - Controle de iluminação por brises pela manhã e ao entardecer.	112
Figura 84: Galerias de ventilação - Hospital Sarah (Fortaleza): Bocas de entrada de ar com nebulizadores.	113
Figura 85: Hospital Sarah (Fortaleza) - Velocidade dos ventos das galerias de ventilação.	113
Figura 86: Hospital Sarah (Rio de Janeiro) - Vista aérea.	115
Figura 87: Hospital Sarah (Rio de Janeiro) - Destaque aos elementos complementares.	115
Figura 88: Croqui do sistema de ventilação.	116
Figura 89: Corte esquemático – Sheds imensos e área de internação com teto curvo.	117
Figura 90: Área de internação e detalhe da cobertura retrátil.	117
Figura 91: Sistema Estrutural - Sistema modular e apoio da cobertura.	118

Figura 92: Montagem da estrutura do auditório.....	118
Figura 93: Solário - Estrutura de sustentação.	119
Figura 94: Fundação Darcy Ribeiro.....	120
Figura 95: Planta Baixa - Pav. Térreo e Segundo pavimento.	121
Figura 96: Sistema de ventilação natural.	121
Figura 97 : Anel interno com distribuição de carga.	122
Figura 98: Montagem da cobertura.	123
Figura 99: Esquema de implantação da residência.....	124
Figura 100: Forro da sala de estar da casa.....	125
Figura 101: Jardim d'água Interno.....	125
Figura 102: Patamares configurados em muro de arrimo.	126
Figura 103: Varanda da residência - utilização de pré-fabricados.....	126
Figura 104: Rosa dos Ventos - Velocidade predominante	129
Figura 105: Carta Bioclimática de São Luis.	130
Figura 106: Carta Solar de São Luis (Norte) - Radiação Solar entre 22 de dezembro e 21 de junho.....	132
Figura 107: Carta Solar de São Luis (Norte) - Radiação Solar entre 22 de junho e 21 de dezembro.	133
Figura 108: Estudo do partido arquitetônico em 'L' com layout básico.....	136
Figura 109: Estudo do partido arquitetônico em 'L' com layout ampliado.....	136
Figura 110: Estudo de implantação e estratégias de conforto em eixo longitudinal.	137
Figura 111: Estudo de implantação e estratégias de conforto em eixo transversal.	137
Figura 112: Proposta Projeto Modelo de Habitação - Planta Baixa Base.	138
Figura 113: Proposta Projeto Modelo de Habitação - Planta Baixa Ampliada.....	138
Figura 114: Planta Baixa - Orientação Favorável.....	139
Figura 115: Planta Baixa - Orientação Desfavorável.....	139
Figura 116: Incidência Solar e Sombreamento: Orientação Favorável – 10h e 15h.	140
Figura 117: Incidência Solar e Sombreamento: Orientação Desfavorável – 10h e 15h.	140
Figura 118: Implantação Humanizada Favorável.....	141
Figura 119: Implantação Humanizada Desfavorável.....	142
Figura 120: Unidade Habitacional - Setorização.	143

Figura 121: Planta Baixa Favorável - Estudo de ventilação cruzada.	144
Figura 122: Planta Baixa Desfavorável - Estudo de ventilação cruzada.	144
Figura 123: Corte Esquemático 01 – Aberturas e Ventilação Cruzada.	145
Figura 124: Corte Esquemático 02 – Aberturas e Ventilação Cruzada.	145
Figura 125: Corte Esquemático 03 – Galeria de ventilação auxiliando na circulação dos ventos.	145
Figura 126: Perspectiva esquemática com montagem de pilar em argamassa armada.	146
Figura 127: Montagem de divisórias em argamassa armada.	146
Figura 128: Peças pré-fabricas para paredes internas.	147
Figura 129: Peças pré-fabricadas para paredes externas com passagem de ar. ...	148
Figura 130: Parede Interna: Planta Baixa e Vista Frontal e Posterior.	148
Figura 131: Parede Externa - Planta Baixa com Detalhe e Vista Frontal e Posterior.	149
Figura 132: Divisórias em argamassa armada com acabamento uniforme.	149
Figura 133: Versão do projeto modelo com paredes em tijolo cerâmico.	150
Figura 134: Casa com parede em adobe.	150
Figura 135: Esquadria tipo basculante em aço e vidro e veneziana fixa em aço. ...	151
Figura 136: Modelo de esquadria de correr em aço e vidro com e sem proteção por brises.	151
Figura 137: Configuração das paredes modulares com esquadria.	152
Figura 138: Desenho de Lelé de peças pré-fabricadas para ‘telha shed’ em argamassa armada.	153
Figura 139: Protótipo de shed desenvolvido por Lelé para Hospital de Taguatinga.	153
Figura 140: Sobreposição das peças que compõem a telha em argamassa armada.	154
Figura 141: Telha calandrada com tratamento termoacústico.	154
Figura 142: Montagem telha calandrada.	155
Figura 143: Brises fixados à viga e Sobreposição da viga aos brises.	155
Figura 144: Croqui de shed em estrutura com madeira e fechamento em telha cerâmica.	156
Figura 145: Croqui de telhado com shed alternativo - Estrutura em taquara e fechamento em palha.	156

Figura 146: Estrutura e cobertura adotadas nas ocas.....	156
Figura 147: Hospital Sarah (Fortaleza) - Montagem galeria de ventilação em argamassa armada.	157
Figura 148: Projeto Modelo - Galeria de Ventilação – Planta Baixa e Corte Esquemático.....	157
Figura 149: Corte Galeria de ventilação – Esquema saída de ar.....	158
Figura 150: Perspectivas Ilustrativas - Entrada de vento por esquadria externa e distribuição do ar nos ambientes internos.	158
Figura 151: Detalhe Galeria de Ventilação – Circulação do ar para o interior da habitação.....	158
Figura 152: Detalhe da ‘viga calha’ em argamassa armada utilizada no projeto modelo.	159
Figura 153: Esquema genérico com sistema de reuso de água para um conjunto de habitações.....	160
Figura 154: Perspectiva Ilustrada - Fachada Frontal.....	160
Figura 155: Perspectiva Ilustrada - Fachada Posterior.	161
Figura 156: Perspectiva Ilustrada - Fachada Frontal - Habitação Ampliada.	161
Figura 157: Perspectiva Ilustrada - Fachada Posterior - Habitação Ampliada.	162
Figura 158: Perspectiva Ilustrada - Sala de Estar.	162
Figura 159: Perspectiva Ilustrada - Cozinha.	163

LISTA DE TABELAS

	p.
Tabela 1: Distribuição da População Urbana e da População Rural Brasileira de 1940 a 1991.	37
Tabela 2: Estimativa do déficit habitacional por região.	39
Tabela 3: Tipos e velocidade dos ventos	47
Tabela 4: Velocidades e Impactos dos ventos.	62
Tabela 5: Estratégias climáticas para São Luis.	131

LISTA DE SÍMBOLOS

°	– graus
%	– porcentagem
km	– quilômetro
cm	– centímetro
mm	– milímetro
m	– metro
m ²	– metros quadrados
m ³	– metros cúbicos
m/s	– metros por segundo
W/m ²	– watt por metro por segundo
R\$	– real
h	– hora
N	– Norte
S	– Sul
L	– Leste
O	– Oeste
NE	– Nordeste
NO	– Noroeste
SE	– Sudeste
SO	– Sudoeste

LISTA DE SIGLAS

AQUA	– Alta Qualidade Ambiental
ASHRAE	– <i>American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers</i>
BNH	– Banco Nacional de Habitação
CAB	– Centro Administrativo da Bahia
CEPLAN	– Centro de Planejamento dos Edifícios da Universidade de Brasília
CUB	– Custo Unitário Básico
FAEC	– Fábrica de Equipamentos Comunitários
FCP	– Fundação da Casa Popular
GMT	– <i>Greenwich Mean Time</i>
HQE	– <i>Haute Qualité Environment</i>
IAP	– Institutos de Aposentadoria e Pensão
IAPB	– Instituto de Aposentadoria dos Bancários
IDHEA	– Desenvolvimento da Habitação Ecológica
LABEEE	– Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
LEED	– <i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
UNCHS	– <i>United Nations Centre for Human Settlements/Habitat</i>
NBR	– Norma Brasileira
NUGEO	– Núcleo Geoambiental
PAIH	– Plano de Ação Imediata para a Habitação
PMV	– <i>Predicted Mean Vote</i>
PPD	– <i>Predicted Percentage of Dissatisfied</i>
PROFILURB	– Programa de Financiamento de Lotes Urbanizados
SFH	– Sistema Financeiro de Habitação
SINDUSCON-MA	– Sindicato das Indústrias da Construção Civil do Maranhão
TRY	– <i>Test Reference Year</i>
UFSC	– Universidade Federal de Santa Catarina
UnB	– Universidade de Brasília

LISTA DE APÊNDICES

	p.
Apêndice 1.....	170
Apêndice 2.....	171
Apêndice 3.....	172
Apêndice 4.....	173
Apêndice 5.....	174
Apêndice 6.....	175
Apêndice 7.....	176
Apêndice 8.....	177
Apêndice 9.....	178
Apêndice 10.....	179
Apêndice 11.....	180
Apêndice 12.....	181
Apêndice 13.....	182

SUMÁRIO

	p.
1 INTRODUÇÃO	24
2 OBJETIVOS.....	27
2.1 Objetivo geral	27
2.2 Objetivos Específicos	27
3 RETRATANDO O ARQUITETO	28
3.1 João Filgueiras Lima.....	28
3.2 Concepção de Projeto: Sustentabilidade Inerente	31
4 EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS	34
4.1 Legislação	34
5 A HABITAÇÃO NO BRASIL.....	37
5.1 Déficit Habitacional	39
5.2 Habitação Popular	40
6 METODOLOGIA E CONCEPÇÕES DE PROJETO DE LELÉ	41
7 O MEIO	43
7.1 Elementos do Clima	43
7.1.1 Radiação Solar.....	43
7.1.2 Temperatura do ar.....	45
7.1.3 Umidade	46
7.1.4 Vento	47
7.1.5 Precipitações.....	48
7.2 Classificação Climática	49
7.2.1 Microclima	49
7.2.2 Zona de Conforto	50
7.2.3 Carta Bioclimática	52
7.2.4 Cartas Solares.....	54
7.3 Ventilação Natural	55

7.3.1 Tipos de Ventilação	57
7.3.2 Critérios de Ventilação	57
7.3.3 Ventilação Natural Térmica e Natural Dinâmica	58
7.3.4 Ventilação natural para melhorar conforto térmico da habitação	61
7.4 Iluminação Natural	65
7.4.1 Conforto Visual	69
7.4.2 Soluções técnicas: formas de iluminar e controlar a insolação	70
7.4.3 Iluminação natural na habitação	72
7.5 Clima e Arquitetura	76
7.5.1 Eficiência energética nas edificações	77
7.5.2 Orientação e Forma das Edificações	78
7.5.3 Fechamentos	80
7.5.4 Influência de Cor e Textura	83
7.5.5 Paisagismo e Aberturas	84
8 A TÉCNICA	89
8.1 Materiais	89
8.1.1 Pedra	90
8.1.2 Tijolo	91
8.1.3 Concreto	93
8.1.4 Aço	95
8.2 Pré-fabricação	97
8.3 Sistemas Construtivos	102
9 A EDIFICAÇÃO	106
9.1 Programa e forma	106
9.2 Elementos Estéticos e Funcionais	108
9.2.1 Sheds	108
9.2.2 Brises	111
9.2.3 Galerias de Ventilação	112
9.3 Análise de obras	114
9.3.1 Hospital Sarah Kubitscheck no Rio de Janeiro	114

9.3.1.1	Localização e Layout Interno	114
9.3.1.2	Conforto Ambiental.....	116
9.3.1.3	Dados Construtivos	117
9.3.2	Fundação Darcy Ribeiro.....	119
9.3.2.1	Localização e Layout Interno	119
9.3.2.2	Conforto Ambiental.....	121
9.3.2.3	Dados Construtivos	122
9.3.3	Residência Roberto Pinho.....	123
9.3.3.1	Localização e Layout Interno	123
9.3.3.2	Conforto Ambiental.....	124
9.3.3.3	Dados Construtivos	125
10	ELABORAÇÃO ‘PROJETO MODELO’ DE HABITAÇÃO SUSTENTÁVEL	128
10.1	Panorama Geral sobre São Luis.....	128
10.1.1	Clima	128
10.1.2	Diretrizes Climáticas.....	130
10.2	Escolha do terreno	133
10.3	Perfil Familiar.....	133
10.4	Programa de Necessidades	134
10.5	Projeto Modelo de Habitação Popular	134
10.5.1	Proposta	135
10.5.2	Partido Arquitetônico.....	136
10.6	Análise da Orientação do Projeto Modelo.....	139
10.7	Memorial Descritivo	141
10.7.1	Implantação.....	141
10.7.2	Unidade Habitacional	142
10.7.3	Materiais e Sistema Construtivos.....	146
10.7.4	Paredes internas e externas	147
10.7.5	Esquadrias	151
10.7.6	Piso.....	152
10.7.7	Cobertura.....	153

10.7.8 Galeria de Ventilação	157
10.7.9 Utilização de águas pluviais	159
10.8 Perspectivas Ilustrativas	160
11 CONCLUSÃO	164
REFERÊNCIAS.....	166
ANEXOS	169
APÊNDICES.....	171

1 INTRODUÇÃO

Há quase cinquenta anos, um dos expoentes da arquitetura brasileira, João Filgueiras Lima, o “Lelé”, desenvolve projetos pautados no racionalismo construtivo e em valores sustentáveis, antes mesmo destes atributos estarem em voga. A pesquisa permanente de técnicas inovadoras e a importância dada à ordem humana e social e à realidade local também caracterizam a postura do arquiteto, fonte de inspiração deste trabalho na busca de soluções para o déficit habitacional e a construção de moradias populares.

No Brasil, os problemas com a questão habitacional vêm sendo remediados através de programas e projetos sociais que oferecem subsídios para que os cidadãos adquiram uma moradia digna. Entretanto, apesar da iniciativa, a razão entre a demanda social e as ações providas pelas instâncias públicas é ainda desproporcional, gerando um aumento no déficit habitacional.

A propósito, o caráter formal das concepções arquitetônicas de Lelé, o seu rigor tecno-construtivo, a ênfase na produção industrial e a priorização dos aspectos relativos ao conforto ambiental sobressaem-se como características desejadas para reduzir com qualidade a carência habitacional que assola as regiões brasileiras, em especial a cidade de São Luís, que é o foco deste trabalho.

Em relação à preocupação ambiental, as obras de Lelé apresentam estratégias que promovem a qualidade de vida no habitat dos indivíduos, como Guimarães (2010) descreve:

A preocupação ambiental do trabalho de Lelé é percebida nas estratégias de implantação do edifício para captar ventos e a luz do sol, na exploração das potencialidades visuais da paisagem, na comunicação que as áreas internas e externas estabelecem a partir das grandes aberturas, dos painéis vazados, translúcidos ou transparentes que os delimitam, assim como no elevado rigor técnico das construções que, embora advenham de uma lógica produtiva industrial, resultam em formas esbeltas, sinuosas e leves que obedecem a uma lógica de semelhança e um total respeito ao meio. (GUIMARÃES, 2010, p. 127)

Não obstante às definições do termo sustentabilidade, que na maioria das vezes estão imprecisamente relacionadas com as questões ecológicas e a preservação da vida no planeta, o presente trabalho irá adotar o conceito trabalhado

por Lelé, fundado sobre a racionalidade construtiva, a funcionalidade espacial, a economia dos meios, a preocupação com os recursos naturais, a eficiência energética e o conforto ambiental. Além desses, a disponibilidade de material, a pesquisa, aprimoramento e inovação no campo da industrialização da construção e à busca de uma dimensão humana e social em suas obras. (GUIMARÃES, 2010)

Contudo, há quem pense que as concepções sustentáveis adotadas por Lelé, baseadas na valorização da tecnologia aliada à sustentabilidade, são compatíveis somente com uma realidade capaz de comportar projetos de elevado orçamento. Este pensamento é errôneo, pois a ênfase na prática tecno-construtiva está pautada na durabilidade, economia e celeridade da construção, bem como na promoção da inovação técnica através de projeções dos espaços solicitados por um indivíduo ou um grupo.

Para fazer valer tais princípios, Lelé constrói uma metodologia que, a partir da análise de variáveis, permita a resolução do problema proposto, no caso, a questão habitacional. Assim, o resultado final do projeto arquitetônico é fruto de um processo, uma experiência que jamais deve assumir a condição de modelo fechado, mas é flexível e está aberta a novas demandas, como a disponibilidade de materiais.

Enfim, o objetivo principal deste trabalho é abordar a tônica da questão habitacional em vista, principalmente, a estudos sobre os preceitos, técnicas e concepções arquitetônicas adotadas por Lelé, e propor, em seguida, a aplicação dessas percepções a um projeto modelo de habitação popular para a cidade de São Luís. Este deverá associar os conceitos de sustentabilidade e ser viável diante das condicionantes climáticas do local, proporcionando a qualidade ambiental que seus usuários necessitam.

Para alcançar esse objetivo, este trabalho consistirá na análise da tríade: o meio, a técnica e a edificação. A primeira irá desenvolver um estudo sobre os aspectos gerais e específicos do clima que contribuem para o conforto da edificação; o segundo consiste no exame das técnicas, materiais e sistemas construtivos utilizados e desenvolvidos por Lelé; e a terceira observará os elementos empregados na obra de Lelé e os benefícios que eles proporcionam, mediante um estudo de caso de três tipologias arquitetônicas.

Antes dessa análise, este trabalho elucidará o papel de Lelé na arquitetura e os aspectos gerais das edificações sustentáveis. Feito isso, é realizado um estudo preliminar sobre a habitação popular, aplicando, de forma compatível ao

tipo de edificação em questão, as concepções arquitetônicas de Lelé, tendo como base o conceito de sustentabilidade adotado nesse estudo.

Destarte a proposta imposta neste trabalho ser de extrema importância para o contexto atual de São Luís, haja vista o grave déficit habitacional, espera-se que o projeto possa ser aplicado em regiões distintas de modo a respeitar a arquitetura em escala construtiva industrial de Lelé e seu respeito ao meio e ao homem.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as propostas arquitetônicas e alguns dos sistemas construtivos desenvolvidos nas obras do arquiteto João Filgueiras, tendo em vista a sua aplicação de forma sustentável na concepção de um projeto modelo de habitação popular na cidade de São Luís.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compreender, a partir da análise das obras executadas, a metodologia e critérios utilizados pelo arquiteto João Filgueiras para desenvolvimento de técnicas de conforto ambiental e o consequente bem estar dos usuários nas edificações;
- Extrair de estudos bibliográficos, a relação custo-benefício na aplicação de materiais e técnicas sustentáveis no âmbito da construção civil popular.
- Analisar os elementos do clima de São Luis que favoreçam a concepção arquitetônica de um projeto residencial popular, priorizando orientação climática, materiais e técnicas construtivas eficientes.
- Desenvolver um projeto modelo de habitação sustentável, a nível de Estudo Preliminar, com base na concepção arquitetônica e nos sistemas construtivos de Lelé, destacando as condições de sua aplicabilidade na cidade de São Luis, reduzindo o custo de obra e materiais e prezando o bem estar dos moradores.

3 RETRATANDO O ARQUITETO

Poucos arquitetos atingiram um nível de referência perante a categoria como João Filgueiras Lima, o Lelé¹. Suas pesquisas contribuíram significativamente para o avanço da tecnologia no âmbito da construção civil, com materiais e técnicas desenvolvidos e aperfeiçoados no decorrer de sua produtiva carreira.

Para determinar o grau de relevância da obra de Lelé, procede-se à análise de seu perfil e do contexto histórico em que está inserido, sem olvidar de relacionar o conjunto de sua obra ao processo de formação. Segundo Vilela Júnior (2011), Lelé reúne, coerentemente, a concepção artística do objeto e o raciocínio construtivo pertinente, aliados à justificativa para adoção de determinado partido.

3.1 JOÃO FILGUEIRAS LIMA

João Filgueiras Lima, nascido no subúrbio do Rio de Janeiro em 1932, viveu sua infância na Ilha do Governador, onde desenvolveu gosto pela música. Contudo, a ocupação musical não lhe garantiu o sustento esperado, e após renunciá-la, Lelé buscou algo em que pudesse empregar sua habilidade com desenhos e caricaturas. Em 1951, ingressou na Faculdade Nacional de Arquitetura na capital carioca, formando-se em 1955. Lá, entrou em contato com o grupo de estudos do arquiteto modernista Aldary Toledo, e através deste moldou a sua personalidade profissional:

Aldary Toledo é além de um arquiteto da primeira geração de modernista um autêntico artista que conviveu com Portinari, tendo sido este seu professor de desenho e pintura. Ao seu círculo de convivência pertenceram Oswald de Andrade, Jorge de Lima, João Cabral de Melo Neto, Lucio Costa, entre outros. (PEIXOTO, 1996 apud VILELA JUNIOR, 2011, p.12)

¹ Segundo o próprio, seu apelido foi dado em homenagem ao jogador do Vasco, Manuel Pessanha (1918-2003), o Lelé, campeão carioca em 1947 e sul americano de clubes em 1948, cuja posição, meia direita, era a mesma na qual atuava o jovem arquiteto

Através dos projetos desenvolvidos no grupo, Lelé entrou em contato com a linguagem arquitetônica modernista de Aldary Toledo que, segundo Peixoto (1996 apud VILELA JUNIOR, 2011, p.26): “é pautada por um humanismo extremo e um vocabulário variado, composto por uma riqueza de materiais, escolhidos segundo sua disponibilidade e também compreendidos em seus potenciais construtivos”. Estas características foram incorporadas por Lelé e deram origem à sua peculiar concepção projetual.

O relacionamento mestre e aprendiz resultou na contratação de Lelé pelo Instituto de Aposentadoria dos Bancários (IAPB), onde Toledo era o diretor da Seção de Arquitetura. Logo a admissão de Lelé, Toledo o inseriu na instituição para contribuir com o projeto de Brasília.

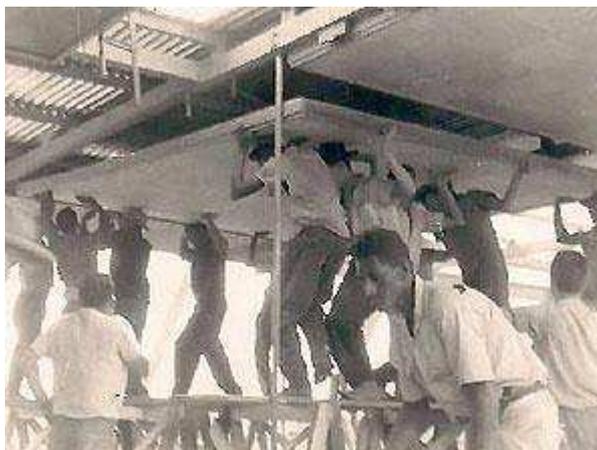


Figura 1: Montagem de painéis em madeira no teto de uma das 138 residências do IAPB.
Fonte: Revista aU, 2010

Inexperiente em obras daquele porte, Lelé apoiou-se na força de vontade e entusiasmo para superar os obstáculos na construção da cidade idealizada por Lúcio Costa e Oscar Niemeyer. A oportunidade de participar de uma experiência desta magnitude também foi crucial para o seu amadurecimento, pois a complexa realidade proporcionou uma formação teórica empírica, pautada no conhecimento prático obtido durante a execução das obras (GUIMARÃES, 2003, p. 17).

A construção de uma nova capital representou o ponto de partida, pois ao participar dessa história, Lelé conseguiu incorporar os conceitos de pré-fabricação que orientaram os projetos executados durante a criação do CEPLAN e travar um diálogo com os grandes mestres cariocas – Lúcio Costa e Oscar Niemeyer, aprendendo

avidamente a decodificar o tipo de linguagem e as ideias difundidas naquele dado momento. (GUIMARÃES, 2003, p.40)

Com o tempo, Lelé transformou-se em peça-chave na edificação de Brasília, em que atuou como projetista, responsável técnico e coordenador de obra. O reconhecimento veio na indicação feita por Oscar Niemeyer à secretaria executiva do Centro de Planejamento dos Edifícios da Universidade de Brasília (CEPLAN), pelo qual projetou as construções na UnB, uma de suas obras mais relevantes.

Outrossim, a importante função fez Lelé por em prática o conhecimento adquirido para inovar na forma de construir, a exemplo da construção da própria sede do CEPLAN, em que foram empregados elementos pré-fabricados, tecnologia usada na época pelos países desenvolvidos (GUIMARÃES, 2003, p. 24-25).

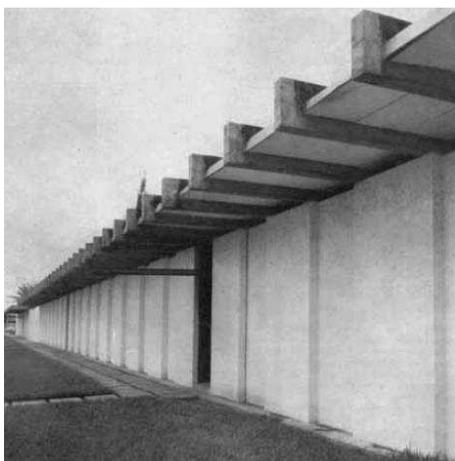


Figura 2: Sede Centro de Planejamento CEPLAN/UnB.
Fonte: Vilela Júnior, 2011

O CEPLAN ainda possuía um diferencial: buscava promover a pesquisa e a busca de novas tecnologias para aplicá-las nas construções de Brasília. Com isto em mente, em 1963, Lelé foi enviado ao Leste Europeu e à União Soviética a fim de conhecer as tecnologias e métodos empregados na produção em série de prédios industrializados.

Lelé deparou-se com países arrasados pela guerra, mas que detinham conhecimento avançado no campo da industrialização das construções e domínio das novas tecnologias no campo da engenharia civil, utilizando a técnica da pré-fabricação como método de construção rápida, eficiente e econômica.

Apesar das diferenças históricas, políticas e climáticas entre Brasília e as cidades visitadas por Lelé, o que mais o impressionou foram os aspectos relativos à

organização industrial, técnicas de protensão e cura do concreto a vapor. Ainda que devessem sofrer adequações para ser incorporadas na cultura brasileira, as técnicas empregadas em cidades no interior da Checoslováquia serviram como modelo para resolução de uma série de problemas ligados à fabricação dos componentes construtivos em larga escala no Brasil (VILELA JÚNIOR, 2011, p. 33).

Nos países que visitei, o clima era um problema seriíssimo a ser enfrentado durante a produção das edificações, pois, com temperaturas muito baixas, não ocorre a reação de hidratação do concreto; esse processo é retardado.

Aqui no Brasil, nós temos um clima extremamente ameno, que favorece a produção de concreto durante o ano inteiro, em que a reação de hidratação se faz normalmente e, quanto mais elevada for a temperatura, melhor. (LIMA, 2001 apud GUIMARÃES, 2003, p.31)

Em seu retorno ao Brasil, Lelé pôs em prática a percepção empírica e técnica adquirida, passando a priorizar elementos como coberturas com sheds, ventilação natural e paisagismo, além de inserir a produção em série e os pré-fabricados no processo de lapidação evolutiva obtendo produtos arquitetônicos amadurecidos e aprimorados ao longo da sua carreira.

3.2 CONCEPÇÃO DE PROJETO: SUSTENTABILIDADE INERENTE

Antes mesmo da urgência contemporânea pela sustentabilidade, Lelé sempre focou na priorização das necessidades humanas e ambientais. Em sua opinião, as variantes determinadas pelo homem e meio devem estar presentes nas ideias originais do projeto e ser integradas em sua concepção desde o instante de seu nascimento. (RIVERO, 1985 apud PÉREN, 2006, p.35). Outra preocupação de Lelé estava relacionada ao conforto e economia energética:

A incidência do vento e do sol são variáveis importantes na concepção de seus projetos, ao mesmo tempo em que determinam o desenvolvimento dos detalhes de janelas, sistemas de aberturas, sheds e galerias de ventilação, entre outros. Em sua concepção, essa preocupação é a diretriz para o desenvolvimento de cada um dos estágios e subsistemas de projeto. (PERÉN, 2006, p.34)

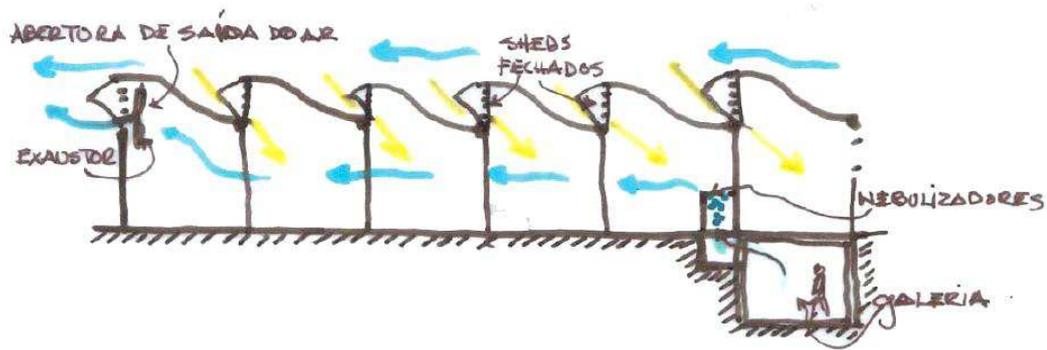


Figura 3: Elementos do Hospital Sarah (Salvador) para otimizar a ventilação e iluminação.

Fonte: Perén, 2006

Desse modo, Lelé desgosta quando associam sua obra ao termo sustentável, pois, a seu ver, a arquitetura sustentável não implica inovação e a preocupação com ambiente deveria ser uma condição primária da disciplina arquitetônica. Isto se vê na sua busca por soluções inteligentes que solucionem conflitos, garantam ao homem a satisfação e respeitem o meio em que cada edificação está inserida.

Nesse sentido, os aspectos de eficiência energética e conforto ambiental são elementos implícitos e constituem requisitos à prática da profissão. Lelé afirma:

As pessoas falam de sustentabilidade como se tivessem descoberto a pólvora. Os índios já construía suas ocas com as matérias-primas disponíveis, sem qualquer caráter depredatório. Havia uma economia naquilo, uma lógica quanto ao aproveitamento dos espaços e a intenção de criar ambientes ventilados. Então, nada disso é novo, mas é claro que a tecnologia atual evoluiu e, os arquitetos deveriam usar esse instrumental para fazer uma arquitetura bem melhor em relação às construções dos povos primitivos. A sustentabilidade é um discurso que não se sustenta, porque é mentiroso. (LELÉ, 2007 apud GUIMARÃES, 2010, p. 86)

As inúmeras tipologias do projeto de Lelé, do residencial ao institucional, têm como marca registrada os sistemas construtivos racionais e industrializados. Através dos pré-fabricados, que permitem a flexibilidade e ampliação futura dos espaços edificados, ele contribuiu para a construção em série, aliando tecnologia e criatividade, além de projetar ambientes bem ventilados e iluminados que privilegiem os recursos naturais. Perén avalia:

Espaços iluminados e ventilados naturalmente, com pés-direitos amplos e dispositivos para refrescá-los como as galerias de

ventilação com nebulizadores e espelhos d'água, assim como a incorporação de jardins internos, são alguns dos recursos que Lelé propõe para gerar espaços mais humanizados, com poucos recursos artificiais de climatização e, portanto, baixo consumo de energia. (PERÉN, 2006, p.35)

Visto isso, o conceito adotado nesse trabalho envereda pela perspectiva adotada por Lelé, na busca do emprego racional dos materiais. Em decorrência disso, cria um sistema de produção em série que otimiza o tempo da construção e reduz a geração de resíduos; volta-se à realidade do local, utilizando materiais disponíveis no mercado; e prioriza o indivíduo, protagonista do espaço projetado, oferecendo-lhe conforto e qualidade ambiental.

4 EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS

O desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades. (Relatório Brundtland², 1987).

A arquitetura sustentável consiste na elaboração de soluções e tecnologias inteligentes aliadas a um projeto que aproveite racionalmente os elementos do meio a fim de proporcionar o conforto dos usuários. Desta forma, a edificação sustentável é aquela indissociável do meio, compreendendo o entorno, o clima e a região, decorrente de uma filosofia corajosa e caracterizada pela eficiência, resiliência e alto desempenho. (KELLER; BURKE, 2010)

Para isso, a edificação precisa tratar da questão de resíduos da construção, usar de forma eficiente os recursos do meio, minimizar o emprego de energia durante o transporte de materiais e empregar a ventilação e iluminação naturais. (KELLER; BURKE, 2010).

A construção de um projeto ecologicamente correto deve obedecer a alguns princípios definidos pelo Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica (IDHEA) e pelo United Nations Centre for Human Settlements/Habitat (UNCHS), dentre os quais, a análise da região do entorno em que a edificação será implantada, a valorização da inteligência nas edificações e a promoção da qualidade ambiental interna. (RODRIGUES, 2011, p. 06)

4.1 LEGISLAÇÃO

A construção deve obedecer a critérios e certificações para ser rotulada como sustentável ou “verde” e empregar o prefixo “eco”.

² Relatório Brundtland é o documento intitulado Nosso Futuro Comum, publicado em 1987 e elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. O relatório faz parte de uma série de iniciativas reafirmando uma visão crítica do modelo de desenvolvimento adotado pelos países industrializados e nações em desenvolvimento, que ressaltam os riscos do uso excessivo dos recursos naturais sem considerar a agressão aos ecossistemas.

Os Estados Unidos, um dos países pioneiros em políticas de qualidade ambiental, apresenta um leque de opções quanto à legislação e certificações ambientais. No Estado da Califórnia:

A política de construção sustentável da cidade de São Francisco exige que os edifícios de escritórios comerciais recém-construídos com até 465 m² de área bruta, bem como as reformas ou adaptações grandes em edificações com 2.323 m² de área bruta, obtenham uma Certificação LEED básica junto ao USGBC. (...) Essa política também se aplicará às edificações habitacionais, exceto projetos de pequeno porte, que obedecem a um sistema alternativo conhecido como Green Point Rated. (KELLER; BURKE, 2010, p.54)

Por sua vez, a Lei de Políticas Energéticas (Energy Policy Act of 2005) é a primeira a instituir as edificações de alto desempenho como forma de reduzir o consumo de energia do país. Enquanto isso, a Lei de Independência e Segurança Energética (Energy Independence and Security Act of 2007) associa a redução do consumo de energia das edificações à minimização da dependência em relação aos combustíveis fósseis.

No Brasil, não há uma política ou legislação que obrigue o emprego de técnicas sustentáveis, salvo algumas normas, como a NBR 15.575:2013, que dispõe genericamente sobre o desempenho das novas habitações e define parâmetros para quesitos como acústica, durabilidade, manutenção e transmitância térmica.

Em função desta carência legal, a categorização das edificações como sustentável depende das certificações ambientais. A principal delas é a LEED (Leadership in Energy and Environmental Design – Liderança em Projetos de Energia e Ambientais) que avalia edifícios residenciais e comerciais segundo o desempenho ambiental e energético, mas sem contemplar os aspectos sociais.

Os critérios estipulados para obter o selo de certificação sustentável são: Espaço Sustentável (SS – Sustainable Sites), Eficiência do uso da água (WE – Water Efficiency), Energia e Atmosfera (EA – Energy & Atmosphere), Materiais e Recursos (MR – Materials & Resources), Qualidade ambiental interna (EQ – Indoor Environmental Quality) e Inovação e Processos (IN – Innovation & Design Process), os quais estão ilustrados na figura a seguir.



Figura 4: Integração das áreas no Processo LEED
Fonte: Keller; Burke, 2010

A partir de 2008, também passou a ser empregada a certificação AQUA (Alta Qualidade Ambiental), baseada na certificação francesa HQE (Haute Qualité Environment) e adaptada para atender as particularidades brasileiras, considerando a realidade social, econômica, condições climáticas, dentre outros aspectos. (FERNANDES, 2008 apud DURANS, 2011, p. 33)

5 A HABITAÇÃO NO BRASIL

A problemática habitacional brasileira, atrelada à questão do direito à cidade, além da construção de moradias para atender ao alarmante número de famílias sem casa própria, consiste também na solução de problemas de infraestrutura e a urbanização em periferias e favelas. (MOTTA, 2012, p. 01).

Para entender a situação atual da habitação, deve-se retroagir ao fim do século XIX quando o fim da escravidão e a chegada de imigrantes europeus contribuíram para o aumento da população urbana e da demanda por serviços e moradias. (MARICATO, 1997 apud MOTTA, 2012, p. 02).

A política urbana na República Velha fundava-se no embelezamento das cidades à imagem das grandes europeias, o que, para a elite da época, auxiliaria a captação de investimentos estrangeiros. (DURANS, 2011, p. 22)

Todavia, a formação de aglomerados insalubres serviu de obstáculo para o objetivo estético e proporcionou mudanças na urbanização, contribuindo para a segregação do espaço urbano, com o conseqüente deslocamento das classes populares às periferias a fim de suprir as necessidades habitacionais decorrentes da movimentação das camadas sociais. (MOTTA, 2012, p. 02).

Essa situação agravava-se com o aumento populacional descontrolado:

Anos	População Urbana	População Rural
1940	31,2%	68,8%
1950	36,2%	63,8%
1960	45,4%	54,6%
1970	55,9%	44,1%
1980	67,65%	32,35%
1990	74,8%	24,2%

Tabela 1: Distribuição da População Urbana e da População Rural Brasileira de 1940 a 1991.
Fonte: BOTEGA, 2008, p. 04

A resposta insuficiente do Governo veio através do financiamento de moradias por meio dos Institutos de Aposentadoria e Pensão (IAP). Com efeito, as políticas habitacionais entre os anos 40 e 60 consistiam na oferta de crédito

imobiliário pelas Caixas Econômicas e pelos IAPs, ou então por bancos incorporadores imobiliários, mas a centralização veio apenas com a criação da Fundação da Casa Popular (FCP) em 1946, o primeiro órgão nacional designado a prover residências para a população mais pobre.

Em 1964, após o Golpe Militar, foi extinta a Fundação da Casa Popular (FCP) e criados o Sistema Financeiro de Habitação (SFH) e o Banco Nacional de Habitação (BNH) com a missão de “estimular a construção de habitações de interesse social e o financiamento da aquisição da casa própria pelas classes da população de menor renda”. (BOTEGA, 2008, p. 05)

Tanto o SFH quanto o BNH foram importantes agentes na dinamização da economia nacional e estimularam o crescimento da indústria da construção civil, até esta ser substituída, no fim dos anos 60, pela de bens de consumo duráveis na ótica aceleradora. Esta mudança obrigou o BNH a reorientar seus investimentos às camadas com maior poder aquisitivo, conseqüentemente desvirtuando sua função institucional de construção de habitações populares e fugindo do objetivo de superação do déficit habitacional.

A alternativa dentro do SFH à camada marginalizada dos programas habitacionais foi o Programa de Financiamento de Lotes Urbanizados (PROFILURB), cujo objetivo era o de “fornecer condições de saneamento e infraestrutura básica, reservando ao mutuário a responsabilidade de construir sua habitação de acordo com suas disponibilidades financeiras e prioridades pessoais” (AZEVEDO & ANDRADE, 1982, p. 104), mas foi rejeitado em face da distância dos lotes aos centros urbanos.

A situação habitacional agravou-se depois da extinção do BNH e a subsequente transferência das suas funções à Caixa Econômica Federal. Ademais, as reformulações constantes nos órgãos responsáveis provocaram uma confusão institucional na política habitacional nacional.

Os programas utópicos desenvolvidos durante o governo Collor, no caso o Plano de Ação Imediata para a Habitação (PAIH), e o governo Itamar, os Programas Habitar Brasil e Morar Município, mostraram-se insuficientes para atender o crescente déficit habitacional. Atualmente, o programa Minha Casa, Minha Vida, que pretende construir um milhão de habitações para famílias com renda de até 10 salários mínimos, tem logrado resultados tímidos aquém do esperado. (DURANS, 2011)

5.1 DÉFICIT HABITACIONAL

Em 2000, o Censo realizado pela Fundação João Pinheiro³ estimou que o déficit habitacional no Brasil estivesse em torno de 8 milhões de unidades (7 milhões só nas áreas urbanas). A tabela abaixo detalha esses valores:

Especificação	Déficit Habitacional	Percentual do Total dos Domicílios Particulares Permanentes (%)
Norte	411.625	20,2
Nordeste	2.631.790	23,0
Sudeste	2.412.460	11,9
Sul	690.312	9,6
Centro-Oeste	488.482	15,4
Brasil	6.656.526	14,8

Tabela 2: Estimativa do déficit habitacional por região.
Fonte: OSÓRIO, 2004

A Fundação João Pinheiro analisa os aspectos quantitativos (dimensionamento do estoque de habitações) e qualitativos (especificidades internas desse estoque) (DURANS, 2011), sendo que esta não pode ser considerada parcela do déficit habitacional, pois não envolve a construção de unidades, mas a necessidade de reparos ou ampliação das existentes.

Esse é um dos motivos pelo qual o programa Minha Casa, Minha Vida sofre críticas, pois pretere o aspecto qualitativo da moradia e enfoca o déficit habitacional como se este fosse um problema apenas numérico, a ser superado pela construção em massa de unidades habitacionais. (DURANS, 2011).

³ FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estudos Políticos e Sociais. Déficit Habitacional no Brasil. Belo Horizonte, 1995.

[...] depois de ter vivido, entre 2007 e 2008, os melhores dias dos últimos dez anos e ter puxado o crescimento da economia, a construção civil volta a depender de políticas públicas. O pacote habitacional preparado pelo governo [...] é a única esperança do setor para reverter à desaceleração e expandir-se em tempos de crise (LIMA, 2009 apud DURANS, 2011, p. 25).

Assim, cabe ao governo alterar essa forma de enxergar o déficit habitacional e empregar também a análise qualitativa das habitações, além da aplicação racional de tecnologias e o saudável relacionamento entre o ambiente urbano e o meio ambiente.

5.2 HABITAÇÃO POPULAR

Historicamente, a principal função da habitação é a de abrigo. À medida que passou a utilizar matérias disponíveis no meio ambiente, o homem construiu abrigos cada vez mais elaborados. Mas mesmo com a evolução tecnológica, sua função primordial tem permanecido a mesma, ou seja, proteger o ser humano das intempéries e de intrusos (ABIKO, 1995).

A habitação popular é aquela adequada ao padrão popular, podendo estar incluídos neste escopo as habitações de interesse social ou de baixa renda. Estes termos exigem a definição da renda das famílias ou indivíduos para essa faixa de atendimento social, que é de até 5 (cinco) salários mínimos. (DURANS, 2011)

Todavia, a construção de habitações populares não deve estar restrita a padrões pré-estabelecidos, e embora deva respeitar um programa básico, o conforto e bem estar dos usuários e o emprego de métodos eficientes que favoreçam a concepção projetual também devem ser aspectos a ser pensados e explorados.

6 METODOLOGIA E CONCEPÇÕES DE PROJETO DE LELÉ

Antes mesmo da massificação da cultura ecológica e desenvolvimento sustentável, alguns arquitetos demonstravam que, além dos discursos bem intencionados, seria possível a consolidação da teoria na prática e consequentemente, promover projetos que serviriam de lição sobre como lidar com as questões de sustentabilidade. (GUIMARÃES, 2010, p.89)

A seguir, Lelé analisa a sustentabilidade antes de ser considerada o grande interesse na última década do século XX:

Toda obra de qualidade pode servir positivamente como um referencial, mas a gente não pode levar tudo a ferro e fogo. A arquitetura não é criada a partir de uma fórmula mágica. Cada situação impõe uma solução nova, muito embora possamos aplicar em diferentes projetos uma mesma filosofia. A minha arquitetura está baseada no conceito da racionalidade da construção, nos modos de economia da produção em série, na prática de oferecer ambientes confortáveis para as pessoas. Eu faço isso não para seguir uma norma ou um interesse de marketing. Eu não trabalho para o mercado. Agora se as pessoas dizem que meus projetos são sustentáveis, tudo bem, mas desde sempre eu faço as coisas assim porque é assim que eu penso, não conheço outro jeito.⁴ (LELÉ, 2007 apud GUIMARÃES, 2010, p.89)

Diante disso, Lelé admite o aproveitamento de outras arquiteturas e dos fundamentos básicos usados para obtenção do resultado. Isto ocorrerá quando o profissional conseguir interpretar a ideia e essência do projeto, extrair o seu conceito e adequá-lo à sua realidade, não apenas imprimir uma cópia.

Para realização de práticas sustentáveis, valem as experiências adquiridas ao longo do tempo e a sensibilidade e o bom senso em perceber as características do meio inserido, mais do que critérios normativos e certificação por selos de qualidade. Deste modo, Guimarães (2010) sintetiza:

Trocando em miúdos, o arquiteto deve valer-se de princípios e conceitos para construir uma metodologia ou raciocínio que, estabelecido a partir da análise das variáveis, torne-se aplicável à

⁴ Entrevista realizada por GUIMARÃES (2010) com o arquiteto Lelé em 24 de Outubro de 2007, Salvador

resolução do problema exposto, sendo que o resultado final é fruto de um processo, uma experiência que jamais deve assumir a condição de modelo fechado, mas servir como um sistema referencial flexível que comporte as novas situações demandadas pela arquitetura. (GUIMARÃES, 2010, p. 90)

Aproveitando o conhecimento adquirido ao longo da carreira, Lelé conseguiu formular princípios básicos à concepção de uma ideia, comprometendo-se a evoluir progressivamente os métodos aplicados em suas obras e, conseqüentemente, conceber projetos arquitetônicos singulares. A partir disso, suas estratégias e critérios projetuais serão analisadas sobre a tríade: o Meio, a Técnica e a Edificação.

7 O MEIO

A fim de aproveitar as condicionantes de um projeto arquitetônico, faz-se necessário estudar o meio sobre o qual a edificação será implantada. Desta forma, serão apresentados os aspectos gerais acerca das variantes ambientais, e delas partirá a estratégia de concepção do projeto. Ao mesmo tempo, serão observados assuntos importantes, tais como a eficiência energética, a forma e orientação das edificações, além da influência de cores, aberturas e paisagismo sobre elas. Por meio das ideias e construções de Lelé, pretende-se ilustrar a conjugação entre os aspectos climáticos e arquiteturais, e seus efeitos nas edificações.

7.1 ELEMENTOS DO CLIMA

Quando o objetivo é o conforto ambiental e a eficiência energética, o clima é um elemento decisivo na elaboração do projeto. Deste modo, a adequação climática deve ser uma preocupação precípua do arquiteto, tanto em projetos residenciais quanto nas demais edificações. Os elementos climáticos que devem ser considerados no desenho das edificações são:

7.1.1 Radiação Solar

A principal fonte de energia para o planeta é a radiação solar, emitida através de ondas eletromagnéticas pelo Sol, fonte de calor e de luz de extrema importância no estudo da eficiência energética na arquitetura. Nas regiões de clima quente e úmido, a incidência solar ao meio dia é quase perpendicular à superfície terrestre, provocando aumento da temperatura. Uma parte da radiação solar incidente é refletida pela superfície das nuvens e a outra é absorvida por elementos da atmosfera; o que resta, difunde-se em todas as direções. (LIMA, 2011)

Sobre as radiações Rosário (2006) afirma:

Essas radiações podem ser absorvidas ou refletidas pelas superfícies opacas sobre as quais ela incidir. A quantidade de energia absorvida ou refletida depende da cor e das características dos materiais da superfície. Sofre influência, ainda, pelo ângulo que os raios solares atingirem a superfície sobre o qual incidirem. Como a radiação solar direta é uma fonte muito intensa de luz, há a necessidade, em clima tropical, do controle de sua incidência em pisos, paredes e coberturas das edificações a fim de reduzir a carga térmica por ela provocada. Por outro lado, o aproveitamento da iluminação natural é necessário nos ambientes internos, substituindo ou ajudando a iluminação artificial. (ROSARIO, 2006, p. 25)

Nesse contexto, pode-se aproveitar ou evitar a luz e o calor solar, e o critério mais sábio para definir o que fazer é ter como premissas básicas o conforto térmico e visual dos ocupantes e a economia de energia. (LAMBERTS et al., 1997)

Mas o que normalmente ocorre é a adoção de um dos enfoques, luz ou calor, como prioridade, com um deles deixado para ser resolvido *a posteriori* com sistemas artificiais. Como a principal causa de desconforto térmico é o ganho de calor, o objetivo inicial do projeto arquitetônico deve ser a proteção contra a radiação solar. Sobre isto, Corbella e Yannas (2003) distinguem dois casos:

- “A radiação solar que ingressa pelas aberturas e é absorvida, em parte, nas superfícies do chão ou das paredes, convertendo-se em energia térmica;
- A energia solar que é absorvida na superfície das paredes externas se converte em calor, que aumenta a temperatura dessa superfície.” (2003, p. 41)

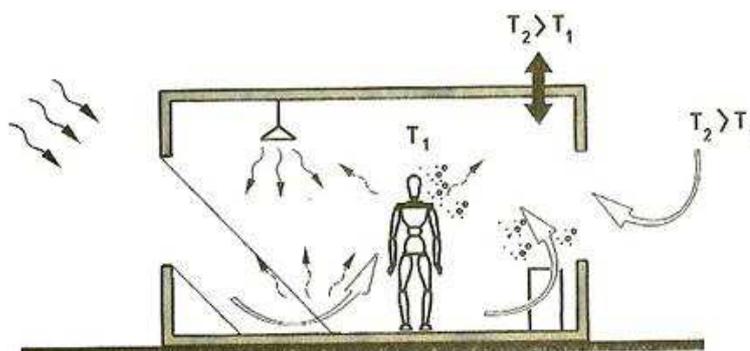


Figura 5: Ganhos e absorção de calor
Fonte: Corbella e Yannas, 2003

Independentemente do caso, a temperatura do ar interior eleva-se e as superfícies aquecidas aquecem-se e emitem mais energia do que as não aquecidas, provocando desconforto no local. Para combater esse efeito, aumentar o conforto ambiental e reduzir o consumo energético, sugerem-se as seguintes estratégias:

- Posicionar o edifício de maneira a obter a mínima carga térmica devida à energia solar;
- Proteger as aberturas contra a entrada de sol;
- Dificultar a chegada do sol às superfícies do envelope do edifício;
- Minimizar a absorção do sol pelas superfícies externas;
- Determinar a orientação e o tamanho das aberturas para atender às necessidades de luz natural. (CORBELLA; YANNAS, 2003, p. 42)

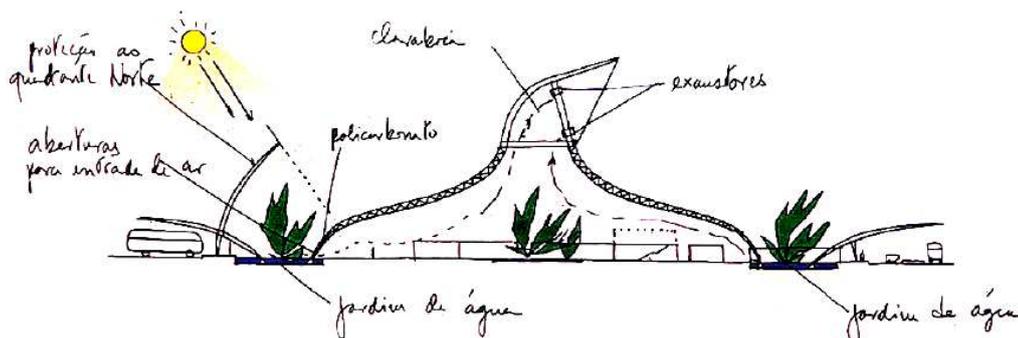


Figura 6: Corte esquemático da Rodoviária de Ribeirão Preto: Estudo sobre a proteção contra radiação solar.

Fonte: Latorraca e Risselada, 2011

7.1.2 Temperatura do ar

A temperatura do ar é a variável climática mais conhecida e pode ser obtida a partir de dados climáticos do local ou através dos resultados coletados, ter seu comportamento previsto ao longo dos anos. Os valores de temperatura média, mínima e máxima mais prováveis para cada período do ano proporcionam ao arquiteto as informações necessárias para a identificação dos períodos de maior probabilidade de desconforto. (LAMBERTS et al., 1997).

Segundo Lamberts et al. (1997), a variação de temperatura:

[...] resulta basicamente dos fluxos das grandes massas de ar e da diferente recepção da radiação do sol de local para local e, que quando a velocidade dos fluxos de ar é pequena, a temperatura é consequente, na sua maior parte, dos ganhos térmicos solares do local. (LAMBERTS et al., 1997, p. 33)

O ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) considera como ótima para climas mais quentes da América do Norte a temperatura de 25°C, podendo variar entre 23° e 27°C. Estes valores consideram pessoas em repouso, sentadas e trajando roupas leves, a velocidade de vento de 0,5m/s e a umidade relativa entre 30 e 70%, grandezas igualmente essenciais para apuração da sensação térmica. (FROTA E SCHIFFER, 1995 *apud* ROSÁRIO, 2006)

7.1.3 Umidade

A umidade do ar resulta da quantidade de vapor d'água contido na atmosfera em função da evaporação, da chuva e da evapotranspiração das plantas. Esta variável é medida tanto em termos absolutos quanto relativos, sendo aquele o valor do peso do vapor de água contido em uma unidade de volume de ar, enquanto o outro é a relação entre o peso do vapor d'água contido por m³ na mistura de ar úmido e o peso máximo de vapor d'água (ponto de saturação) que poderia haver à mesma temperatura.

A umidade relativa é a mais utilizada para determinar as consequências do clima no conforto das edificações. Ela varia ao longo do dia e das épocas do ano, e deve ser analisada juntamente com a temperatura do ar, à qual é inversamente proporcional. Assim, o grau de umidade relativa do ar pode acarretar uma grande diferenciação nas condições climáticas em um local tanto quanto à amplitude de temperatura diária. Isto é, quanto mais úmido for o clima, menos acentuada será a variação de temperatura. Contudo, quanto mais seco for o clima, mais acentuadas serão suas temperaturas extremas (mínimas e máximas). (LIMA, 2011, p.30).

7.1.4 Vento

Para MACHADO et al (1986 apud Lima, 2011, p. 27): “o vento é o ar em movimento e resulta da diferença de pressão entre dois lugares na superfície da terra. Ele é um fluido como a água e como tal possui certas características”, que são: a direção, a velocidade, a variação e a frequência.

Essas características devem ser consideradas durante a elaboração de um projeto e possibilitam a orientação de edificações de forma a posicionar suas aberturas em locais estratégicos que privilegiem o usuário do local. Ademais, o controle da velocidade do vento é desejável para o conforto da edificação.

Sobre isto, para o ar circular através de um obstáculo é necessário, a fim de promover um maior fluxo de ar dentro do ambiente, que haja aberturas de entradas, que devem estar localizadas nas zonas de alta pressão, bem como aberturas de saídas, nas zonas de baixa pressão. A velocidade também é importante e Frota e Schiffer (1995 apud Lima, 2011, p. 28) classificam-na da seguinte forma:

Tipo de vento	Velocidade do vento (m/s)
Ar calmo (brisa)	0,1
Vento muito fraco	0,5
Vento fraco	1
Vento médio	3
Vento forte	9
Vento muito forte	18

Tabela 3: Tipos e velocidade dos ventos
Fonte: Frota e Schiffer, 1995 apud Lima, 2011

Por sua vez, o desenho urbano é um ponto relevante, podendo auxiliar a canalização do fluxo de ar de maneira a evitar o vento indesejável e aproveitar o desejável. Alguns artifícios podem ser implantados na escala microclimática para captar ou obstruir o vento. No desenho paisagístico, a vegetação protege dos ventos fortes e conduzem as brisas de verão, por exemplo.

Um dos meios utilizados para identificar as possibilidades de ocorrência de ventos é o diagrama “rosa dos ventos”, cuja análise dos resultados facilitará a colocação das aberturas de forma a aproveitar o vento fresco no período quente e evitar o vento forte no período de frio.

7.1.5 Precipitações

As precipitações acontecem devido à condensação do vapor d'água na atmosfera, na forma de chuva, podendo resultar em garoa, granizo, neve e chuva, a mais frequente no clima tropical quente e úmido. Essa se subdivide em conectiva ou de convecção, ciclônica ou frontal, e orográfica ou de relevo.

De toda forma, a chuva, aliada à maior velocidade dos ventos, pode provocar a penetração de água nas edificações e o desenvolvimento de métodos que facilitem o seu escoamento passa a ser de sumária importância.

Ademais, a chuva provoca o aumento na umidade do ar e, por conseguinte, o acúmulo de fungos, bactérias e outros microorganismos oportunistas que podem comprometer a integridade de edificações. Para atacar este problema, o arejamento com técnicas de ventilação e a penetração de radiação solar reduzem a umidade e conseqüentemente protegem contra a proliferação de microorganismos.

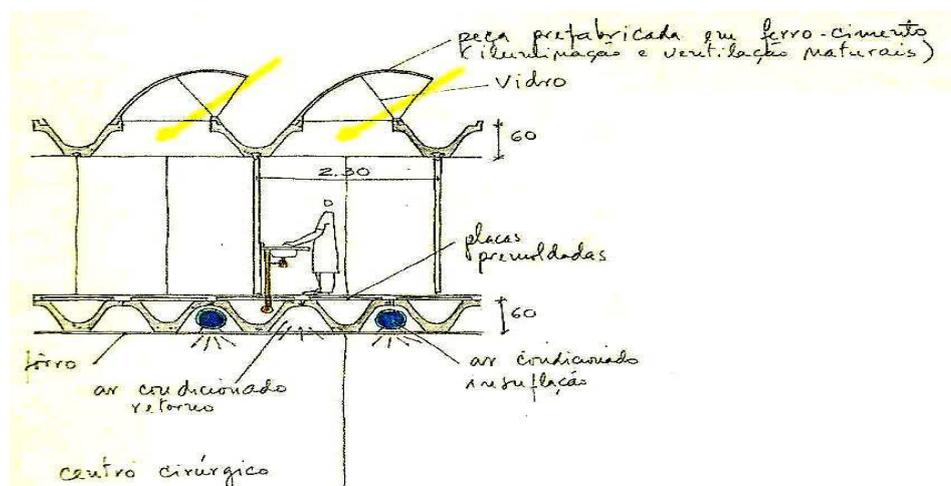


Figura 7: Hospital Sarah (Brasília) – Indicação de elementos que permitem a entrada do ar e da luz.
Fonte: Latorraca, 2000.

7.2 CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA

7.2.1 Microclima

Diferente do macroclima, que abrange áreas de maior extensão como regiões, países e continentes, o microclima compreende áreas específicas, como ruas, bairros e cidades, chamados microcontextos. Alguns fatores podem interferir no microclima, tais como a topografia, altura sobre o nível do mar, espelho d'água, o mar, morros, a vegetação, entre outros.

Com efeito, o entorno próximo à edificação produz o microclima do lugar e seu estudo é tão importante quanto o do clima geral da região. Outro fator decisivo é a ação dos ventos e do sol, que determina a variação microclimática de um espaço sobre os parâmetros da radiação solar, temperatura e umidade. (PERÉN, 2006)

Felizmente, por estar situado mais próximo da construção, o microclima pode ser concebido ou alterado segundo a necessidade do arquiteto, haja vista que as particularidades climáticas do local podem induzir a soluções arquitetônicas mais adequadas ao conforto humano e à eficiência energética. (LAMBERTS et al., 1997)

A alteração do meio para aumentar a qualidade de vida dos usuários faz-se a partir de recursos artificiais (espelhos d'água), aberturas (janelas) ou elementos vazados, que atuam em conjunto com a estética e a funcionalidade da edificação.



Figura 8: Hospital Sarah (Fortaleza) - Aberturas, jardins e espelho d'água internos.
Fonte: Latorraca, 2000

Com isso em mente, Lelé, durante o projeto, segue uma cartilha, pela qual começa analisando o clima da cidade onde ele será implantado, a fim de entender as características do local. Só então, ele apresenta suas soluções na construção. Em seguida, ele tem cuidado especial com a escolha do terreno e, após a visita ao local para conhecer o espaço, avalia questões, como topografia, trajetória solar, incidência dos ventos, obstáculos naturais, edificações do entorno e proximidade com lagos. (KOWALTOWSKI et al., 2011, p. 324)



Figura 9: Implantação Hospital Sarah (Brasília).
Fonte: Perén, 2006

Esses fatores definem, portanto, o microclima próximo da edificação e ratificam a importância da escolha do local de implantação de um edifício. A partir deste momento, que o arquiteto deverá planejar a estratégia de conforto a ser adotada e o posicionamento da edificação no espaço.

7.2.2 Zona de Conforto

A zona de conforto é a combinação entre elementos, como temperatura, tipo de roupa e atividade metabólica humana, que produzem sensações térmicas agradáveis (RORIZ, 1987 apud PERÉN, 2006, p. 58), ou seja, o estado em que o usuário está em conforto térmico no ambiente. Segundo Lamberts et. al (1997), o organismo humano pode estar em conforto mesmo em diversos limites de umidade relativa (entre 20% e 80%) e de temperatura (entre 18°C e 29°C).

Com isso em mente, quando o ambiente interior estiver com temperatura próxima a 18°C, deve-se evitar o impacto do vento, que pode produzir desconforto. De forma oposta, isto é, quando a temperatura aproximar-se de 29°C é importante controlar a incidência de radiação solar, com o emprego de ventilação.

Keller e Burke (2010) ratificam que, geralmente, a zona de conforto dos usuários de edificações compreende: a temperatura do ar, a umidade relativa do ar, a temperatura média radiante, a presença ou ausência de radiação solar direta e a velocidade do ar dentro do espaço, além de fatores pessoais como o isolamento da vestimenta e o nível de atividade.

Nesse sentido, o estudo das zonas de conforto permite o melhor emprego dos sistemas e dispositivos arquitetônicos propostos para climatizar os ambientes internos de uma edificação, numa região específica. (PERÉN, 2006), além de evitar a banalização dos sistemas artificiais de refrigeração. Fanger et al (1987) discute isto e afirma que, para promover um ambiente confortável, é essencial um melhor entendimento das respostas do corpo humano ao movimento de ar e, a partir disto, desenvolver uma distribuição adequada da ventilação natural nos ambientes.

Já em 1972, Fanger apud GIVONI (1998) publicou uma pesquisa acerca de sensação térmica e formulou a Equação de Balanço Térmico, que compreende a temperatura média da pele e a taxa de secreção de suor, além das considerações do ambiente e da resistência térmica das vestimentas.

A partir dessa equação, Fanger derivou a do Voto Médio Previsto (PMV), que obtém o resultado das sensações térmicas a partir das taxas metabólicas, condições climáticas e resistência das vestimentas, e a da Porcentagem de Pessoas Insatisfeitas (PPD), que prevê o valor médio de um número de votantes expostos ao mesmo ambiente e estima a quantidade de insatisfeitos.

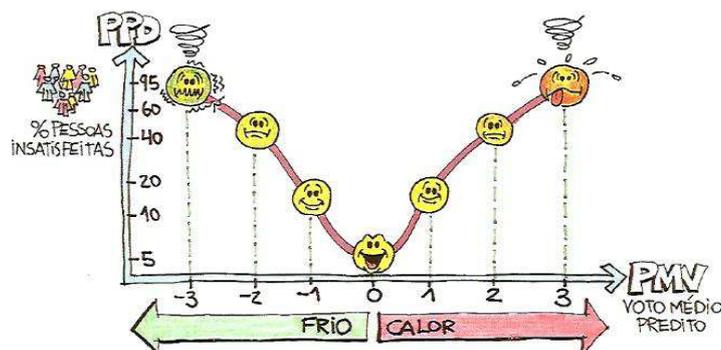


Figura 10: Relação PMV e PPD.
Fonte: Lamberts et al., 1997

7.2.3 Carta Bioclimática

A Carta Bioclimática é o índice biofísico que se baseia nas trocas térmicas entre o corpo e o ambiente, e foi desenvolvida a partir da análise das influências climáticas sobre o homem, de zonas de conforto e de relações entre elementos de clima e conforto. Ela é organizada ao longo de dois eixos, a temperatura de bulbo seco (ordenada) e a umidade relativa do ar (abscissa). A zona de conforto está situada, por conseguinte, na região central da carta no inverno e verão.

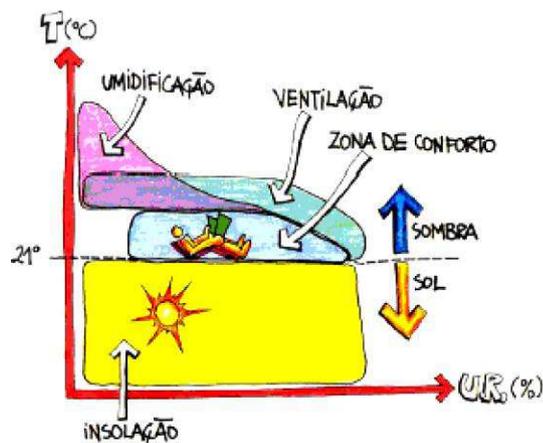


Figura 11: Organização das Variantes da Carta Bioclimática.
Fonte: Lamberts et al., 1997

Assim, para temperaturas e umidade relativas acima da zona de conforto, é necessário recorrer ao movimento do ar através da ventilação para restaurá-la e, de modo oposto, em temperaturas mais baixas que as do conforto, as linhas indicam a radiação necessária para se restaurar o conforto. (ROSÁRIO, 2006)

Corbella e Yannas (2003) destacam que as cartas bioclimáticas apresentam uma relação entre os parâmetros climáticos e o conforto humano, sendo representada pelo Diagrama Psicométrico que relaciona a temperatura do ar e a umidade relativa. Com essas variáveis em mãos, é possível lançar estratégias bioclimáticas no desenho da moradia.

Para que elas tenham êxito, porém, é fundamental que as cartas sejam adequadas à região. Sobre isso, Baruch Givoni desenvolveu uma proposta para o clima quente e úmido, baseada no uso de tensão térmica com uma aproximação do

clima do meio ambiente. A carta bioclimática de Givoni é uma das mais utilizadas para efeitos de estratégias de projeto nessas regiões. (ROSÁRIO, 2006)

A carta bioclimática utilizada para definir as estratégias de uma cidade foi baseada na carta proposta por Givoni e adaptada para o Brasil, corrigindo algumas limitações do diagrama de Olgay⁵, na qual os limites máximos de conforto foram expandidos considerando a aclimação de pessoas que vivem em países de clima quente e em desenvolvimento. (LOUREIRO; CARLO e LAMBERTS, 2002 apud ROSÁRIO, 2006)

Givoni criou uma carta bioclimática para edificações que corrigia algumas limitações originais. No entanto, ela se baseia nas temperaturas internas dos edifícios, propondo diretrizes construtivas para a adequação do clima a arquitetura, enquanto a de Olgay, só visava às condições externas. (LIMA, 2011)

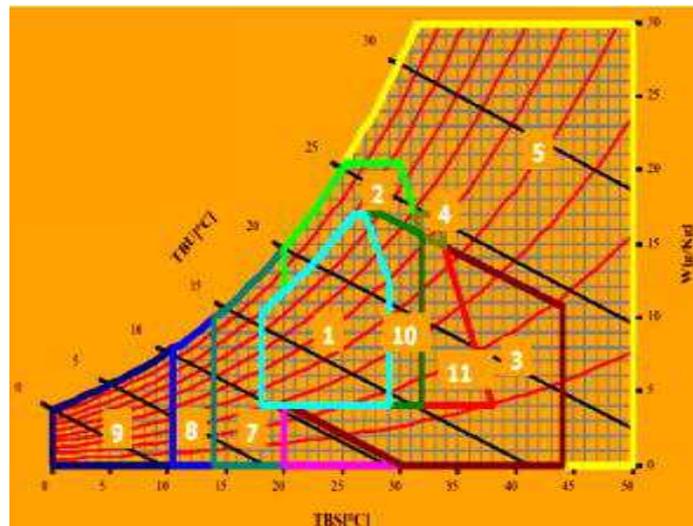


Figura 12: Carta climática adotada no Brasil.
Fonte: Rosário,2006

A carta foi construída sobre o diagrama psicrométrico, que faz referências às relações de umidade e da temperatura do ar, e divide-se em 11 zonas de estratégia bioclimática, de 1 a 11, respectivamente: zona de conforto; zona de ventilação; zona de resfriamento evaporativo; zona de massa térmica para resfriamento; zona de ar-condicionado; zona de umidificação; zona de aquecimento solar passivo (massa térmica); zona de aquecimento solar passivo; zona de

⁵ Olgay é o sobrenome de dois irmãos húngaros, Victor e Aladar que foram pioneiros nos estudos de conforto ambiental e desenvolveram um diagrama chamado Carta Bioclimática.

aquecimento artificial; zona de ventilação/ massa/ resfriamento evaporativo; e zona de massa térmica/ resfriamento evaporativo.

Em projetos residenciais, deve-se analisar previamente as condições climáticas locais e as relações entre as variáveis consideradas na obtenção do índice e da respectiva zona de conforto.

7.2.4 Cartas Solares

Meio utilizado pelos arquitetos que tem por objetivo a resolução de problemas de geometria da insolação, as cartas solares, analisam, a partir de plantas, cortes e coordenadas horizontais, a posição e incidência solar no determinando local, ou seja, a carta solar aplicada sobre uma planta e orientada por um norte verdadeiro, acaba por traduzir uma visão mais clara das posições que o Sol ocupa em diversas datas. (ROSÁRIO, 2006)

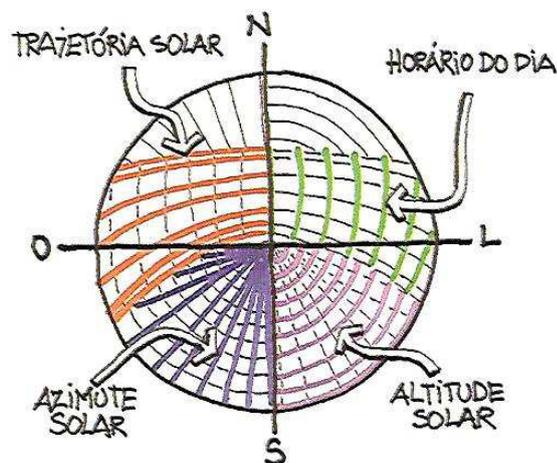


Figura 13: Aparência de uma carta solar.
Fonte: LAMBERTS et al., 1997

A carta solar é de fundamental importância para entendimento da trajetória solar na região, além de atuar no momento da disposição de uma edificação em um terreno, e sendo específica para latitude, possibilita conhecer o lado da fachada onde haverá mais insolação.

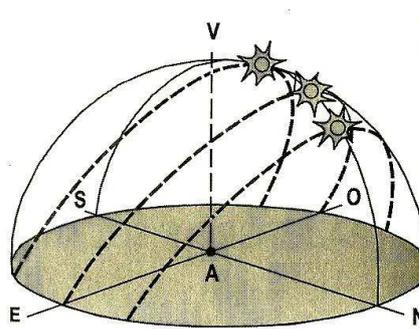


Figura 14: Trajetória solar no plano até o meio dia.
Fonte: Corbella e Yannas, 2003

7.3 VENTILAÇÃO NATURAL

A ventilação natural é uma estratégia de concepção do projeto que, para Lelé, antecede a percepção projetual, pois visa o melhor conforto térmico e visual das edificações. Nas cidades tropicais, que ocupam a maior parte da extensão do território brasileiro, busca-se o uso da ventilação natural, quando a temperatura interna se torna elevada, a fim de obter conforto térmico.

Visto isto, Keeler e Burke (2010) complementam que a ventilação natural aumenta o limite superior da zona de conforto em quase 5°C sempre que a umidade relativa do ar está entre 20 e 50%. À medida que o índice de umidade se aproxima de 80%, a ventilação natural continua ampliando a média de temperatura da zona de conforto. Como a umidade relativa do ar pode ultrapassar 80%, que é o limite superior de conforto sem circulação do ar, a ventilação natural consegue a sensação de conforto com temperaturas entre 20° e 27,75°C. Os autores ainda defendem que:

A ventilação natural depende apenas da circulação do ar para refrescar os usuários. Deve haver tomadas e saídas de ar, na forma de janelas e venezianas, em lados opostos da edificação; além disso, é essencial que elas estejam abertas, já que não há como prever a disponibilidade de velocidades de vento suficientes para garantir o conforto. (KEELER; BURKE, 2010, p. 125)

Dessa maneira, a ventilação cruzada é a estratégia mais simples a ser adotada, fazendo, porém, que a temperatura interior acompanhe a variação da temperatura exterior. (Lamberts et al., 1997) De todo modo, os espaços externos

devem ser amplos, implantados corretamente, evitando barreiras de vento (edificações) ao redor, de forma a favorecer a boa circulação do vento.

As questões de conforto, todavia, são tratadas em geral com descaso, pois ainda utiliza-se a ventilação artificial para resolver o problema do calor excessivo. Para Perén (2006), o desconhecimento dos princípios fundamentais da ventilação natural é o principal fator para adoção da ventilação artificial, e emenda que tanto os materiais, como as soluções arquitetônicas podem reduzir o superaquecimento.

Assim, Lelé apressa-se em apresentar soluções que abusam dos ventos predominantes no interior de cada ambiente. Isto é justificado pela consciência ambiental e conhecimento do meio que o arquiteto possui ao começar a projetar. Abaixo um exemplo desse estudo prévio realizado pelo arquiteto:

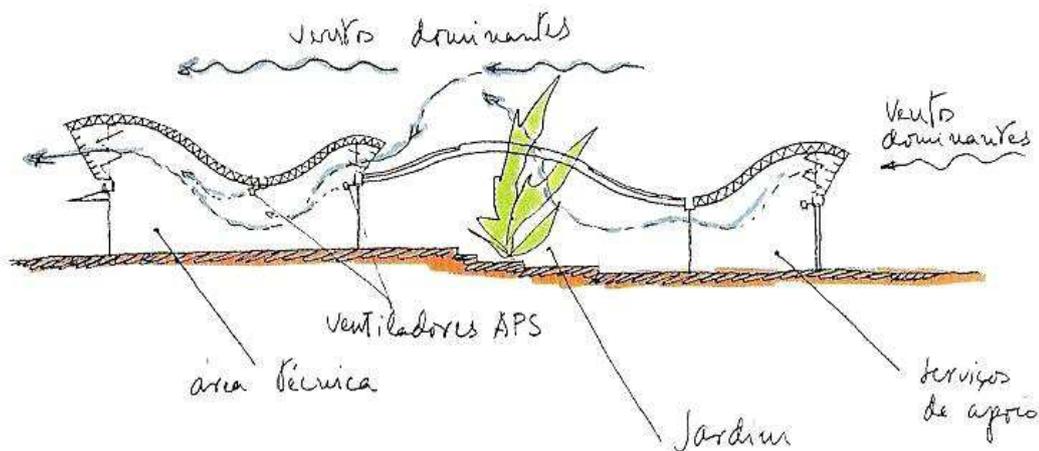


Figura 15: Tribunal de Contas da União (Sergipe) - Corte esquemático e estudo de ventilação.
Fonte: Latorraca, 2000

Embora seja trivial a interlocução precoce entre profissionais envolvidos na concepção que, agindo de forma integrada, contribuem para a formação de edificações harmônicas do ponto de vista estético, funcional e de conforto, muitas vezes é apenas na final que existe o contato entre arquitetos e projetistas específicos da área de instalações, trazendo, então, soluções forçadas, sendo necessário, na maioria das vezes, o uso de meios artificiais de ventilação.

Assim, conforme Lelé, a mudança deste panorama exige a melhoria da interdisciplinaridade, o aumento do diálogo entre arquitetos e técnicos da área e a conscientização, por parte do arquiteto, da importância de utilizar prioritariamente os meios naturais para ventilar o espaço.

7.3.1 Tipos de Ventilação

As formas de movimentação da massa de ar podem ser acionadas de duas maneiras: espontaneamente, com a ventilação natural, ou por meio da ventilação artificial.

No primeiro caso, o fluxo dos ventos é ocasionado pela diferença de pressão ou devido as diferentes temperaturas entre o meio externo e meio interno. Já no segundo, ocorre mecanicamente, através de equipamentos que dependem da energia elétrica ou qualquer outro tipo de combustível. (PERÉN, 2006)

Nesse sentido, ressalta-se que quando a ventilação natural é escassa ou por motivos específicos, como os altos níveis de vapor d'água, odores, ou quando necessário o controle da temperatura e umidade relativa é indispensável (PERÉN, 2006), faz-se uso dos meios artificiais para ventilar.

Para tanto, este trabalho terá por base, principalmente, os princípios e as características da ventilação natural presentes nas diversas obras de Lelé, a fim de orientar a produção habitacional segundo tais preceitos.

7.3.2 Critérios de Ventilação

As previsões de ventilação são baseadas em critérios que variam de acordo com as condições climáticas do ambiente.

Em relação a isto, Toledo afirma que a ventilação é distinta em estações frias e em épocas de calor. No clima frio, a ventilação ajuda a manter a qualidade do ar, considerando-se apenas as taxas mínimas no cálculo de renovação do ar. Por sua vez, nas regiões de clima quente a situação é diferente, nelas os níveis das taxas de renovação do ar ultrapassam as taxas mínimas em decorrência do intenso calor. (TOLEDO, 1999 apud PERÉN, 2006, p. 65).

No clima quente úmido, foco deste trabalho, as taxas de ventilação mudam de acordo com o ambiente e função por ele exercida. Nas residências, por exemplo, as taxas de ventilação no banheiro e na cozinha deverão ser maiores do que as para um quarto, devido aos níveis elevados de vapor d'água, gorduras e odores.

7.3.3 Ventilação Natural Térmica e Natural Dinâmica

Conforme a variabilidade dos ventos em relação à velocidade, frequência ou direção, distinguem-se dois tipos de ventilação natural: a térmica e a dinâmica.

A ventilação natural térmica decorre da diferença entre as temperaturas do ar interior e exterior, que origina pressões distintas, e realiza-se através do deslocamento de massa de ar, passando da zona de maior à de menor pressão. Nessas condições, ao se deparar com aberturas em diferentes alturas, a circulação do ar é estabelecida de uma a outra, formando o efeito chaminé. (PERÉN, 2006)

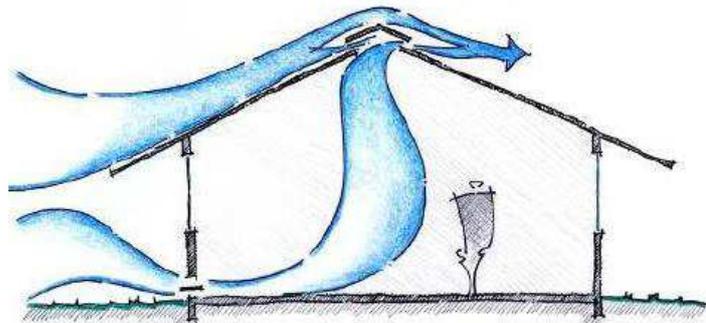


Figura 16: Efeito Chaminé.

Fonte: www.movimentoterras.blogspot.com.br

Com efeito, pode-se aproveitar esse movimento para prover renovação do ar, posicionando aberturas para entrada nas zonas próximas ao piso e promovendo exaustão pela cobertura, fazendo o ar circular.

Entretanto, a ventilação térmica é pouco eficaz para produzir a sensação de conforto, pois a velocidade da corrente de ar criada pela diferença de densidade é baixa e, portanto, não acelera as trocas de calor por convecção e a evaporação da umidade sobre a pele. Assim, esta ventilação é indicada para locais de clima frio ou

caracterizados por longos períodos de calmaria, em que a diferença de temperatura entre o meio externo e interno é significativa. (ARAÚJO, 2001)

Desse modo, a fim de que a ventilação térmica seja eficiente, ela deve estar associada à ventilação gerada por diferença de pressão do ar, que auxilia a direcionar o seu fluxo e produzir a chamada ventilação dinâmica. Veja:

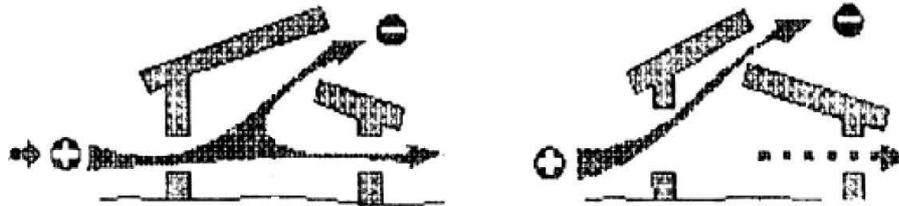


Figura 17: Associação Ventilação Cruzada e Efeito Chaminé.
Fonte: Péren, 2006

A ventilação natural dinâmica, indicada para as regiões de clima quente e úmido funciona da seguinte forma: ao incidir, perpendicularmente, nas faces da edificação, os ventos produzem pressão positiva (barlavento) na superfície frontal e na face oposta criam pressão negativa (sotavento), e esta diferença nas fachadas e interior da edificação geram a movimentação do ar (ARAÚJO, 2011, p. 22).

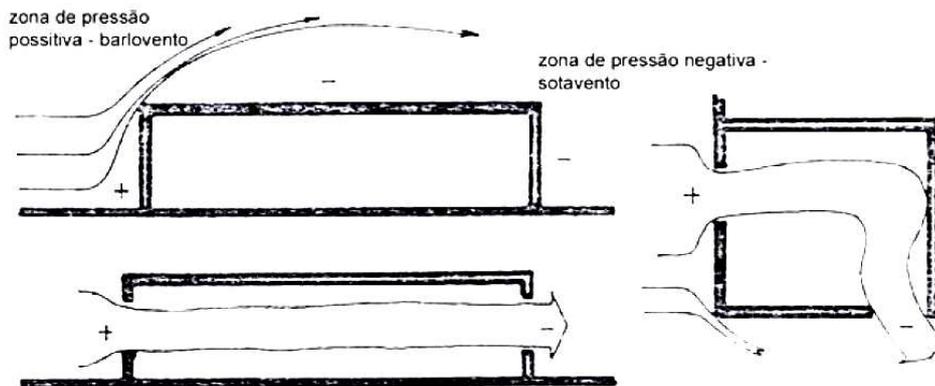


Figura 18: Situações de ventilação cruzada e efeito aerodinâmico por diferença de pressão.
Fonte: Péren, 2006

Em virtude disso, Rivero (1985, p.114) adota uma placa como obstáculo para analisar o efeito da ventilação dinâmica e seu comportamento em relação à velocidade dos ventos, e constata que: a velocidade nas bordas da placa aumenta, a direção do vento é alterada para o sentido diagonal e, então, é gerada uma zona de pressão positiva maior que a pressão atmosférica normal em frente à placa.

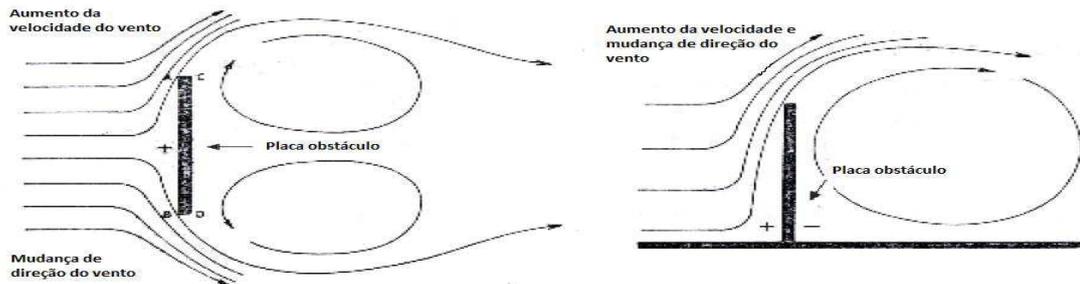


Figura 19: Efeito da ventilação dinâmica com placa obstáculo.
Fonte: Péren, 2006. (Adaptação: Própria)

De acordo com isso, o posicionamento das aberturas e janelas deverá obedecer às diferenças de pressão geradas pelo vento, estando inseridas, preferencialmente, em paredes opostas da moradia, de forma a favorecer a ventilação cruzada. Por causa disto, a forma e implantação da edificação possuem papel determinante no direcionamento do fluxo de ar dentro ou fora da construção.

A canalização é outra forma de intensificação da velocidade dos ventos. O uso de tamanhos distintos de aberturas de entrada e exaustão do ar altera a velocidade dos ventos. Contrariamente, se o projeto contemplar aberturas de entrada e saída com dimensões iguais, a velocidade dos ventos será a mesma.

Um dos meios para conseguir velocidade e circulação do ar na edificação é o uso de sheds, empregados por Lelé e cujo benefício é frisado por Perén (2006, p.68): “a média da velocidade interna do ar, em ambientes com ventilação cruzada, pode ser aumentada em cerca de 40% quando o ‘shed’ funciona como saída de ar, e em cerca de 15% quando o ‘shed’ está funcionando como entrada de ar.”

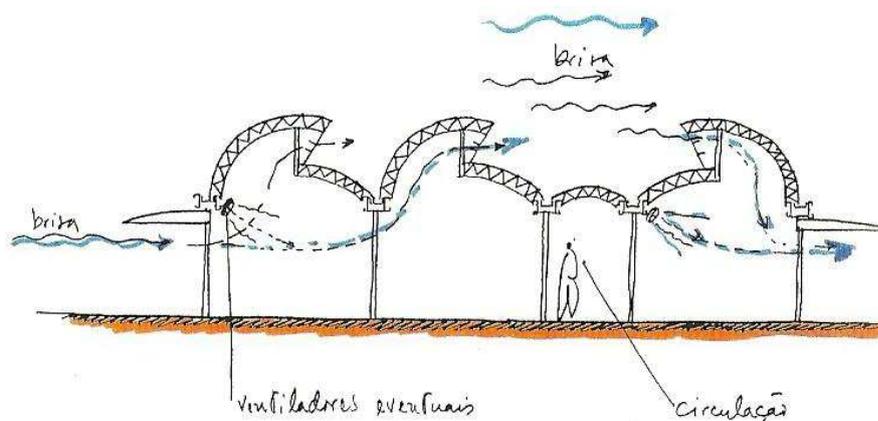


Figura 20: Shed para saída e entrada de ar.
Fonte: Latorraca, 2000

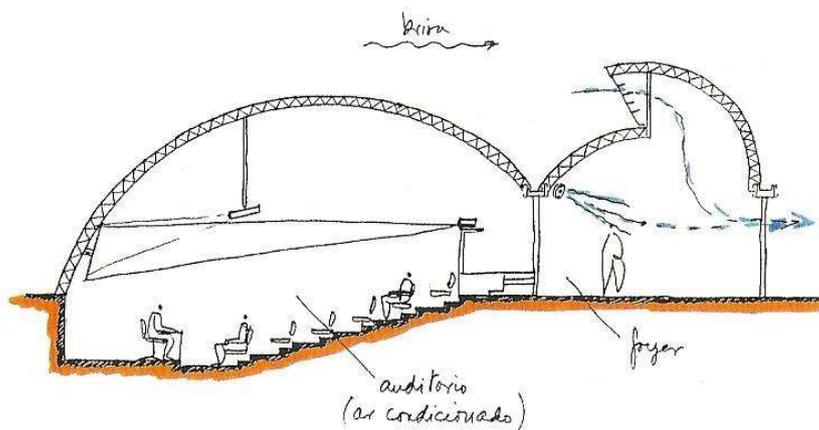


Figura 21: Shed para entrada de ar.
Fonte: Latorraca, 2000

A ventilação natural dinâmica, no entanto, apresenta desvantagem, pois depende da pressão, direção e intensidade do vento, sujeitas à variação. Assim, a pressão dos ventos pode cair mesmo estando o local em estado de calmaria (sem nenhum elemento que impeça sua circulação) reduzindo assim as taxas de ventilação. (SANTAMOURIS; WOUTERS, 2006 apud ARAÚJO, 2011, p. 23).

Apesar disso, o dimensionamento de aberturas em uma edificação deve respeitar a conjugação entre a ventilação térmica e dinâmica. Caso contrário, um projeto carente da análise desses elementos pode, em vez de otimizar a ventilação do local, provocar a estagnação do ar. Logo, unir efeito chaminé à ventilação pela ação do vento ainda é a maneira mais satisfatória de produzir a circulação do ar.

7.3.4 Ventilação natural para melhorar conforto térmico da habitação

O conforto térmico das habitações está intimamente ligado à ação dos ventos, que repercute direta ou indiretamente sobre as moradias. Com relação a isso, três pontos devem ser ressaltados: a influência do microclima que envolve a habitação, a atuação dos fechamentos da moradia e a penetração do ar por aberturas para facilitar a movimentação e renovação do ar.

Em relação ao conforto, Perén (2006) destaca que o vento é sempre favorável em climas quentes úmidos, mas nem sempre em clima frio. Isso porque no

clima tropical úmido o movimento do ar favorece a evaporação do vapor d'água e promove a sensação de frescor.

Apesar disso, as velocidades acima de 5 m/s externamente provocam desconforto. No interior da residência, a velocidade não pode ultrapassar a marca dos 0,80 m/s. (PERÉN, 2006). A velocidade dos ventos e os respectivos impactos estão detalhados na tabela a seguir.

Escala do Vento	Velocidade do Vento (m/s)	Impacto nos homens, edificações e vegetação
Calmo	0 - 0,5	Sem sensação de resfriamento, ar sobe verticalmente.
Vento Brando	0,6 - 1,5	Vento satisfatório, movimento perceptível com efeito de resfriamento.
Brisa Suave	1,6 - 3,3	Sensação de resfriamento no corpo, movimentação de cataventos.
Brisa Leve	3,4 - 5,4	Inicia o desconforto, movimento de cataventos mais intenso.
Brisa Moderada	5,5 - 7,9	Vento desconfortável, movimentação contínua dos cataventos.
Vento Regular	8 - 10,7	Atuação forte do vento sobre o corpo, leve movimentação de ramos de árvores.
Vento Forte	10,8 - 13,8	Vento provoca ruído nas orelhas, dificuldade para caminhar.
Vento Muito Forte	13,8 - 17,1	Intensa movimentação de ramos de árvores, inconveniente para caminhar contra o vento.

Tabela 4: Velocidades e Impactos dos ventos.
Fonte: Péren, 2006 (Adaptação: Própria)

A saturação do ar é outro aspecto que afeta o conforto nas habitações, pois impede a evaporação do suor e aumenta, conseqüentemente, a sensação de calor. Portanto, uma boa e constante circulação do ar melhora a evaporação do suor e reduz o desconforto causado pela excessiva umidade.

Desse modo, a ventilação natural é indispensável graças aos benefícios de trocas de calor, esfriamento das estruturas e higienização dos ambientes. Em climas quentes úmidos, a ventilação cruzada no decorrer do ano é o mais recomendado.

Na habitação projetada por Lelé, verifica-se a obediência à organização interna tradicional, setorizando o espaço em área social, íntima e de serviço. Entretanto, a forma como são tratados tais espaços revela o diferencial dele na área.

Na residência César Prates, por exemplo, o setor social usa transparência e aberturas para favorecer a comunicação direta entre o espelho d'água voltado à rua de acesso e aos jardins de fundo lote, formando um microclima pra a habitação e favorecendo a ventilação cruzada. Além disso, os espaços sombreados prolongam-se como extensões da varanda dos fundos e do jardim de entrada.



Figura 22: Residência César Prates - Aberturas no setor social favorecem a ventilação cruzada.
Fonte: Vilela Júnior, 2011

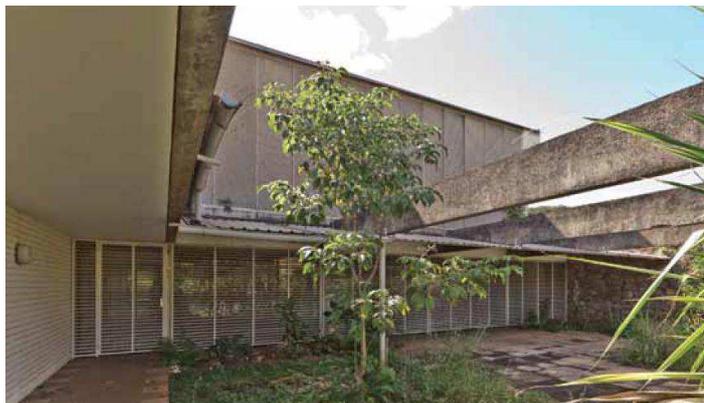


Figura 23: Residência César Prates - Vegetação auxiliando na formação de microclima.
Fonte: Vilela Júnior, 2011

Lelé também emprega a topografia na definição do escopo do projeto, e exemplo disto é a Residência Aloysio Campos, cujo terreno pedregoso e acidentado tanto gera continuidade visual, conectando o meio à edificação, quanto auxilia o sistema estrutural da habitação. Ademais, o aproveitamento do terreno prioriza a valorização da circulação do ar e conforto térmico da habitação.

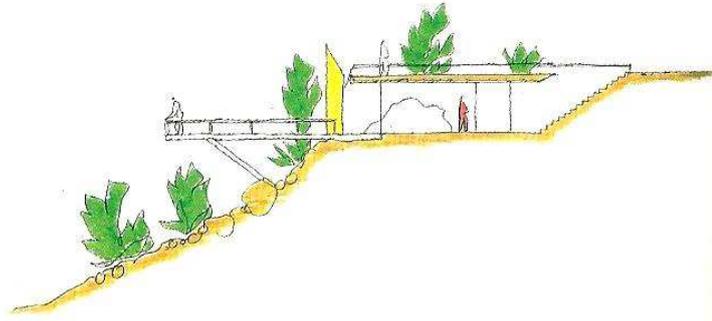


Figura 24: Residência Aloysio Campos - Aproveitamento da topografia: conforto visual e térmico.
Fonte: Latorraca, 2000

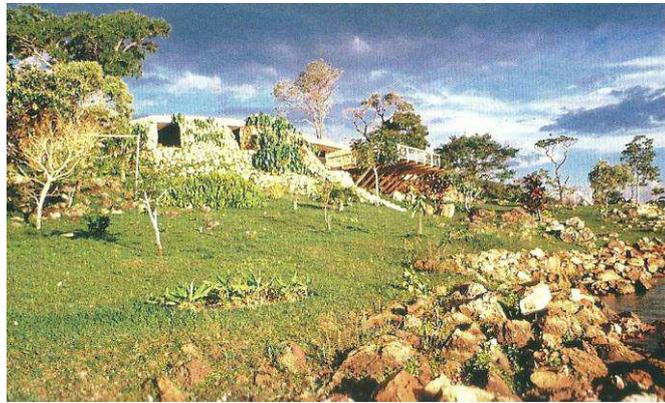


Figura 25: Residência Aloysio Campos - Vista área externa.
Fonte: Latorraca, 2000

Enquanto isso, Lelé investe em aberturas internas, como jardins e espelhos d'água, e a integração entre ambientes externos e internos. Por sua vez, portas e janelas são empregadas como estratégia para otimizar a ventilação no local e contribuir com a iluminação natural, como visto na residência de Mário Kertész.



Figura 26: Residência Mário Kertész - Esquadrias que permitem a entrada do ar e luz.
Fonte: Latorraca, 2000

Por conseguinte, o potencial da edificação para aproveitar a ação dos ventos parte da disposição do terreno no espaço urbano até a localização de dispositivos de fechamento e aberturas, decisões encontradas fartamente nas obras de Lelé.

O projeto habitacional deste estudo inspira-se nos aspectos de conforto e ventilação natural aplicados nas edificações de maior porte até então apresentadas. Em se tratando de uma edificação de cunho popular, certos elementos não poderão ser empregados, enquanto outros deverão ser interpretados e adequados à situação estabelecida.

7.4 ILUMINAÇÃO NATURAL

A quantidade de radiação solar que penetra nas edificações é importante para medição do conforto ambiental. Ela possibilita o aproveitamento da luz natural, o suprimento das necessidades humanas de contato visual com o mundo exterior e reduz o uso de iluminação artificial, proporcionando economia de energia elétrica.

Em vista da abundância de luz natural no Brasil, é necessário que haja um uso coerente do recurso natural, uma vez que o desconforto pode vencer os benefícios objetivados. (LUKIANCHUKI; CARAM, 2011).

Além da questão lumínica, a radiação solar proporciona excesso de calor, maior no clima tropical. Esta radiação, a principal causa de desconforto térmico das edificações, sobretudo a que incide sobre as superfícies transparentes e sobre a cobertura, pode ser combatida criando um microclima na envoltória da construção.

Logo, antes do início do projeto, deve-se estabelecer as condições para um melhor aproveitamento da iluminação natural no interior das edificações e otimizar o conforto ambiental.

Outrossim, Lelé enxerga no contato visual e na integração do interior com o exterior prioridades em suas construções. Todavia, como ele trabalha com grandes superfícies envidraçadas, buscando essa maior conexão com o exterior, é imperativo o uso de soluções que barrem a incidência direta da radiação solar nos ambientes internos e também nos usuários. (LUKIANCHUKI; CARAM, 2011, p. 02)

Corbella e Yannas (2003) ressaltam que em regiões de clima quente e úmido:

Os níveis de iluminação natural num espaço aberto são maiores que 30.000 lux⁶ e num dia claro, mais de 100.000 lux. A admissão dentro do edifício de 1% da luz exterior proporciona um nível de iluminação de 300 lux em dias médios e até 1.000 lux nos dias claros, o qual é mais que suficiente para qualquer atividade normal. Ainda que esses níveis não estejam disponíveis sempre, estes exemplos mostram que é necessário ter grandes áreas envidraçadas, como é preciso em outras regiões com céus de menor luminosidade. (CORBELLA E YANNAS, 2003, p. 49)

De todo modo, Lelé justifica o emprego da luz natural por questões econômicas, mas principalmente pelos benefícios que o recurso proporciona aos usuários, transformando as edificações em locais agradáveis e humanos.

Decerto que a iluminação natural não será única, a iluminação artificial é determinante à noite. Quanto a isso, Corbella e Yannas (2003) discorrem que o aproveitamento dos períodos da noite, do amanhecer e do fim da tarde, ou ainda dos dias com nebulosidade densa, requerem o uso de luz elétrica. Mas o projeto deve basear-se na complementação em vez da substituição da iluminação natural pela elétrica. A priorização da iluminação natural é debatida por profissionais da área, uma vez que:

A transformação dos conceitos de iluminação natural em sistemas de iluminação natural se dá, então, na fase de estudo preliminar. Os detalhes precisos sobre como os vários sistemas integram-se, como são direcionados e quais suas características de desempenho, somente podem ser determinados à medida que a construção adquira sua forma final do projeto e, tanto a arquitetura como os sistemas de engenharia, ou projetos complementares estejam integrados na definição da edificação como um todo. (SCARAZZATO, 1995 apud PERÉN, 2006, p.93)

Para isso, é necessário um zoneamento prévio sobre o controle da iluminação incidente no interior do ambiente:

⁶ Lux é definido como o iluminamento de uma superfície de 1 m² recebendo de uma fonte puntiforme a 1m de distância, na direção normal, um fluxo luminoso de 1 lúmen, uniformemente distribuído.

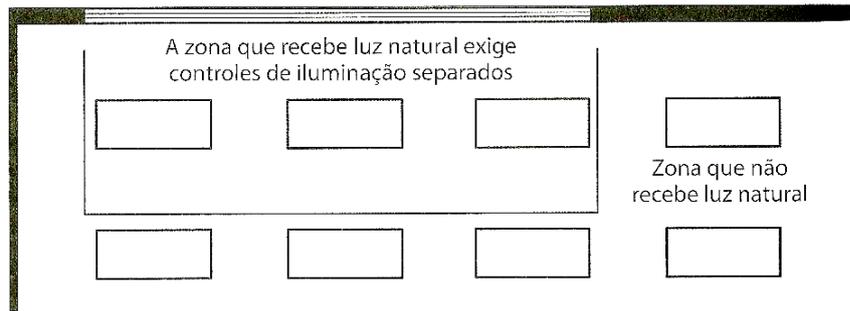


Figura 27: Zoneamento das lâmpadas promove melhor aproveitamento da iluminação natural.
Fonte: Keeler e Burke, 2010

Há duas espécies de iluminação: a luz direta acentua a carga térmica em espaços internos e causa desconforto visual, em razão do ofuscamento e do brilho intenso; a luz difusa proporciona homogeneidade ao ambiente, reduz a entrada de carga térmica e permite a melhor realização das tarefas trabalhando-se o teto, pois segundo Robbins (1986 apud PERÉN, p. 120) “a iluminação zenital através de sheds proporciona uma iluminação mais intensa e uniforme”.

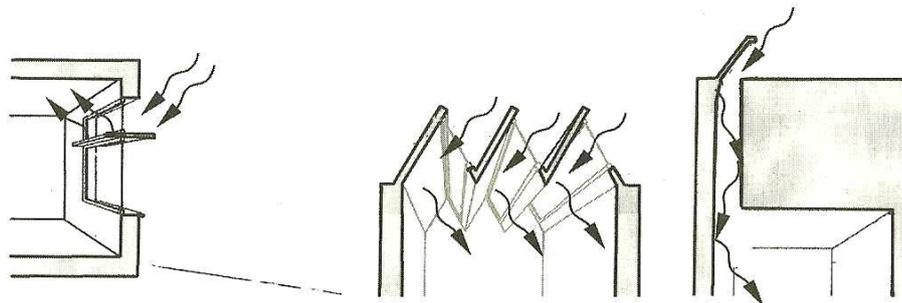


Figura 28: Elementos para dirigir a luz.
Fonte: Corbella e Yannas, 2003

A respeito disso, as coberturas em sheds com vasta iluminação zenital, uma marca registrada de Lelé, favorecem a humanização dos ambientes através da iluminação natural e, portanto, privilegiam os aspectos da sustentabilidade. Em contrapartida, as aberturas zenitais devem possuir anteparos que barrem a entrada da radiação solar direta. (LUKIANCHUKI; CARAM, 2011, p. 05)

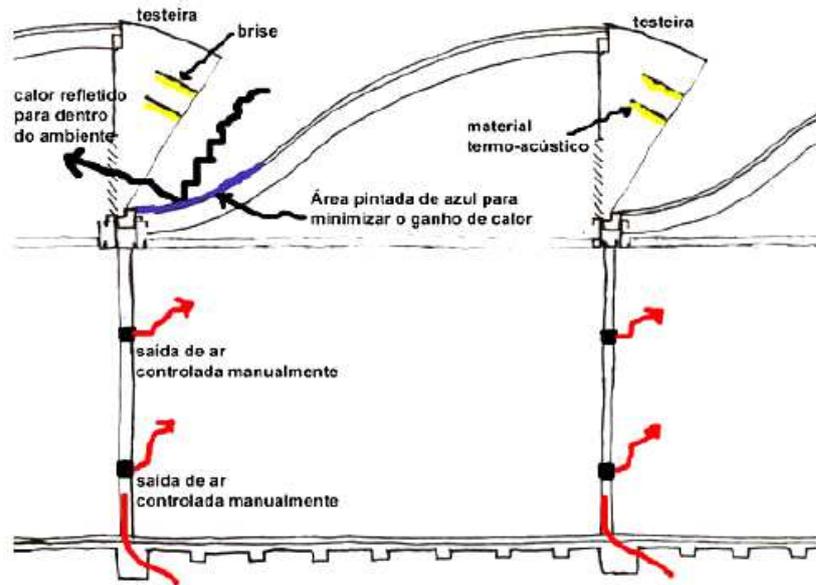


Figura 29: Sheds com testeira e brise para barrar a radiação direta.
Fonte: Péren, 2006

Ademais, o uso exclusivo de iluminação lateral nos ambientes com grandes profundidades é insuficiente e mantém espaços abertos mais afastados das aberturas com baixos níveis de iluminação.

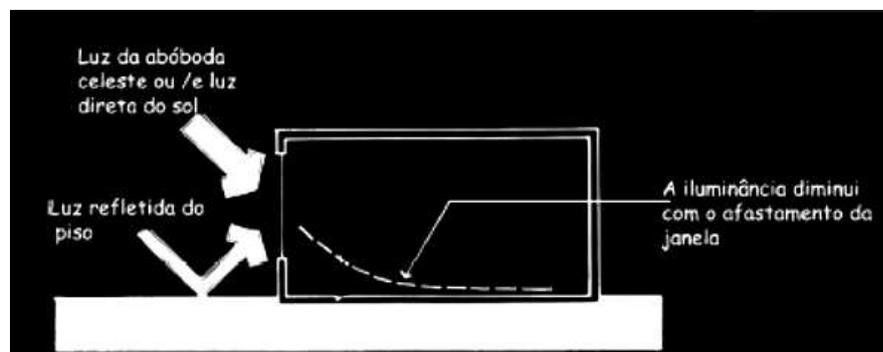


Figura 30: Iluminação Lateral.
Fonte: Garrocho, 2005

Enfim, o uso da luz natural na arquitetura contemporânea, considerando critérios quantitativos, qualitativos e de conservação de energia nos ambientes construídos, está intimamente relacionado à disponibilidade da luz nas cidades. Este parâmetro contribui para a avaliação da iluminação natural antes do projeto e auxiliará na previsão do comportamento futuro do ambiente construído.

7.4.1 Conforto Visual

Segundo Lamberts et. al (1997), o conforto visual é um conjunto de condições do ambiente em que o ser humano pode desenvolver suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual e também com o menor esforço, riscos de prejuízos à vista e de acidentes. Doravante, o conforto visual:

[...] é o principal determinante da necessidade de iluminação de um edifício. A boa iluminação deve ter direcionamento adequado e intensidade suficiente sobre o local de trabalho, bem como proporcionar boa definição de cores e ausência de ofuscamento. É, portanto, muito importante que se saiba o que influencia a habilidade das pessoas em desempenhar estas tarefas. A consideração dos aspectos fundamentais a respeito da iluminação de ambientes a nível de projeto é, sem dúvida, a medida mais efetiva no controle das qualidade visuais destes ambientes. (LAMBERTS et al., 1997, p.44)

Assim, para haver conforto visual, deve-se evitar: o ofuscamento, que consiste na incidência de luz direta nos olhos; os grandes contrastes, provocados por uma luz forte que produz sombras intensas; e a mistura de cores de luzes e superfícies que provocam cansaço e confusão visual e o aquecimento interno. (CORBELLA; YANNAS, 2003, p. 253)

A escolha da iluminação artificial contribui com o conforto visual, dependendo da atividade que será desenvolvida no ambiente e podendo variar intensidade (potência) e cor (ou temperatura de cor).

A alternativa deve ser analisada em função também da eficiência energética das lâmpadas. Em ambientes reservados como dormitórios, salas de estar e jantar, a iluminação deve ser de intensidade moderada, ou seja, de baixa potência, e de cor mais quente, predominantemente amarela, de temperatura de cor baixa, o que dá a sensação de relaxamento. Por outro lado, em ambientes de trabalho como áreas de serviço, cozinhas, garagens, escadas e corredores, a iluminação deve ter maior intensidade e cor fria, preponderante azul, de temperatura alta. (DURANS, 2011, p.53)

A fim de garantir o conforto visual de um projeto arquitetônico é preciso atingir certos objetivos: otimizar a iluminação natural pelo maior período possível do dia, proporcionar contato visual externo e empregar uma iluminação artificial

confortável a partir da intensidade e da cor, segundo as atividades desenvolvidas em cada ambiente, evitando o ofuscamento e contraste lumínicos.

Enfim, Perén (2006, p. 98) declara que a visão humana tem características que variam de uma pessoa para outra, ou seja, uma criança irá precisar de menos iluminação do que uma pessoa adulta. Ademais, às vezes o receptor do sistema ótico de uma pessoa é mais sensível a um determinado nível de brilho ou intensidade de luz que o de outra pessoa.

Em suma, a iluminação artificial deve complementar a iluminação natural e ser empregada quando estritamente necessário, pois implica em maior consumo de energia e produção de calor. O conforto visual trata, então, do equilíbrio entre as duas formas de iluminação para melhor atender as especificidades de cada atividade e ambiente.

7.4.2 Soluções técnicas: formas de iluminar e controlar a insolação

Embora o sol seja responsável pela luz diurna, ele provoca ainda o aumento do calor na superfície e o desconforto térmico. Para evitar que isto ocorra, existem diversas soluções no fito de iluminar e controlar a radiação excessiva de um ambiente durante o projeto arquitetônico.

Antes, os principais responsáveis por esse aspecto adverso do sol são os raios infravermelhos. Nas regiões tropicais, nas quais sua incidência é maior, a luz abundante deve ser trabalhada por meio de critérios e soluções que permitam a entrada controlada da luz solar sem interferir no conforto térmico e lumínico. Em relação a isso, Lelé alcança esse controle por meio de algumas estratégias: a escolha dos materiais e a forma de ser trabalhados, e o uso de protetores solares externos, como brises, de vegetação e massas de água, que beneficiem a iluminação e também a ventilação natural. Como demonstrado a seguir:

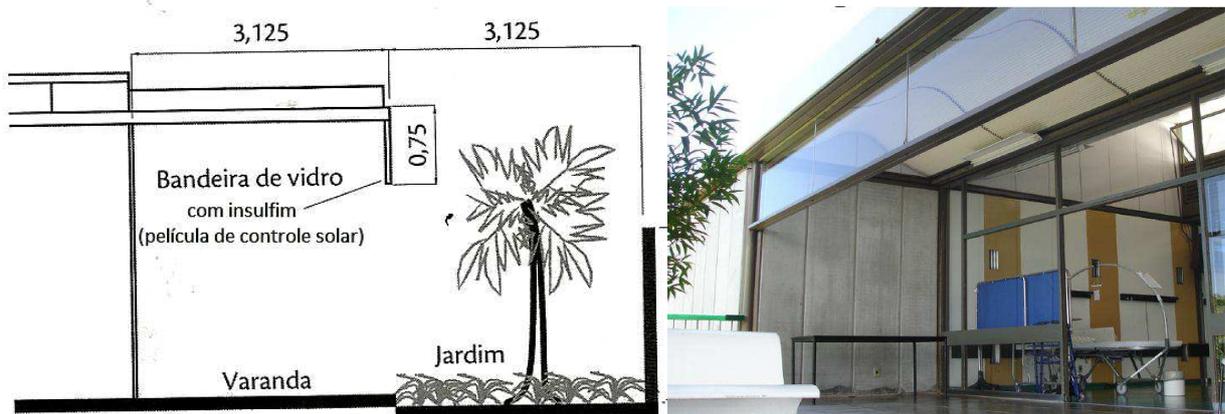


Figura 31: Hospital Sarah Salvador – Protetores externos e vegetação para controlar a insolação.
Fonte: Kowaltowski et al., 2009

Conceituando, Perén (2006, p.98) entende que um sistema de iluminação natural é qualquer dispositivo que propicie a entrada da luz natural para dentro da edificação, tais como fechamentos, aberturas ou recursos próprios arquiteturais.

Por sua vez, Lamberts et al. (1997, p. 165) exemplifica os elementos que compõem esses sistemas: “aberturas laterais, ‘light-shelf’, átrios, dutos com espelhos, persianas flexíveis, paredes transparentes (ou com vidros múltiplos), telhados com shed, refletores externo, claraboias, etc”, como mostra a figura abaixo:

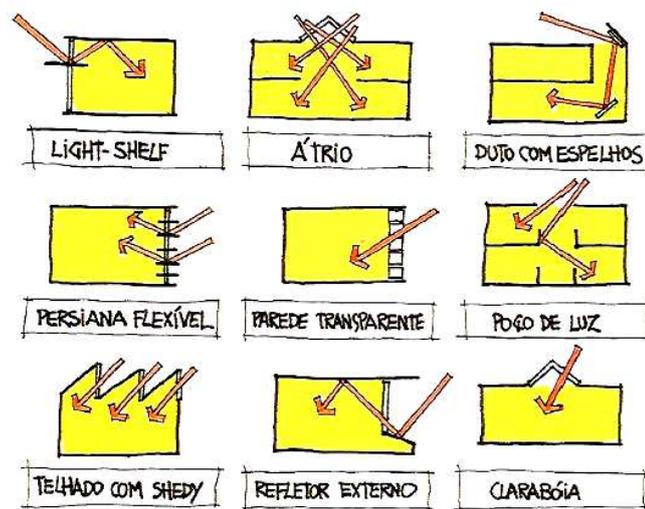


Figura 32: Sistemas de controle da radiação que favorecem a iluminação natural.
Fonte: Lamberts et al., 1997

Entretanto, Perén (2006) destaca que a maioria dos sistemas de iluminação natural, sobretudo devido às mudanças de intensidade da luz do sol e de

clima, não alcança os níveis ideais de iluminação ou gera áreas de penumbra nas partes mais distantes das aberturas. A iluminação artificial é, neste caso, necessária.

A respeito da insolação excessiva, os materiais que revestem as edificações e os sistemas de controle de radiação solar são de particular importância, permitindo o jogo de luz e sombra com a função de interceptar a radiação solar antes que esta incida sobre a edificação e provoque desconforto.

Dessa forma, Olgay (1998 apud PERÉN, 2006, p. 100) afirma que: “os mecanismos reguláveis proporcionam um melhor resultado, pois se adaptam ao percurso do sol”. Ele define ainda que a localização, latitude e orientação contribuem para a escolha do melhor mecanismo.

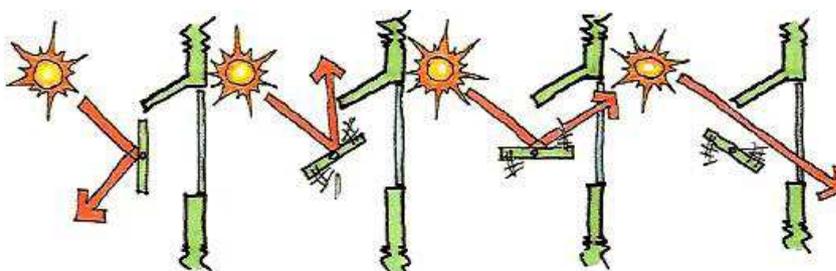


Figura 33: Brises móveis para regulagem e adaptação ao percurso do sol.
Fonte: Lamberts et. al, 1997

Diante disso, sempre que a luz natural for adequada às necessidades lumínicas do ambiente, a iluminação artificial deve ser reduzida ou mesmo apagada. Todavia, de modo a ser satisfatório, o projeto deve estar pautado nas determinações do controle da insolação e na criação planejada de aberturas e sombreamento.

7.4.3 Iluminação natural na habitação

Em razão do tamanho das edificações habitacionais, a maioria dos cômodos recebe iluminação natural adequada através de janelas e tem uma necessidade mínima ou nula de luz elétrica durante o dia. A distribuição adequada das aberturas para ressaltar a forma da edificação tem uma longa história na arte da arquitetura. (KEELER; BURKE, 2010, p. 138)

A luz da manhã pode ser utilizada de modo a determinar o valor estético da construção, além de produzir um bom ambiente visual para os usuários da moradia. No entanto, a iluminação natural das habitações não deve ser encarada como uma medida de eficiência energética.

Isto porque em construções habitacionais, a introdução de luz diurna leva a um maior consumo de energia, e não a economias, isto é, o superdimensionamento das janelas gera calor excessivo. (KEELER; BURKE, 2010, p. 139) Com isso, equipamentos elétricos são acionados para sanar tal efeito, invalidando o benefício da luz natural.

Porém, se o tamanho da habitação impedir uma iluminação adequada ao conforto térmico e lumínico, o arquiteto deve ser criativo de forma a proporcionar um espaço com aberturas compatíveis com as condições de conforto exigidas pelo usuário e que desfaça o desconforto gerado.

Lelé dribla essa limitação com emprego de aberturas zenitais, claraboias, brises móveis e fixos como fechamentos laterais, multifuncionais sheds, paredes envidraçadas, painéis pivotantes e toda sorte de recurso capaz de melhor aproveitar a iluminação natural.

A Residência Nivaldo Borges remete às antigas basílicas latinas de planta em cruz. Nela, há algo parecido com uma nave principal cortada pelo transepto e “naves laterais” que permitem uma circulação dos usuários. Porém, a habitação possui um atributo que a distingue definitivamente daqueles templos a que foi inspirada: a iluminação, a qual Vilela Júnior (2011) descreve abaixo:

O aspecto sombrio aqui foi completamente abandonado em prol de espaços amplos e bastante iluminados. Percebe-se no projeto de Léle o quanto a luz foi fundamental para desenvolvimento de determinadas soluções. Se esta casa apresentasse um transepto, possivelmente seria o eixo transversal formado pelas salas de estar e jantar. Neste caso, ainda dentro desta leitura religiosa, teríamos um altar próximo ao espelho d'água, voltado para o fundo da casa, onde se localiza a entrada principal. (VILELA JUNIOR, 2011, p. 214)



Figura 34: Residência Nivaldo Borges - Nave principal e iluminação.
Fonte: Latorraca, 2000

A análise dos cômodos faz-se em dois instantes: o primeiro através de um ambiente escuro composto pelo banheiro que, com o transcorrer da construção, acabou sendo conjugado e iluminado por uma claraboia; o segundo com o dormitório, que é agradável e iluminado e tem vista frontal ao jardim. Com efeito, os jardins foram dispostos ao longo de toda a fachada nordeste, criando uma espécie de proteção visual à sequência envidraçada de quartos e sala de estar. (VILELA JÚNIOR, 2011, p. 215)

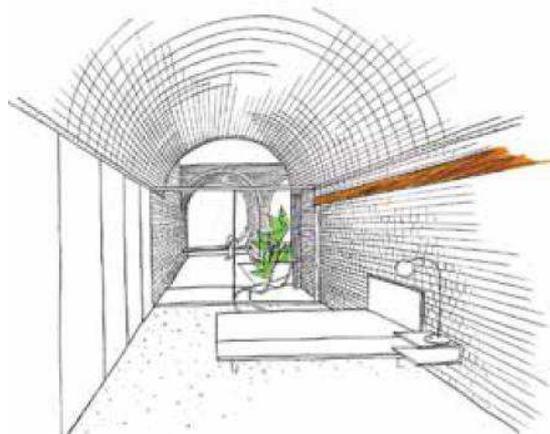


Figura 35: Perspectiva dos quartos com esquadria recuada e em vidro.
Fonte: Vilela Júnior, 2011

Vilela Júnior (2011, p. 215) esclarece: “por uma questão de proteção solar, essas peles de vidro foram devidamente recuadas da fachada”. A ideia inicial de Lelé era implantar brises pré-moldados de concreto, as pestanas, na cobertura

desses jardins para diminuir a incidência da radiação solar nas janelas dos quartos, porém ela foi abortada pelos proprietários que preferiram utilizar persianas como solução paliativa.

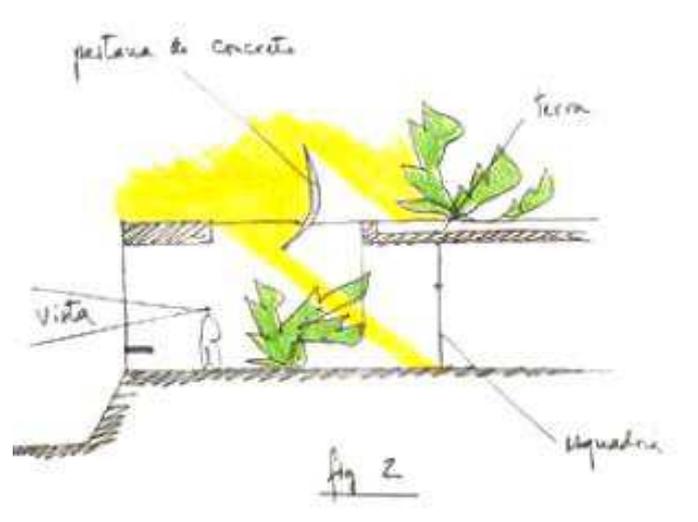


Figura 36: Corte Esquemático - Pestana de concreto (brise) para controle de insolação.
Fonte: Vilela Júnior, 2011

Enquanto isso, na Residência José da Silva Netto, Lelé demarca os espaços da área íntima e desenvolve espaços livres, fluidos e permeáveis na parte social da casa. Isto foi possível devido ao descarte da vedação por paredes e à utilização do mobiliário como delimitação, permitindo integração entre o meio interno e externo através das faces envidraçadas, como mostra a figura abaixo:

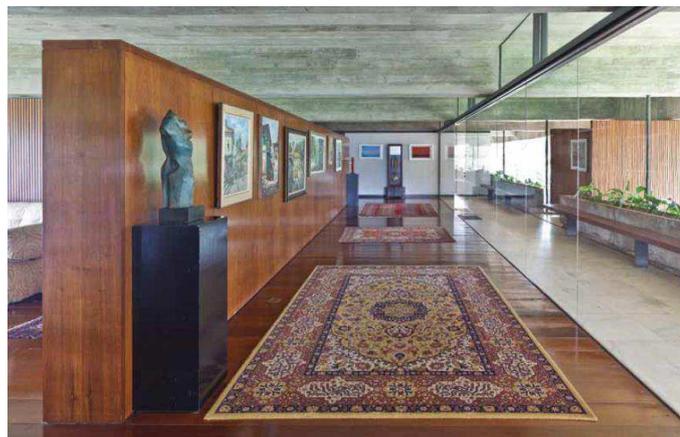


Figura 37: Residência José da Silva Netto - Faces envidraçadas e delimitação por meio de mobiliário.
Fonte: Vilela Júnior, 2011

Tendo em mente que condições lumínicas inadequadas reduzem e dificultam o desenvolvimento de atividades, a iluminação natural exige mais do que

um jogo de aberturas e fechamentos na habitação. Ela requer organização espacial interna compatível com a orientação solar, aproveitamento de recursos naturais e equilíbrio entre a iluminação e a propagação do calor, principalmente nos horários de maior desconforto térmico e lumínico. Por fim, o estudo da iluminação deve priorizar a integração ambiental e o desempenho dos mecanismos de iluminação adaptados às especificidades de cada habitação.

7.5 CLIMA E ARQUITETURA

Segundo uma percepção antropocentrista, a arquitetura atinge o homem e engloba questões pertinentes, como suas necessidades, limitações físicas, atividades diárias, cultura e realidade socioeconômica, ou seja, está relacionado tanto às questões práticas quanto às subjetivas que estão implícitas no cotidiano do homem. Rivero (1985) ressalta:

O que importa realmente é compreender que não fazemos arquitetura se somente enfocamos unilateralmente os problemas físicos, ou os funcionais, ou os estéticos, ou os econômicos. Será arquitetura, e daí sua enorme complexidade, na medida em que sejam solucionadas integralmente todas as exigências que cercam o indivíduo. (RIVERO, 1985, p.13)

Como visto antes, o conforto ambiental é um dos aspectos mais importantes na concepção do projeto arquitetural e devendo oferecer as condições adequadas ao homem desenvolver-se no seu habitat, sem implicar em gastos de energia e nem desagrado aos sentidos. (PERÉN, 2006)

Nesse sentido, tanto as condições de clima quanto as exigências fisiológicas do homem são relevantes. Por isso, a arquitetura é responsável em construir um abrigo adequado às necessidades humanas e ao clima, seja através de elementos arquitetônicos, soluções espaciais e dispositivos de controle de insolação.

A especificação dos produtos empregados, como a característica térmica do material, é crucial segundo Perén (2006, p. 107): “os ambientes internos não dependem unicamente de uma boa ventilação para obter um clima agradável, eles

também estão subordinados a uma boa resposta térmica dos materiais empregados, que trabalharão em conjunto no processo de aclimação natural da edificação”.

Desse modo, o entendimento sobre a arquitetura e o clima está lastreado nas necessidades fisiológicas do homem, na obediência às exigências feitas pelo clima e no emprego de materiais adequados à situação imposta. Tudo isso deve ser ponderado no desenvolvimento de um projeto exitoso e confortável.

7.5.1 Eficiência energética nas edificações

Uma construção é tida como eficiente quando, ao ser comparada com outra, proporcionar condições ambientais favoráveis com menor consumo de energia. Por este ângulo, a eficiência energética é, portanto, a obtenção de um serviço com baixo desperdício de energia. (LAMBERTS et al., 1997, p.14). Este autor ainda insere este parâmetro no triângulo clássico de Vitruvius, alterando sua configuração geométrica e um novo conceito na arquitetura contemporânea.



Figura 38: Alteração do conceito Vitruviano de eficiência na edificação.
Fonte: Lamberts et. al, 1997.

Para obter eficiência energética não basta empregar recursos tecnológicos modernos, equipamentos e eletrodomésticos de baixo consumo, mas ainda elaborar projetos que partam de estudos sobre o comportamento energético da edificação. Em contrapartida, esta eficiência não depende exclusivamente do projeto, como também de cuidados e atitudes dos construtores, instaladores, operários e usuários, pois se trata de uma nova forma de projetar e executar, com

uma maior preocupação ambiental atrelada à funcionalidade projetual. (RODRIGUES, 2011)

Desse modo, uma edificação com bom desempenho energético, ou térmico, somente é possível através de uma análise multidisciplinar entre as áreas envolvidas na obra e da consciência energética desenvolvida pelo arquiteto desde a concepção do projeto.

Para tanto, Keeler e Burke (2010) revelam que as técnicas de projeto passivo, com ventilação e iluminação naturais, aumentam a efetividade das energias renováveis e reduzem o impacto ambiental da edificação. Eles ainda destacam que:

Estratégias como boa orientação do terreno, estanqueidade, janelas de alto desempenho, altos níveis de isolamento térmico de qualidade e eletrodomésticos eficientes, entre outras maneiras de se 'aproveitar os frutos que estão caindo de maduros', se pagam com a redução do consumo de energia. (KEELER; BURKE, 2010, p. 144)

Em consonância a esses fatores, Lelé projeta obras com partido arquitetônico sólido, projetadas após análise da orientação solar, do dimensionamento de aberturas, da correta especificação dos materiais e dos equipamentos de construção.

Ademais, suas soluções bioclimáticas favorecem o conforto térmico através de meios passivos, como a escolha de espaços abertos, o uso da flexibilidade das instalações e áreas verdes, enfim, os aspectos decisivos para a eficiência energética de uma edificação.

7.5.2 Orientação e Forma das Edificações

O estudo prévio da orientação e da forma das edificações permite estabelecer a interferência que estes parâmetros provocarão no conforto, além da influência na implantação no terreno e na distribuição interna dos ambientes.

Uma orientação adequada está atrelada ao movimento do sol ao longo do dia e do ano, observando que o nascer do sol ocorre no leste e o pôr do sol no oeste. O horário mais quente do dia é, logo, após o meio-dia, e as fachadas orientadas para o oeste tendem a ser mais quentes do que as fachadas para o leste.

Ainda merecem destaque os ventos dominantes, que nas regiões tropicais, advêm da orientação nordeste e leste, em algumas épocas do ano.

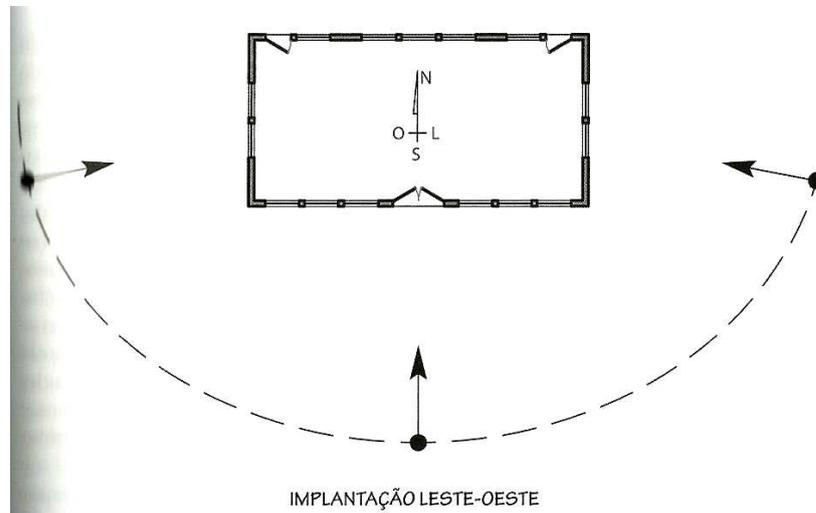


Figura 39: Orientação solar de uma edificação - O sol fica mais alto ao sul.
Fonte: Keeler e Burke, 2010

Guimarães (2003) define que:

“[...] formas arquitetônicas – sejam elas derivadas de um pensamento estrutural, racional ou mesmo originárias por analogia do mundo natural – são estruturas envolventes que se materializam a partir da dialética conciliatória entre os conteúdos internos e externos do espaço, impondo os limites físicos sugeridos pelas necessidades humana”. (GUIMARÃES, 2003, p. 33).

Assim, a orientação do edifício deve considerar sobremaneira a posição do sol, como forma de evitar o ganho de calor excessivo nas regiões de clima quente e úmido. Por sua vez, a forma arquitetônica exerce influência no conforto ambiental da edificação, alterando seu consumo energético, visto que interfere diretamente sobre os fluxos de ar no interior e exterior.

Lelé utiliza a orientação solar, afora a locação da edificação no terreno, como meio de determinar os locais, tipos e dimensões de aberturas e janelas, bem como a localização e sentido que terá ‘sheds’ e brises.

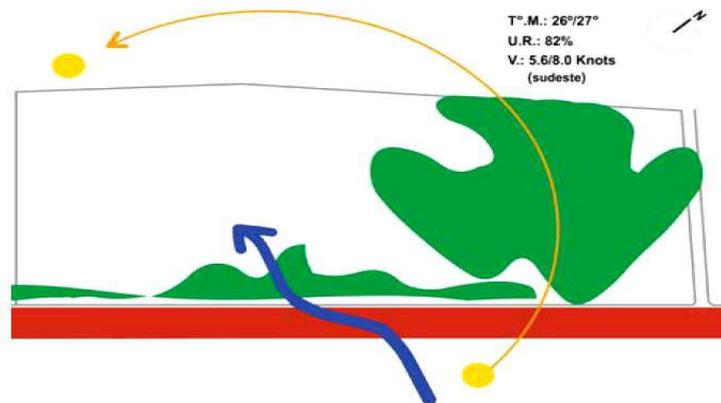


Figura 40: Hospital Sarah (Fortaleza) - Estudo da orientação solar feita por Lelé.
Fonte: Péren, 2006



Figura 41: Shed e cobertura atuante na forma e conforto ambiental.
Fonte: Latorraca, 2000.

Em suma, a orientação objetiva maximizar a exposição da edificação à incidência de luz favorável e aos ventos dominantes sem, contudo, acentuar os ganhos de calor solar em detrimento do aproveitamento da iluminação natural. O resultado desta avaliação é a definição da forma arquitetônica da edificação e a listagem dos recursos aplicáveis à ela.

7.5.3 Fechamentos

Os fechamentos são uma das formas de garantir o desempenho térmico agradável de edificações construídas no clima quente e úmido, os quais Rosário (2006, p. 51) define como “(...) elementos que servem para a barreira e separação

dos fluxos entre os ambientes. Dependendo de suas características funcionais e materiais, estes podem atuar como barreira para radiação solar”. De acordo com o material empregado e a diferença na transmissão de radiação solar para dentro do ambiente, os fechamentos podem ser subdivididos em: opacos e transparentes.

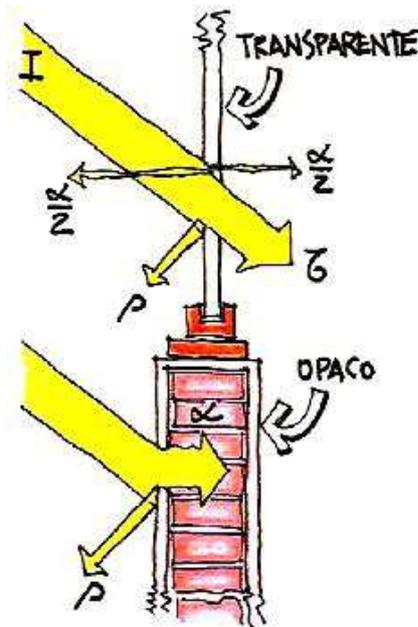


Figura 42: Transmissão de radiação solar em fechamento transparente e opaco.
Fonte: Lamberts et. al, 1997

Nos fechamentos opacos, “a transmissão de calor acontece quando há uma diferença na temperatura entre suas superfícies interna e externa” (ROSÁRIO, 2006, p. 52). Na prática, essa transferência ocorre em intervalos de tempo maiores, suficientes para que a superfície externa atingida pela radiação solar, o corpo mais quente, portanto, efetue a transmissão de calor para a superfície interna, o corpo mais frio, até que as duas entrem em equilíbrio térmico.

A fim de definir o melhor tipo de fechamento, devem-se considerar as propriedades térmicas dos materiais, tais como: absorvidade, refletividade, transmissividade, emissividade e condutividade térmica, variáveis essenciais ao cálculo do ganho de calor das superfícies e conseqüentemente, itens a ser considerados durante o projeto arquitetônico. A figura abaixo mostra esquematicamente a transmissão de calor e seus efeitos:

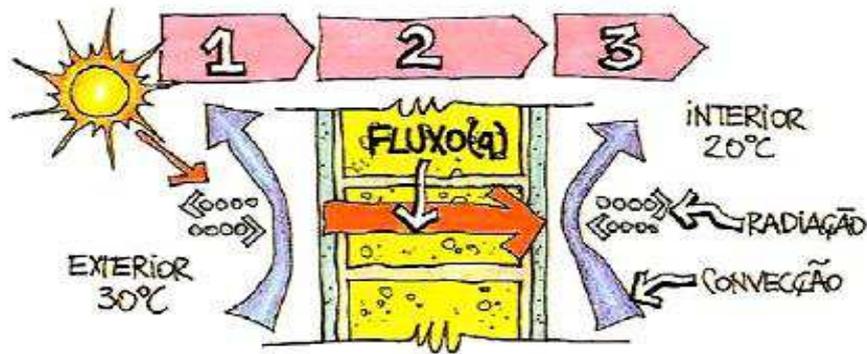


Figura 43: Etapas da transmissão de calor.
Fonte: Lamberts et. al, 1997

Enquanto isso, os fechamentos transparentes segundo Rosário (2006, p. 56), “(...) estão representados pelas aberturas, laterais e zenitais, que permitem à iluminação natural penetrar no ambiente interior e ainda o contato visual deste com o ambiente externo”. Para ser adequadamente empregado nas edificações, o arquiteto deve, a princípio, ponderar a quantidade de iluminação natural que permitirá incidir no ambiente sem, contudo, acentuar danosamente a radiação solar.

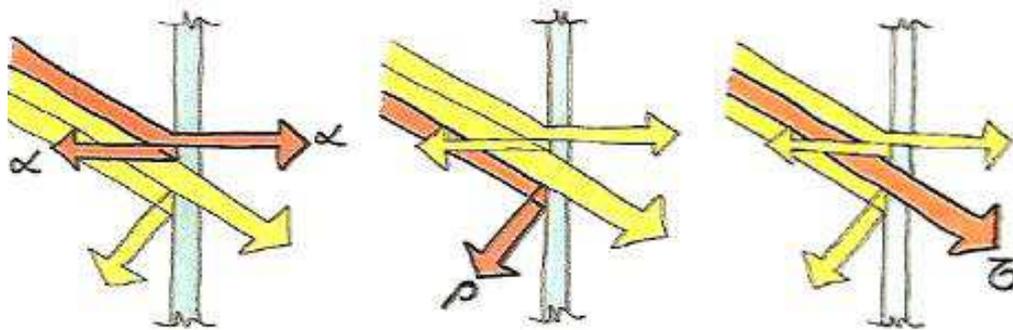


Figura 44: Vidro e parcela absorvida / Vidro e parcela refletida/ Vidro e parcela transmitida.
Fonte: Lamberts et. al, 1997

Para tanto, além da escolha do material, se é que este seja necessário, entre vidros e seus diferentes tipos de tratamento térmico, plásticos translúcidos, policarbonatos e demais superfícies que permitem a entrada da luz solar no ambiente, o arquiteto prestará atenção redobrada à dimensão da abertura e a orientação do prédio em relação ao sol.

7.5.4 Influência de Cor e Textura

O trabalho das cores remete ao conforto visual e auxilia à refletância e absorção da luz pelo ambiente. Lamberts et. al (1997, p. 159) complementa que “embora de grande importância plástica na arquitetura, a utilidade das cores não se restringe à aparência, mas adentra os conceitos físicos de conforto térmico e visual”.

Assim, as cores escuras nas superfícies exteriores aumentam o ganho de calor solar, pois absorvem maior radiação, logo não são interessantes em regiões de clima quente. Em contrapartida, as cores claras aumentam a reflexão da radiação solar e reduzem o ganho de calor, portanto, são indicadas para áreas internas. (LAMBERTS ET. AL, 1997)

Quanto às texturas, Perén (2006) valeu-se da especificação dos materiais e o comportamento térmico para garantir o conforto térmico dos ambientes internos.

As características do material: cor, textura, densidade, entre outras, é importante na resposta térmica, psicológica e acústica dos fechamentos. Tratando-se da ventilação e iluminação naturais, é importante utilizar elementos vazados para fechamentos, permitindo a passagem do ar e luz natural. Os fechamentos podem permitir a passagem do vento e da luz natural, sem comprometer sua função principal; quando necessário o controle de acesso ou a delimitação de área mais restrita; (...) para controle visual e mais privacidade em área internas ou externas, como muros. (PERÉN, 2006, p. 113)

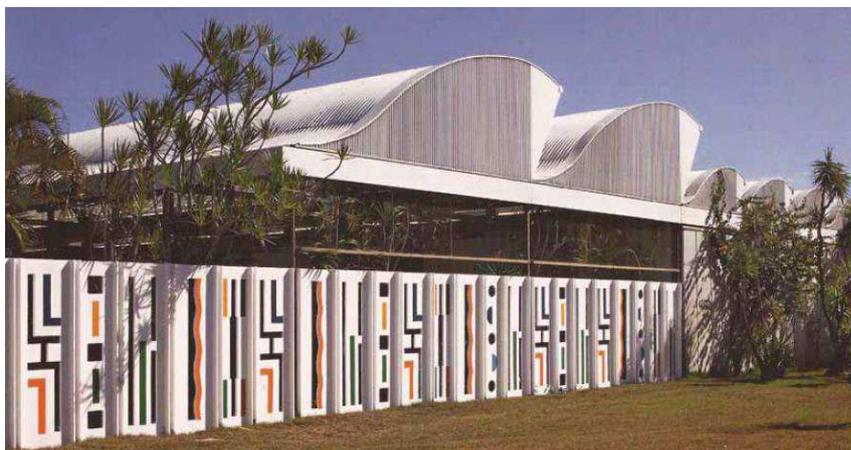


Figura 45: Hospital Sarah (Salvador) - Fechamento com painéis artísticos e elementos vazados.
Fonte: Vilela Júnior, 2010

Para Lelé, a utilização adequada de cores e texturas humaniza os espaços e transmite alegria. Ao mesmo tempo, ele tem cautela no uso de certos materiais e fechamentos inadequados que podem ameaçar o conforto do ambiente.



Figura 46: Tribunal de Contas da União (Cuiabá) - Fechamento com elementos vazados que permite visibilidade (vista externa).
Fonte: Péren, 2006

Desse modo, ao investir nas cores e texturas dos materiais, deve-se atender ao conceito fundamental de permissão da passagem adequada de luz natural e o ganho de calor, tendo em mente a possibilidade de estimular o psicológico dos indivíduos e criar ambientes mais agradáveis.

7.5.5 Paisagismo e Aberturas

As características naturais do terreno e a implantação de aberturas em uma edificação amenizam as temperaturas extremas e estabilizam as condições internas ou externas do local, isso porque cada superfície possui qualidade refletora e necessidade de captação solar distintas.

A vegetação atua diretamente no sombreamento da construção, pois nem sempre é possível reduzir a radiação mediante proteção solar. Lamberts et al. (1997, p. 162) exemplifica: “na fachada oeste, por exemplo, um ‘brise’ adequado às necessidades de sombreamento no verão deveria, em alguns casos, bloquear

completamente a radiação solar”. Em algumas horas da tarde o sol estará quase perpendicular à fachada, o que induziria a uma proteção que praticamente obstruísse a abertura.

Do ponto de vista lumínico, a vegetação poderá afetar o ambiente interno e este, para suprir o déficit de luminosidade, deverá fazer uso da iluminação artificial, inclusive durante o dia. Para solucionar tal problema, as árvores deverão estar em locais estratégicos que, criem sombras sem bloquear a luz natural, e permitam a incidência solar desejável em certas horas do dia.

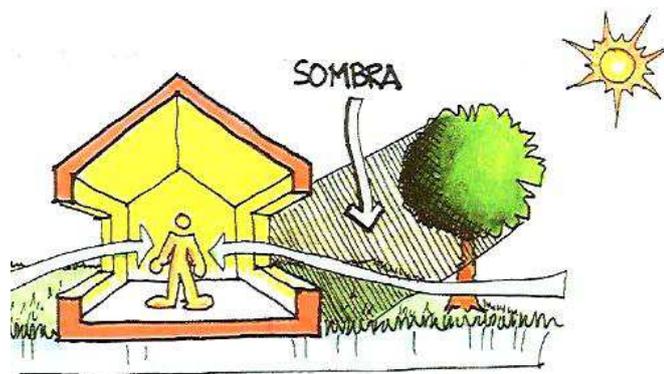


Figura 47: Arborização auxiliando no controle da radiação solar e na produção de conforto.
Fonte: Lamberts et. al, 1997

Certas características da vegetação merecem atenção no projeto graças às implicações na iluminação e ventilação natural, Perén (2006) as identifica:

“A vegetação serve de barreira para a insolação excessiva. Sua sombra melhora as condições de conforto no entorno do edifício.
A vegetação direciona os fluxos de ventos. Em climas quentes, onde se precisa de ventilação, uma cuidadosa localização das árvores deve ser estudada.
A vegetação tem importância estética e conseqüentemente psicológica, na ambientação dos espaços arquitetônicos.” (PERÉN, 2006, p. 114)

Logo, a presença de vegetação afeta a configuração do fluxo do vento, segundo sua forma e dimensão. Uma grande floresta ou uma densa área de vegetação pode produzir um tamanho pequeno de sombra de vento em relação ao comprimento, enquanto que uma curta e alta linha de árvores pode produzir uma significativa esteira de sombras. (BITTENCOURT, 2004, apud PERÉN, 2006, p. 115)

Lelé emprega o paisagismo para obter resultados satisfatórios em relação ao conforto. Kowaltowski et al (2011, pg. 325) informa que ele, ao projetar uma

edificação, sabe o que espera da área verde, e nos primeiros croquis apresenta ideias paisagísticas para o local. Para ele, a conservação da vegetação existente no terreno e a descoberta de espécies vegetais conferem uniformidade e identidade ao projeto, exemplo disso é a residência abaixo:

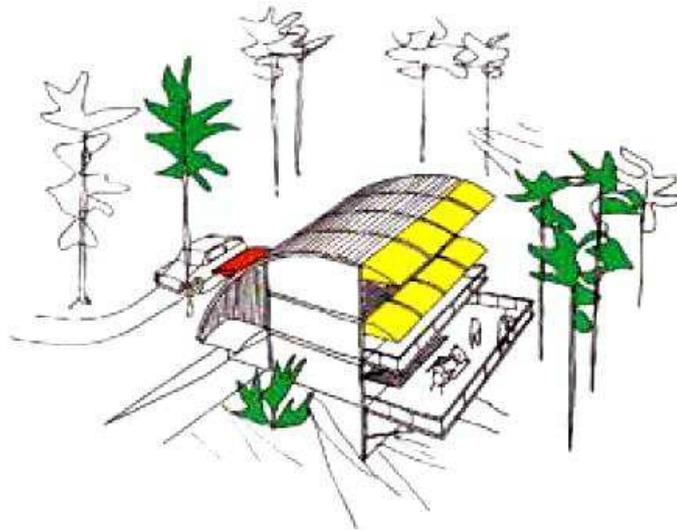


Figura 48: Residência João Santana – Inserção da edificação em área arborizada.
Fonte: Vilela Júnior, 2011



Figura 49: Residência João Santana: Vista da casa executada.
Fonte: Vilela Júnior, 2011.

Na concepção paisagística, Lelé analisa a insolação, o sombreamento, a umidade, o conforto visual, a iluminação natural e a sensação agradável dos usuários do local. Essas variantes podem ainda ser alteradas no decorrer da obra, caso não estejam exercendo seu objetivo de integração entre jardim e edificação.

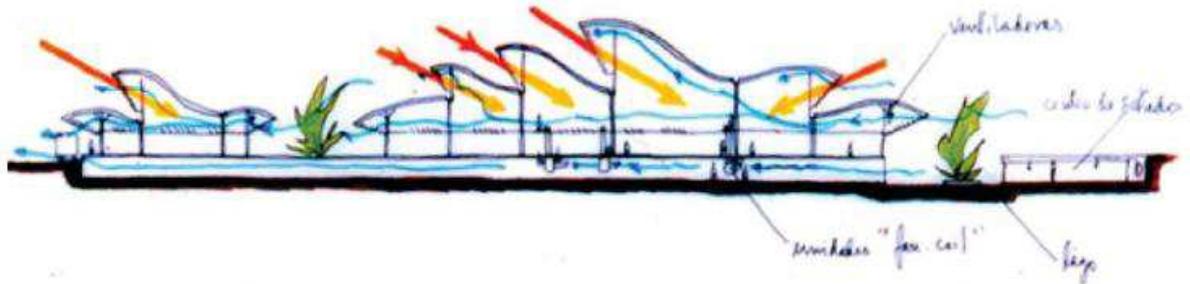


Figura 50: Hospital Sarah (Rio de Janeiro) - O paisagismo impede a insolação e auxilia a iluminação.
Fonte: Pérén, 2006.

Apesar da vegetação ter papel fundamental no conforto da construção, ela nem sempre é suficiente. Para tanto, as aberturas complementam, proporcionam uma vista ampla e permitem que a luz penetre na edificação em quantidade e distribuição necessária para resultar em uma iluminação interior satisfatória.



Figura 51: Tribunal de Contas da União (Cuiabá) - Jardim interno e abertura superior complementam a iluminação.
Fonte: Pérén, 2006

O desenho das aberturas, além da preocupação estética, deve compreender arranjos e dispositivos que atendam às condicionantes climáticas e

favoreçam a agradabilidade do ambiente interno. Além disso, o dimensionamento e posicionamento das aberturas poderão gerar ventilação e iluminação eficientes.

Alguns dos meios que Lelé emprega nas suas obras para atingir conforto ambiental são as aberturas no sentido dos ventos dominantes ou na parte posterior e superior do ambiente, que facilitam a saída do ar quente, e as aberturas laterais que funcionam. Estas, além de captar vento, permitem a entrada de luz natural e direcionam o vento para dentro da edificação. Por outro lado, dispositivos de reflexão, tipo os *light shelves*, direcionam a luz natural e proporcionam uma melhor distribuição da iluminação no espaço (Ver Figura 51). (PERÉN, 2006)

Por isso, Perén (2006) destaca que as aberturas ainda trazem benefícios visuais e psicofisiológicos, graças ao contato visual com o exterior. A luz natural funciona tanto como estímulo quanto como meio de orientar os usuários sobre a passagem do tempo durante o dia.

Assim sendo, os aspectos paisagísticos e os tipos de aberturas deverão ser definidos pelas características e exigências da edificação, enquanto a configuração da construção é determinada pela localização do terreno, o programa de áreas, a necessidade dos usuários, e outros fatores que em conjunto determinam os níveis necessários de iluminação e taxas de ventilação. (PERÉN, 2006)

O contexto em que a obra está inserida é importante na escolha do paisagismo e nos modelos de aberturas que atendam às exigências da edificação.

8 A TÉCNICA

O apuro técnico de Lelé e sua grande inventividade, ao propor soluções que evidenciam a possibilidade de melhoria da qualidade de vida, através da arquitetura produzida em larga escala, podem atender as demandas de construção de infraestrutura coletiva compatíveis com a extensão do Brasil. (LATORRACA; RISSELADA, 2010, p. 10)

Embora a construção de infraestrutura coletiva supracitada não faça parte do escopo deste trabalho, a citação destaca a técnica utilizada com propriedade nas obras de Lelé e o quanto isto poderá contribuir para esta pesquisa.

Atrelado a esse apuro técnico, o ponto decisivo para êxito nos trabalhos de Lelé é a interdisciplinaridade, com a participação de profissionais de diversas áreas trabalhando em equipe na concepção do projeto e no funcionamento da edificação. (KOWALTOWSKI ET AL., 2011)

Ainda que o domínio da técnica, conjugando teoria e prática, seja marcante nas obras de Lelé, a atenção aos avanços tecnológicos no âmbito da construção civil permitiram que suas obras evoluíssem com emprego de novos materiais e sistemas construtivos ousados e eficientes.

8.1 MATERIAIS

Diante da indisponibilidade de certos materiais e adotando critérios de sustentabilidade, Lelé entende que o arquiteto deve valer-se das disponibilidades técnicas, centrado na humanização dos espaços. Além disso, ele deve saber as possibilidades dos materiais, suas operações por meio da experiência tátil e como estes podem ser combinados e ordenados, de modo a otimizar a construção. (LATORRACA; RISSELADA, 2010)

A seguir, apresentam-se alguns materiais utilizados por Lelé, seja de forma isolada ou oriunda da associação de outros, como forma de obter um produto de qualidade compatível com o meio inserido.

8.1.1 Pedra

O uso das pedras como elemento estético e estrutural teve atuação pontual durante a trajetória de Lelé. Pode-se observar que na maioria das vezes a pedra ou era empregada como forma de integrar a construção ao meio ou quando o material funcionava mais como condicionante do terreno, fazendo com ele fixasse o atributo como partido do projeto.

Um exemplo disso é a Igreja do Centro Administrativo da Bahia (Igreja CAB), onde o local destinado à construção mantém intacta a beleza natural da paisagem e o respeito ao relevo e a vegetação. Adotando técnicas contrastantes, Lelé seguiu o critério inicial de aproveitar a topografia e entorno do local, modificando o terreno de forma amena e natural, utilizando muros de arrimo em pedra tanto como estrutura quanto vedação do ambiente, eximindo acabamento, como forma de fazer alusão às construções religiosas coloniais (Ver Figura 52 e 53). (LATORRACA, 2000, p. 82)



Figura 52: Igreja CAB - Aproveitamento da topografia e inserção na paisagem.
Fonte: Latorraca, 2000

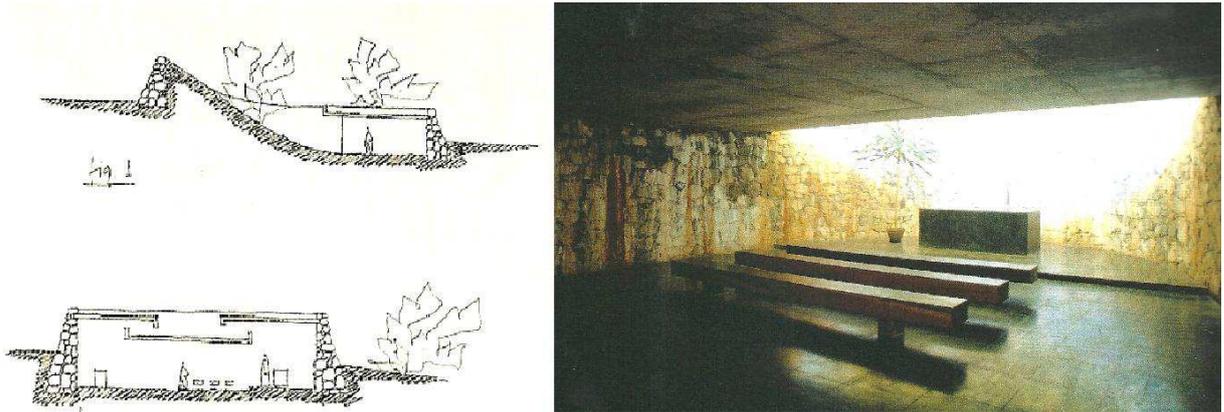


Figura 53: Sacristia Igreja CAB – Esquema e Imagem de estrutura e vedação em pedra.
Fonte: Latorraca, 2000

Outro exemplo é a Residência Aloysio Campos da Paz, a casa de pedra, uma habitação montada com material extraído do próprio terreno. Nesta obra, Lelé tinha em mente uma total fusão entre arquitetura e paisagem, em que o objeto construído, ao invés de se destacar por sua volumetria, desaparece semienterrado, completamente mimetizado pelo ambiente. (VILELA, 2011).



Figura 54: Residência Aloysio Campos da Paz - Fusão entre arquitetura e espaço.
Fonte: Vilela Júnior, 2011

8.1.2 Tijolo

O tradicionalismo e os aspectos estéticos do tijolo são as principais causas da utilização desse material por Lelé. No intuito de explorar sua potencialidade plástica e construtiva, o tijolo é trabalhado de forma a remeter imponência em suas obras.

Na Residência Nivaldo Borges, Lelé investe na robustez do tijolo e no uso do vidro para promover a integração entre ambientes, tais como a sala de estar e jantar. Em contrapartida, a configuração majestosa e aparente do tijolo atua de forma dúbia: serve tanto de apoio para as monumentais abóbadas quanto instiga a imaginação dos curiosos em descobrir o espaço resultante no interior da habitação.

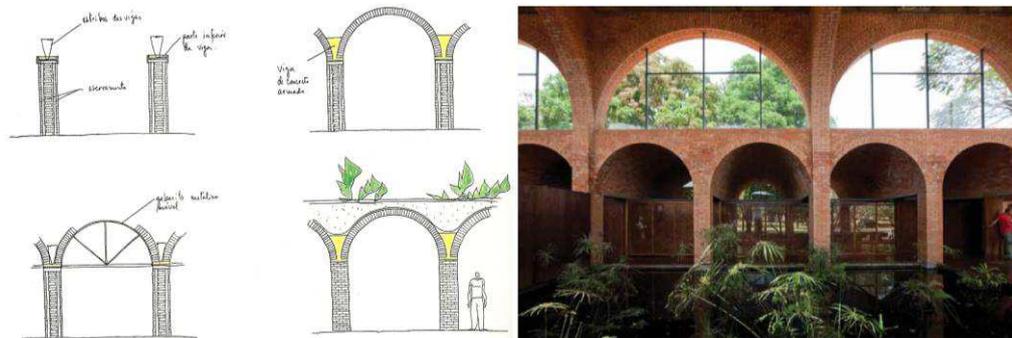


Figura 55: Residência Nivaldo Borges - Tijolo aparente e transparência.
Fonte: Latorraca, 2000.

No Convento de Brotas, construção suspensa sobre uma base em pedra e completo fechamento em tijolo, Lelé emprega a técnica construtiva constituída de cobertura em abóbadas de tijolo cerâmicos, vencendo vãos de até 5,80m, apoiadas em vigas de concreto.



Figura 56: Convento de Brotas - Cobertura com abóbodas em tijolo.
Fonte: Latorraca, 2000.

Além disso, na local da igreja, as abóbadas inclinadas da nave e do altar criam grandes empenas formando verdadeiros planos em tijolos cerâmicos furados e dispostos inclinados para evitar a entrada de água e formar um sistema de

iluminação filtrada e ventilação zenital para a igreja (LATORRACA, 2000, p. 123), como mostra a figura abaixo:

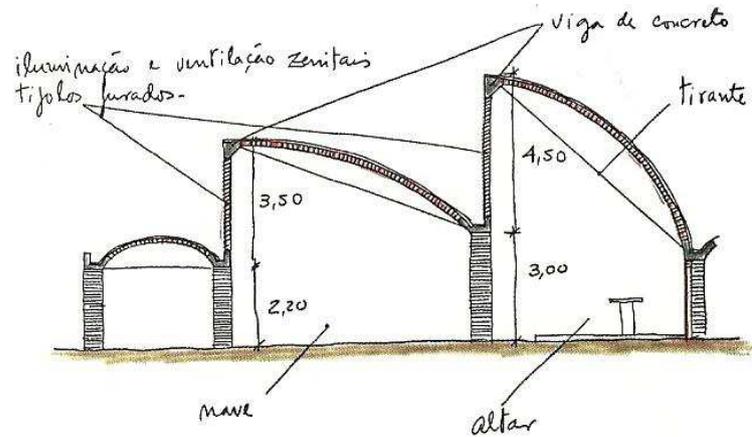


Figura 57: Convento do Brotas - Iluminação e ventilação zenitais.
Fonte: Latorraca, 2000.

8.1.3 Concreto

Embora vantajoso em relação aos materiais apresentados, o concreto não logrou êxito graças à falta de experiência com sua industrialização, do seu manejo imerecido, da exigência grandiosa das formas de madeiras e do seu desperdício desnecessário na construção. Dessa forma, Lelé inicialmente emprega o concreto mais por uma questão circunstancial e de necessidade na qual estava inserido do que propriamente por uma decisão voluntária. (VILELA JÚNIOR, 2010)

Posteriormente, Lelé lança mão desse recurso nas tradicionais peças pré-moldadas, nas inovadoras vigas sheds (Ver Figura 58) e caixas moduladas para fachadas que agem como estrutura, vedação e proteção (Ver Figura 59).



Figura 58: Distribuidora Brasileira de Veículos (DISBRAVE) - Esquema e imagem das vigas shed.
Fonte: Latorraca, 2000.

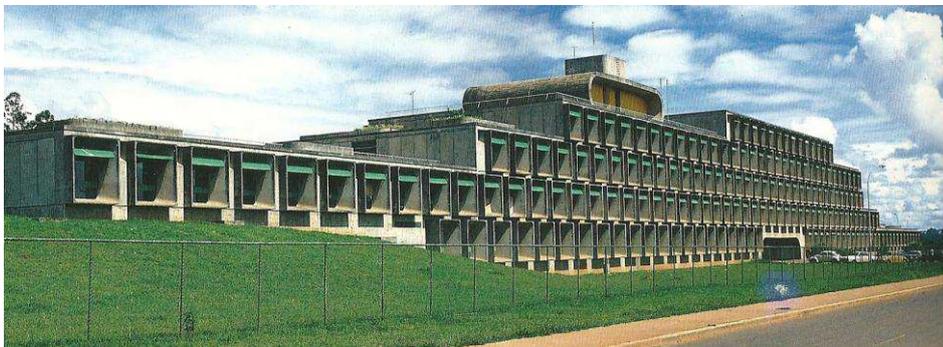


Figura 59: Hospital de Taguatinga - Caixas moduladas e ação multifacetada.
Fonte: Latorraca, 2000.

Ademais, o projeto da Residência José da Silva Netto foge do convencional e determina um exame minucioso dos aspectos de ordem estética e construtiva. Latorraca (2000, p. 77) explica: “adotou-se uma solução estrutural arrojada, mas lógica, evitando-se deliberadamente o emprego de grande número de pilares que desproporcionariam inevitavelmente o prédio”. E continua:

As duas vigas principais que se desenvolvem ao longo das fachadas NO (nordeste) e SE (sudeste) apoiam-se em 4 pilares e recebem a cada 4m o vigamento modulado da cobertura, formando-se, assim, o arcabouço estrutural do prédio. A laje do segundo piso é suportada por tirantes de aço ancorados nas vigas da cobertura. (LATORRACA, 2000, p. 77)

Deve-se destacar também a solução técnica como forma de contenção da incidência solar, em que as vigas principais são projetadas 2,70m à frente do limite do piso, protegendo da insolação a fachada NO (noroeste), que descortina a vista.

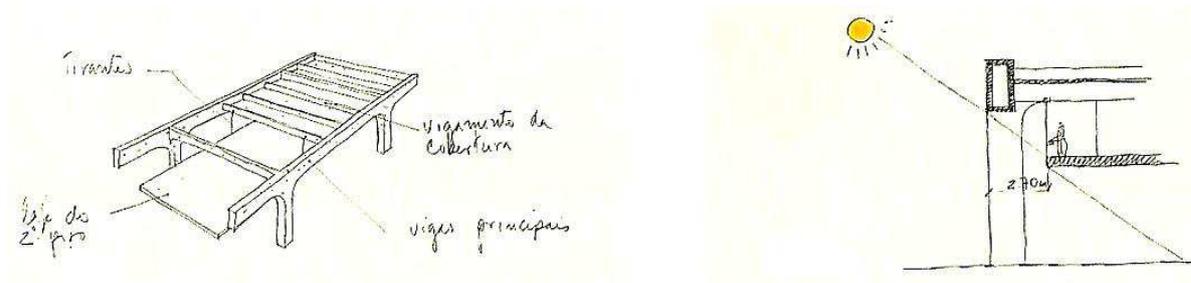


Figura 60: Residência José da Silva Neto – Perspectiva estrutural e estudo de insolação.
Fonte: Latorraca, 2000.

Entretanto, o concreto ainda é custoso na construção em função do grande número de peças que exigem moldes metálicos dispendiosos, ao contrário do aço, que facilita a execução da construção e possui preço menor no mercado.

8.1.4 Aço

Como visto acima, o aço apresenta vantagens em relação ao concreto, tais como leveza, economia e transportabilidade dos componentes pré-fabricados, e permite uma flexibilidade espacial dentro da construção. Lelé o enaltece:

É fantástico como se pode usá-lo de mil maneiras. As formas de produção do aço são relativamente baratas. As dobradeiras e soldas evoluíram muito. Antigamente, o perfil “I” era produzido pela metalurgia de modo a não oferecer muita flexibilidade quanto ao uso. A produção era limitada às bitolas fornecidas. Hoje, através do desenvolvimento da solda, é possível produzir o perfil “I”, “T” ou “U” que quiser. Houve um avanço incrível por causa dos problemas gerados pelas estruturas das grandes construções e, principalmente, por conta da indústria automobilística, que impôs um desenvolvimento enorme para que as peças apresentassem maior resistência à corrosão. (LELÉ, 2007 apud GUIMARÃES, 2010, p. 46)

Além da economia, facilidade logística e flexibilidade de uso dos espaços, o aço permite criar formas mais ricas, complexas e eficientes. As curvaturas de marquises e as ondulações de coberturas asseguram a maleabilidade do aço e apresentam não só elementos de expressividade plástica, mas a solução de problemas técnicos do projeto. (GUIMARÃES, 2010)

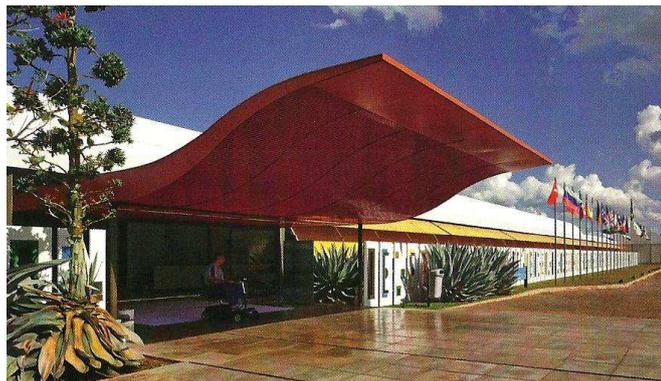


Figura 61: Centro de Reabilitação do Lago Norte (Brasília) - Marquise curva em aço.
Fonte: Latorraca; Risselada, 2011.



Figura 62: Centro de Reabilitação Infantil (Rio de Janeiro) - Maleabilidade do aço nos sheds.
Fonte: Latorraca; Risselada, 2011.

O uso do aço por Lelé representa um momento em que ele busca novos procedimentos técnicos e arranjos funcionais que irão garantir uma arquitetura mais leve, sem perder, contudo, a humanização inerente ao conjunto de obra.

Assim, a Residência Roberto Pinho emprega componentes pré-fabricados metálicos na configuração de elementos curvos, como a cobertura em balanço que protege a residência da insolação. Além disso, a estrutura do segundo pavimento, onde está localizada a casa propriamente dita, é constituída por 29 vigas curvas idênticas de seção variável, espaçadas radialmente a cada 5° (Ver Figura 63). No trecho interno, as vigas são formadas por treliças metálicas. No trecho externo, prolongam-se em balanço como perfis “I” de alma cheia. (Vilela, 2010, p. 279)

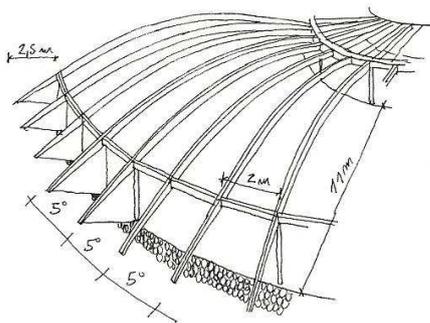


Figura 63: Residência Roberto Pinho – Estrutura com vigas curvas.
Fonte: Vilela Júnior, 2010.

8.2 PRÉ-FABRICAÇÃO

Em sua carreira, Lelé estabeleceu um método de trabalho baseado na experimentação de tecnologias para a construção e racionalização dos canteiros de obra: a pré-fabricação. Para Vilela (2010), esta técnica foi adotada como solução que garantia agilidade de execução e economia de recursos financeiros e materiais.

Difundida ao redor do mundo, a pré-fabricação foi empregada nas obras do Centro de Planejamento da Universidade (CEPLAN). Esse sistema construtivo, por sua vez, conferiu um novo ritmo de trabalho em Brasília, baseado nos conceitos sustentáveis de agilidade e economia construtiva. Por causa disto, Lelé revolveu realizar um estudo sobre essa técnica e visitou os países do leste europeu que já utilizavam a pré-fabricação em grande escala, sobre o qual se comentou no item 2.1.

O caráter tecnológico da arquitetura de Lelé, fundida nos princípios de pré-fabricação de componentes de argamassa armada e estruturas de aço, advém do conhecimento acerca dos aspectos relativos ao comportamento dos materiais, tais como o coeficiente de dilatação e a resistência mecânica, e dos detalhes de fabricação e montagem do edifício, em que se encontram os tipos de junções, articulações e furos, que devem ser considerados na integração das partes do sistema de modo racional e eficiente. (GUIMARÃES, 2010, p. 71)

No Brasil, em um primeiro momento, a pré-fabricação era incipiente e não dispunha da liberdade plástica atual. A técnica nasceu no começo da década de 60, na UnB, nos Galpões de Serviços Gerais da faculdade. Em seguida, as obras do Hospital de Taguatinga apresentaram peças pré-moldadas em concreto, como as

vigas sheds (Ver Figura 58) e as caixas pré-fabricadas que incorporam brises-soleil (Ver Figura 59). (VILELA JÚNIOR, 2011)

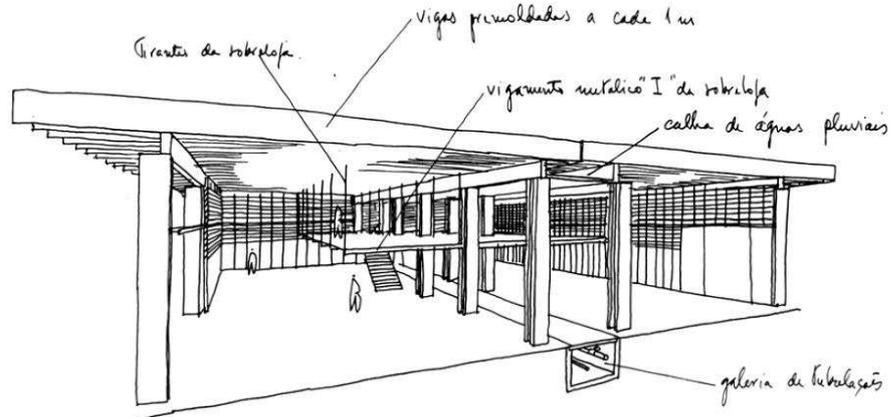


Figura 64: Galpões de Serviços Gerais - Perspectiva esquemática com estrutura pré-fabricada.
Fonte: Latorraca, 2000.

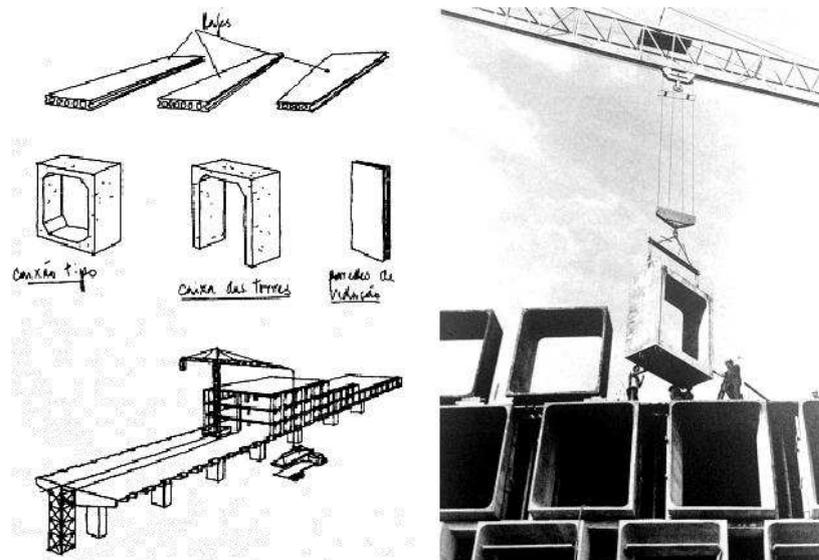


Figura 65: Hospital de Taguatinga - Croqui e montagem de peças das caixas pré-fabricadas.
Fonte: Latorraca, 2000.

No hospital da Rede Sarah Kubitschek de Brasília foi desenvolvido um elemento pré-fabricado em “V” com 60 cm de altura e 1,15 de largura, que, além de vencer vãos e se comportar como laje dos pavimentos, serve de calha na cobertura, apoio para sheds de concreto e ainda permite a criação de terraços jardins.

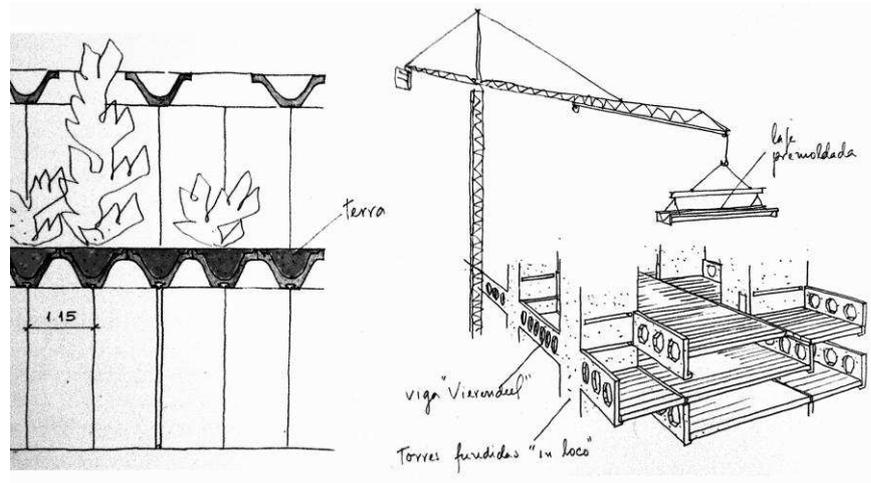


Figura 66: Hospital Sarah Kubistcheck (Brasília) - Estrutura com elementos pré-fabricados.
Fonte: Latorraca, 2000

Em Salvador, Lelé participou de um programa chamado RENURB⁷ que desenvolvia projetos de escadarias drenantes, contenções de encosta e canais de drenagem (Ver figura 67). Mas questões políticas desfizeram o programa em 1982, que ainda assim foi crucial para Lelé testar a seguir em Abadiânia, Goiás.

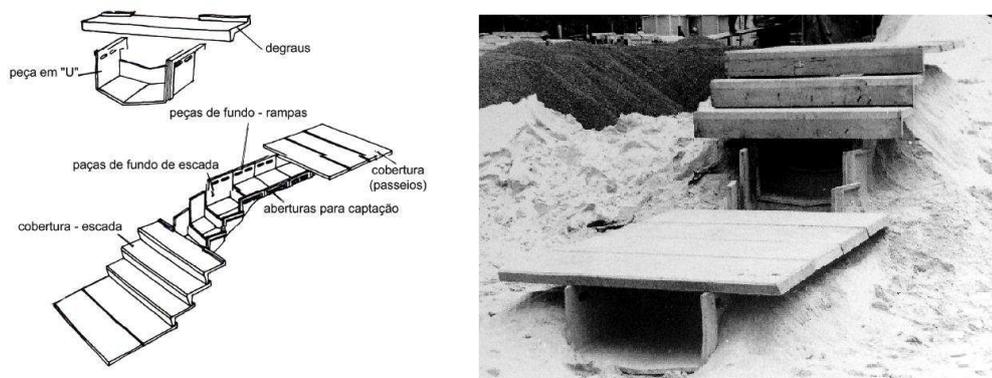


Figura 67: Pré-fabricação de Escadaria drenante produzida pela RENURB.
Fonte: Latorraca, 2000.

Com as obras em Abadiânia⁸, Lelé construiu edifícios a partir de peças pré-moldadas e um sistema de montagem racionalizado. Além de rápido, o sistema

⁷ A RENURB – Fábrica da Companhia de Renovação Urbana, em Salvador, foi a primeira de uma série de fábricas de propriedade do governo criadas para projetar e produzir equipamentos urbanos a partir de vários sistemas construtivos e de produção, tanto obras como elementos pré-fabricados.

⁸ A Abadiânia foi uma firma de construção rural fundada pelo líder pastoral frei Mateus Rocha. Nela foram feitas as primeiras experiências com elementos pré-fabricados de ferro-cimento ou argamassa armada no sistema construtivo de edifícios para escolas infantis e em passarelas.

permite a manutenção dos empregos da população local, a despeito do processo de industrialização.

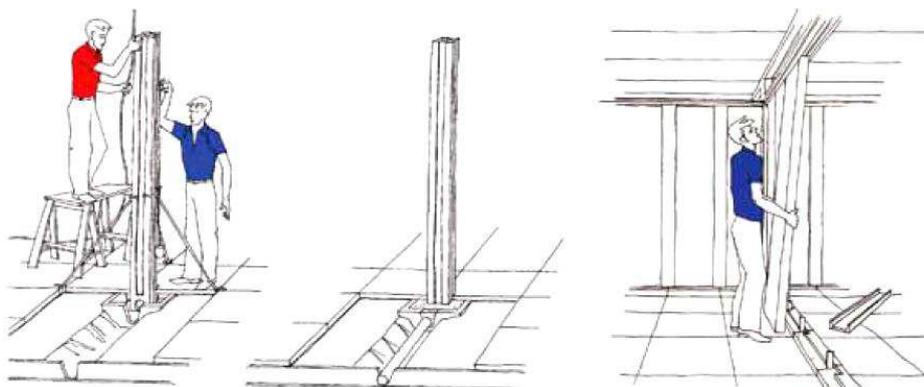


Figura 68: Escolas em Abadiânia - Pré-fabricação de divisórias e esquema de montagem facilitado.
Fonte: Vilela Júnior, 2010.

De volta à Salvador, Lelé integra a Fábrica de Equipamentos Comunitários (FAEC)⁹, que deixou marcas na cidade e atuou em diversos bairros através de elementos como bancos e contenções de jardim, passando pelas passarelas de pedestres até a construção de escolas e creches. A diversificação do vocabulário industrial empregado nos equipamentos produzidos pela fábrica gerou uma série de novos elementos, produzidos em consonância com os avanços e pesquisas de Lelé no campo da pré-fabricação em argamassa armada.

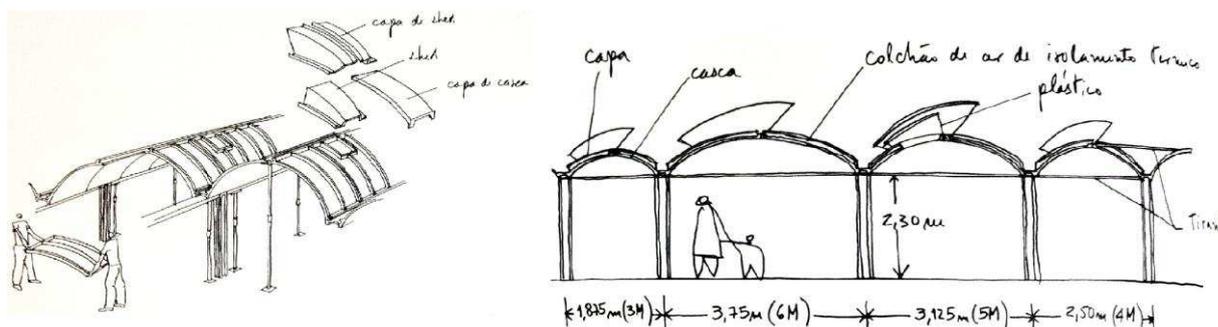


Figura 69: Croqui de Creche (Salvador) – Elementos pré-fabricados inovadores produzidos na FAEC.
Fonte: Latorraca, 2000.

⁹ A FAEC – Fábrica de Equipamentos Comunitários foi uma empresa construtora de propriedade do governo de Salvador encarregada de planejar e executar sistemas de saneamento, equipamentos urbanos e muro de arrimo. Seu sistema construtivo em elementos pré-fabricados em ferro-cimento foi aplicado em várias creches no estado da Bahia e quarenta prédios escolares na cidade de Salvador.



Figura 70: Creche do Bom Juá (Salvador) - Elementos pré-fabricados em argamassa armada.
Fonte: Guimarães, 2010.

A partir daí, a pré-fabricação deslanchou e, associada ao setor de metalurgia destinado a confeccionar os moldes metálicos, proporcionou uma melhoria na precisão, qualidade final de execução e até redução de espessura nos novos componentes construtivos.

Nesse sentido, Latorraca (2000) ressalta que o emprego da pré-fabricação e industrialização de peças está associado ao aproveitamento das características de leveza e flexibilidade da argamassa armada.

No protótipo das Escolas Transitórias desenvolvidas por Lelé, com conceito e execução de unidades escolares desmontáveis, observa-se que o peso total dos elementos pré-fabricados do protótipo, incluindo pavimentação, é inferior a 45 toneladas, com comprimentos menores que 5m, o que viabiliza seu transporte para longas distâncias e a custos acessíveis. A rápida execução é outro aspecto determinante para o emprego da técnica e do material, pois o prazo total estimado gira em torno de 45 dias incluindo fabricação e montagem.



Figura 71: Escola Transitória (Goiânia) - Conceito de edificação desmontável.
Fonte: Latorraca, 2000.

A partir do que se viu, presume-se que 5 oficinas de pré-fabricação, localizadas em pontos estratégicos da região (com raios de ação inferiores a 200km) seriam suficientes para atualizar e manter a rede física de ensino básico do Estado do Goiás, com recursos financeiros menores do que os que seriam destinados para o mesmo fim utilizando técnicas convencionais de construção. (LATORRACA, 2000)

Logo, as experiências de Lelé vão ao encontro das ideias difundidas por um conceito de sustentabilidade que, segundo Guimarães (2010, p. 132), busca, através de linguagens e contextos sociais distintos, adequar seus projetos às restrições econômicas impostas pelo subdesenvolvimento e falta de recursos, contribuindo, cada qual à sua maneira, para a constituição de novos valores acerca da participação do arquiteto como instrumento de transformação da sociedade.

8.3 SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Lelé percorreu um caminho de descobertas tecnológicas que desemboca no universo atual das esbeltas estruturas mistas de aço. No início da década de 60, ele usa elementos pesados em concreto moldado in loco, um sistema construtivo modular destinado a vencer grandes vãos, e com ele obtém construções robustas e rígidas. Mas apenas a partir de meados dos anos 80, entra em cena um novo sistema construtivo e novo protagonista nas obras de Lelé: a argamassa armada.



Figura 72: Centro de Tecnologia da Rede Sarah (CTRS)¹⁰ - Oficina de argamassa armada.
Fonte: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.134/3975>

¹⁰ O Centro de Tecnologia da Rede Sarah - CTRS foi criado através da Rede de Hospitais Sarah, buscando estender a rede a todo o território nacional. Um de seus objetivos é projetar e executar os edifícios da rede baseado na industrialização, buscando economia e rapidez na construção.

O conhecimento sobre o sistema provém do estímulo de Lina Bo Bardi e do estudo da obra do engenheiro italiano Pier Luigi Nervi, que o leva a somar a questão da pré-fabricação à necessidade de leveza, descobrindo a possibilidade de um novo material até então inexplorado no Brasil: um material dócil, resistente pela forma e próprio para o exercício da arte. Com Nervi, Lelé aprende não só o processo de execução da argamassa armada, mas como criar a partir desse processo de forma inovadora. (LEITE; REBELLO, 2008, p. 76)

Após isso, Lelé percebe que a argamassa armada é tipicamente um material para peças laminares devido às características de sua composição ou traço, haja vista que o material dispensa uso de brita e de uma maior dosagem de cimento em comparação ao concreto armado. Ela funciona, então, como uma espécie de tela, ou uma armadura difusa, e grande taxa de armação, aumentando a ductibilidade, reduzindo a espessura e diminuindo o risco de fissuração.



Figura 73: Produção de peças em argamassa armada.
Fonte: Latorraca; Risselada, 2010.

Com base nas características da argamassa armada, Lelé mantém a consistência de sua produção e atinge o requinte de concepções arquitetônicas, pois para enrijecer as lâminas é necessário conferir-lhes dobras e curvaturas, Leite e Rebello (2008) explicam:

Um simples modelo feito com uma folha de papel pode comprovar como as dobraduras da seção podem amplificar enormemente sua resistência sem aumento de material e do peso próprio. Fisicamente, o que promove é o deslocamento de material para longe do centro de gravidade da seção. Quanto mais afastada a massa estiver do centro

de giro, mais difícil é girá-la ou deslocá-la de sua posição original. Como a rigidez de uma seção é dada por sua maior ou menor facilidade de giro, quanto mais afastado estiver o material do centro de gravidade, mais difícil se tornará girá-lo e, portanto, mais rígida será a seção. (LEITE; REBELLO, 2008, p. 76)

A utilização da argamassa armada é uma importante aliada na técnica da pré-fabricação, impulsionando as construções de Lelé em direção a um alto nível de inovação e respeito aos critérios de sustentabilidade. Latorraca (2000) explica que:

Os modelos em argamassa armada, além de mais econômicos, o que tenderá a se acentuar com a introdução de técnicas mais aprimoradas de fabricação, oferece as seguintes vantagens: melhor controle do conforto ambiental, através de sistemas construtivos específicos e mais elaborados; durabilidade e baixíssimo custo de manutenção; menor incidência de produtos provenientes dos grandes centros industriais do país, com o conseguinte e desejável aumento do emprego de matéria prima e mão de obra locais ou da região circunvizinhas do próprio Estado e utilização, em maior escala, de mão de obra não qualificada, o que facilita a indispensável participação comunitária em níveis municipais. (2000, p. 144)

Em decorrência da adaptabilidade, os elementos em argamassa armada resultam em formas estruturais de riqueza plástica caso se deseje explorar a natureza resistente do material. Lelé, então, escapa da mesmice dos sistemas pré-fabricados e suas formas ortogonais, surpreendendo com volumetrias inovadoras e apresentando a perfeita sinergia entre estática e estética.



Figura 74: Hospital Sarah (Fortaleza) - Solário circular em argamassa armada.
Fonte: Péren, 2006

Em síntese, a leveza da argamassa armada, além de contribuir para o meio arquitetônico e estrutural, fornece uma solução econômica, graças ao controle absoluto de consumo dos insumos e do desempenho energético, quer seja na produção ou na vida útil da edificação.

9 A EDIFICAÇÃO

9.1 PROGRAMA E FORMA

As exigências programáticas de uma edificação justificam as decisões projetuais. Por meio deste raciocínio, o arquiteto Christopher Alexander afirma que a forma é o objeto final de um projeto, a solução para um problema exposto, em outras palavras, é a resposta funcional às prioridades determinadas pelos futuros usuários. (GUIMARÃES, 2010, p.33)

Desse modo, Lamberts et al. (1997, p. 52) considera que as formas arquitetônicas podem ter influência no conforto ambiental e eficiência da morada, como ocorre no condicionamento do fluxo de ar interno e externo ou na quantidade de luz e calor recebidos pela edificação.

Então, a escolha da forma é uma parte do processo metodológico arquitetural, não apenas uma derivação de convenções estéticas, mas assumindo o caráter programático da edificação, ou seja, adotará também a condição de estrutura essencial e interna necessária a construção do espaço. (GUIMARÃES, 2010)

Assim, Lelé cumpre as necessidades objetivas e subjetivas do projeto e acata as condicionantes estabelecidas pelo usuário, sem se abster do poder de exprimir seu apuro técnico e atribuir à forma função. Guimarães (2010) constata:

Frente aos vários motivos que imperam sobre a escolha e pertinência das formas integradas ao trabalho de cada arquiteto, vale dizer que o repertório e a expressão da arquitetura de Lelé advêm do mais puro domínio técnico da construção, dos sensíveis critérios de implantação do edifício e do cuidadoso cumprimento do programa. (GUIMARÃES, 2010, p. 34)

Aliás, os hospitais da Rede Sarah são obras que, embora derivem de uma metodologia projetual e sistemas construtivos comuns, apresentam particularidades estéticas, decorrentes das condições climáticas e do terreno, da disponibilidade de recursos e associação das estruturas formais à tradição cultural ou da realidade socioeconômica da região onde estão instaladas. (GUIMARÃES, 2010)

Para ilustrar, Lelé considera a implantação horizontalizada como uma solução mais eficaz para determinar: os acessos, os fluxos de circulação, o desempenho dos sistemas de ventilação e iluminação e a setorização e integração dos ambientes hospitalares. Todavia, o Hospital Sarah de Fortaleza foge a regra.

Grande parte do terreno destinado à construção desse hospital era ocupada por um bosque de árvores frutíferas. A deliberação de preservá-lo para o lazer dos pacientes e terapias ao ar livre implicou em redução significativa da área disponível para a implantação das construções que, dessa forma, tornou-se insuficiente para a desejável adoção do mesmo partido horizontal do hospital de Salvador. Assim, foi necessário verticalizar a internação em um bloco de sete pavimentos, localizado, como convém, entre setores de serviços gerais e os setores técnicos. (LELÉ, 2007 apud GUIMARÃES, 2010, p. 35)

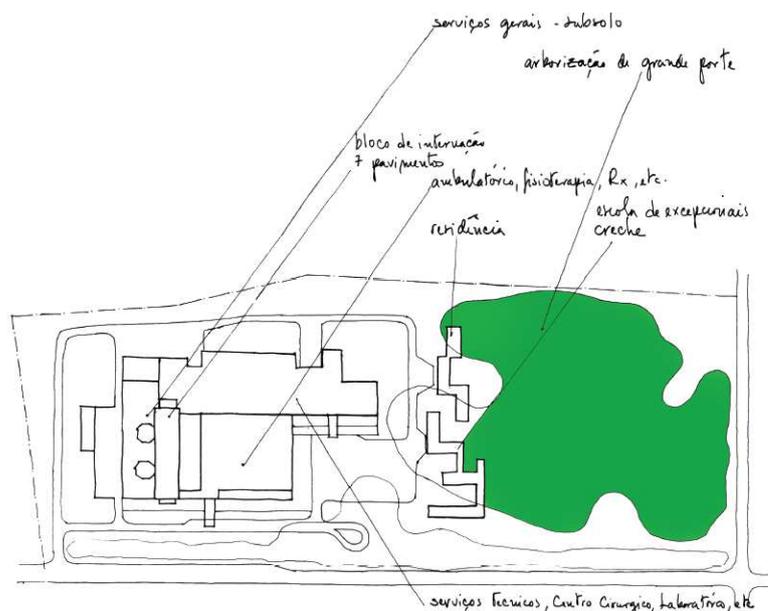


Figura 75: Hospital Sarah Fortaleza - Partido Arquitetônico.
Fonte: Guimarães, 2010.



Figura 76: Hospital Sarah Fortaleza - Forma e funcionalidade da construção.
Fonte: Péren, 2006.

A relação entre programa e forma é primordial, pois o arquiteto deverá sintetizar nesta os requisitos daquele no intuito de produzir edificações funcionais e agregar-lhes valor estético.

9.2 ELEMENTOS ESTÉTICOS E FUNCIONAIS

Em suas obras, Lelé emprega dispositivos individuais ou em conjunto para suprir as necessidades de conforto dos usuários. Com características e execução simples, estes dispositivos apresentam são elaborados cuidadosa e minuciosamente, abusando da tecnologia disponível no local. A seguir, destacam-se três dos principais elementos estéticos e funcionais desenvolvidos por Lelé:

9.2.1 Sheds

O shed caracteriza-se pela possibilidade de ser adaptado e fixado em conjunto às peças que estruturam a laje, servindo como cobertura da edificação. A sua função precípua é permitir a entrada da luz natural e otimizar a ventilação através do efeito de sucção, que é o responsável pela forma do elemento. (PÉREN, 2006). Ademais, os sheds evitam a insolação direta e potencializam a circulação do ar, bem como agregam valor estético à edificação e oferecem unidade ao conjunto.

Presença marcante na arquitetura hospitalar e institucional de Lelé, esse elemento passou por um processo evolutivo que acentuou a eficiência do componente, desde sua forma mais elementar nas Escolas Transitórias, aos modelos do Sarah Salvador e do Tribunal Eleitoral da Bahia, por exemplo.

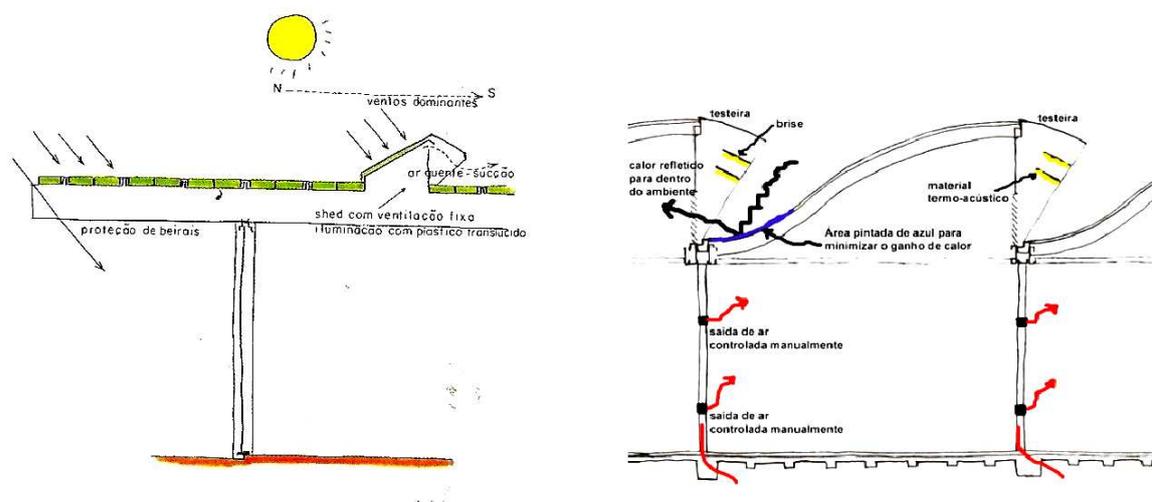


Figura 77: Comparativo de evolução Shed - Escola Transitória e Hospital Sarah (Salvador).
Fonte: Latorraca, 2000.

As soluções proporcionadas pelos sheds tem como foco principal os aspectos aerodinâmicos. Perén et al. (2007, p. 168) explica que “em clima quente-úmido a orientação dos sheds depende fundamentalmente da direção dos ventos dominantes e, ao mesmo tempo, está subordinada à posição do Norte, pois, se deve evitar a iluminação solar direta. Na maioria dos hospitais da Rede Sarah, devido às características do terreno, implantação do edifício e à natureza dos ventos, a tendência tem sido sua orientação a sotavento, favorecendo a saída do ar (o efeito de sucção)”.



Figura 78: Modelos e formas de sheds.
Fonte: Péren, 2006

Perén et al. (2007, p. 08) realiza uma análise estatística dos efeitos dos sheds conforme sua forma: no Sarah Salvador, “observa-se que o vento sofre uma aceleração na parte superior do shed, sendo o ponto tangente ao plano superior o

de maior velocidade. Nesse ponto a pressão estática é mínima, de maneira que, esse setor do shed seria ideal para posicionar uma abertura para saída do ar”.

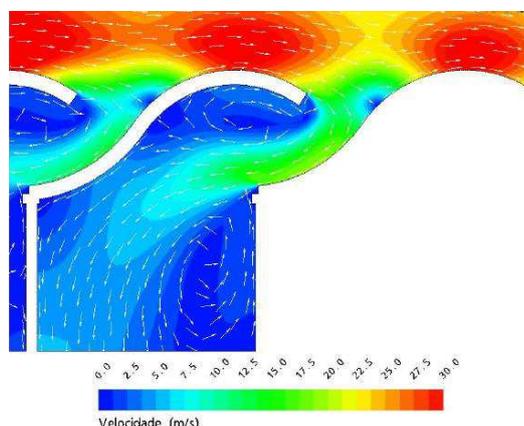


Figura 79: Simulação do shed do Hospital Sarah (Salvador).
Fonte: Péren et. al, 2007

Enquanto isso, no Sarah Fortaleza, as superfícies da parte superior e inferior da abertura do shed são praticamente paralelas. A junção em “Y” dos sheds, porém, pode reduzir o efeito de sucção se estiver próxima da abertura. No Tribunal Regional Eleitoral da Bahia, devido a sua superfície mais suave, o desempenho do shed é otimizado. Quando a forma é mais aerodinâmica, sem interrupções ou obstáculos, a velocidade do fluxo de ar é maior. (PERÉN ET AL., 2007, p.)

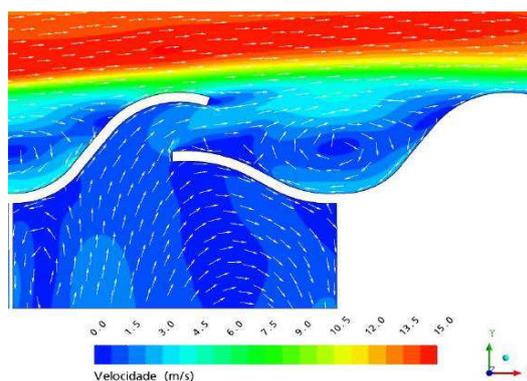


Figura 80: Simulação do shed de Tribunal de Contas da União (Bahia).
Fonte: Péren et. al, 2007

Desse modo, a localização das aberturas dos sheds em lados opostos (barlavento e sotavento) permite a renovação contínua do ar e evita o acúmulo de ar quente (KOWALTOWSKI et al., 2011), o resultado desejado por Lelé: o conforto ambiental e a promoção da ventilação e iluminação natural.

9.2.2 Brises

O controle da radiação solar pode ser feito de muitas maneiras, como o uso de vegetação e massas de água nas regiões de clima seco. Mas é por meio dos brises que Lelé consegue conter o calor antes que este penetre no ambiente interno e assim, controlar a entrada da iluminação natural (KOWALTOWSKI et al., 2011).

Os brises podem ser instalados nas extremidades dos sheds, quando reduzem o calor refletido e o ruído ocasionado pela chuva (PERÉN, 2006, p. 165), na frente das esquadrias das edificações, permitindo a visibilidade dos espaços externos e a entrada da luz natural de forma difusa, ou próximo às coberturas, funcionando como um basculante móvel. (KOWALTOWSKI et al., 2011, p. 343)

Assim como os sheds, os brises evoluíram e incorporaram sistemas automatizados que auxiliam no seu manuseio e na regulação das aberturas. No Sarah do Rio de Janeiro, os brises internos localizados próximo à cobertura são basculantes que podem ser acionados por interruptores individuais para cada vão.

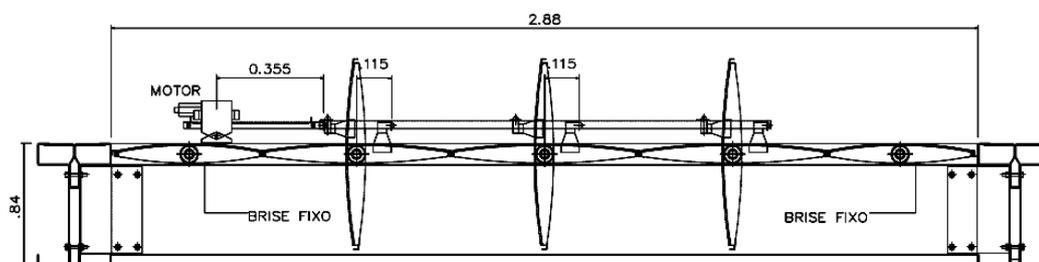


Figura 81: Hospital Sarah (Rio de Janeiro) - Corte do sistema de forro com brises em forma de basculante automatizados. Fonte: Péren, 2006



Figura 82: Hospital Sarah (Rio de Janeiro) - Sistema de forro em brises automatizados executado. Fonte: Latorraca; Risselada, 2010.

Por sua vez, os brises do hospital Sarah de Fortaleza são lâminas fixas de metal apoiadas às vigas que protegem o jardim interno da radiação direta do sol e chuva, além de permitir a ventilação cruzada no ambiente. (PÉREN, 2006)

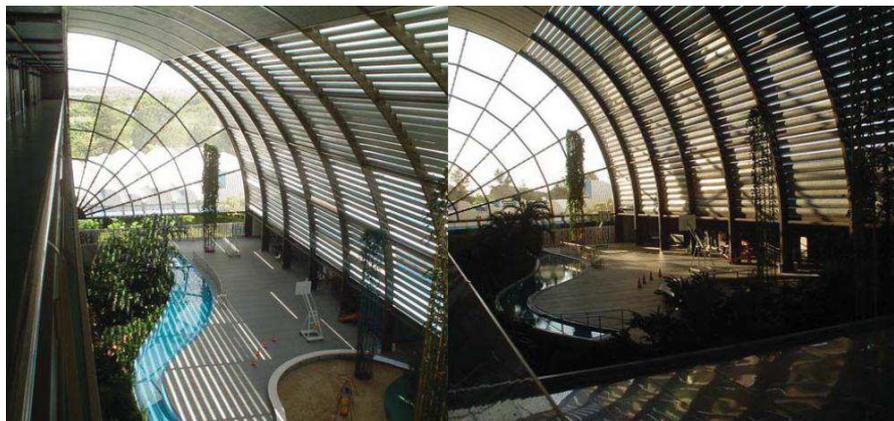


Figura 83: Hospital Sarah (Fortaleza) - Controle de iluminação por brises pela manhã e ao entardecer.
Fonte: Péren, 2006.

Como a definição das aberturas é crucial no projeto de ambientes internos de qualidade, os brises atenuam ou mesmo eliminam as desvantagens que o excesso de calor e de vento podem produzir na edificação.

9.2.3 Galerias de Ventilação

As galerias de ventilação baseiam-se no sistema de convecção e possibilitam que o vento entre por suas bocas e saia por aberturas superiores posicionadas a favor dos ventos, provocando assim o efeito de sucção.

Para que isso ocorra, esses elementos posicionam-se no sentido dos ventos dominantes, o que permite a captação dos ventos que oscilam entre 3 e 9m/s. (PÉREN, 2006). Durante a estiagem de circulação, ventiladores podem insuflar o ar para dentro do edifício e garantir a vazão para ventilação satisfatória.

No Hospital Sarah de Fortaleza, com grande incidência solar e propagação de calor, Lelé utiliza nebulizadores e espelhos d'água que aumentam a umidade do ar, que penetrará nas galerias de ventilação e garantirá o frescor do ar e filtração das partículas de poeira nele presentes. (PERÉN, 2006)

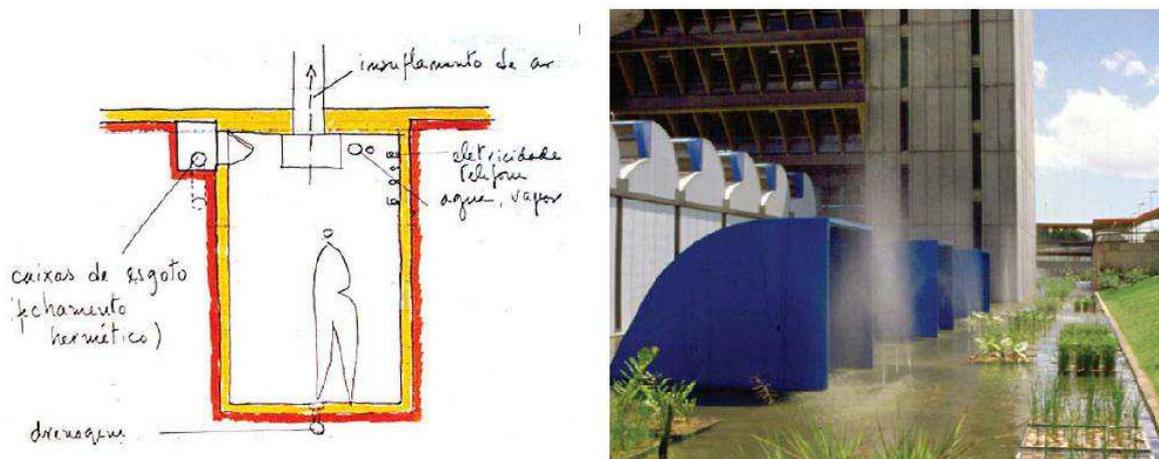


Figura 84: Galerias de ventilação - Hospital Sarah (Fortaleza): Bocas de entrada de ar com nebulizadores.

Fonte: Péren, 2006

Outra vantagem das galerias é a rapidez com que o fluxo de ar escapa das galerias em direção aos ambientes internos, Perén (2006, p. 191) explica: na entrada das galerias, a velocidade do vento é aproximadamente 22m/s e diminui gradualmente até o seu fim, apresentando baixa velocidade de cerca de 0,4m/s. Inversamente proporcional à baixa velocidade, a alta pressão do ar garante a pressurização do ar e que o fluxo de ar saia velozmente de dentro das galerias para fora. Em suma, no começo da galeria a passagem do ar para dentro dos ambientes é garantida pela velocidade do vento de 6,5 m/s; ao final, esta velocidade de saída é de 8,5 m/s. Veja o desenho abaixo:

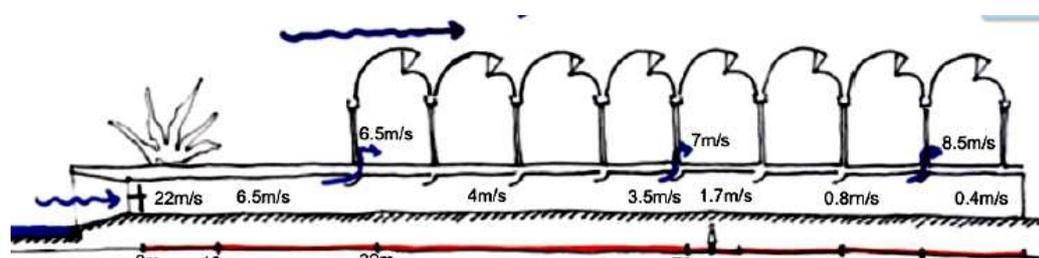


Figura 85: Hospital Sarah (Fortaleza) - Velocidade dos ventos das galerias de ventilação.

Fonte: Péren, 2006.

Através da geração de ventilação cruzada ou mesmo da renovação do ar, as galerias de ventilação alcançam ambientes que não possuem localização privilegiada e asseguram o conforto e eficiência do sistema.

9.3 ANÁLISE DE OBRAS

A atuação de Lelé demonstra sua capacidade em lidar com as condicionantes do espaço e respeito ao meio ambiente, e seu vasto portfólio de obras, desde centros de reabilitação, escolas, fábricas à unidades tecnológicas, prioriza a criatividade, a economia e a valorização da iluminação e ventilação em um país predominantemente tropical. As obras selecionadas a seguir demonstram a contribuição e relevância de Lelé para a arquitetura.

9.3.1 Hospital Sarah Kubitscheck no Rio de Janeiro

Neste grande complexo hospitalar, Lelé cumpriu os ditames do conforto e humanização dos ambientes.

9.3.1.1 Localização e Layout Interno

O empreendimento possui terreno de 80 mil m², com 52 mil m² de área construída e está localizado na planície da Barra da Tijuca, próximo à Lagoa de Jacarepaguá. A edificação adota a premissa da maioria dos hospitais da rede Sarah: a solução horizontal com áreas de tratamento e de internação integradas a espaços verdes, além da flexibilização dos espaços internos.

O edifício principal é dividido em duas partes interligadas por um corredor central: a primeira compreende um saguão, com salas de esperas, ambulatórios, oficina ortopédica, setor de imagem e departamentos internos; na outra parte estão dispostas enfermarias, salas de terapia e hidroterapia e os apartamentos para internação. A edificação possui, ainda, prédio anexo contendo setor de serviço. (LATORRACA; RISSELADA, 2010, p. 161)



Figura 86: Hospital Sarah (Rio de Janeiro) - Vista aérea.
Fonte: Latorraca; Risselada, 2010.

Os elementos complementares também merecem destaque: a cobertura que liga as duas metades do prédio principal ao auditório e exibe delicada ondulação; o auditório em formato de calota esférica que, ora assemelha-se a uma oca indígena, ora evoca a lona circense, abre-se ao céu como uma flor, através da combinação entre a base circular de 36m de diâmetro e a semi esfera no topo com 13m de diâmetro constituída de gomos móveis motorizados e em alumínio; o solário, um espaço terapêutico, localizado na parte externa da edificação e composto por duas plataformas metálicas retangulares, uma em cada nível, acessíveis por elevadores hidráulicos; e, por fim, o extenso espelho d'água presente na parte frontal da edificação com funções paisagísticas, climáticas e técnicas. (LEAL, 2008, p. 55) Veja a figura a seguir:



Figura 87: Hospital Sarah (Rio de Janeiro) - Destaque aos elementos complementares.
Fonte: Leal, 2008

9.3.1.2 Conforto Ambiental

Em decorrência do clima da região, ares-condicionados mecânicos são empregados ao lado do sistema de ventilação natural. Por sua vez, o terreno alagadiço e o perigo de inundações impediram a instalação de equipamentos para circulação de ar em canais subterrâneos, o que levou à construção de um andar sobre o piso principal, o chamado piso técnico, para coletar o vento por meio de ventiladores que sugam e arrefecem o ar, e lançam-o em direção aos ambientes. (LATORRACA; RISSELADA, 2010)

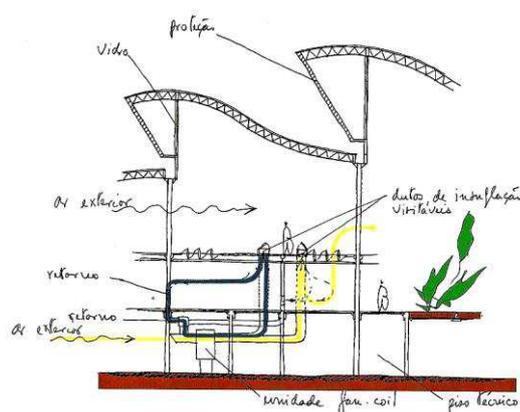


Figura 88: Croqui do sistema de ventilação.
Fonte: Latorraca; Risselada, 2010.

Ainda assim, a construção privilegia a ventilação natural e permite que os ambientes permaneçam abertos durante boa parte do ano, graças aos grandes pés-direitos que formam imensos sheds, dispostos independentemente da organização dos espaços, e permitem a flexibilização do ambiente. (LEAL, 2008)

As condições ambientais da área da internação, segundo Leal (2008) desenvolvem-se por meio da criação de dois andares de apartamentos, com circulação comum, integradas por uma área central de convivência em pé direito duplo e servido por uma rampa com desenho sinuoso. No teto, um arco em policarbonato cobre a área que, guarnecida por um sistema motorizado de correr, permite a ventilação e iluminação natural em todos os locais.

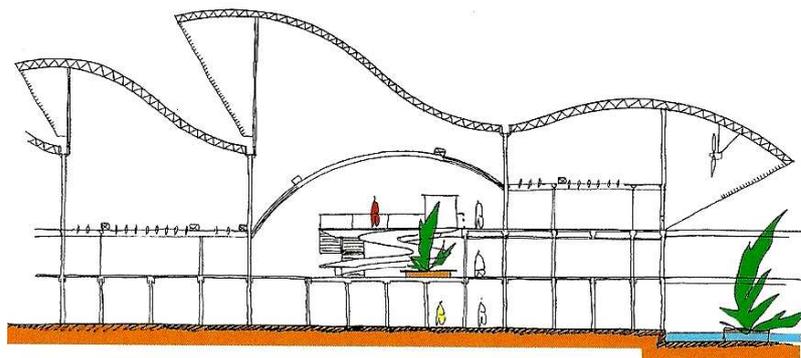


Figura 89: Corte esquemático – Sheds imensos e área de internação com teto curvo.
Fonte: Latorraca; Risselada, 2010.



Figura 90: Área de internação e detalhe da cobertura retrátil.
Fonte: Latorraca; Risselada, 2010.

9.3.1.3 Dados Construtivos

Latorraca; Risselada (2010, p. 163) afirmam que “a sobreposição horizontal deste projeto é nítida em sua estrutura construtiva e em sua sequência de atividades”. Com isso, cada superfície horizontal – piso principal, teto e cobertura – tem uma estrutura suporte com base em um sistema modular que adota o mínimo de 62,5cm. Essas estruturas, aliás, assumem a função de colunas de apoio da cobertura, servem como drenagem pluvial e ainda recebem canais de ar condicionado e eletricidade. Veja a figura abaixo:



Figura 91: Sistema Estrutural - Sistema modular e apoio da cobertura.
Fonte: Latorraca; Risselada, 2010.

Leal (2008, p. 55) explica que “a estrutura do auditório é compreendida por vigamento radial de dupla curvatura engastado em anel metálico superior e um anel de concreto inferior apoiado nos pilares também em concreto”.

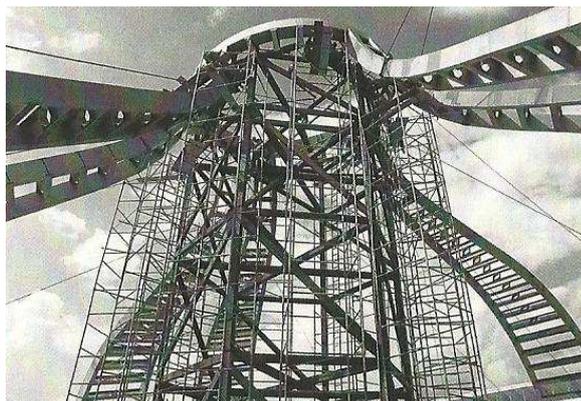


Figura 92: Montagem da estrutura do auditório.
Fonte: Latorraca, 2000.

Em relação ao solário, as plataformas que compõem sua estrutura são engastadas em cada um dos lados de um pilar de treliça metálica, rotulado ao nível do solo e atirantadas por meio de quatro cabos ancorados no solo e no topo do mastro, exercendo a função de apoio lateral das plataformas, demonstrado a seguir:

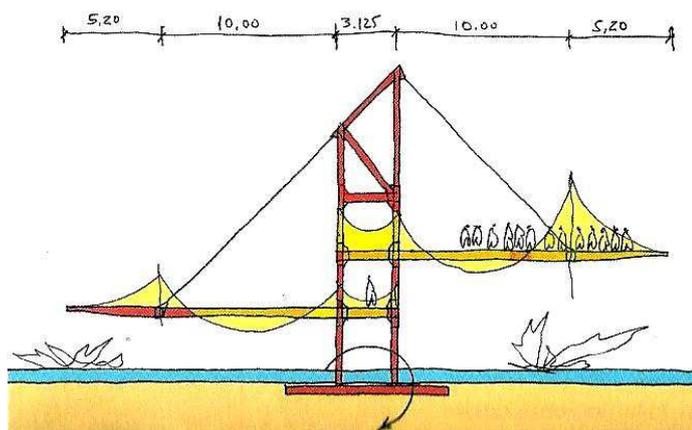


Figura 93: Solário - Estrutura de sustentação.
Fonte: Leal, 2008.

9.3.2 Fundação Darcy Ribeiro

O antropólogo Darcy Ribeiro¹¹ nutria o desejo de ver construída a sede de sua Fundação no campus da Universidade de Brasília (UnB). Ao designar essa encomenda à Lelé, Darcy Ribeiro pediu “apenas” o projeto de uma biblioteca para acolher o seu acervo de livros, mobiliário e a coleção de arte plumária de sua primeira mulher, Berta Ribeiro.

Lelé passou quatro anos desenvolvendo o projeto que, com o tempo e a colaboração do próprio Darcy, foi sendo aperfeiçoado, de modo a refletir claramente o pensamento dos dois criadores. Disso, surgiu a ideia de criar uma espécie de “beijódromo”, espaço contendo não somente uma biblioteca, mas um palco para serestas, arquibancada, espaço para descansar dos estudos e namorar.

9.3.2.1 Localização e Layout Interno

Erguido no coração da UnB, o “beijódromo” está do lado oposto ao acesso principal e contém um anfiteatro onde os espectadores distribuem-se na

¹¹ Darcy Ribeiro era antropólogo, escritor e político brasileiro conhecido por seu foco em relação aos índios e à educação no país.

encosta de uma elevação ajardinada que contorna parcialmente o lago e cuja finalidade principal seria a de dar escala ao prédio. (LATORRACA, 2000)

Em relação ao partido arquitetônico, percebe-se dupla analogia da edificação: tanto pode lembrar um disco voador, quanto uma maloca indígena. (PORTO, 2008, p. 08). Independentemente do ângulo observado, o projeto pretendia resolver realmente era a questão de um espaço que todo mundo dominasse, exatamente como Darcy sempre foi, segundo Lelé: “ele interagiu com todo mundo e nada como uma forma circular para criar esta unidade espacial”, conclui. (LELÉ, 2004 apud PORTO, 2008)



Figura 94: Fundação Darcy Ribeiro.

Fonte: <http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/joao-filgueiras-lima-centro-cultural-20-07-2011.html>

O formato circular permite a distribuição dos ambientes segundo o desejado por Darcy Ribeiro: no pavimento térreo estão localizados o hall, exposições, sala de seminários, manutenção de livros, beijódromo. Enquanto o pavimento superior, sem pilares, é completamente flexível e destinado de fato à biblioteca (Ver Figura 94). Ademais, o acesso ao prédio é realizado por meio de uma ponte coberta por marquise metálica, e na parte posterior da construção fica o teatro, anexo que aproveita a formação em talude constituída pela terra retirada na escavação para o círculo de água (Ver Figura 93).

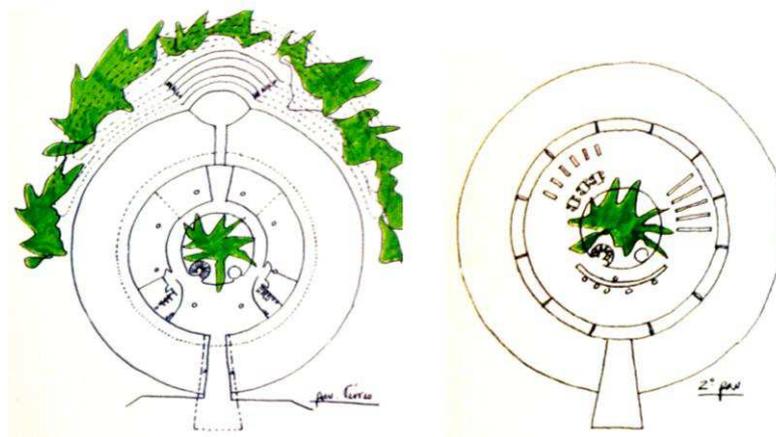


Figura 95: Planta Baixa - Pav. Térreo e Segundo pavimento.
Fonte: Latorraca, 2010

9.3.2.2 Conforto Ambiental

A circulação de ar por convexão é forçada por exaustores encontrados no topo da cobertura. Para isso, a criação de espelho d'água forma um anel com diâmetro externo de 52 m em volta do edifício, e nebulizadores de água no lago são acionados nos períodos secos, criando uma espécie de névoa. (PORTO, 2008) Essas gotículas de água evaporam e resfriam o ar que penetra no ambiente, gerando um microclima agradável no entorno da edificação.

Porto (2011) afirma que o ar chega pelas janelas das salas que circundam o térreo e, na parte superior, por orifícios de 2 mm do beiral do anel circular externo, fechado por uma chapa de ferro perfurada. A penetração do ar fresco dá-se pela periferia do prédio, totalmente envolvido pelo espelho d'água. Nos meses de seca, no entanto, o uso de nebulização mecânica da água do lago é empregada como alternativa. (LATORRACA, 2000)

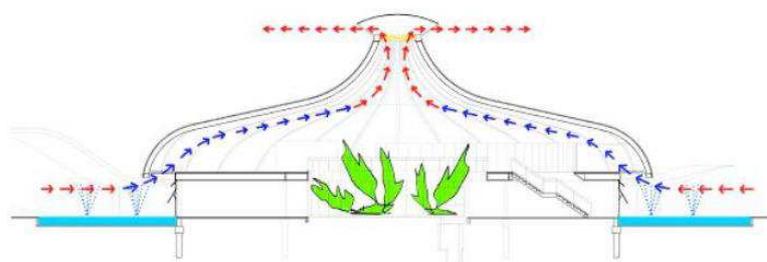


Figura 96: Sistema de ventilação natural.
Fonte: Porto, 2008.

9.3.2.3 Dados Construtivos

A partir do incentivo de Darcy, Lelé estudou a forma primitiva e intuitiva com que os índios Xinguanos construíam suas cabanas, desenvolvendo uma tecnologia passada de geração em geração. "A cabana dos índios é uma coisa linda. Possui ventilação, até um shed como esses que utilizo em meus trabalhos. Tem uma cumeeira por onde sai o ar quente". (PORTO, 2008, p. 08)

Para tanto, Lelé concebeu a edificação circular em dois pavimentos com 31,60 metros de diâmetro e cobertura de 37 metros, em cujo centro existe um espaço circular ajardinado, com 13 metros de diâmetro e pé-direito duplo. O térreo está apoiado no solo e o pavimento superior possui laje de concreto armado sustentada por 32 vigas radiais metálicas engastadas a pilaretes também metálicos, posicionados na periferia da construção e, no centro, em um anel interno que distribui a carga para oito pilares metálicos tubulares. (LATORRACA, 2000, p. 246)



Figura 97 : Anel interno com distribuição de carga.

Fonte: <http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/joao-filgueiras-lima-centro-cultural-20-07-2011.html>

Para a estrutura da cobertura, o arquiteto empregou 32 vigas radiais apoiadas externamente nas vigas do piso superior e internamente em um anel metálico com três metros de diâmetro. A cobertura é feita por telhas dobradas em chapas pré-pintadas de aço galvanizado e, no trecho correspondente ao jardim interno, em chapas de policarbonato alveolar. No interior do prédio, lâminas de aço pré-pintado funcionam como brises na área vedada com policarbonato, permitindo aproveitar a luz natural na maior parte do dia.



Figura 98: Montagem da cobertura.

Fonte: <http://vitruvius.com.br/revistas/read/projetos/12.133/4186>

9.3.3 Residência Roberto Pinho

A Residência Roberto Pinho, uma das obras mais recentes de Lelé, foi implantada sutilmente na paisagem, não obstante sua forma arrojada e contrastante da arquitetura convencional das edificações da região. A pedido do proprietário, a casa inspirou-se na ideia de explorar o máximo possível da vista. Para isso, Lelé adotou uma solução ilógica que proporcionou a tão desejada visão panorâmica: a planta baixa em coroa circular parcial e o uso da fachada curva e envidraçada, revelando o horizonte vasto de colinas e vales. (FIGUEROLA, 2008)

9.3.3.1 Localização e Layout Interno

Localizada em Brasília, no Altiplano Leste, a área, ainda rural, está a cerca de vinte quilômetros da Praça dos Três Poderes e fica entre o mais requintado bairro da cidade, o Lago Sul, e a cidade-satélite Paranoá, e caracteriza-se por uma topografia acidentada que abre vistas para paisagens de vales, grotas e ribanceiras.

Em relação à topografia do terreno, Lelé estabeleceu a implantação da residência em cota inferior e a pouco mais de cem metros de distância do portão de acesso, à beira do declive onde se descortinam as colinas características da região.

Para tanto, a residência foi escalonada em três níveis: a casa do caseiro; o abrigo de carros; o corpo principal e o conjunto piscina/mirante. (VILELA JÚNIOR, 2011)

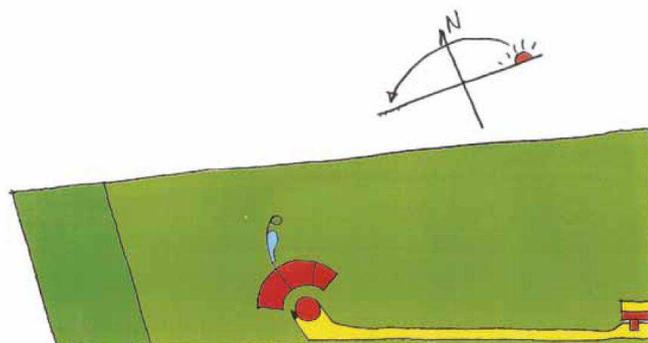


Figura 99: Esquema de implantação da residência.
Fonte: Vilela, 2011

A moradia subdivide-se em setores: no social, a sala de estar é o espaço de recepção e por ela os fluxos da casa se entrecruzam para conduzir às demais áreas; à direita está o setor íntimo, com dormitórios e um atelier; à esquerda, o setor de serviço, composto por cozinha e dependências de empregados e serviços; enfim, no exterior, o setor de lazer com piscina e mirante. (VILELA JÚNIOR, 2011, p. 271)

9.3.3.2 Conforto Ambiental

A residência apresenta um sistema de iluminação e ventilação naturais. O isolamento térmico da cobertura é garantido por um colchão de ar entre o forro e as telhas e por camadas de Bidim – um geotêxtil não-tecido de poliéster - aplicadas nas superfícies internas. Esse material foi utilizado no tratamento acústico da edificação.



Figura 100: Forro da sala de estar da casa.
Fonte: Vilela Júnior, 2011.

Por sua vez, o jardim d'água ameniza os efeitos do clima seco da região e integra-se à área de convivência, embelezando o ambiente e criando um microclima agradável. (FIGUEROLA, 2008) Ademais, o uso de uma varanda em volta da área social e íntima reprime a incidência solar intensa e dá vistas à paisagem externa.



Figura 101: Jardim d'água Interno.
Fonte: Vilela Júnior, 2011.

9.3.3.3 Dados Construtivos

A residência ocupa um terreno inclinado e por isso foi construída sobre três patamares configurados por muros de arrimo em pedra, que atua também como fundação. A parte superior, contendo o patamar mais estreito, ficou reservada ao

acesso dos carros, em um percurso que termina numa marquise circular metálica apoiada em um pilar central. A partir daí, desenvolve-se o segundo patamar, que dista 3 metros da casa propriamente dita. O terceiro nível foi criado um pouco mais abaixo da cota da varanda e delimita a área de lazer. (FIGUEROLA, 2008)

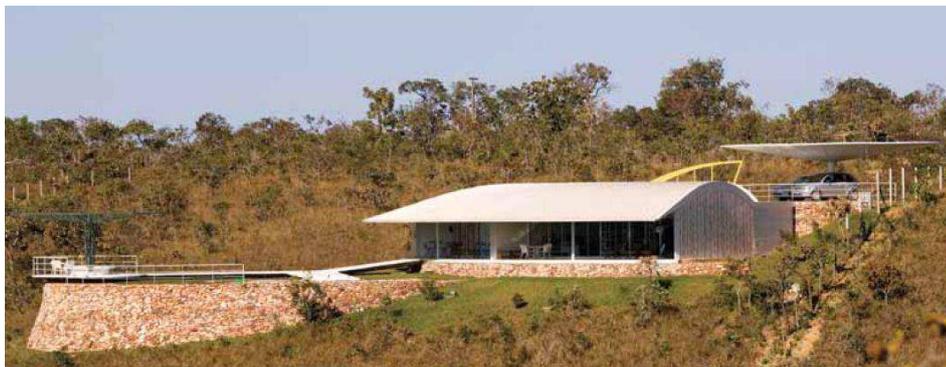


Figura 102: Patamares configurados em muro de arrimo.
Fonte: Vilela, 2011.

Lelé utiliza pré-fabricados metálicos na configuração de elementos curvos, como a cobertura em balanço que protege a varanda da residência. Para as paredes, a argamassa armada trouxe esbeltez para o elemento de vedação com seus 7 cm de espessura total e contribuiu para redução de área não útil, favorecendo um maior aproveitamento dos espaços internos. (VILELA, 2011)



Figura 103: Varanda da residência - utilização de pré-fabricados.
Fonte: Figuerola, 2008.

A celeridade resultante dos materiais usados no processo construtivo e a economia de materiais e mão de obra foi observada por Vilela Júnior (2011):

Fui informado que o número de pessoas envolvidas no processo construtivo não ultrapassava 10, o que é no mínimo curioso tendo em vista uma construção não convencional, como o projeto em questão. No momento da visita a obra encontrava-se com as paredes em argamassa armada erguidas, cobertura instalada (treliças e telhas), sem forro e, contrapiso executado. (VILELA JÚNIOR, 2011, p. 263)

Sobre o sistema estrutural da residência, no pavimento inferior observam-se 29 vigas de curvas idênticas. No trecho interno, estas vigas são formadas por treliças metálicas; no trecho externo (varanda), prolongam-se em 2,5 m de balanço. Além disso, na fachada interna, voltada para o arrimo de pedra do espelho d'água, as vigas curvas da cobertura apoiam-se em uma grande calha circular sustentada por pilares a cada 3 módulos (Ver Figura 63 , subitem 'Aço').

Desse modo, a Casa do Altiplano, segundo Vilela (2011), representa o momento da trajetória de Lelé em que a busca por novos procedimentos técnicos e arranjos funcionais lhe garantem subsídios à realização de uma arquitetura mais leve e clara, sem, contudo, perder a humanidade inerente ao seu conjunto de obras.

10 ELABORAÇÃO 'PROJETO MODELO' DE HABITAÇÃO SUSTENTÁVEL

Com base nos conceitos e concepções discutidos neste trabalho, buscou-se elaborar um projeto modelo de habitação popular, a nível de Estudo Preliminar, e com perfil sustentável, segundo as premissas adotadas por Lelé.

Inspirado em João Filgueiras, esse projeto empregará o conceito de modulação nos processos construtivos racionalizados e sustentáveis atrelado à pré-fabricação, proporcionando assim agilidade construtiva, a flexibilização dos espaços internos e posteriores reformas e ampliações. Ademais, serão utilizadas também estratégias de ventilação e iluminação natural de acordo com o clima da cidade de São Luís, a fim de proporcionar o conforto e bem estar esperado pelos usuários.

10.1 PANORAMA GERAL SOBRE SÃO LUIS

10.1.1 Clima

São Luis, capital maranhense, está localizado no nordeste do Brasil, a 2°31' de latitude sul e a 44°18' de longitude oeste da linha do Equador, e quanto a altitude, está a 24m acima do nível do mar. O fuso horário é -3h GMT e seu clima é tido como tropical, quente e úmido, referente a Zona Equatorial inserido. Logo, não apresenta as estações do ano bem definidas e, segundo o NuGeo¹², observa-se apenas duas estações: o verão, que vai de julho a dezembro e o inverno, chuvoso, que possui média pluviométrica anual de 2.328 mm. (RODRIGUES, 2011)

Devido à proximidade da linha do Equador, São Luís possui certas peculiaridades climáticas: a radiação solar e a ventilação e umidade intensas. Desse modo, o desconforto térmico dos usuários e o consumo exarcebado de resfriamento

¹² O Núcleo Geoambiental – NuGeo é o laboratório de geoprocessamento, meteorologia e recursos hídricos do Maranhão. Tem como objetivo dotar o Estado de infraestrutura física e humana para o provimento de informações de natureza sócio ambiental, bem como, conceber, desenvolver e executar atividades ligadas à pesquisa científica, tecnológica e à formação e capacitação pessoal.

artificial podem ser minimizados ou até evitados se o projeto for elaborado segundo as bases climáticas estabelecidas.

Quanto à temperatura, Rodrigues (2011) afirma que ela varia entre 23° e 33°, tendo como média anual 28° (NuGeo). Porém, tais valores podem ser alterados se analisarmos os diferentes entornos dos locais onde estão sendo aferidos.

Por sua vez, a ventilação sofre maior influência dos ventos alísios do nordeste, úmidos e bastante característicos das regiões tropicais. (FEITOSA, 2006 apud RODRIGUES, 2011), e dos ventos da direção leste. Observam-se ainda ventos provenientes das direções norte, sul e sudeste, constatado pela Rosa dos Ventos desenvolvida pelo programa SOL-AR¹³, que determina a velocidade, frequência e orientação dos ventos para cada estação do ano em São Luís, e aponta a existência de ventos ausentes durante a madrugada. Na primavera ocorre a maior velocidade eólica, na direção norte, correspondente a 8 (oito) m/s. Nas direções sudoeste, noroeste e oeste, os ventos são de baixa velocidade ao longo do ano e variam entre 3 (três) e 4 (quatro) m/s, exceto no inverno.

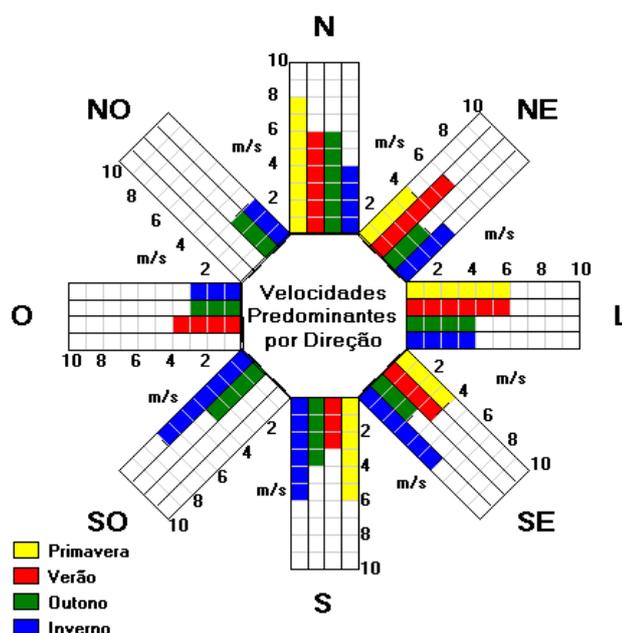


Figura 104: Rosa dos Ventos - Velocidade predominante
Fonte: Programa SOL-AR

¹³ Programa desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

10.1.2 Diretrizes Climáticas

As diretrizes e estratégias climáticas do projeto partem da análise da carta bioclimática e cartas solares de São Luís.

A carta bioclimática utilizada para definir as estratégias de uma cidade foi baseada na proposta por Givoni, combinada com um método que utiliza os dados climáticos das 8.760 horas do TRY (Test Reference Year – Ano Climático de Referência), auxiliando nas decisões que geram economia do consumo energético e possui valores climáticos médios típicos do local estudado ao longo dos anos. (RODRIGUES, 2011). Com ajuda do programa Analysis Bio¹⁴, foi realizado a análise da carta bioclimática de São Luis.

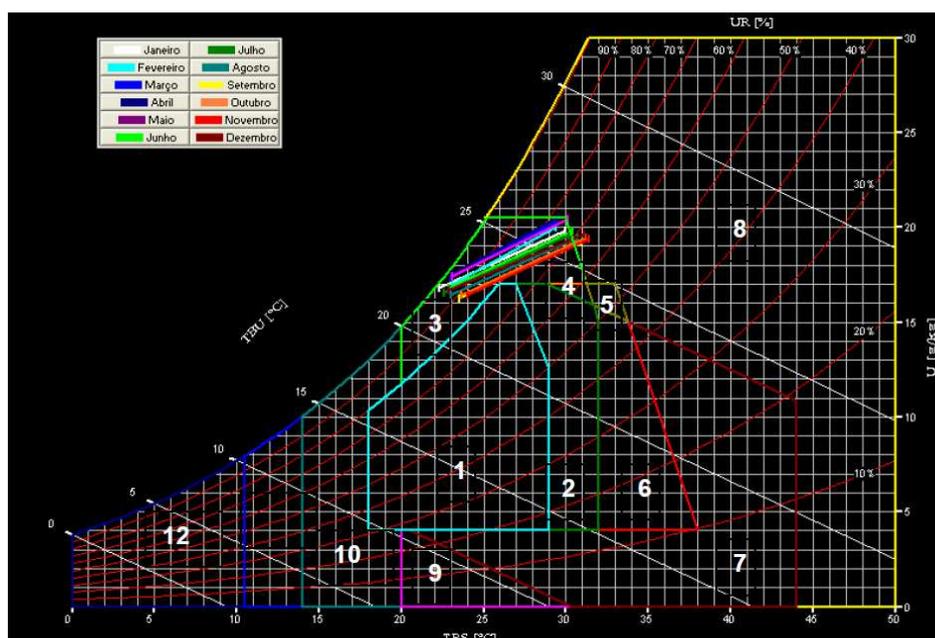


Figura 105: Carta Bioclimática de São Luis.

Fonte: Programa Analysis Bio

A carta, que relaciona umidade relativa e temperatura do ar, contém 12 zonas, respectivamente: Zona de Conforto; Ventilação/ Alta Inércia/ Resfriamento; Ventilação; Ventilação/ Alta Inércia; Alta Inércia para resfriamento; Alta Inércia/

¹⁴ Analysis Bio é outro programa desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da UFSC. O software auxilia no processo de adequação de edificações ao clima local. Utiliza tanto arquivos climáticos anuais e horários como arquivos resumidos na forma de normais climatológicas.

Resfriamento Evaporativo; Resfriamento Evaporativo; Ar condicionado; Umidificação; Alta Inércia/ Aquecimento Solar; Aquecimento Solar Passivo; e Aquecimento Artificial.

Segundo Braga (2005), as estratégias empregadas para melhoria da sensação térmica dos ambientes podem ser: naturais (ventilação, resfriamento evaporativo e aquecimento solar passivo) ou artificiais (ventilação mecânica, aquecimento e refrigeração). (BRAGA, 2005 apud ROSÁRIO, 2011)

Através do relatório emitido pelo Analysis Bio, em todas as horas do ano, a cidade está fora da zona de conforto por causa da temperatura e umidade elevadas, por conseguinte, necessita de estratégias de ventilação. Na tabela a seguir, a partir de abril e salvo julho, estão os indicadores do uso do ar condicionado, porém ínfimos quando comparados com os referentes à ventilação, responsável maior pela promoção de conforto. (ROSÁRIO, 2011)

Meses	Estratégia	Horas do ano (%)
JANEIRO	Ventilação	100
FEVEREIRO	Ventilação	100
MARÇO	Ventilação	100
ABRIL	Ventilação	98,08
	Ar condicionado	1,92
MAIO	Ventilação	98,97
	Ar condicionado	1,03
JUNHO	Ventilação	98,32
	Ar condicionado	1,68
JULHO	Ventilação	100
AGOSTO	Ventilação	96,31
	Ar condicionado	3,69
SETEMBRO	Ventilação	93,72
	Ar condicionado	6,28
OUTUBRO	Ventilação	90,48
	Ar condicionado	9,52
NOVEMBRO	Ventilação	88,13
	Ar condicionado	11,89
DEZEMBRO	Ventilação	91,41
	Ar condicionado	8,59

Tabela 5: Estratégias climáticas para São Luis.
Fonte: Relatório Analysis Bio. (Adaptação: Rosário, 2011)

Outro fator a ser analisado é o sombreamento que, utilizado para amenizar os efeitos da incidência solar, contribui para a eficiência energética das edificações. A cobertura, assim, deve funcionar como um verdadeiro guarda sol, protegendo-se ainda todas as aberturas e as janelas para evitar a entrada direto do sol. (HERTZ, 1998 apud ROSÁRIO, 2011).

Em relação à incidência solar, as cartas solares auxiliam na escolha do projeto. Na Carta Solar¹⁵ de São Luis abaixo, verifica-se a média anual do índice de radiação solar sobre a fachada e a temperatura de bulbo seco¹⁶. Acerca da insolação e adotando a fachada norte como orientação, percebe-se que a carta do primeiro semestre do ano mostra que a parte frontal da edificação recebe incidência solar ao longo do dia entre 500 e 850 W/m², sobretudo no mês de fevereiro. Ainda segundo a carta, no segundo semestre, a radiação intensifica-se no período da tarde, entre as 13 e 16 horas, principalmente nos meses de agosto a novembro.

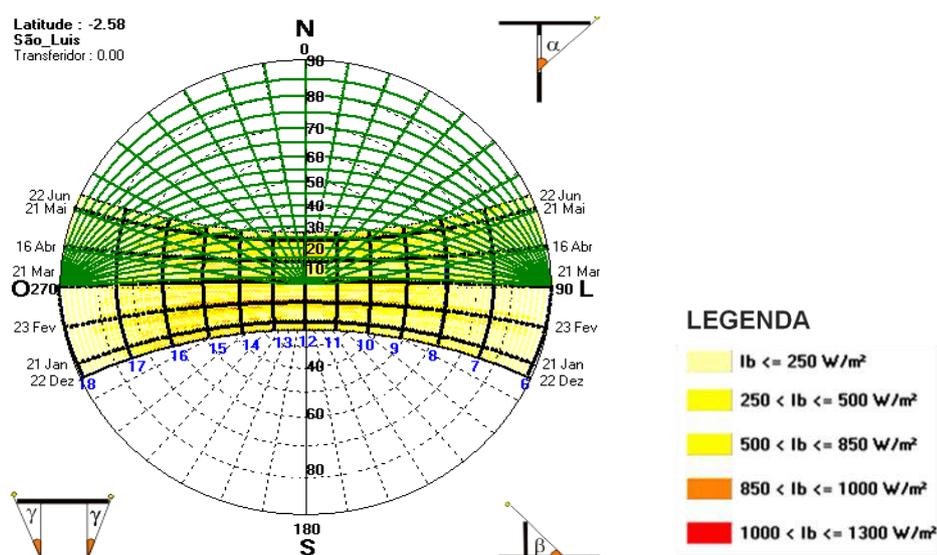


Figura 106: Carta Solar de São Luis (Norte) - Radiação Solar entre 22 de dezembro e 21 de junho.
Fonte: Programa SOL-AR

A carta apresenta valores entre 850 a 1000W/m², no segundo semestre e às 15 horas, que representam alta insolação. Logo, essa área requer proteção o ano inteiro, fazendo uso de mecanismos como brises ou venezianas. As fachadas leste e oeste também recebem intensa radiação: esta recebe insolação somente no turno vespertino, e aquela no turno matutino. Por fim, há que se considerar as variações

¹⁵ Carta Solar retirada do programa SOL-AR, desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

¹⁶ Temperatura de bulbo seco é a temperatura indicado no termômetro comum.

entre a temperatura externa e interna, mantendo esta menor do que aquela, a fim de proporcionar a sensação de alívio térmico (ROSÁRIO, 2011).

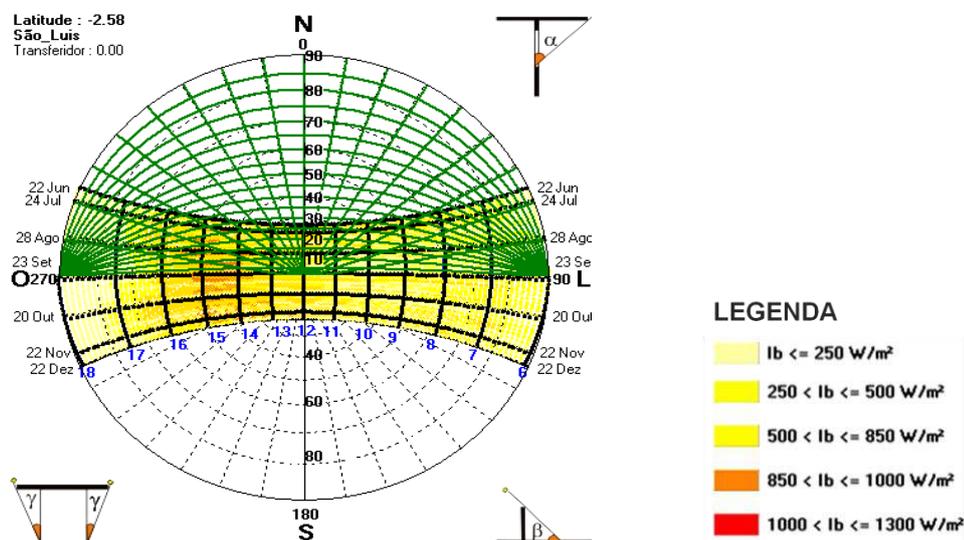


Figura 107: Carta Solar de São Luis (Norte) - Radiação Solar entre 22 de junho e 21 de dezembro.
Fonte: Programa SOL-AR

10.2 ESCOLHA DO TERRENO

Os conjuntos de habitações populares, por imposição do terreno, do sistema viário e de outras demandas de urbanização, nem sempre permitem que seja feita a orientação do espaço de forma satisfatória a todas as unidades, e isto pode ocorrer mesmo em terrenos isolados para uma única habitação. Esta situação é agravada mais ainda, uma vez que os terrenos normalmente são exíguos e limitam as opções de orientação. Desta forma, dispensou-se, neste trabalho, a escolha de um terreno específico optando-se por privilegiar habitações que funcionem adquadamente em todas as condições do entorno.

10.3 PERFIL FAMILIAR

O projeto modelo é composto por uma unidade habitacional, podendo ser ocupada por uma família com até 6 (seis) membros, com renda mensal de até 6

(seis) salários mínimos, um valor superior ao da população mais carente desse tipo de empreendimento imobiliário.

10.4 PROGRAMA DE NECESSIDADES

O programa de necessidades adotado neste projeto será o básico para os padrões habitacionais, considerando a moradia de uma família com tamanho médio e disposição dos seguintes cômodos: 1 sala de estar e jantar conjugados, 2 dormitórios com a possibilidade de ampliação com mais 1 dormitório; 1 banheiro social; 1 cozinha; e 1 área de serviço e área externa que sugere o uso como varanda/ área de vivência, garagem ou área para ampliação da habitação.

10.5 PROJETO MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR

A qualidade de vida é um problema de trato social e ambiental e a criação de modelos habitacionais adequados e confortáveis é também um direito do cidadão. Este projeto busca atenuar os problemas relacionados ao meio em que a habitação será inserida, através do uso racional dos recursos naturais e tecnológicos e a humanização dos espaços.

A habitação é um espaço pra morar e exercer uma série de atividades humanas, diferenciado do espaço externo. O arquiteto é o criador da modificação desse espaço, e o faz pensando na satisfação dos desejos do usuário baseado nos conhecimentos oferecidos pela tecnologia da construção e na sua cultura sobre a estética, a ética e a história. (CORBELLÁ; YANNAS, 2009, p. 18)

A partir dos preceitos arquiteturais de Lelé e do panorama de São Luís, o modelo residencial popular deverá respeitar o meio ambiente e garantir o bem estar dos usuários, além de contemplar as soluções relacionadas à orientação solar, ventilação cruzada, elementos de ordem estética e funcional e emprego de aberturas e fechamentos.

10.5.1 Proposta

A proposta de um projeto modelo habitacional de acordo com os princípios construtivos de João Filgueiras é um desafio, em face à escassez de projetos dessa tipologia na carreira do arquiteto, ou que utilizem seus sistemas e materiais construtivos.

O diferencial dessa proposta consiste na aplicação do conceito sustentável adotado por Lelé, que objetiva a economia de materiais e recursos naturais e prioriza as necessidades humanas e ambientais. Isto será possível através do emprego de peças pré-fabricadas e da argamassa armada para produção em grande escala, e contribuindo, assim, na redução do déficit habitacional, que gira em torno de 7 milhões de unidades.

Todavia, ciente da indisponibilidade de aquisição de materiais em certas áreas, previu-se o uso de componentes alternativos, no intuito de não impossibilitar a construção do modelo residencial em regiões carentes dos recursos sugeridos.

Ademais, este projeto está pautado no Custo Unitário Básico (CUB) da Construção Civil no Maranhão, de maio/2013, no valor de R\$ 938,06 (novecentos e trinta e oito reais e seis centavos), conforme padrão residencial 'R1' para habitação popular com acabamento baixo previsto na tabela SINDUSCON-MA¹⁷ (Ver anexo).

Nesse sentido, no comparativo realizado entre uma obra planejada segundo os parâmetros convencionais e outra construída conforme os preceitos sustentáveis de racionalidade e produção em série, percebe-se diferença de valores, tanto em relação ao tempo de execução quanto ao custo da construção.

Segundo os dados da SINDUSCON-MA, os métodos convencionais de construção habitacional preveem, para uma habitação com padrão 'Minha Casa, Minha Vida' e área construída de 45,00 m², um período entre 40 e 45 dias para finalização da obra e custo total de R\$ 57.000,00 por unidade habitacional.

Por outro lado, as unidades habitacionais com igual dimensionamento, que empreguem processos alternativos e sustentáveis de construção, custam em

¹⁷ SINDUSCON-MA: Sindicato das Indústrias da Construção Civil do Maranhão

média R\$700,00 (setecentos reais) por m², permitem a montagem e entrega em até 5 dias, com valor total estimado em R\$ 32.000,00, segundo relatos do próprio Lelé¹⁸.

Desse modo, o projeto arquitetônico consiste no Estudo Preliminar (Apêndices 1-12) de um 'projeto modelo' que investe no conforto ambiental e que visa atender as necessidades de moradias, com comodidade para os seus usuários e um menor impacto ambiental, desempenhando uma boa relação entre a edificação e o entorno, incluindo assim a população na formalidade social e ambiental.

10.5.2 Partido Arquitetônico

A busca de um layout que atenda as prerrogativas de conforto na maior parte dos ambientes, independente da disposição no terreno, foi determinante para a escolha do partido. Para tanto, escolheu-se o formato da edificação abaixo:

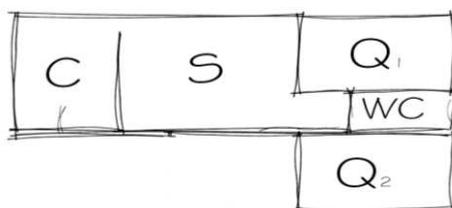


Figura 108: Estudo do partido arquitetônico em 'L' com layout básico.
Fonte: Própria

Esse partido possibilita a ampliação da habitação, com acréscimo de mais um quarto:

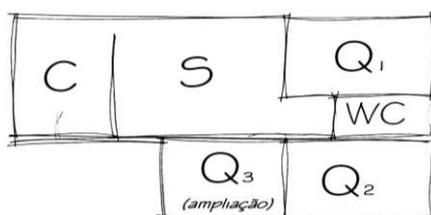


Figura 109: Estudo do partido arquitetônico em 'L' com layout ampliado.
Fonte: Própria

¹⁸ Entrevista dada por Lelé à Revista aU, em junho de 2011, Ed. 208. Por Cláudia Estrela Porto

Para tanto, realizou-se uma simulação de posições de lotes, favoráveis ou não, para implantação da unidade habitacional, e que permite produzir um projeto modelo que atenda às situações a que são impostas as habitações populares e ainda assim mantenha a ventilação e iluminação satisfatórias no ambiente interno, com pequenas alterações nos sistemas e no posicionamento de aberturas, se necessário. Nas figuras abaixo, estão os estudos das estratégias de ventilação e iluminação no partido arquitetônico posicionado em eixo longitudinal e transversal:

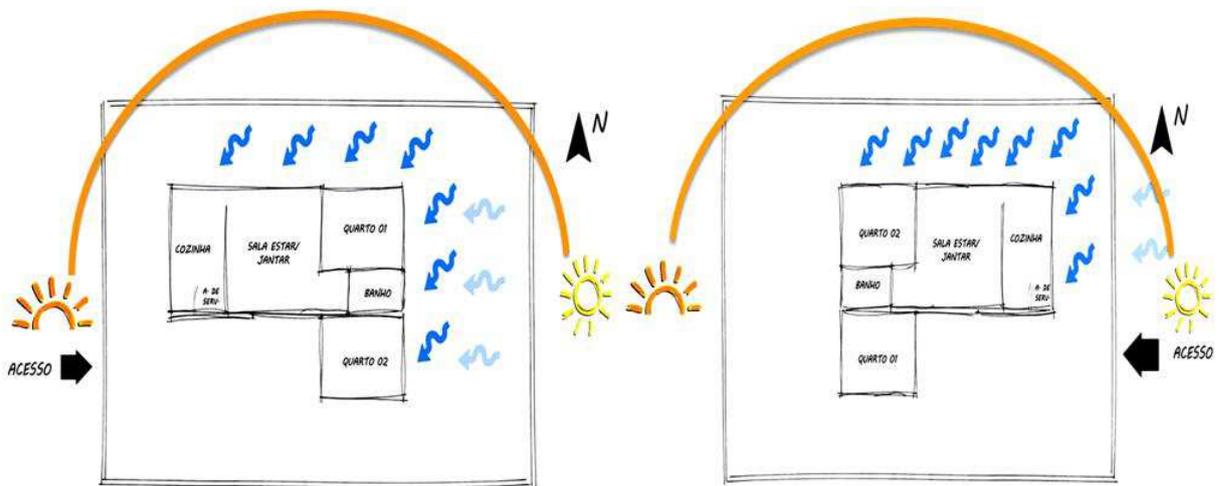


Figura 110: Estudo de implantação e estratégias de conforto em eixo longitudinal.
Fonte: Própria

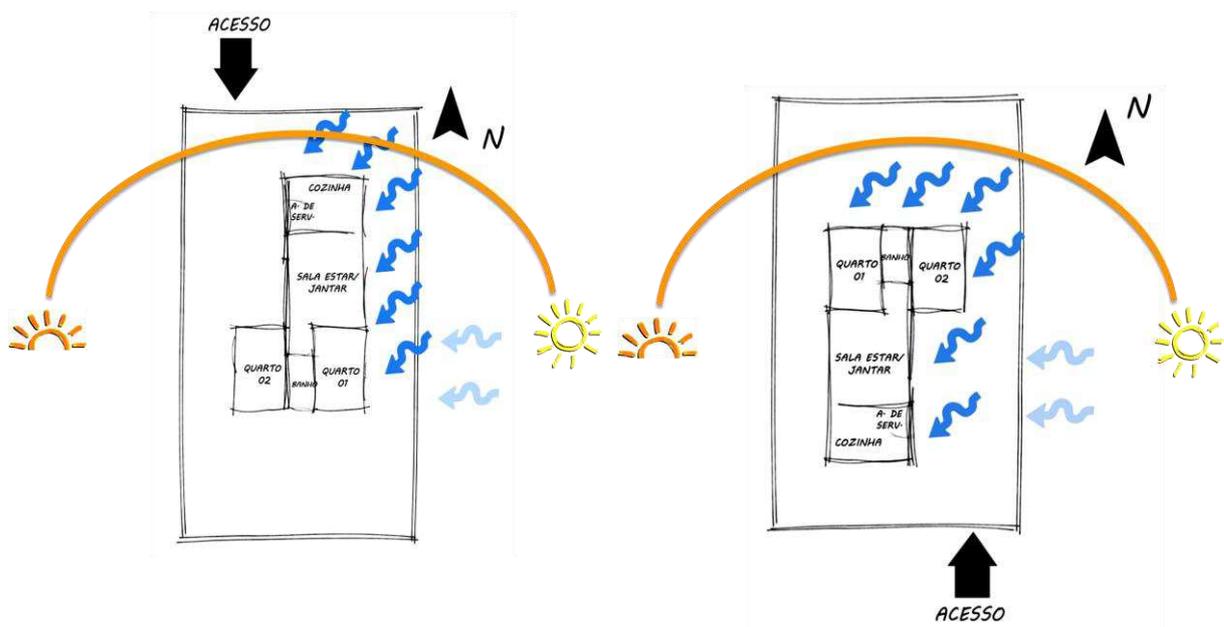


Figura 111: Estudo de implantação e estratégias de conforto em eixo transversal.
Fonte: Própria

A partir disso e de acordo com o programa e perfil popular da habitação, chegou-se à planta baixa base abaixo (Apêndice 3):

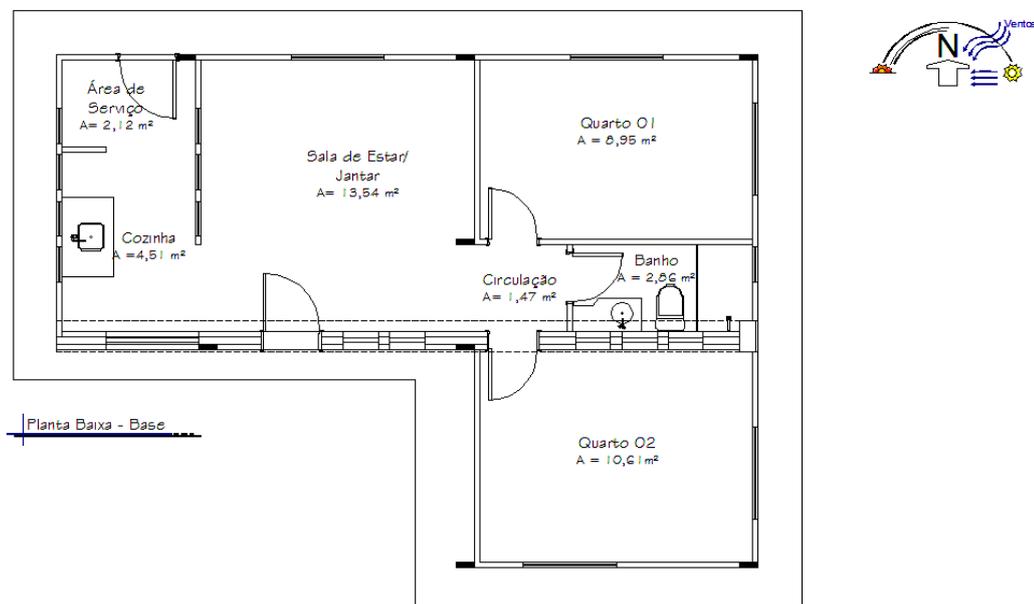


Figura 112: Proposta Projeto Modelo de Habitação - Planta Baixa Base.
Fonte: Própria

Ademais, trabalhou-se a possibilidade de planta baixa ampliada, apresentando a seguinte configuração (Apêndice 4):

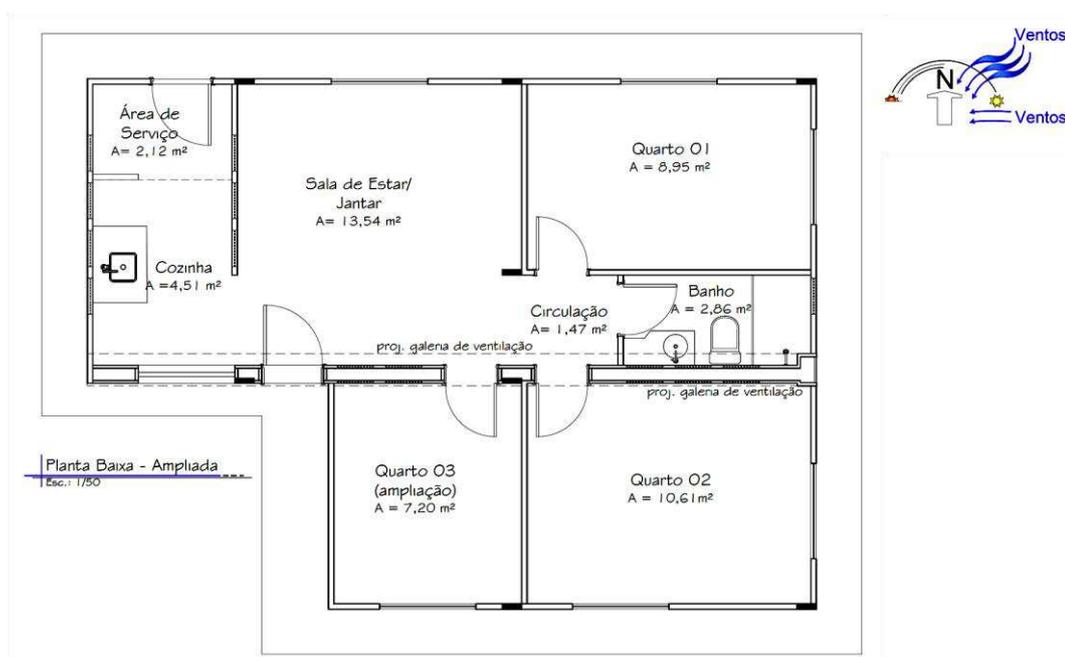


Figura 113: Proposta Projeto Modelo de Habitação - Planta Baixa Ampliada.
Fonte: Própria

10.6 ANÁLISE DA ORIENTAÇÃO DO PROJETO MODELO

A fim de proporcionar maior qualidade ambiental por meio de elementos e sistemas construtivos, foi realizada uma análise quanto às questões de ventilação e incidência solar e se adotaram duas configurações de posicionamento da unidade habitacional: uma favorável e outra desfavorável.

A orientação favorável beneficia a maior parte dos ambientes, segundo a incidência solar e os ventos no sentido leste/oeste. Por sua vez, na orientação desfavorável, a localização dos ambientes da área íntima, setor este, geralmente, de maior preocupação na concepção projetual de conforto é prejudicada.

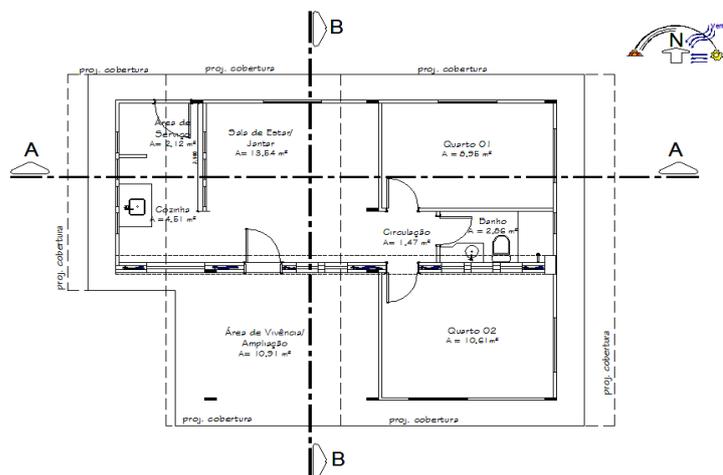


Figura 114: Planta Baixa - Orientação Favorável.
Fonte: Própria

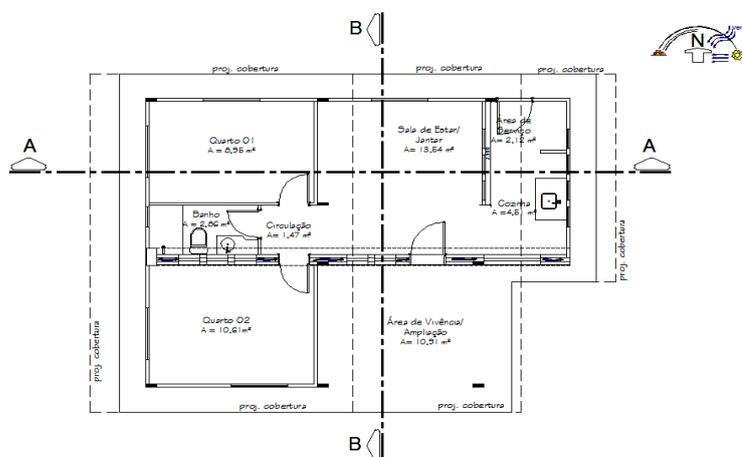


Figura 115: Planta Baixa - Orientação Desfavorável.
Fonte: Própria

Para tanto, foram utilizados elementos arquitetônicos que agissem de forma a solucionar a disposição desprivilegiada na segunda situação imposta, de modo a comprovar a eficiência desses componentes na concepção do projeto.

Desse modo, a partir de estudo volumétrico da habitação e utilizando programas computacionais que simulam a incidência solar, foram observados aspectos como sombreamento nas fachadas, adotando os horários das 10 (dez) horas e das 15 (quinze) horas, como mostram as figuras a seguir:

▪ 10:00h



▪ 15:00h



Figura 116: Incidência Solar e Sombreamento: Orientação Favorável – 10h e 15h.
Fonte: Própria

▪ 10:00h



▪ 15:00h



Figura 117: Incidência Solar e Sombreamento: Orientação Desfavorável – 10h e 15h.
Fonte: Própria

10.7 MEMORIAL DESCRITIVO

A partir do levantamento realizado, da análise dos preceitos adotados por Lelé para construção com qualidade ambiental e, segundo a realidade climática da cidade de São Luis, descrever-se-ão as escolhas e sugestões de materiais e sistemas construtivos para o projeto modelo de habitação proposto, abrangendo também soluções quando a disponibilidade de materiais impuser um obstáculo a ser vencido durante o processo construtivo.

10.7.1 Implantação

A fim de se entender as condições adversas impostas na implantação, serão trabalhadas novamente as opções de uma orientação favorável e outra desfavorável, conforme as figuras 116 e 117, que apresentam as opções de implantação (Apêndice 1 e 2) no terreno:

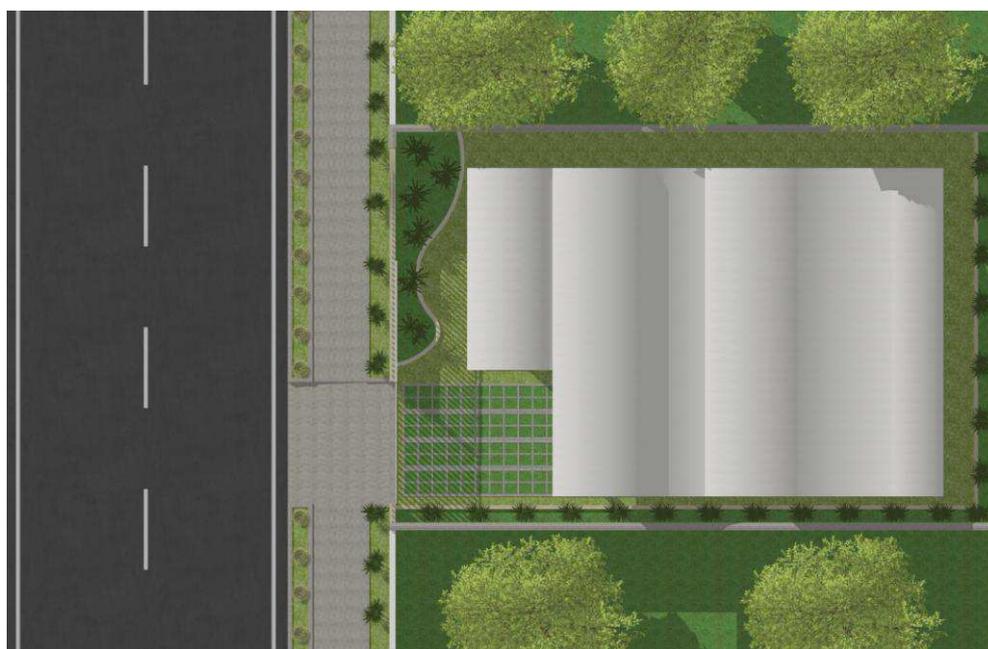


Figura 118: Implantação Humanizada Favorável.
Fonte: Própria



Figura 119: Implantação Humanizada Desfavorável.
Fonte: Própria

Para a unidade habitacional, adotou-se um terreno com medidas 10m x 15m e a implantação realizada no eixo longitudinal no sentido leste – oeste, a fim de garantir a acomodação do partido arquitetônico quanto às suas dimensões. Além disso, foram contemplados afastamentos lateral e frontal mínimos, bem como a adoção de um tratamento paisagístico como auxílio ao conforto visual e amenização da insolação excessiva (Apêndice 1 e 2).

10.7.2 Unidade Habitacional

A unidade habitacional desse projeto possui 48,97 m² de área construída e utiliza, na sua concepção, um módulo de 0,625 m. Aliás, a escolha pelo uso de módulo construtivo integra princípios de ordem econômica, como o aproveitamento otimizado de materiais industrializados, e de ordem funcional, ambientes ancorados a um dimensionamento exato, fazendo jus ao caráter sustentável da habitação.

A moradia é setorizada em área social, íntima e de serviço. A primeira seção está vinculada à sala de estar e à de jantar, a segunda possui dois quartos,

uma circulação e um banheiro, por último, a terceira recebe cozinha e área de serviço coberta. Para admitir uma possível ampliação, foi inserida uma área livre coberta, que pode ser anteriormente utilizada como varanda ou área de vivência.

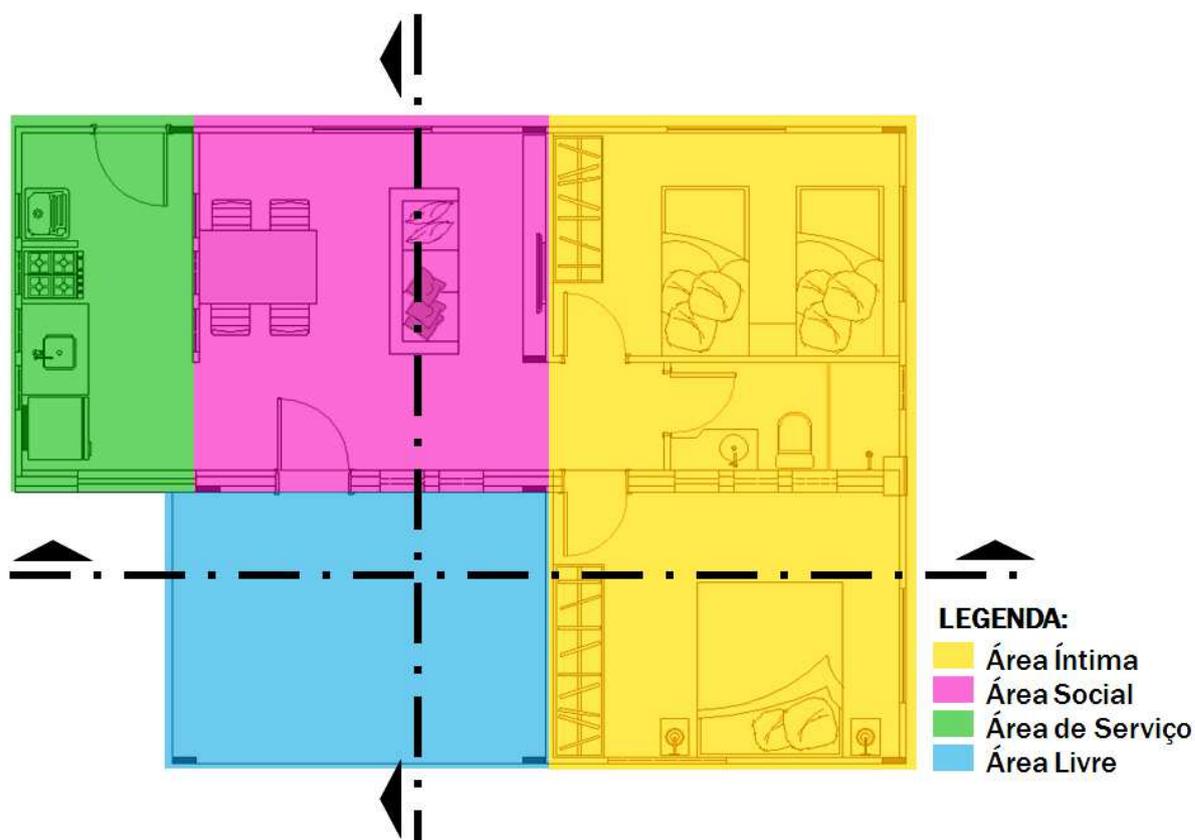


Figura 120: Unidade Habitacional - Setorização.
Fonte: Própria

Em todo caso, a disposição dos ambientes está de acordo com o aproveitamento do fluxo cruzado de ventilação, com aberturas em alturas e tamanhos distintos potencializando a circulação do ar em toda a edificação. Ressalta-se que tal disposição é satisfatória inclusive quando a implantação for desfavorável. A edificação conta, ainda, com uma galeria de ventilação subterrânea para auxiliar no arejamento dos ambientes.

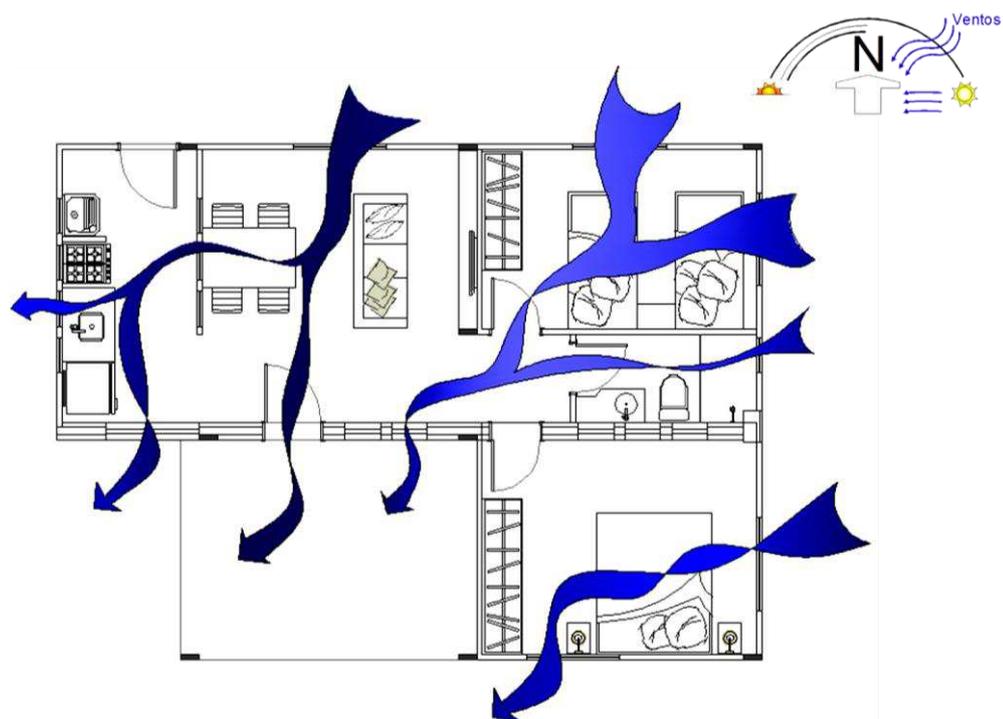


Figura 121: Planta Baixa Favorável - Estudo de ventilação cruzada.
Fonte: Própria

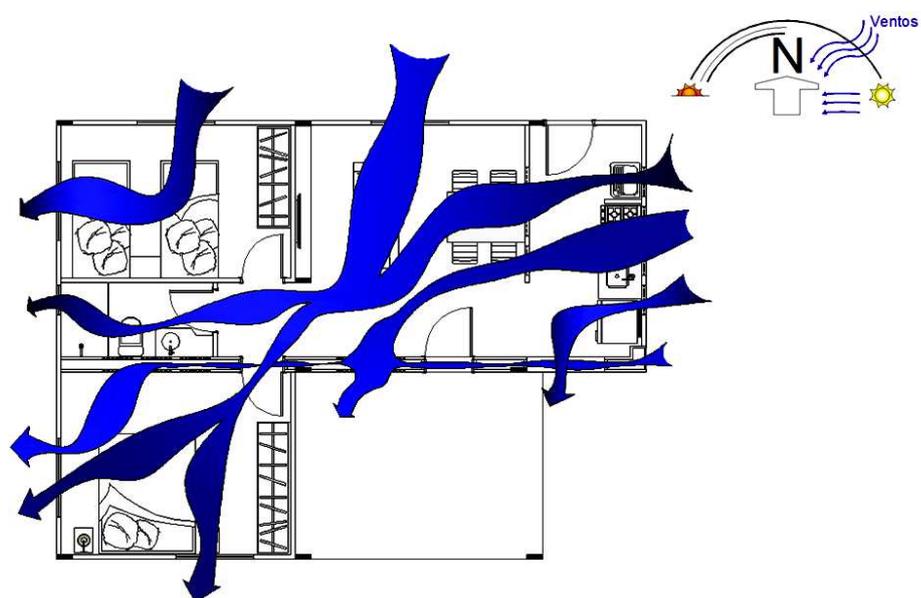


Figura 122: Planta Baixa Desfavorável - Estudo de ventilação cruzada.
Fonte: Própria

As figuras seguintes demonstram o percurso de ventilação por meio de algumas aberturas da unidade habitacional:

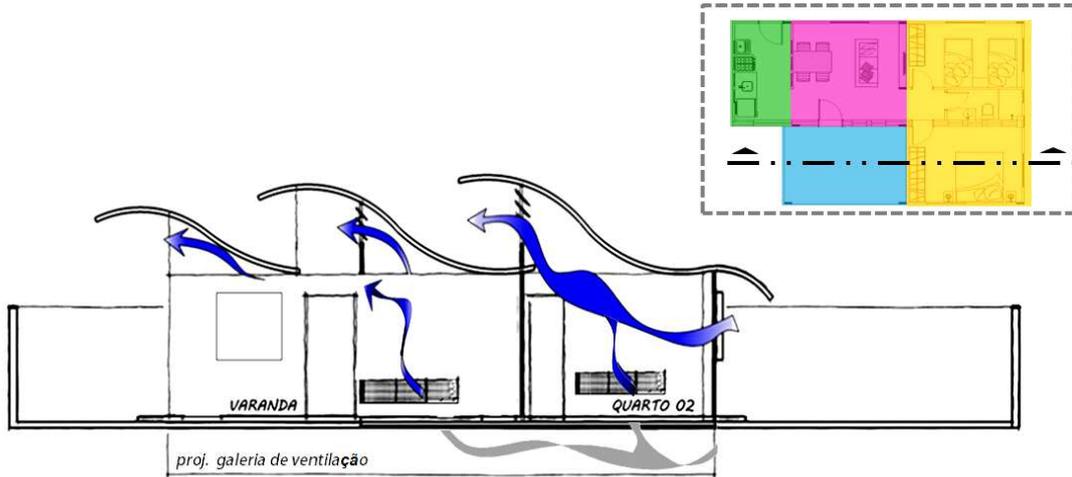


Figura 123: Corte Esquemático 01 – Aberturas e Ventilação Cruzada.
Fonte: Própria

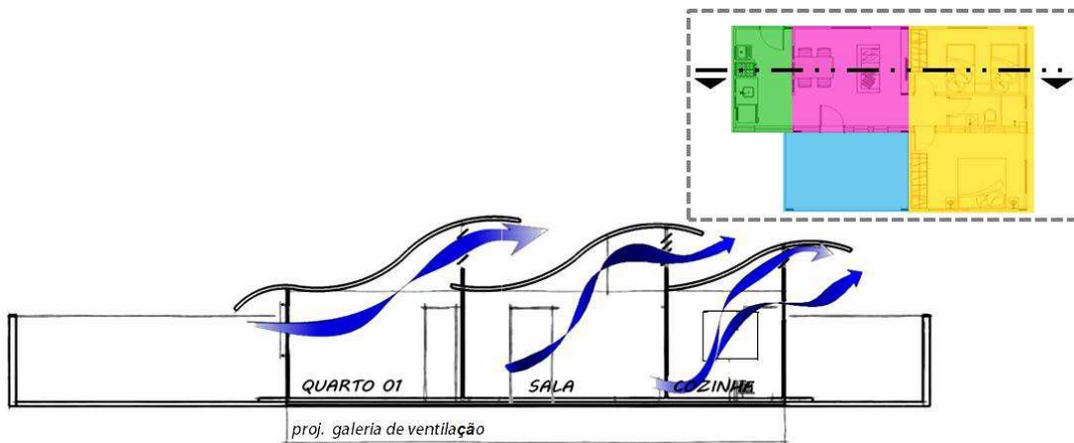


Figura 124: Corte Esquemático 02 – Aberturas e Ventilação Cruzada.
Fonte: Própria

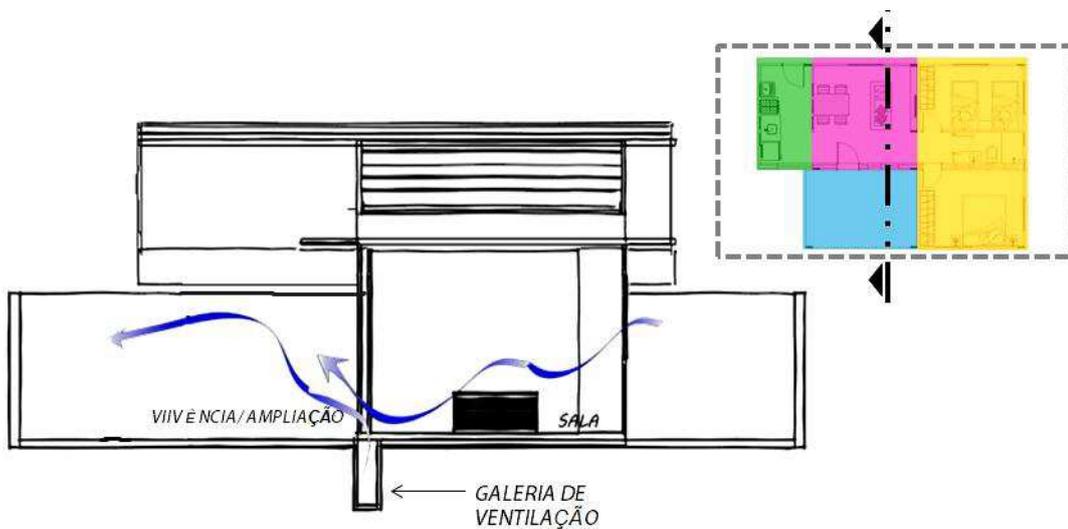


Figura 125: Corte Esquemático 03 – Galeria de ventilação auxiliando na circulação dos ventos.
Fonte: Própria

10.7.3 Materiais e Sistema Construtivos

Os materiais construtivos usados na construção da unidade habitacional são a argamassa armada e o aço. Como sistema construtivo, adota-se a pré-fabricação. Para tanto, além da aplicabilidade das técnicas desenvolvidas por Lelé, tanto os materiais quanto o sistema construtivo escolhido apresentam melhor custo-benefício em relação aos sistemas e produtos convencionais.

Vale ressaltar que tal afirmação parte do pressuposto da produção em larga escala do projeto modelo, uma vez que o sistema exige a instalação de pequenas oficinas para produção das peças, como destacado no item 7.2.

Em virtude do uso dessas técnicas, a estrutura e a vedação associarão argamassa armada e pré-fabricação. Assim, prevê-se o emprego racional de materiais no canteiro de obras e a redução da geração de resíduos, refletindo nos aspectos sustentáveis da edificação.

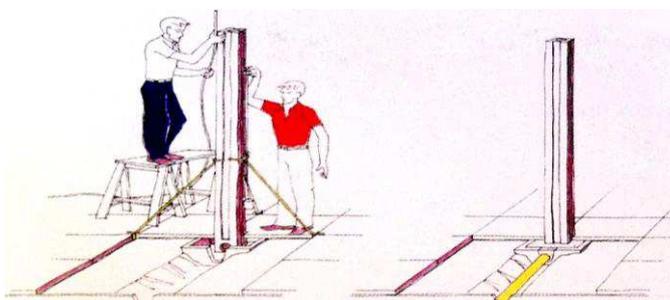


Figura 126: Perspectiva esquemática com montagem de pilar em argamassa armada.
Fonte: Latorraca, 2000.

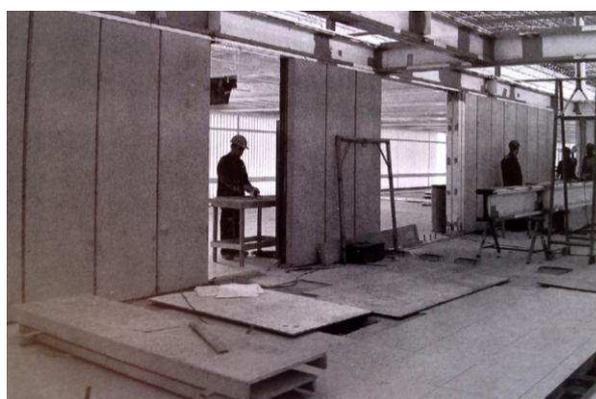


Figura 127: Montagem de divisórias em argamassa armada.
Fonte: Latorraca, Risselada, 2010.

10.7.4 Paredes internas e externas

As paredes internas são simples e montadas em peças pré-fabricadas em argamassa armada. As peças pré-moldadas apresentam leveza no seu manuseio e totalizam uma vedação com espessura de 3 (três) cm. Esta dimensão auxilia no emprego de parede dupla, que permite a passagem do ar, advindo da galeria de ventilação, conforme visto na figura 119.

Enquanto isso, as paredes externas são compostas por duas peças pré-moldadas que criam um colchão de ar ventilado entre elas, a fim de amenizar a transferência de calor para o interior dos ambientes. As peças pré-fabricadas, formam, ainda, uma vedação com 7 cm de espessura.

O sistema de modulação de ambos os tipos de paredes se assemelhará ao modelo desenvolvido por Lelé, como mostram as figuras abaixo:

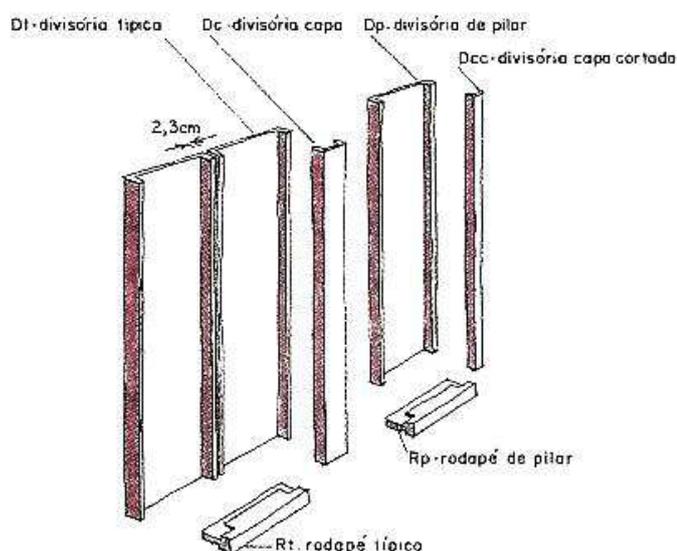


Figura 128: Peças pré-fabricas para paredes internas.

Fonte: Latorraca, 2000.

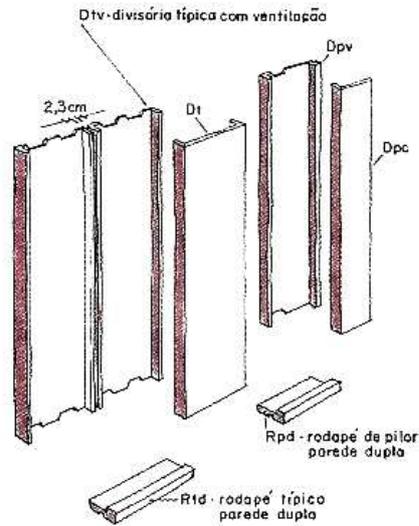


Figura 129: Peças pré-fabricadas para paredes externas com passagem de ar.
Fonte: Latorraca, 2000.

A utilização de um padrão modular de vedação proporciona a seguinte configuração na unidade habitacional (Ver Apêndice 11):

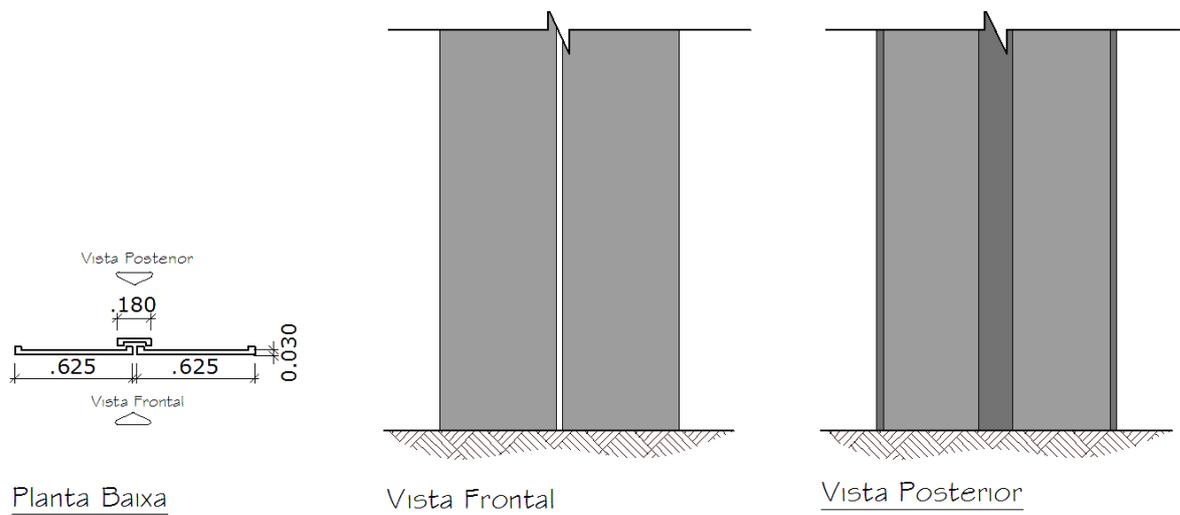


Figura 130: Parede Interna: Planta Baixa e Vista Frontal e Posterior.
Fonte: Própria

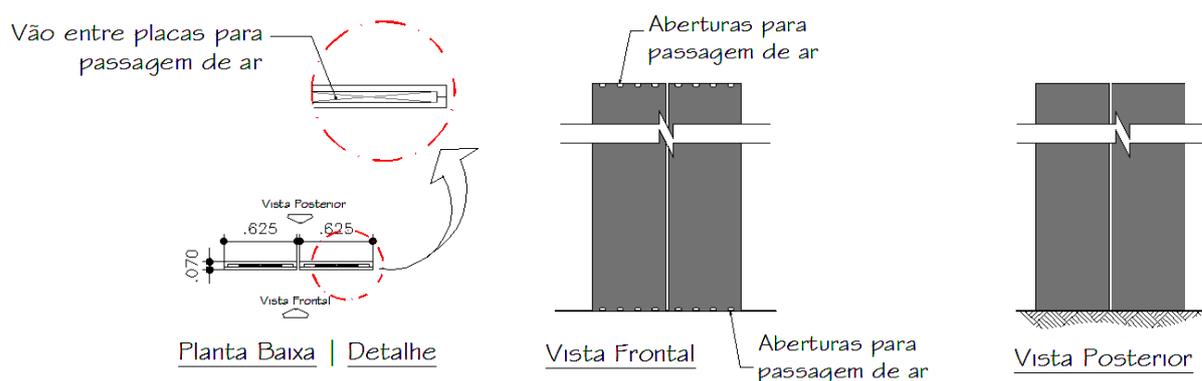


Figura 131: Parede Externa - Planta Baixa com Detalhe e Vista Frontal e Posterior.
Fonte: Própria

Os materiais que compõe a argamassa armada e a forma utilizada na pré-fabricação das divisórias promovem uma aparência uniforme do material que exime a necessidade de maiores arremates, diminuindo o custo da construção.



Figura 132: Divisórias em argamassa armada com acabamento uniforme
Fonte: <http://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.134/3975>

A indisponibilidade de materiais é um problema em algumas regiões do país e para possibilitar a execução do projeto modelo em situações e áreas adversas ou quando o número de unidades habitacionais a ser construídas não justificarem a instalação de oficinas de pré-fabricação, sugerimos o uso de material convencional como o tijolo cerâmico ou até mesmo alternativo como o adobe.

Esses materiais, ainda que apresentem alterações quanto ao peso da construção e dimensionamento da vedação, garantirão a acessibilidade do processo de construção.

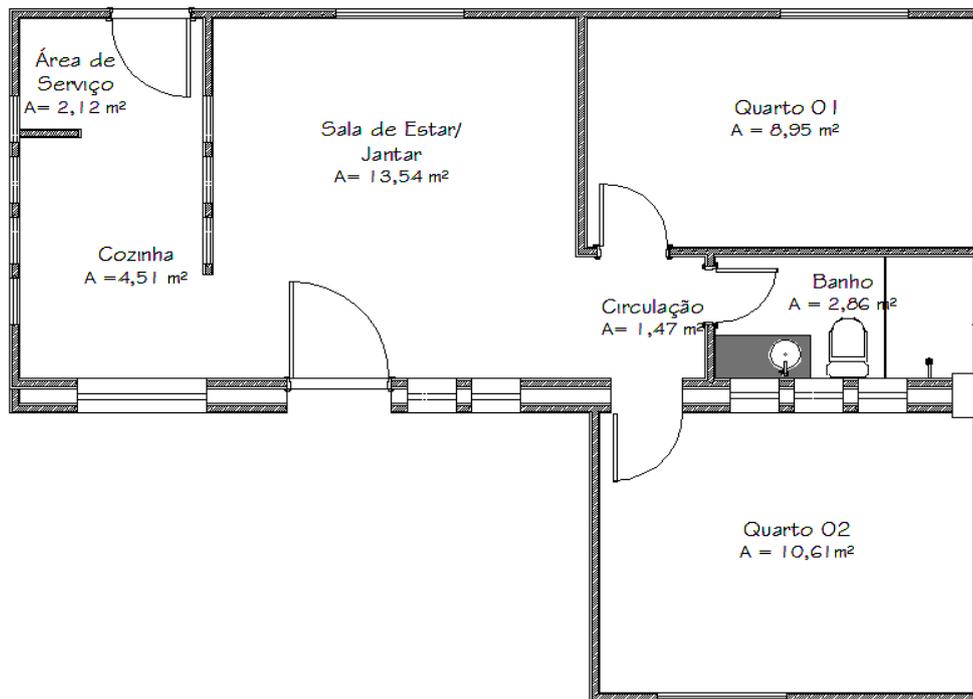


Figura 133: Versão do projeto modelo com paredes em tijolo cerâmico.
Fonte: Própria



Figura 134: Casa com parede em adobe.
Fonte: <http://paposobrearquitetura.blogspot.com.br>

10.7.5 Esquadrias

As esquadrias obedecem ao padrão popular encontrado no mercado. As portas são em MDF, na cor branca. As janelas são em aço pintado na cor branca ou em aço pintado na cor branca e vidro, dos tipos: correr, veneziana fixa e basculante. Em algumas, são fixados brises posicionados de acordo com a implantação da casa, garantindo a entrada necessária de luz, o direcionamento do vento para o interior e impedindo a entrada de água da chuva ou radiação solar excessiva.

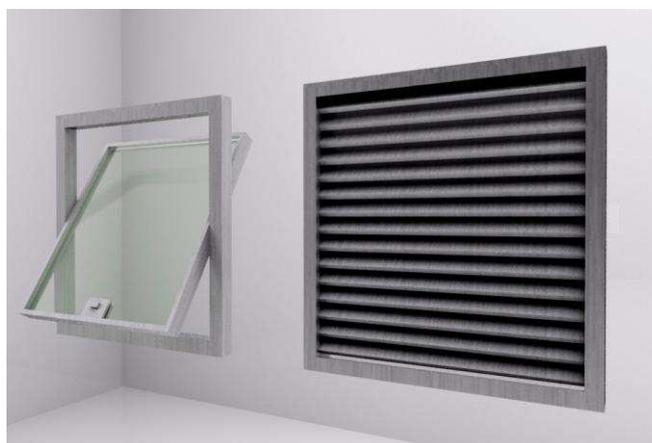


Figura 135: Esquadria tipo basculante em aço e vidro e veneziana fixa em aço.
Fonte: Própria



Figura 136: Modelo de esquadria de correr em aço e vidro com e sem proteção por brises.
Fonte: Própria

A modulação das paredes afeta diretamente o assentamento e dimensionamento das esquadrias. Para tanto, o projeto adotará uma configuração específica para cada tipo de parede, como apresentado na figura a seguir (Apêndice 11):

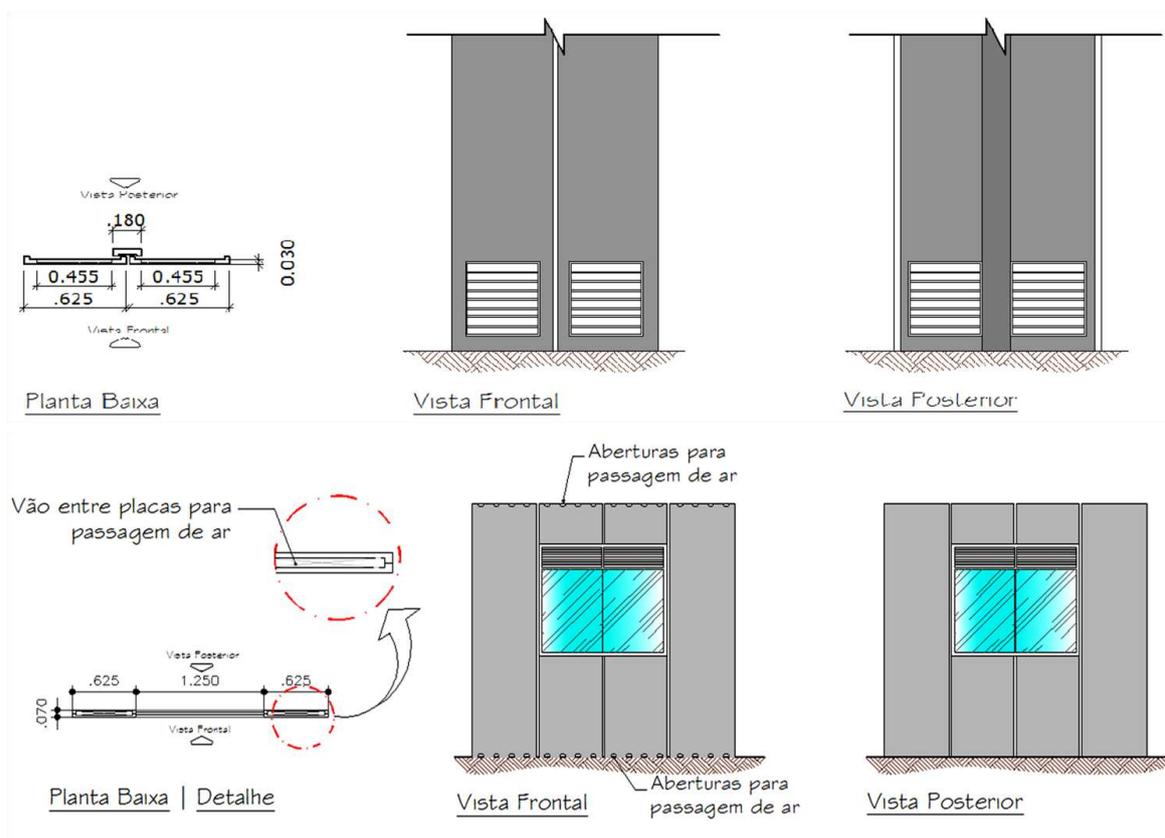


Figura 137: Configuração das paredes modulares com esquadria.
Fonte: Própria

10.7.6 Piso

Tanto para as áreas secas quanto as áreas molhadas da unidade habitacional a indicação é o Piso Cerâmico 30x30 cm Comercial Branco. As áreas externas receberão grama ou concregrama.

10.7.7 Cobertura

Formada por sheds, a cobertura da habitação permite duas especificações. A primeira utiliza a 'telha shed' que é pré-fabricada em argamassa armada e composta por uma base de apoio encaixada a uma espécie de capa. O seu emprego permite a passagem de vento entre as peças e forma um colchão de ar que impede a transmissão do calor para dentro da edificação.

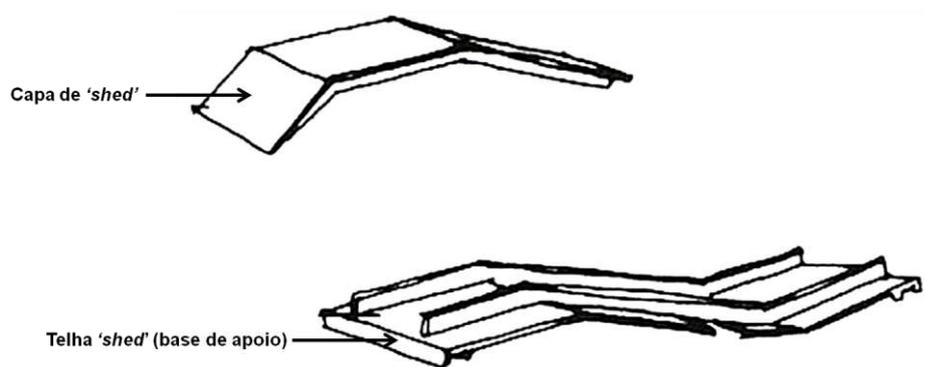


Figura 138: Desenho de Lelé de peças pré-fabricadas para 'telha shed' em argamassa armada.
Fonte: Latorraca, 2000. (Adaptação: Própria).



Figura 139: Protótipo de shed desenvolvido por Lelé para Hospital de Taguatinga.
Fonte: Latorraca, 2000.

Diferentemente da forma retilínea dos sheds vistos acima, mas mantendo a concepção construtiva do elemento, demonstra-se a seguir um esquema de sobreposição da telha shed, a cobertura sugerida para a habitação:

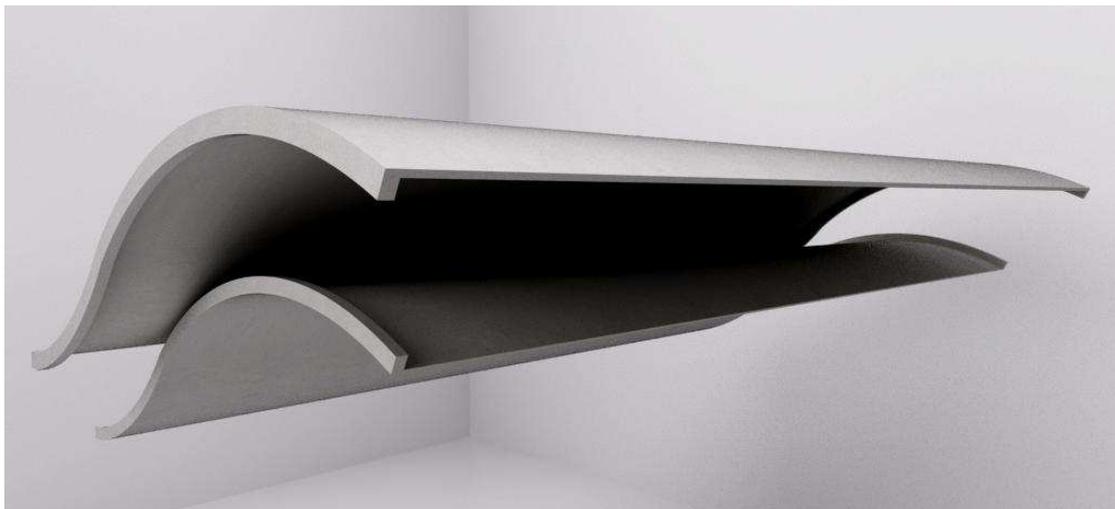


Figura 140: Sobreposição das peças que compõem a telha em argamassa armada.
Fonte: Própria

A segunda alternativa é a telha curva calandrada, cuja leveza e maleabilidade facilitam a execução da cobertura e permitem o desenho ondulado dos sheds. A fim de garantir um tratamento termoacústico eficiente, a telha recebe uma injeção de isolante feito em poliuretano que se molda nela. Em sua face interior, um revestimento em PVC branco é utilizado como forro e acabamento, arrematando o isolamento termoacústico dos ambientes.

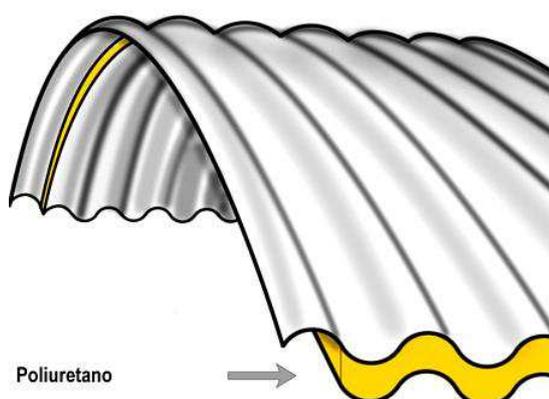


Figura 141: Telha calandrada com tratamento termoacústico.
Fonte: <http://www.colortelha.com.br/produtos.php>



Figura 142: Montagem telha calandrada.
Fonte: Latorraca, 2000

A sustentação da cobertura será feita por vigas em argamassa armada, que devido a seu formato retangular, funcionariam tanto como estrutura da cobertura como suporte de fixação para os brises fixados entre os sheds.

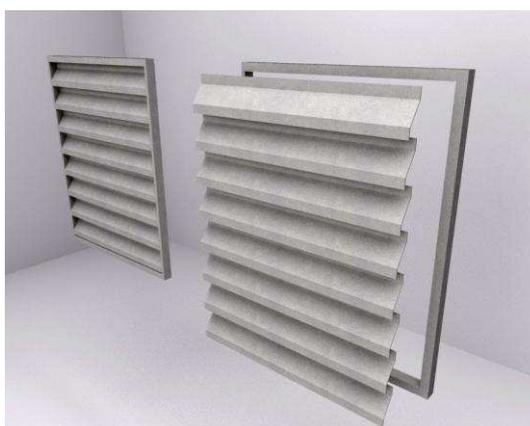


Figura 143: Brises fixados à viga e Sobreposição da viga aos brises.
Fonte: Própria

Outrossim, para solucionar a carência e indisponibilidade dos materiais sugeridos, propõe-se métodos alternativos de construção da cobertura, como o uso de telhados em telha cerâmica e estrutura em madeira ou coberturas em materiais regionais como a palha com sustentação em taquara.

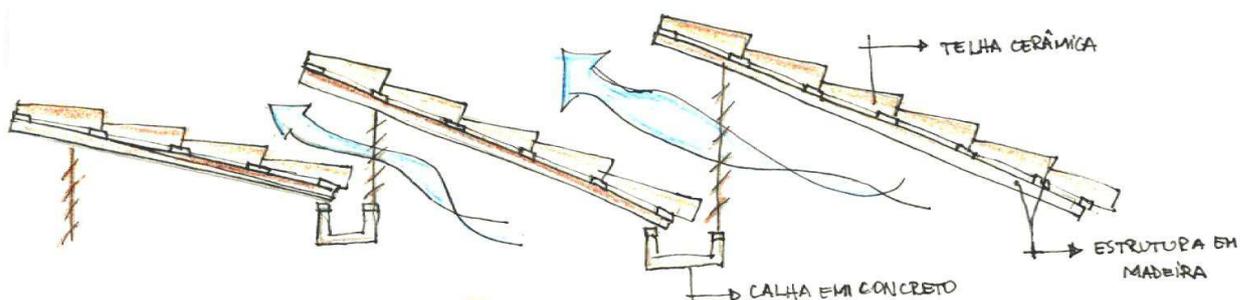


Figura 144: Croqui de shed em estrutura com madeira e fechamento em telha cerâmica.
Fonte: Própria

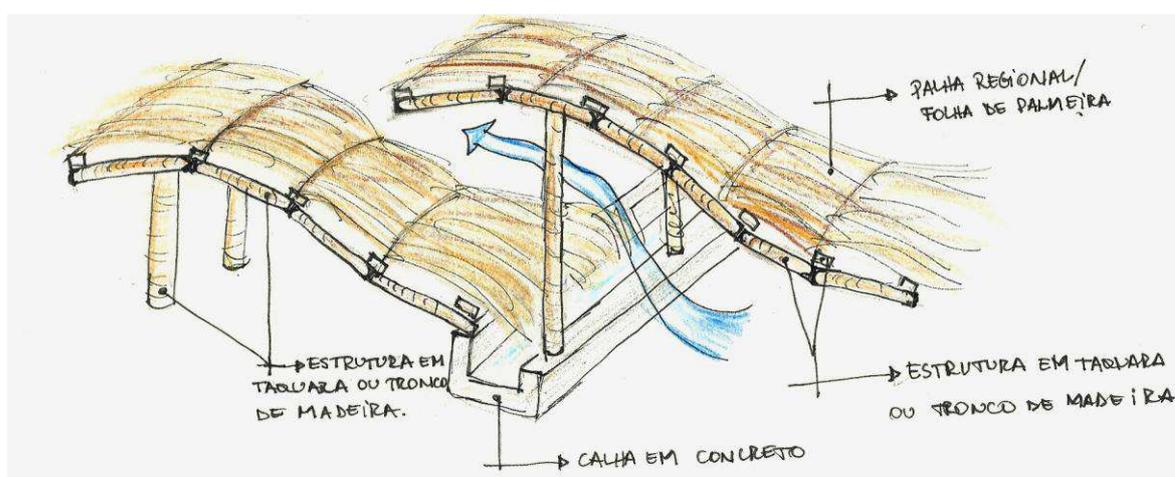


Figura 145: Croqui de telhado com shed alternativo - Estrutura em taquara e fechamento em palha.
Fonte: Própria

O emprego da palha e da taquara como cobertura deve-se à estrutura das ocas e ao seu sistema de fechamento em folhas de palmeira.

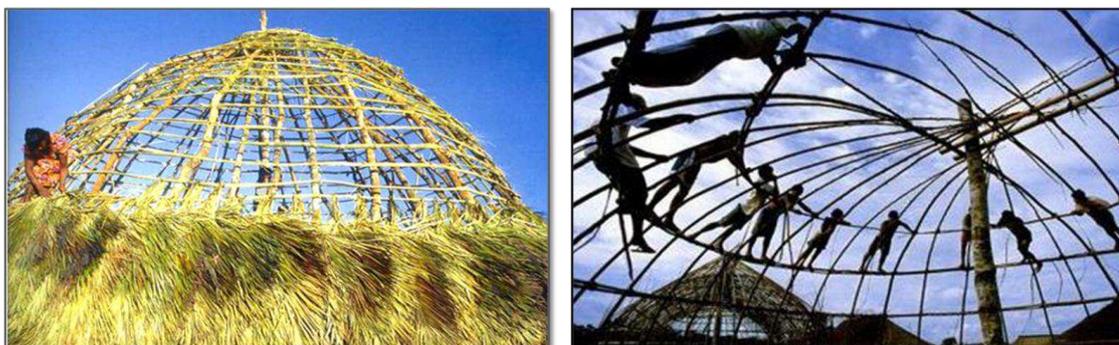


Figura 146: Estrutura e cobertura adotadas nas ocas.
Fonte: <http://www.sempretops.com/fotos/oc-a-indigena-fotos/>

10.7.8 Galeria de Ventilação

A galeria de ventilação é subterrânea e possui estrutura pré-fabricada em argamassa armada (Ver Figura). O seu sistema de captação é feito por meio de uma esquadria fixa alocada no sentido dos ventos dominantes. O elemento é capaz de potencializar o conforto ambiental no interior da moradia e atua principalmente na situação de implantação desfavorável e com ampliação em 3 (três) quartos. Isto porque permite a entrada de ar para dentro da edificação através da parede dupla, possibilitando a saída de ar para os ambientes dispostos em situação desfavorável.

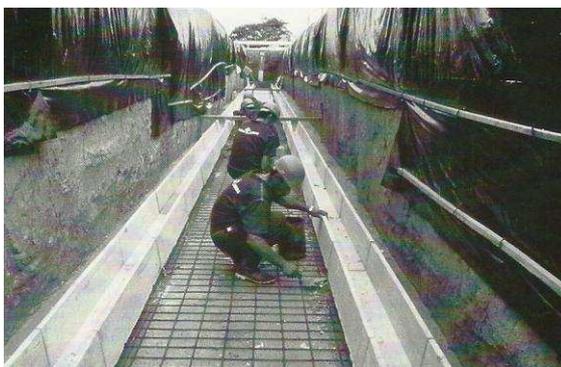
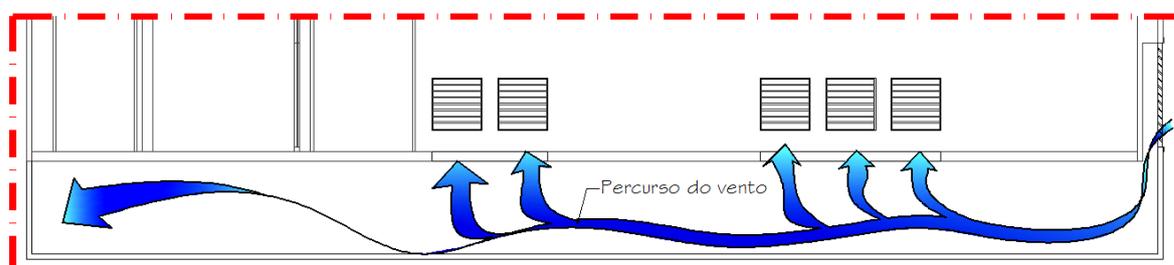


Figura 147: Hospital Sarah (Fortaleza) - Montagem galeria de ventilação em argamassa armada.
Fonte: Latorraca; Risselada, 2010.



Detalhe Galeria de Ventilação - Planta Baixa



Detalhe Galeria de Ventilação - Corte Esquemático

Figura 148: Projeto Modelo - Galeria de Ventilação – Planta Baixa e Corte Esquemático.
Fonte: Própria

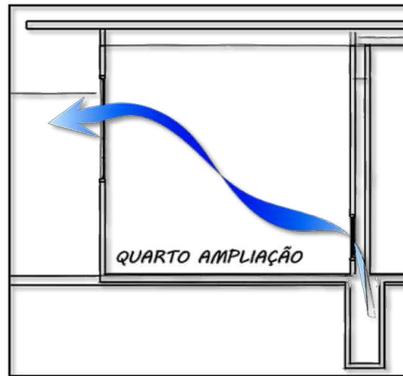


Figura 149: Corte Galeria de ventilação – Esquema saída de ar.
Fonte: Própria

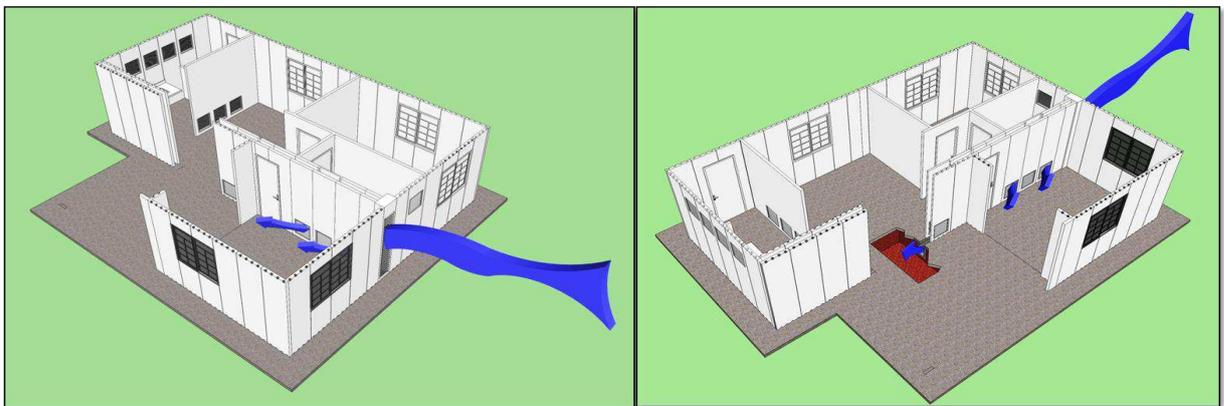


Figura 150: Perspectivas Ilustrativas - Entrada de vento por esquadria externa e distribuição do ar nos ambientes internos.

Fonte: Própria

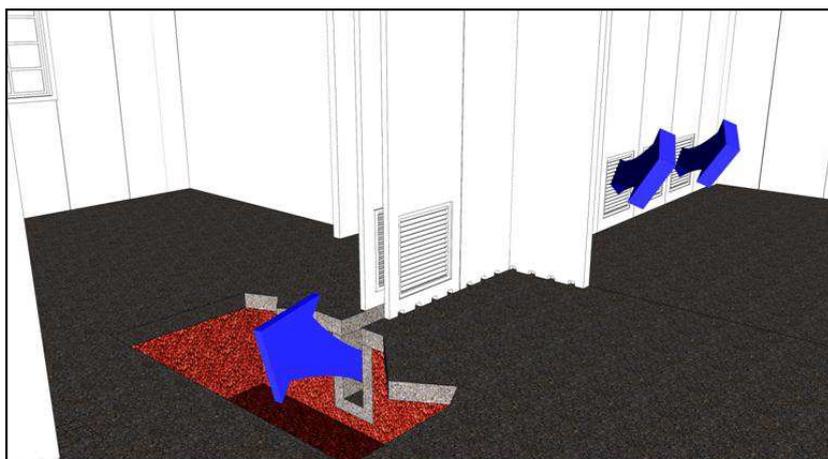


Figura 151: Detalhe Galeria de Ventilação – Circulação do ar para o interior da habitação.

Fonte: Própria

10.7.9 Utilização de águas pluviais

Para coleta de água pluvial, será instalada uma “viga-calha” em argamassa armada e com caráter duplo, que aja tanto como estrutura quanto como receptor de águas pluviais. Nesta função, a “viga-calha” receberá o fluxo de água e encaminhará para um reservatório inferior para seu reuso.

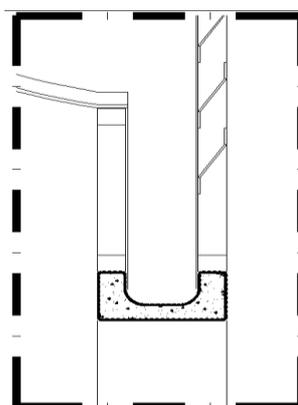


Figura 152: Detalhe da ‘viga calha’ em argamassa armada utilizada no projeto modelo.
Fonte: Própria.

O desenvolvimento de sistema de reuso de água para o projeto modelo proposto deverá ser simplificado, em vista do orçamento reduzido imposto para construção. Assim, o remanejamento das águas levadas para reservatório inferior deverá ocorrer manualmente.

Os sistemas mais elaborados, no entanto, por apresentarem elevado custo de instalação, podem assumir uma relação custo-benefício satisfatória em um conjunto habitacional, onde um grupo de casas se beneficiará do sistema. A figura a seguir mostra um esquema simplificado de aproveitamento de águas pluviais, que consiste na captação, filtragem e bombeamento para um reservatório com desnível para suprimento por gravidade.

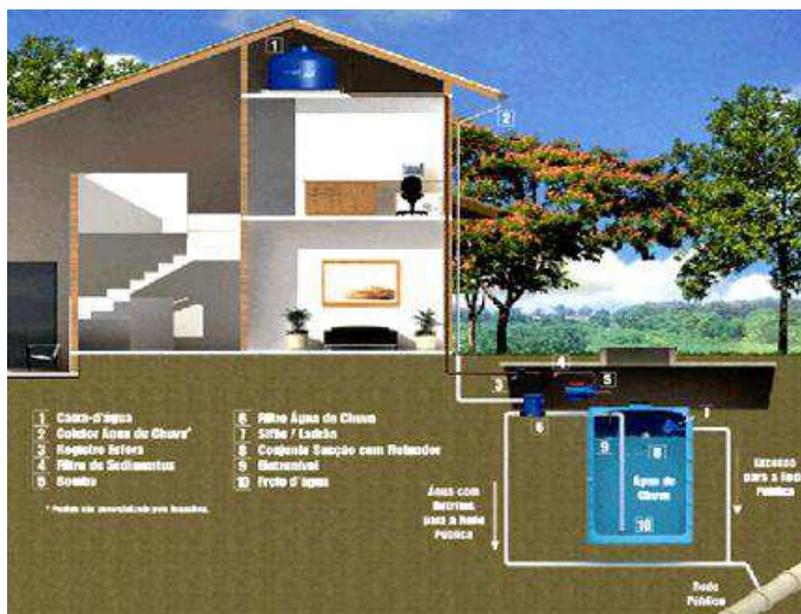


Figura 153: Esquema genérico com sistema de reuso de água para um conjunto de habitações.
Fonte: <http://seferin.com.br>

10.8 PERSPECTIVAS ILUSTRATIVAS

A fim de chegar mais próximo da realidade, desenvolveu-se um protótipo digital para melhor visualização da concepção projetual:



Figura 154: Perspectiva Ilustrada - Fachada Frontal.
Fonte: Própria



Figura 155: Perspectiva Ilustrada - Fachada Posterior.
Fonte: Própria

A extensão do modelo eletrônico permitiu, ainda, a simulação do projeto modelo com opção ampliada:



Figura 156: Perspectiva Ilustrada - Fachada Frontal - Habitação Ampliada.
Fonte: Própria



Figura 157: Perspectiva Ilustrada - Fachada Posterior - Habitação Ampliada.
Fonte: Própria

O layout interno da habitação pode ser visto a seguir:



Figura 158: Perspectiva Ilustrada - Sala de Estar.
Fonte: Própria



Figura 159: Perspectiva Ilustrada - Cozinha.
Fonte: Própria

11 CONCLUSÃO

Em face do que vimos nesse trabalho, verificou-se que a problemática da habitação no Brasil está pautada na razão desproporcional entre demanda social e ações públicas, tendo como consequência o aumento do déficit habitacional. Porém, deve-se evitar o equívoco de tratar esse assunto apenas da perspectiva quantitativa, sendo necessário que haja um provimento qualitativo das habitações, abstendo-se do valor mercadológico da edificação e priorizando o bem estar dos seus usuários.

Nesse sentido, comprovou-se que as concepções arquitetônicas de Lelé e seus preceitos sustentáveis de economia construtiva, funcionalidade do espaço, respeito ao meio e ao homem e adoção do método de industrialização da construção, são uma possível solução para o déficit habitacional. Além disso, a formulação de metodologias que analisem desde as condicionantes climáticas até o desenvolvimento de elementos funcionais, podem gerar projetos arquitetônicos singulares, fornecendo qualidade e conforto ambiental para edificação.

A respeito da qualidade ambiental, destacaram-se as estratégias para alcançar conforto ambiental, em particular a ventilação e a iluminação natural, protagonistas na concepção do projeto em face de sua capacidade em determinar a forma e posição da edificação e auxiliar o seu desempenho e a eficiência da moradia.

Ademais, constatou-se que o uso de componentes arquitetônicos, a exemplo dos '*sheds*', brises e galerias de ventilação, são excelentes para suprir as necessidades de conforto do ambiente, filtrando a radiação solar excessiva e permitindo a circulação dos ventos no interior da habitação.

Em relação ao processo construtivo, o sistema da pré-fabricação e o uso da técnica da argamassa armada são dois pontos trabalhados ao longo da carreira de Lelé e que se mostraram de extrema relevância no âmbito da construção, uma vez que proporcionaram resultados benéficos, em termo de custo e procedimento. Percebeu-se, ainda que o uso de tais técnicas são compatíveis e resolutivas, diante da demanda habitacional do país.

Enfim, para demonstrar a aplicabilidade dos princípios e concepções arquitetônicas de Lelé no âmbito da construção civil, das técnicas e materiais

construtivos desenvolvidos por ele, desenvolveu-se um projeto modelo de habitação, que relaciona técnica e inovação projetual. O uso dos dispositivos funcionais e estéticos nesse projeto modelo reforçou os benefícios causados pelas estratégias de conforto e produzia uma habitação coerente com a sustentabilidade em questão e as relações do meio e do homem.

Desse modo, consolidou-se na teoria e prática uma arquitetura que poderá servir de lição sobre como lidar sensível e positivamente com as questões de sustentabilidade, a exemplo do que faz Lelé em sua carreira.

Finalmente, comprovamos que a obra de Lelé é um objeto de extrema importância na desconstrução da atuação do arquiteto no campo da produção industrial de edificações. Assim, como possibilidade de trabalho futuro, vislumbra-se a continuação do Estudo Preliminar desse projeto, com objetivo de atingir um maior nível de detalhamento das técnicas a favor da construção popular sustentável.



Quando questionado sobre a maestria e autoridade na sua obra, Lelé responde: *“Que nada, gente, sou apenas um aprendiz há mais tempo.”*

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575-1**: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho: Parte 1: requisitos gerais. ABNT: Rio de Janeiro, 2008.

ABIKO, A. K. **Introdução à gestão habitacional**. Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da USP (EPUSP), TT/PCC/12, São Paulo, 1995. Disponível em <<http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/ttcap12.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2013.

ARAÚJO, Carla Varela de Albuquerque. **Análise de componentes arquitetônicos para potencialização da ventilação natural com ênfase em captadores de vento**. Dissertação (Pós Graduação) - UFRN, Natal, 2011.

BOTEGA, Leonardo da Rocha. Política Habitacional no Brasil (1930-1990). **REVELA - Periódico de Divulgação Científica da FALS**. Praia Grande, n. 2, mar.,2008, n. 2. Disponível em <<http://www.fals.com.br/revela10/politicahabitacional.pdf>> Acesso em: 15 de maio de 2013.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

DURANS, Joana dos Santos. **Habitação social com qualidade ambiental**. Monografia (Graduação) – UEMA, São Luís, 2011.

FIGUEROLA, Valentina N. Razão, Sensibilidade e Maestria. **AU: Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo,n. 175, p34-41, out, 2008.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (FJP). (1995) **Déficit habitacional no Brasil**. Belo Horizonte: Centro de Estudos Políticos e Sociais. 345p

GARROCHO, Juliana Saiter. **Luz natural e projeto de arquitetura: Estratégias para Iluminação Zenital em Centros de Compras**. . Dissertação de Mestrado, UnB, Brasília, 2006.

GIVONI, Baruch. **Man, climate and architecture**. Israel Institute of technology, Applied Science Publishers Ltd. London, 1976

GUIMARÃES, Ana Gabriella Lima. **João Filgueiras Lima: o último dos modernistas**. São Paulo: Dissertação de Mestrado, EESC/USP, 2003.

GUIMARÃES, Ana Gabriella Lima. **A obra de João Filgueiras Lima no contexto da cultura arquitetônica contemporânea.** São Paulo: Tese de Doutorado, FAUUSP, 2010.

KEELER, Marian; BURKE, Bill. **Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis.** Porto Alegre: Bookman, 2010.

KOWALTOWSKI, D.C.C.K.; MOREIRA, D.C.; PETRECHE, J.R.D; FABRÍCIO M. **O processo de projeto em arquitetura: da teoria a tecnologia.** São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LAMBERTS, R; DUTRA, L; PEREIRA F. **Eficiência Energética na Arquitetura.** São Paulo: Editora PW, 1997. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br>> Acesso em: 06 de maio de 2013.

LATORRACA, Giancarlo; RISSELADA, Max. **A Arquitetura de Lelé: fábrica e invenção de João Filgueiras Lima.** São Paulo: Imprensa Oficial, 2010.

LATORRACA, Giancarlo. **João Filgueiras Lima – Lelé.** São Paulo: Instituto Lina Bo e Pietro Maria Bardi, 2000.

LEAL, Ledy Valporto. Técnica e arte a serviço da cura. **AU: Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, n. 175, p48-57, out, 2008.

LEITE, M. A. D’Azevedo; REBELLO, Yopanan. Architekton Lelé o mestre da arte de construir. **AU: Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, n. 175, p72-77, out, 2008.

LIMA, J.F. Argamassa solidária: instalação de apoio a hospital prova que elementos pré-moldados combinam com uma arquitetura rica e criativa. **AU: Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, n. 95, p66-71, abr./mai, 2001.

LIMA, Rayana de Abreu. **Diretrizes para o emprego da Arquitetura bioclimática em edificações residenciais de São Luís.** Monografia (Graduação) – UEMA, São Luís, 2011.

LUKIANCHUKI, M. A.; CARAM, R. M. **Estratégias de Insolação e Iluminação natural na obra de João Filgueiras Lima, Lelé: hospitais Sarah de Salvador e do Rio de Janeiro.** In: XI ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e VII ELACAC - Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Buzios – RJ, agosto de 2011.

MACHADO, Isis Faria. **Cartilha: procedimentos básicos para uma arquitetura no trópico úmido.** São Paulo: Pini, 1986.

MORAES, O. B. de.; SANTANA, M. J. A. **Tecnologia, Habitação e Desenvolvimento Sustentável**. In: III ENECS – Encontro Nacional Sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. Brasília – DF, agosto de 2003.

MOTTA, Luana Dias. **A questão da habitação no Brasil: políticas públicas, conflitos urbanos e o direito à cidade**. Disponível em: <http://conflito.sambientaismg.lcc.ufmg.br/geral/anexos/txt_analitico/MOTTA_Luana_A_questao_da_habitacao_no_Brasil.pdf>. Acesso em: 15 de maio de 2013.

OSÓRIO, Letícia Marques. **Direito à moradia no Brasil**. Fórum Nacional de Reforma Urbana. Texto elaborado (COHRE) por delegação do Fórum Nacional da Reforma Urbana, 2004. Disponível em:< <http://pt.scribd.com/doc/51267800/1/I-HISTORICO-DA-HABITACAO-NO-BRASIL>>. Acesso em: 15 de maio de 2013.

PERÉN, Jorge I. M. **Ventilação e Iluminação naturais na Obra de João Filgueiras Lima, Lelé: Estudo dos hospitais da Rede Sarah Kubitschek Fortaleza e Rio de Janeiro**. Dissertação de Mestrado, USP São Carlos, 2006.

PEIXOTO, Elane Ribeiro. **Lelé, o arquiteto João da Gama Filgueiras Lima**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo, FAUUSP, 1996.

PORTO, Cláudia Estrela. (2008) **O beijódromo de Darcy e Lelé: um presente para Brasília**. In: I ENANPARQ – I Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Rio de Janeiro – RJ, novembro e dezembro de 2010.

RELATÓRIO BRUNDTLAND, 1987. Disponível em: <http://200.144.189.36/phd/default.aspx?id=24&link_uc=disciplina>. Acessado em: 14 de maio. 2013.

ROSÁRIO, Rosângela Ribeiro. **Arquitetura Bioclimática: estratégias de projeto para reduzir o consumo energético em edifícios residenciais**. Monografia (Graduação) – UEMA, São Luís, 2006.

RIVERO, R. **Acondicionamento térmico natural: arquitetura e clima**. Porto Alegre, 1985: Ed. da Universidade.

RODRIGUES, Ana Paula Lopes. **Habitação Unifamiliar Sustentável**. Monografia (Graduação) – UEMA, São Luís, 2011.

VILELA JÚNIOR, Adalberto José. **A casa na obra de João Filgueiras Lima, Lelé**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2011.

ANEXOS

ANEXO – A: TABELA SINDUSCOM (MA)

[Parte integrante da tabela oficial fornecida pelo site da SINDUSCOM – MA]

**CUSTO UNITÁRIO BÁSICO POR M² (CUB/M²) DO MA
MAIO/2013**

O Custo Unitário Básico de construção por M², é calculado conforme o artigo 54 da Lei 4.591 de 16/12/64 e o disposto na NBR 12.721-2006 da ABNT, com os insumos ajustados conforme o SINDUSCON/MA. Na formação destes custos unitários básicos, não foram considerados os seguintes itens, que deverão ser levados em conta na determinação dos preços por M² de construção, de acordo com o estabelecido no projeto e especificações correspondentes a cada caso particular: fundações especiais, elevadores, instalações de incêndio, ar condicionado, calefação, telefone interno, fogões, aquecedores, play grounds, e equipamentos de garagem, etc., obras complementares de terraplenagem, urbanização, recreação, ajardinamento, ligações de serviços públicos, etc., despesas com instalação, funcionamento e regulamentação do condomínio, além de outros serviços especiais, impostos e taxas, projetos incluindo despesas com corretagem e publicidade; entre outros. O tipo de edificação padrão para definição do CUB/M²-MA é o "residencial" de oito (08) pavimentos (R-8), acabamento "normal".

Compõem a norma NBR 12.721-2006 os seguintes projetos-padrão:

- Padrão Baixo ⇨ Residência Unifamiliar (R1), Prédio Popular (PP-4), Residência Multifamiliar (R8) e Projeto de Interesse Social-(PIS);
- Padrão Normal ⇨ Residência Unifamiliar (R1), Prédio Popular (PP-4), Residência Multifamiliar (R8) e Residência Multifamiliar (R16);
- Padrão Alto ⇨ Residência Unifamiliar (R1), Residência Multifamiliar (R8) e Residência Multifamiliar (R16);
- Comercial Normal ⇨ Comercial Andar Livre (CAL-8), Comercial Salas e Lojas (CSL-8) e Comercial Salas e Lojas (CSL-16);
- Comercial Alto ⇨ Comercial Andar Livre (CAL-8), Comercial Salas e Lojas (CSL-8) e Comercial Salas e Lojas (CSL-16);
- Residência Popular (RP1Q);
- Galpão Industrial (GI).

SINDUSCON-MA / MAIO DE 2013

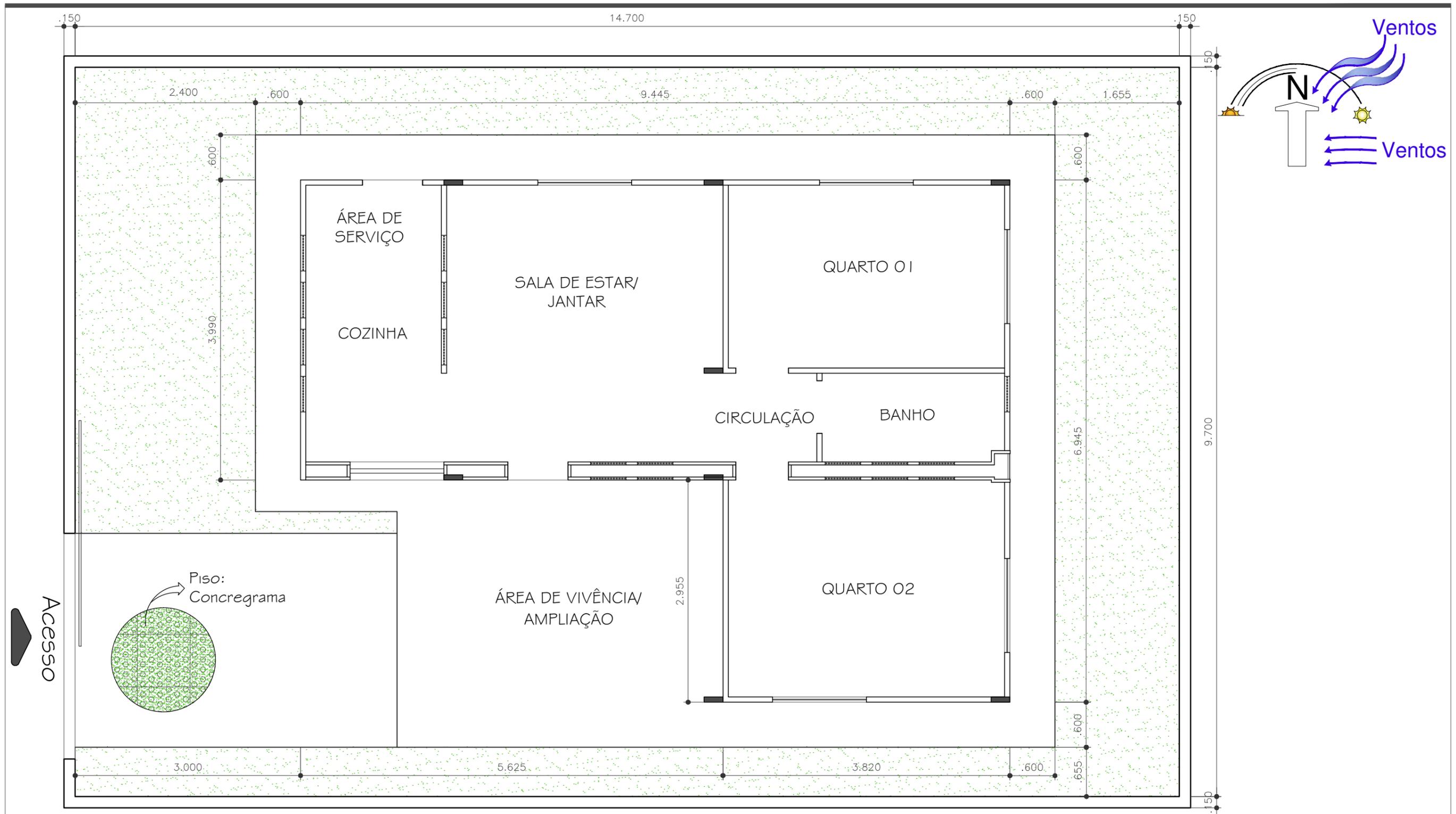
RESIDENCIAIS

	PADRÕES	VALORES EM R\$
	R-1	938,06
ACABAMENTO	PP-4	903,11
BAIXO	R-8	859,36
	PIS	698,55

APÊNDICES

APÊNDICE 1

(PLANTA DE IMPLANTAÇÃO/ SITUAÇÃO – FAVORÁVEL)



Implantação - Orientação Favorável

Esc.: 1/50

UEMA - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

CURSO:
ARQUITETURA E URBANISMO

ALUNA | CÓDIGO:
CAMILLA SOUSA COSTA | 08132.19

PROJETO
PROJETO MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR

DESENHO:
PLANTA DE IMPLANTAÇÃO - ORIENTAÇÃO FAVORÁVEL

DATA:
AGO. 2013

MODIFICADO EM:
JUL. 2013

ESCALA:
1/50

FORMATO:
A3

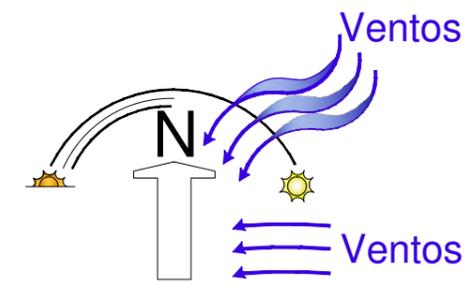
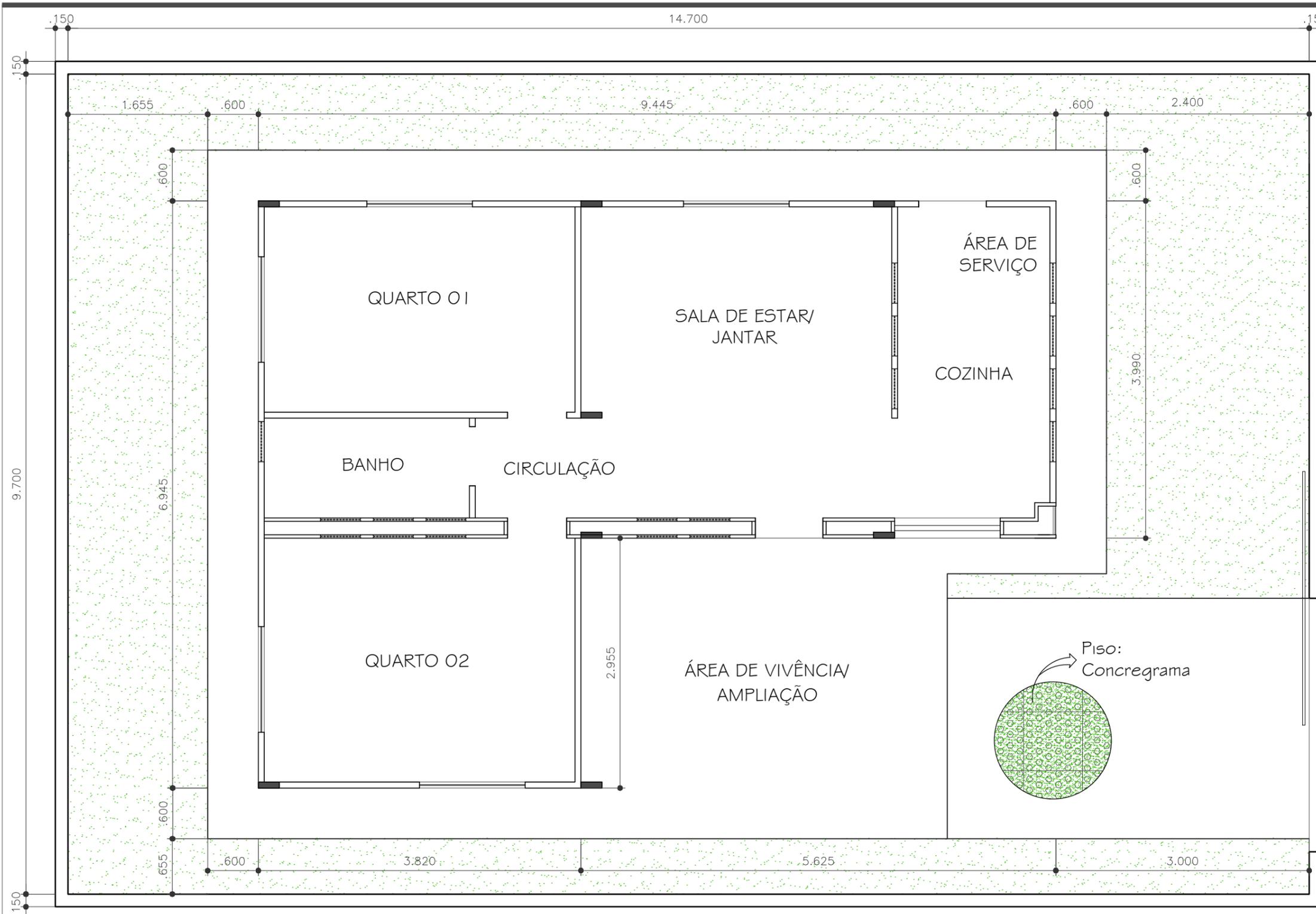


PRANCHA:

01/14

APÊNDICE 2

(PLANTA DE IMPLANTAÇÃO/ SITUAÇÃO - DESFAVORÁVEL)

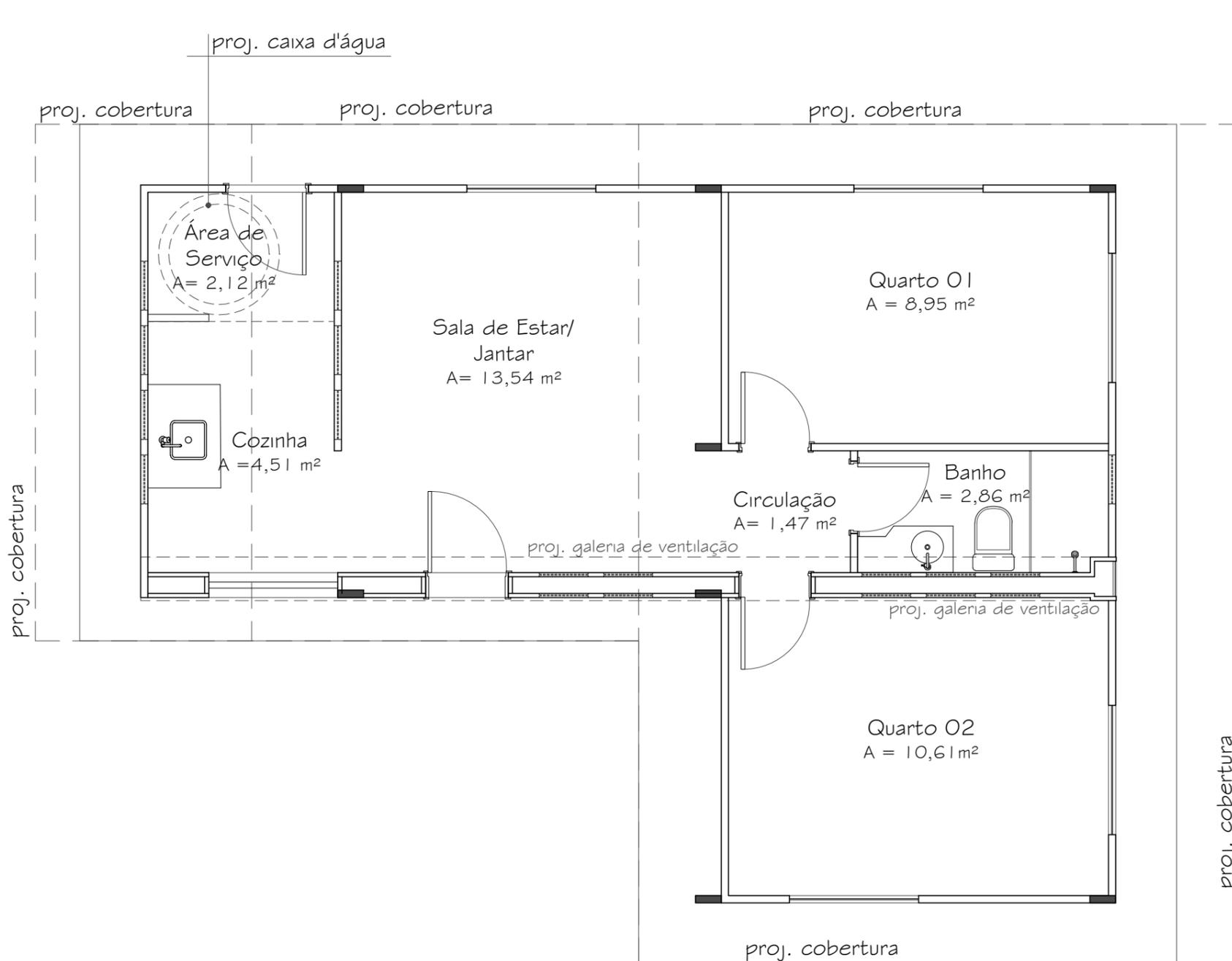


↑ Acesso

Implantação - Orientação Desfavorável
Esc.: 1/50

UEMA - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO				
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO		ALUNA CÓDIGO: CAMILLA SOUSA COSTA 08132.19		
PROJETO PROJETO MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR				PRANCHA: 02/14
DESENHO: PLANTA DE IMPLANTAÇÃO - ORIENTAÇÃO DESFAVORÁVEL				
DATA: AGO. 2013	MODIFICADO EM: JUL. 2013	ESCALA: 1/50	FORMATO: A3	

APÊNDICE 3
(PLANTA BAIXA – BASE)

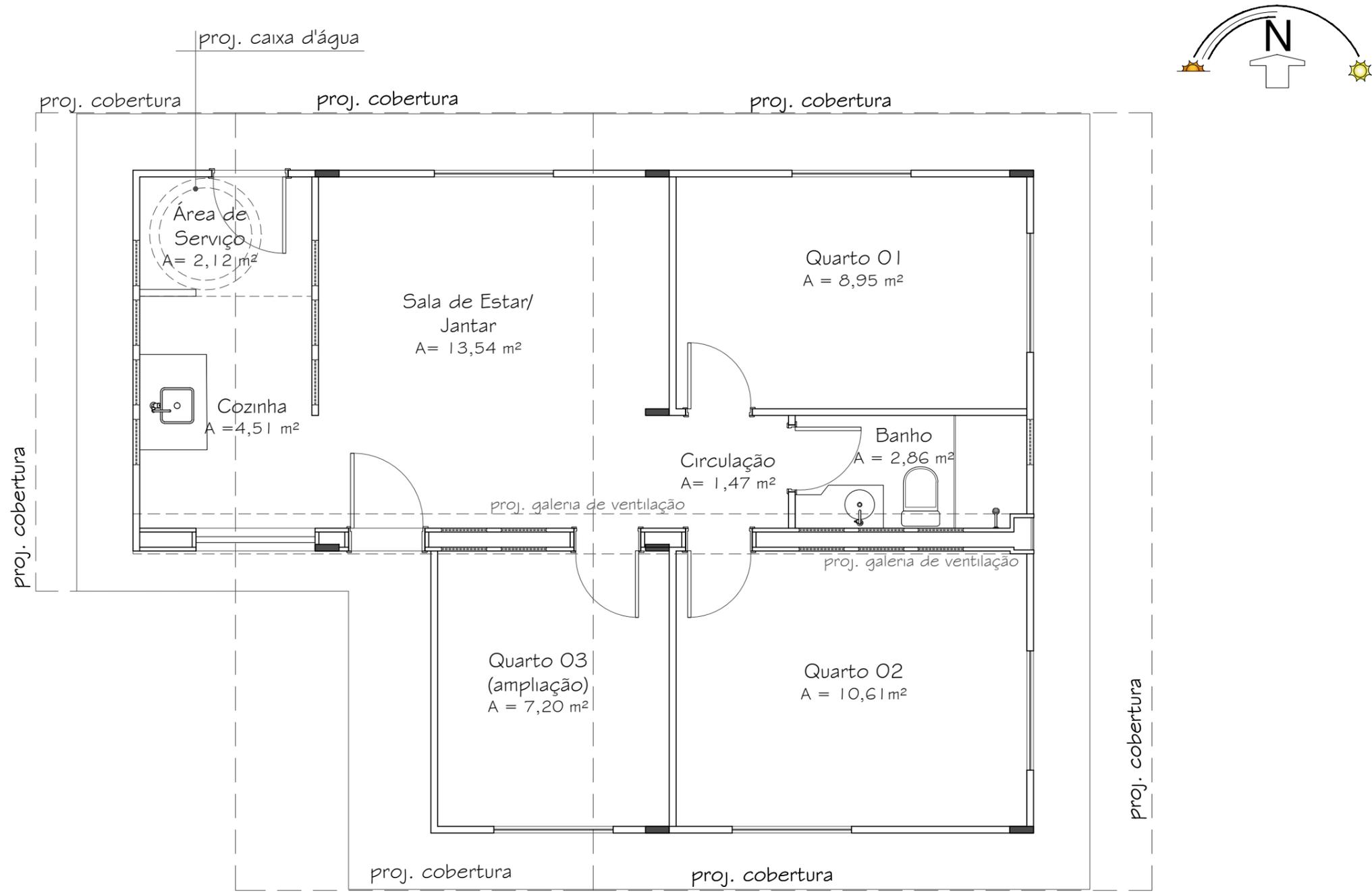


Planta Baixa - Base

Esc.: 1/50

UEMA - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO				
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO		ALUNA CÓDIGO: CAMILLA SOUSA COSTA 08132.19		
PROJETO PROJETO MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR				PRANCHA: 03/14
DESENHO: PLANTA BASE - UNIDADE HABITACIONAL				
DATA: AGO. 2013	MODIFICADO EM: JUL. 2013	ESCALA: 1/50	FORMATO: A3	

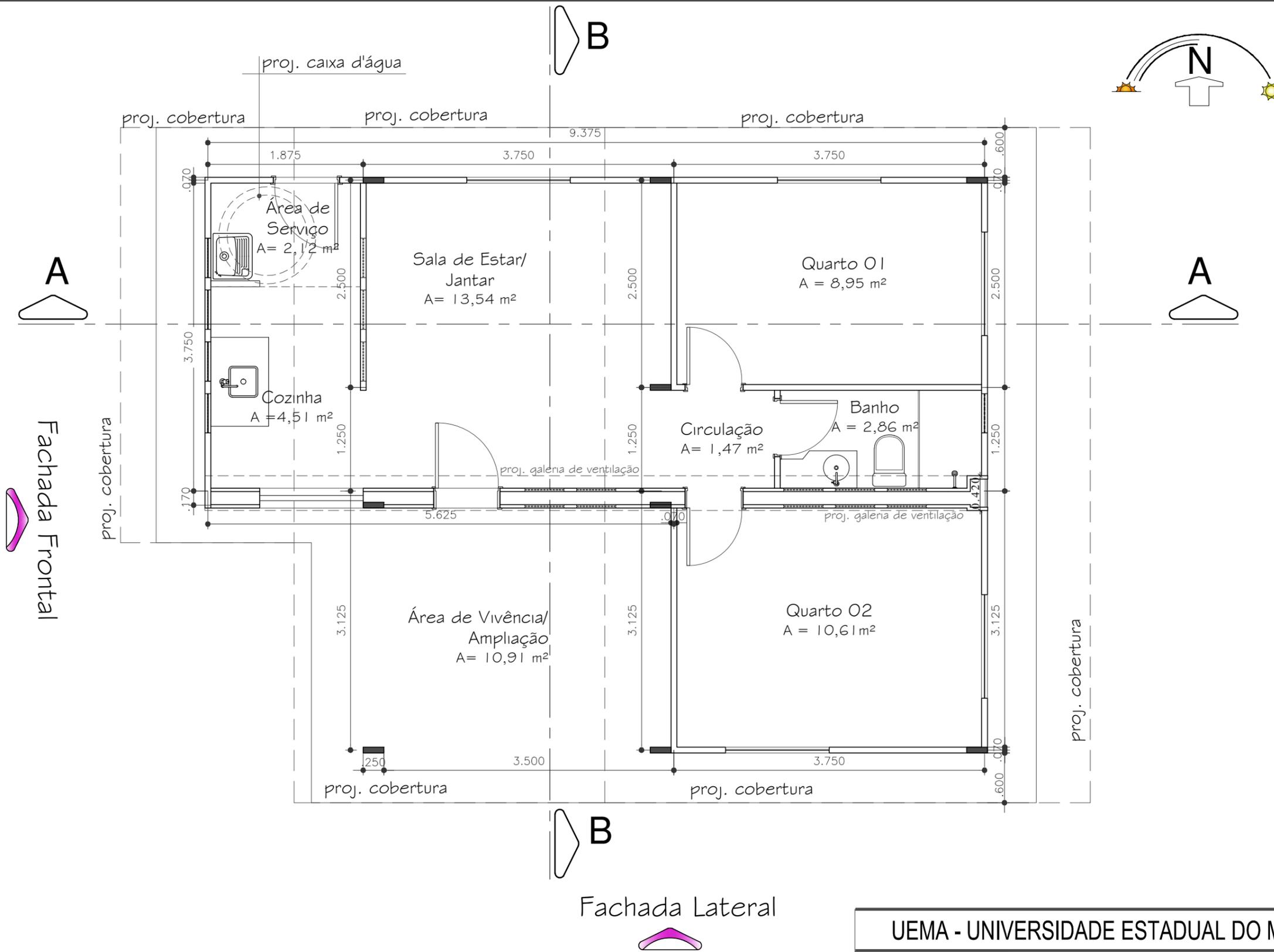
APÊNDICE 4
(PLANTA BAIXA – AMPLIADA)



Planta Baixa - Ampliada
Esc.: 1/50

UEMA - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO				
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO		ALUNA CÓDIGO: CAMILLA SOUSA COSTA 08132.19		
PROJETO PROJETO MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR				PRANCHA: 04/14
DESENHO: PLANTA BASE - UNIDADE HABITACIONAL				
DATA: AGO. 2013	MODIFICADO EM: JUL. 2013	ESCALA: 1/50	FORMATO: A3	

APÊNDICE 5
(PLANTA BAIXA – UNIDADE HABITACIONAL)



Planta Baixa - Unidade Habitacional

Esc.: 1/50

UEMA - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

CURSO:
ARQUITETURA E URBANISMO

ALUNA | CÓDIGO:
CAMILLA SOUSA COSTA | 08132.19

PROJETO
PROJETO MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR

DESENHO:
PLANTA BAIXA - UNIDADE HABITACIONAL

DATA:
AGO. 2013

MODIFICADO EM:
JUL. 2013

ESCALA:
1/50

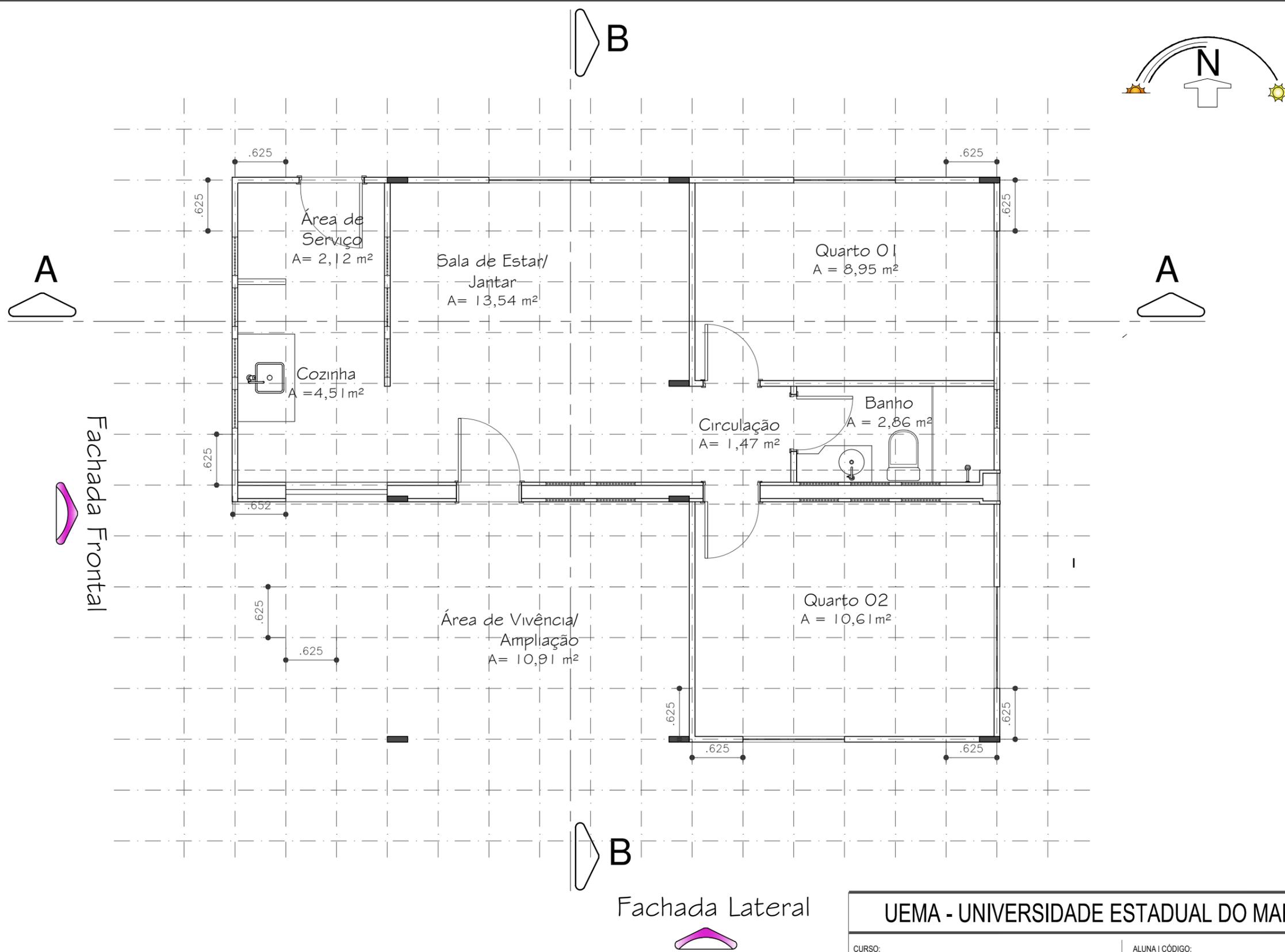
FORMATO:
A3



PRANCHA:

05/14

APÊNDICE 6
(PLANTA BAIXA – EIXO DE MODULAÇÃO)



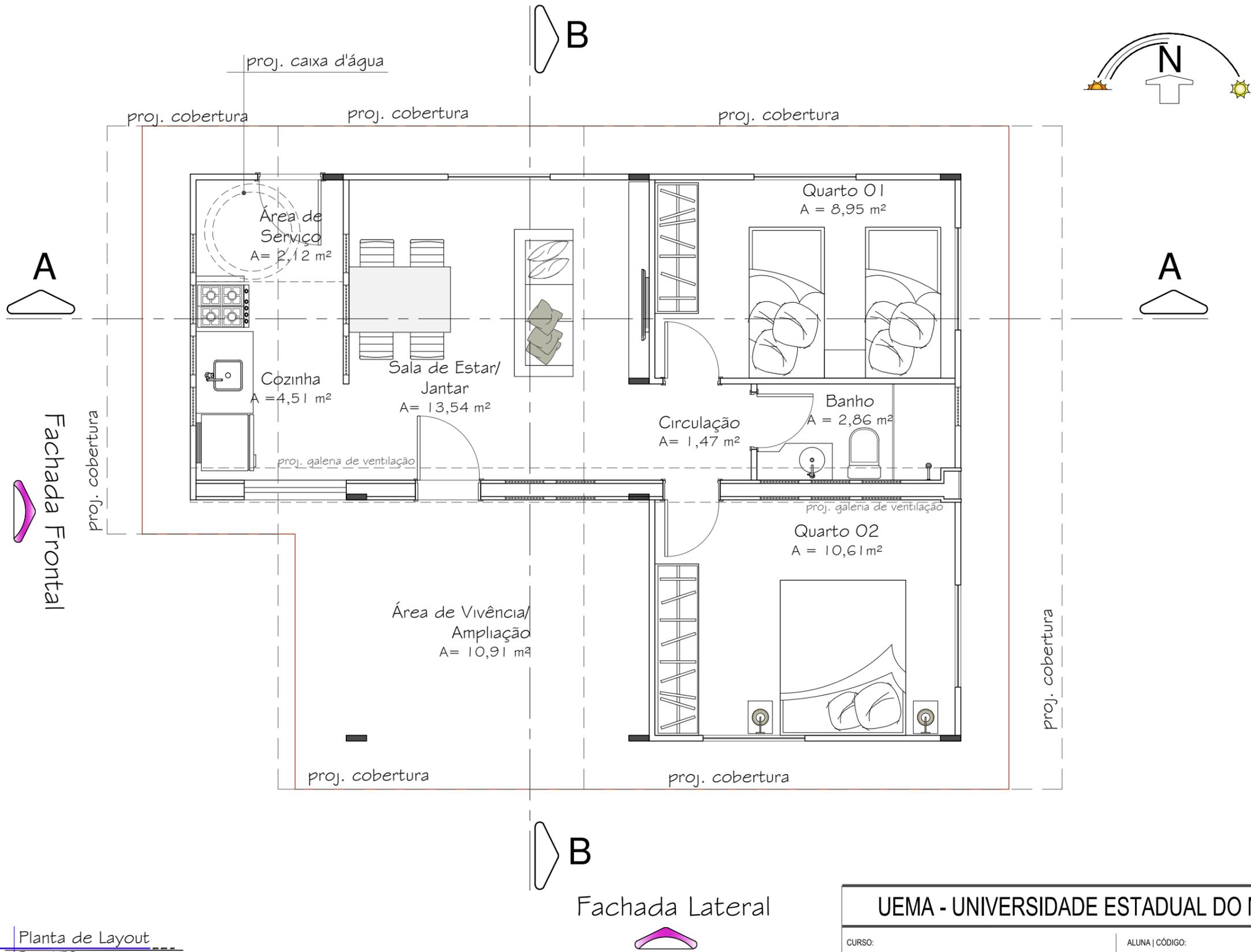
Planta Baixa (Eixos de Modulação)
Esc.: 1/50

UEMA - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO			
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO	ALUNA CÓDIGO: CAMILLA SOUSA COSTA 08132.19		
PROJETO PROJETO MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR			
DESENHO: PLANTA BAIXA - EIXO DE MODULAÇÃO			
DATA: AGO. 2013	MODIFICADO EM: JUL. 2013	ESCALA: 1/50	FORMATO: A3



PRANCHA:
06/14

APÊNDICE 7
(PLANTA DE LAYOUT)



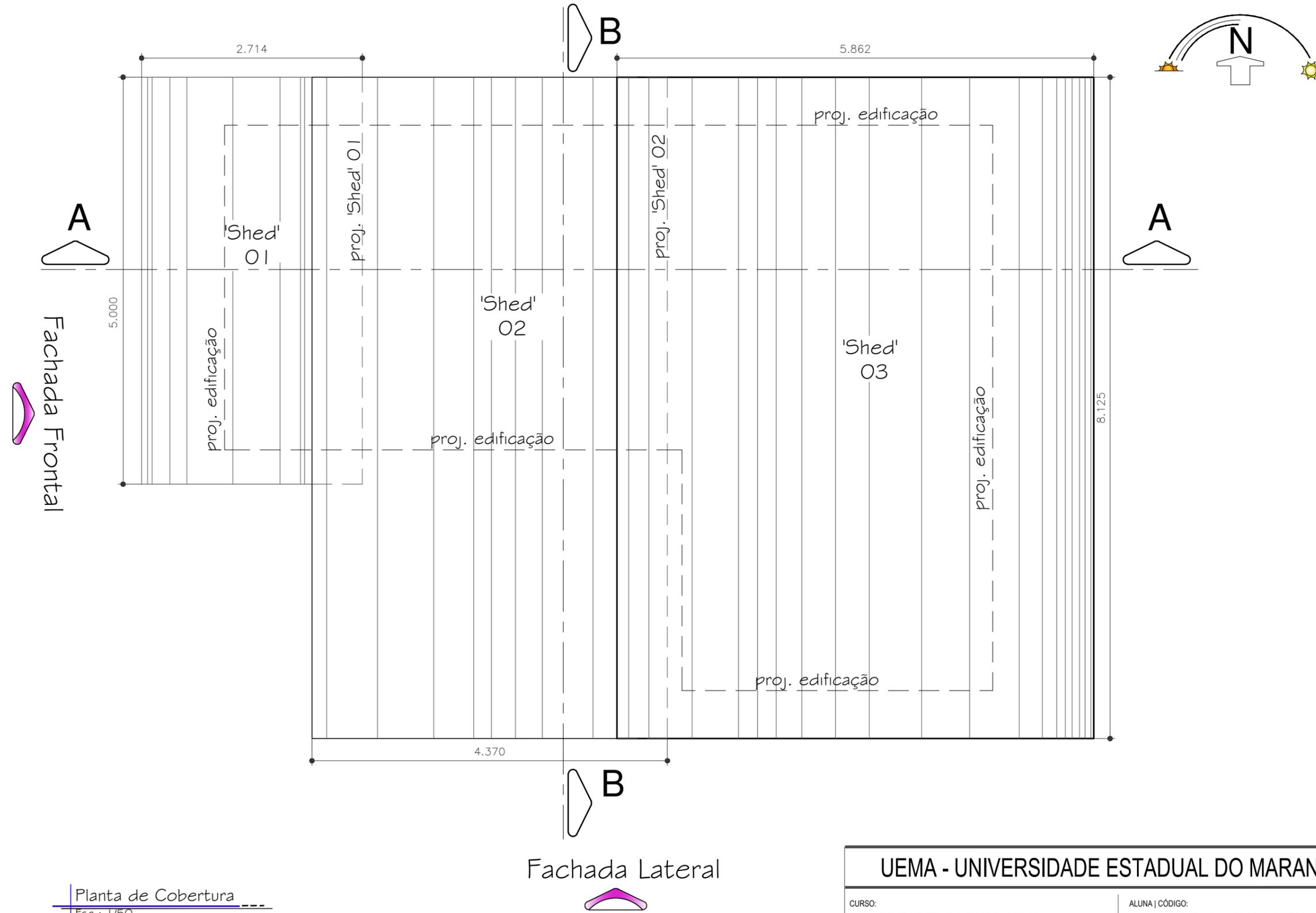
Planta de Layout
Esc.: 1/50

UEMA - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO			
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO	ALUNA CÓDIGO: CAMILLA SOUSA COSTA 08132.19		
PROJETO PROJETO MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR			
DESENHO: PLANTA DE LAYOUT			
DATA: AGO. 2013	MODIFICADO EM: JUL. 2013	ESCALA: 1/50	FORMATO: A3



PRANCHA:
07/14

APÊNDICE 8
(PLANTA DE COBERTURA)



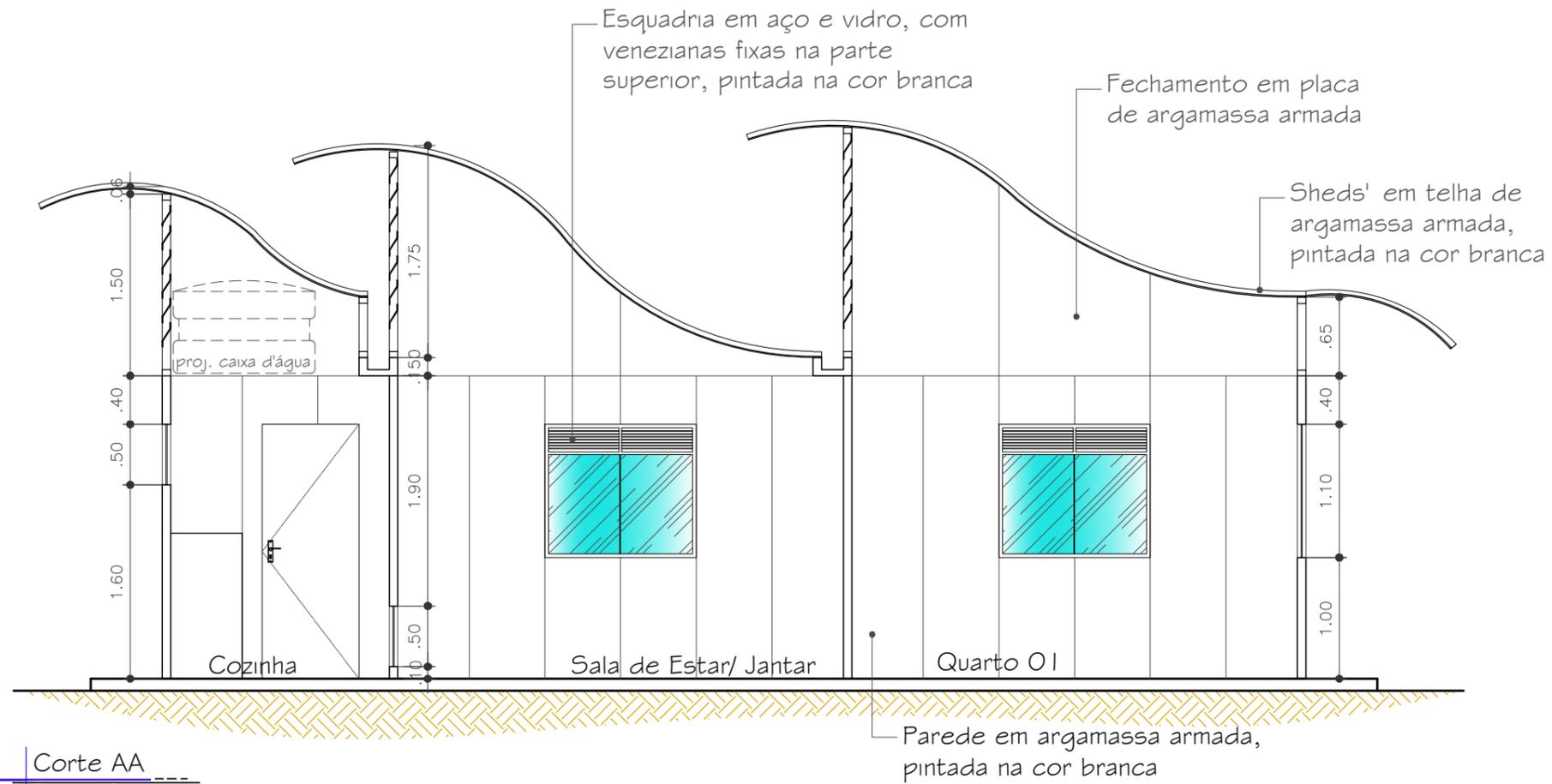
Planta de Cobertura
Esc.: 1/50

UEMA - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO			
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO	ALUNA CÓDIGO: CAMILLA SOUSA COSTA 08132.19		
PROJETO PROJETO MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR			
DESENHO: PLANTA DE COBERTURA			
DATA: AGO. 2013	MODIFICADO EM: JUL. 2013	ESCALA: 1/50	FORMATO: A3

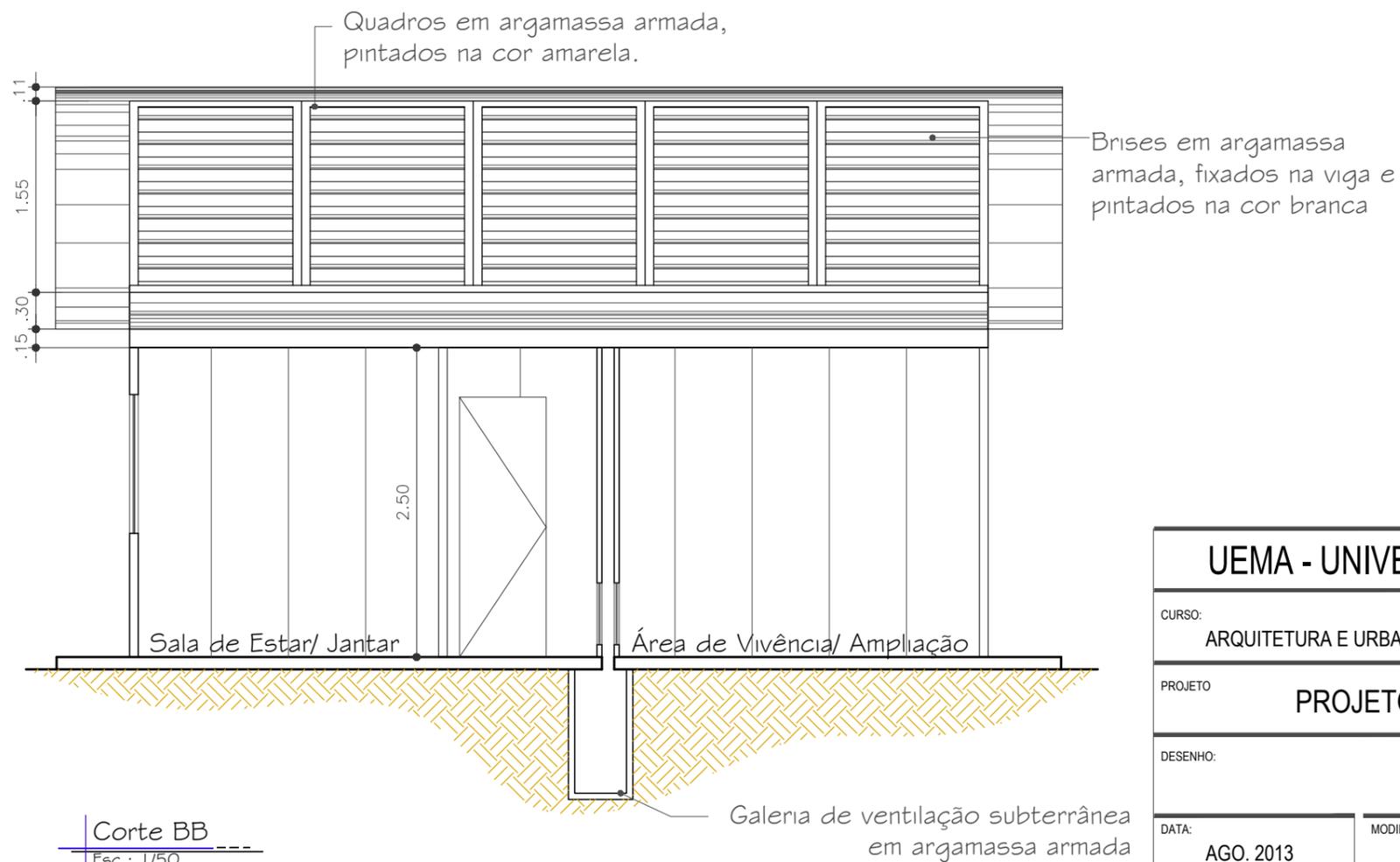


PRANCHA:
08/14

APÊNDICE 9
(CORTES)



Corte AA
Esc.: 1/50



Corte BB
Esc.: 1/50

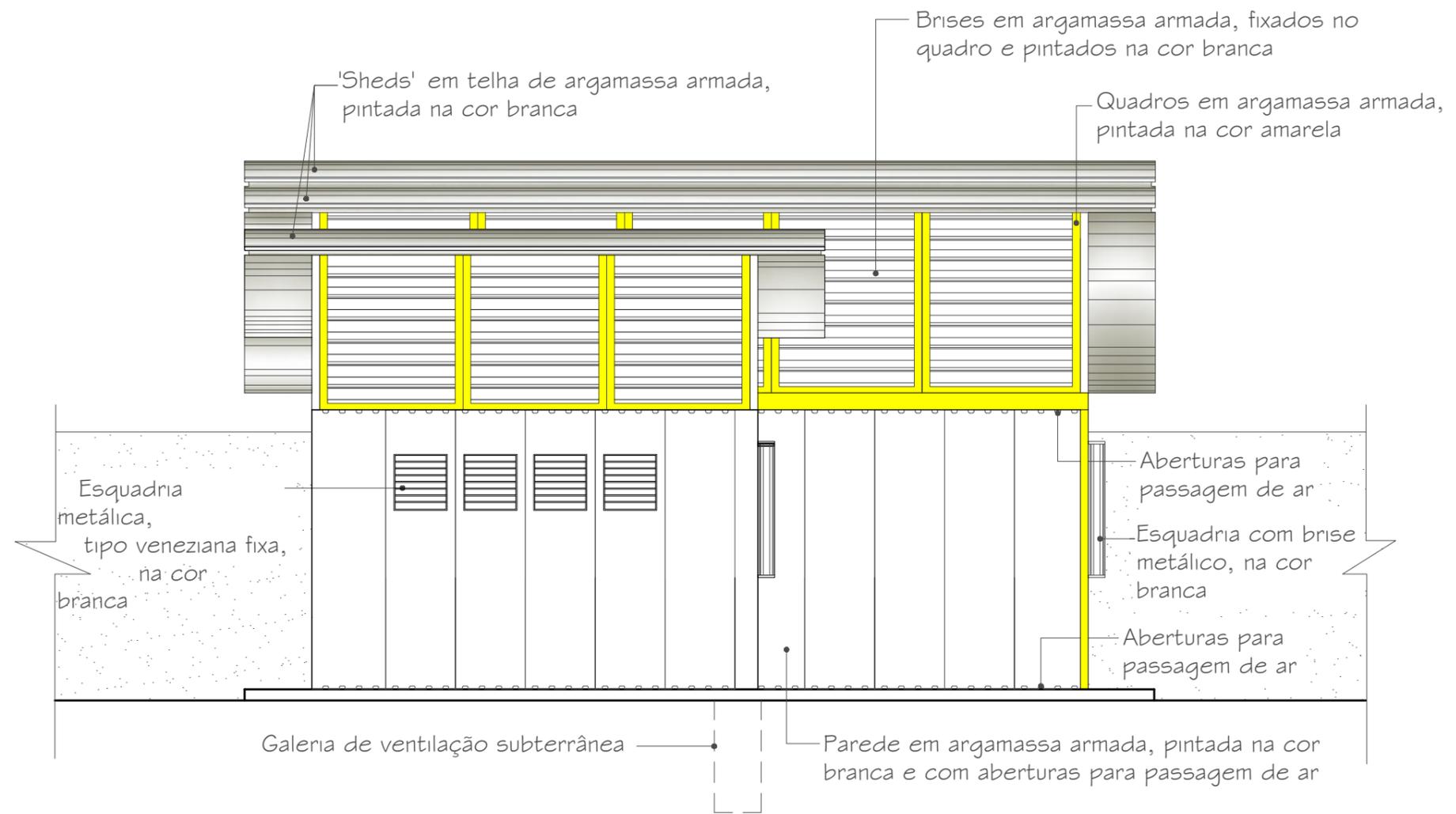
UEMA - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO			
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO	ALUNA CÓDIGO: CAMILLA SOUSA COSTA 08132.19		
PROJETO PROJETO MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR			
DESENHO: CORTE AA e CORTE BB			
DATA: AGO. 2013	MODIFICADO EM: JUL. 2013	ESCALA: 1/50	FORMATO: A3



PRANCHA:

09/14

APÊNDICE 10
(FACHADA FRONTAL)

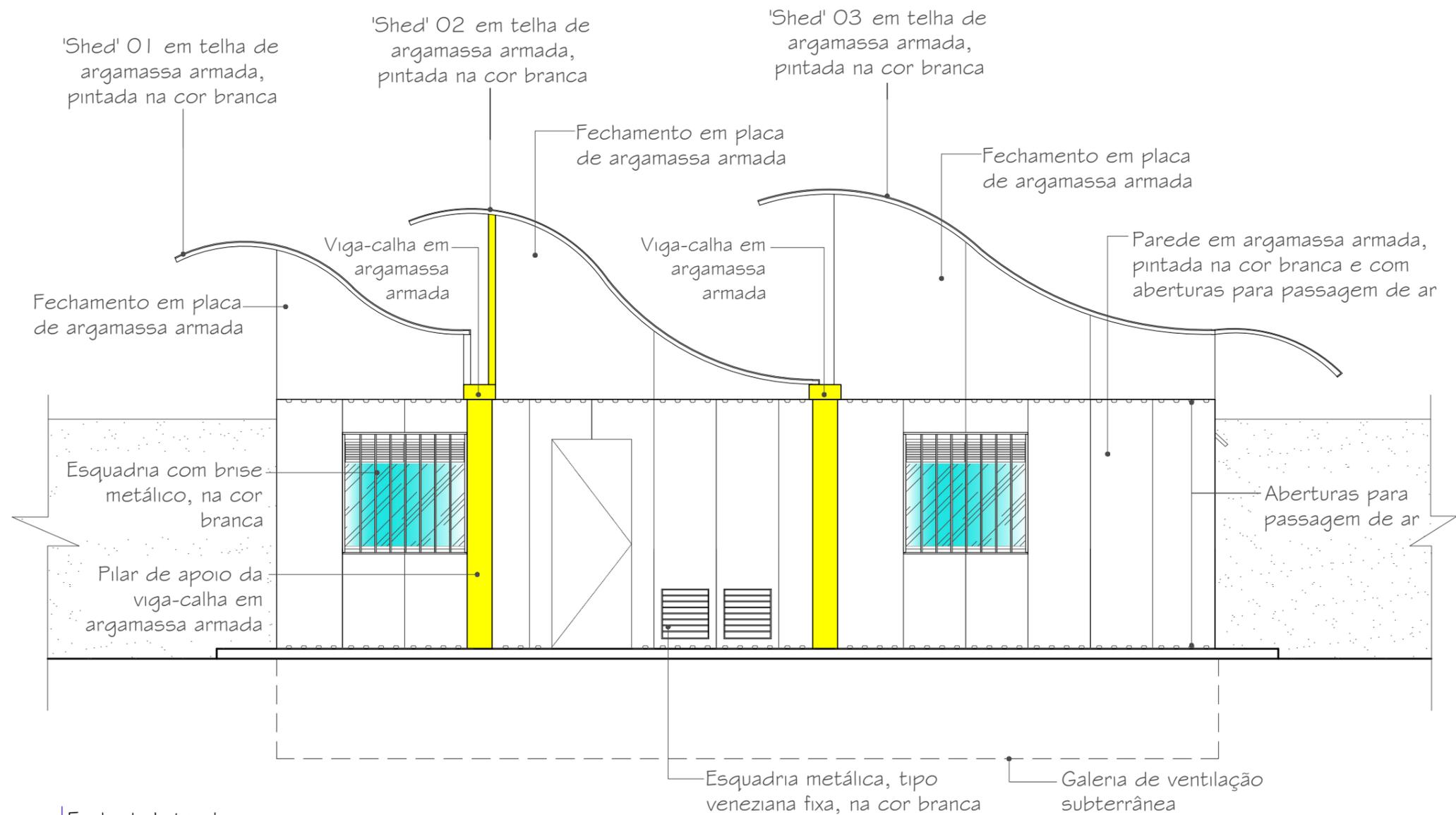


Fachada Frontal
Esc.: 1/50

UEMA - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO			
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO	ALUNA CÓDIGO: CAMILLA SOUSA COSTA 08132.19		
PROJETO PROJETO MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR			
DESENHO: FACHADA FRONTAL			
DATA: AGO. 2013	MODIFICADO EM: JUL. 2013	ESCALA: 1/50	FORMATO: A3
			PRANCHA: 10/14



APÊNDICE 11
(FACHADA LATERAL)



Fachada Lateral

Esc.: 1/50

UEMA - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

CURSO:
ARQUITETURA E URBANISMO

ALUNA | CÓDIGO:
CAMILLA SOUSA COSTA | 08132.19

PROJETO
PROJETO MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR

DESENHO:
FACHADA LATERAL

DATA:
AGO. 2013

MODIFICADO EM:
JUL. 2013

ESCALA:
1/50

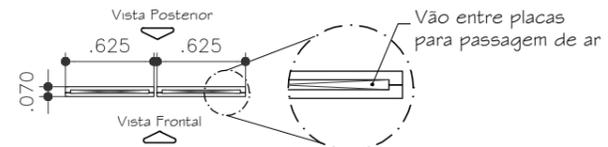
FORMATO:
A3



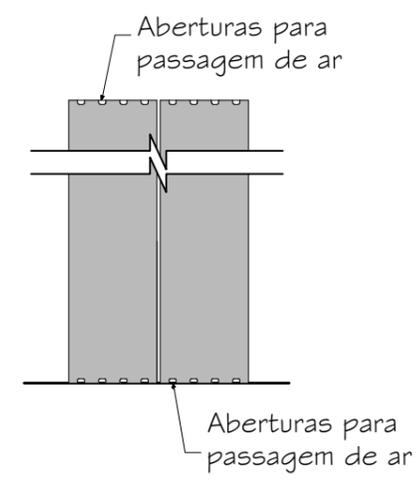
PRANCHA:

11/14

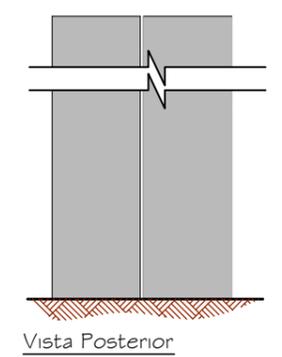
APÊNDICE 12
(DETALHES)



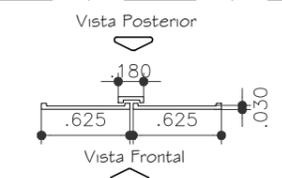
Parede Externa/ Detalhe
Esc.: 1/50



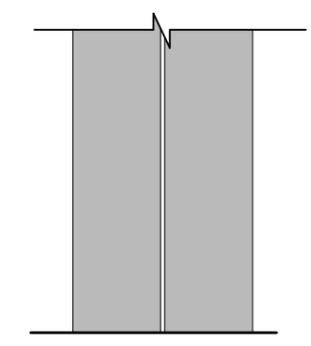
Vista Frontal - Parede Externa
(Com esquadria)
Esc.: 1/50



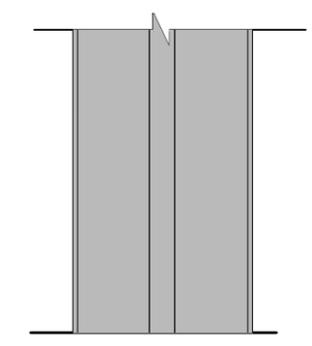
Vista Posterior - Parede Externa
(Com esquadria)
Esc.: 1/50



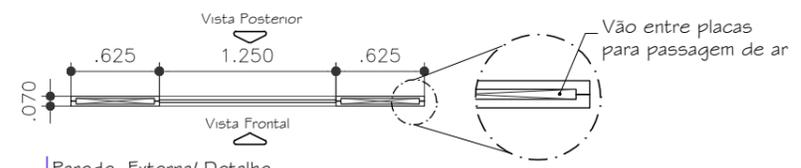
Parede Interna
Esc.: 1/50



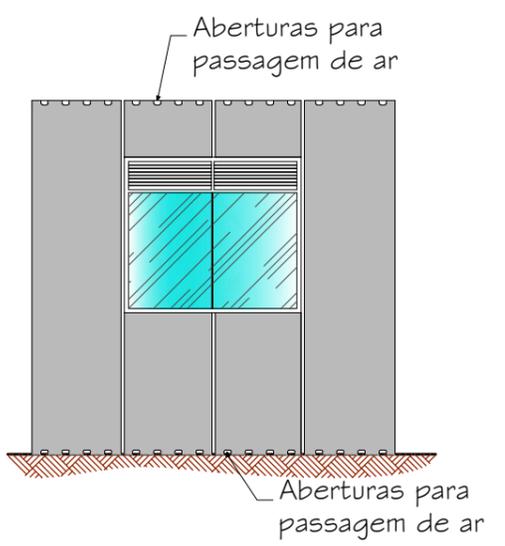
Vista Frontal - Parede Interna
(Com esquadria)
Esc.: 1/50



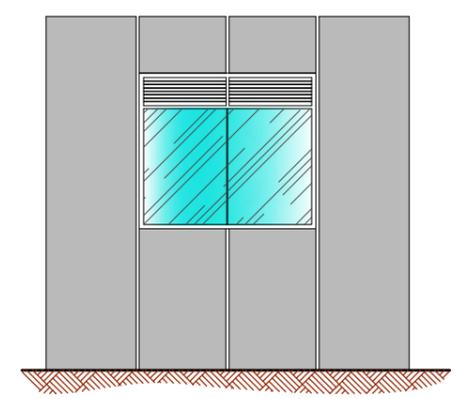
Vista Posterior - Parede Interna
(Com esquadria)
Esc.: 1/50



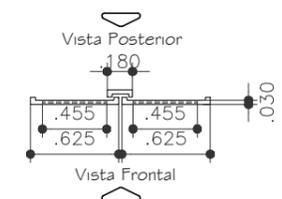
Parede Externa/ Detalhe
Com esquadria
Esc.: 1/50



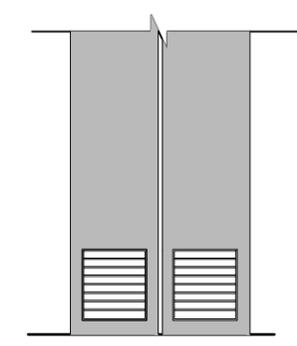
Vista Frontal - Parede Externa
(Com esquadria)
Esc.: 1/50



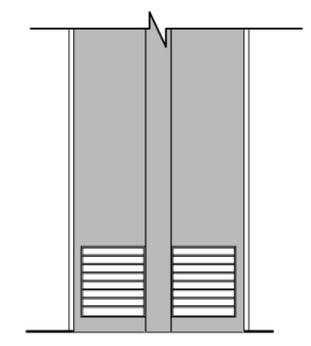
Vista Posterior - Parede Externa
(Com esquadria)
Esc.: 1/50



Parede Interna
(Com esquadria)
Esc.: 1/50



Vista Frontal - Parede Interna
(Com esquadria)
Esc.: 1/50



Vista Posterior - Parede Interna
(Com esquadria)
Esc.: 1/50

UEMA - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

CURSO:
ARQUITETURA E URBANISMO

ALUNA | CÓDIGO:
CAMILLA SOUSA COSTA | 08132.19

PROJETO
PROJETO MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR

DESENHO:
DETALHES: PEÇAS PRÉ-FABRICADAS DAS PAREDES

DATA:
AGO. 2013

MODIFICADO EM:
JUL. 2013

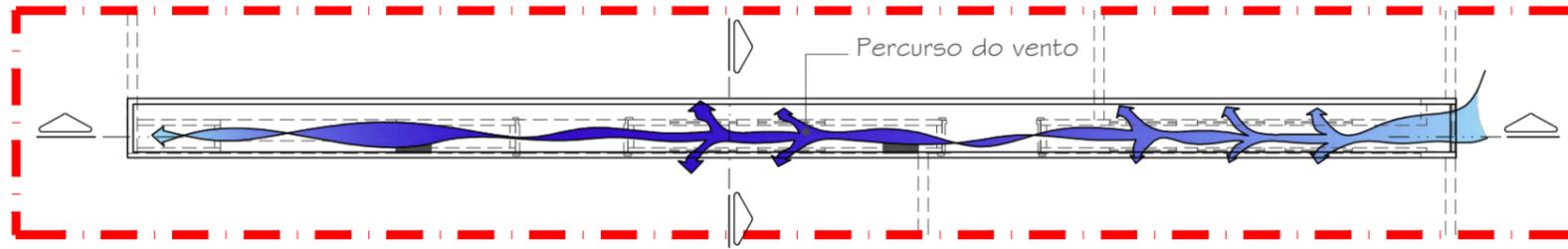
ESCALA:
1/50

FORMATO:
A3



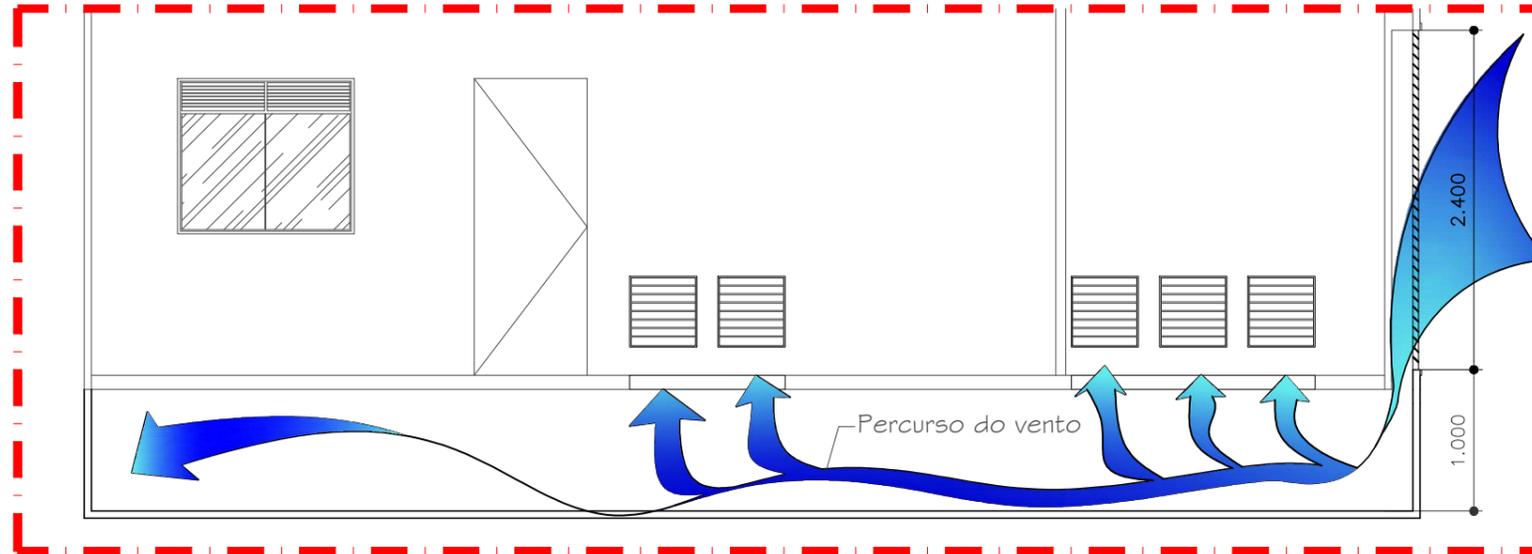
PRANCHA:
12/14

APÊNDICE 13
(DETALHE – GALERIA DE VENTILAÇÃO)



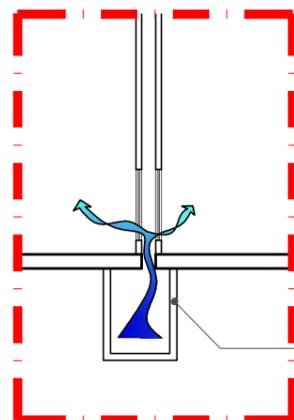
Detalhe Galeria de Ventilação - Planta Baixa

Esc.: 1/50



Galeria de Ventilação - Corte Longitudinal - Captação do ar

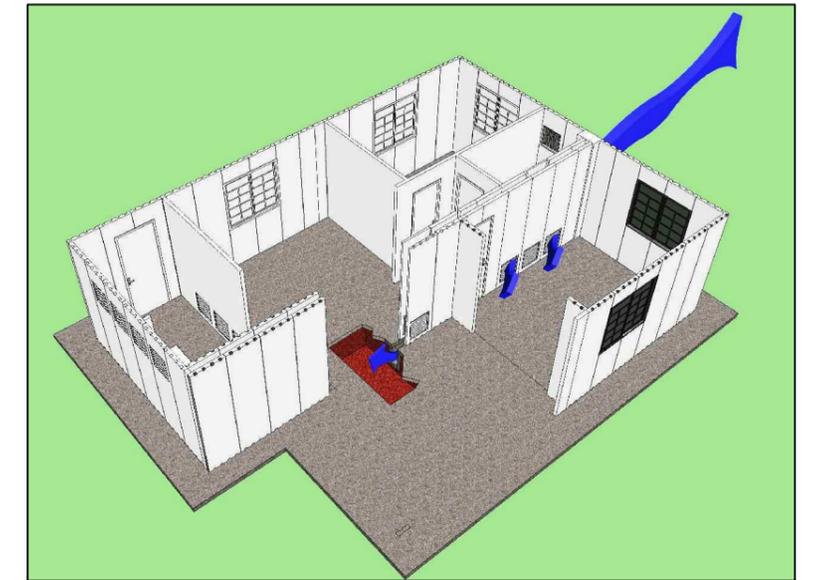
Esc.: 1/50



Galeria de ventilação subterrânea em argamassa armada

Galeria de Ventilação - Corte Transversal - Saída do ar

Esc.: 1/50



Perspectiva Esquemática - Funcionamento Galeria de Ventilação

Esc.: sem escala

UEMA - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

CURSO:
ARQUITETURA E URBANISMO

ALUNA | CÓDIGO:
CAMILLA SOUSA COSTA | 08132.19

PROJETO
PROJETO MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR

DESENHO:
DETALHE: GALERIA DE VENTILAÇÃO

DATA:
AGO. 2013

MODIFICADO EM:
JUL. 2013

ESCALA:
1/50

FORMATO:
A3



PRANCHA:

13/14

APÊNDICE 14
(PERSPECTIVAS ILUSTRADAS)



Perspectiva Ilustrada - Projeto Modelo Base
Escala: sem escala



Perspectiva Ilustrada - Projeto Modelo: Opção Ampliada
Escala: sem escala

UEMA - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO				
CURSO: ARQUITETURA E URBANISMO		ALUNA CÓDIGO: CAMILLA SOUSA COSTA 08132.19		
PROJETO PROJETO MODELO DE HABITAÇÃO POPULAR				PRANCHA: 14/14
DESENHO: PERSPECTIVAS ILUSTRADAS				
DATA: AGO. 2013	MODIFICADO EM: JUL. 2013	ESCALA: s/escala	FORMATO: A3	