

CARLOS MURDOCH FERNANDES

VERDE BANDEIRA:

Lições Bioclimáticas da Arquitetura Moderna Brasileira

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA
DA FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO –
PROARQ - COMO REQUISITO PARCIAL À OBTENÇÃO
DO TÍTULO DE MESTRE.

Orientador:

Prof. Dr. Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos

Rio de Janeiro

2013

VERDE BANDEIRA:

Lições Bioclimáticas da Arquitetura Moderna Brasileira

CARLOS MURDOCH FERNANDES

Orientador: Prof. Dr. Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências em Arquitetura, Linha de pesquisa Sustentabilidade, Conforto Ambiental e Eficiência Energética.

Aprovada por:

Prof. Dr. Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos (Orientador)
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – PROARQ

Profa. Dra. Beatriz Santos de Oliveira
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – PROARQ

Profa. Dra. Patrícia Di Trapano
Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola de Belas Artes – UFRJ

Prof. Dr. Carlos Eduardo Nunes Ferreira
Universidade Estácio de Sá - UNESA

Rio de Janeiro

Julho de 2013

FERNANDES, Carlos Murdoch

Verde Bandeira: Lições Bioclimáticas da Arquitetura Moderna Brasileira / Carlos Murdoch Fernandes. - Rio de Janeiro: UFRJ/ FAU/PROARQ, 2013.

xx, 200 f.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ PROARQ/ Programa de Pós-graduação em Arquitetura, 2013.

Referências Bibliográficas: f. 165-182.

1. Arquitetura. 2. Arquitetura Moderna no Brasil. 3. Bioclimatismo. 4. Dissertação (Mestrado - UFRJ/FAU/PROARQ). I. BASTOS, Leopoldo Eurico Gonçalves. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-graduação em Arquitetura. III. Título.

“Quanto mais se olha o passado, mais se enxerga o futuro.”

Winston Churchill

Agradecimentos

Ao professor Leopoldo Bastos, meu orientador, pelo incentivo nos momentos de incerteza, pela serena assertividade quando se fez necessário, pela insuspeita credulidade em todos os momentos, pela eterna cordialidade e, finalmente, pelo entendimento e respeito perante o “não ortodoxo” processo de trabalho deste orientando.

À Luciana pelo amor e apoio incondicionais demonstrados neste período e por não ter medido esforços pessoais durante este processo. Não existem palavras que possam definir ou agradecer a sua importância nestes momentos.

À Georgia, minha irmã espiritual que foi perseverante em seu apoio integral nos aspectos pessoais e profissionais durante esta jornada.

Ao Matheus e ao Thomaz pelo interesse, suporte, amizade e pelo tempo que *roubei* de nossa convivência nos últimos meses.

Ao PROARQ que me propiciou a rara oportunidade de redenção.

Ao Everton Bonorino, fiel amigo e companheiro de ideais.

Aos meus alunos que me motivam na busca de eterna renovação do espírito e do conhecimento.

Em memória de meu pai Celso Murdoch, onipresente durante todo este tempo. Apaixonado por arquitetura moderna e a quem dedico este trabalho.

RESUMO

O objetivo desta pesquisa é analisar o movimento moderno da arquitetura brasileira a partir de suas estratégias passivas para o conforto higrotérmico, da absorção da luz natural e do uso da ventilação. Investiga como as variáveis climáticas do meio externo influenciaram nas decisões projetuais dos arquitetos. Como interferiram no resultado imagético e volumétrico final da arquitetura. Examina de que forma as técnicas construtivas modernas e doutrinas corbusierianas foram absorvidas pelos arquitetos brasileiros sendo transformadas em elementos de adaptação climática. Diferentes abordagens sobre a adequabilidade da arquitetura ao meio externo são destacadas das obras de Le Corbusier, Lucio Costa, Oscar Niemeyer e Affonso Eduardo Reidy, sendo correlacionadas e identificando-se possíveis concordâncias, divergências e mútuas influências de cada estilo individual. Procura investigar a possível formação de um estilo comum dentro do conjunto de soluções aferidas. Ao traçar um painel evolutivo dos protótipos e estratégias utilizados pelos arquitetos para as questões do clima busca compreender como estes se manifestam na expressão arquitetônica. Avalia ainda se a arquitetura do período moderno brasileiro pode ser considerada bioclimática; e se existe alguma relação entre uma expressão nacional, adequação climática, a qualidade e perenidade das soluções arquitetônicas.

Palavras-chave: arquitetura moderna brasileira, arquitetura bioclimática, arquitetura sustentável.

ABSTRACT

The objective of this research is to analyze modern Brazilian architecture from their passive strategies for hygrothermal comfort, absorption of natural light and the use of ventilation. Investigates how climate variables of the external environment influenced the decisions of the architects. How they interfered in volumetric imagery and final architecture. Examines how modern construction techniques and Corbusier's doctrines were absorbed by Brazilian architects being transformed into elements of climate adaptation. Different approaches to the suitability of the architecture to the external environment are highlighted in the works of Le Corbusier, Lucio Costa, Oscar Niemeyer and Affonso Eduardo Reidy, being correlated and identifying possible agreements, disagreements and mutual influences of each individual style. Looking for investigate the possible formation of a common vocabulary within the set of applied solutions. By drawing a picture of evolutionary prototypes and strategies used by architects to climate issues we seek to understand how these are manifested in architectural expression. It also assesses whether the architecture of the Brazilian modern period can be considered bioclimatic, and if there is any relationship between a national expression, climate suitability and the quality and continuity of architectural solutions.

Keywords: Brazilian modern architecture, bioclimatic architecture, sustainable architecture.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	viii
LISTA DE FIGURAS	xi
Introdução	1
A pesquisa	8
O objeto de estudo	8
A metodologia	9
A estruturação	10
Observações sobre a leitura da pesquisa.....	11
1. Bioclimatismo e Sustentabilidade	13
1.1. Arquitetura bioclimática	15
1.2. A ideia do bioclimatismo.....	17
1.3. O processo bioclimático.....	21
1.3.1. Análise das condicionantes locais:	23
1.3.2. Métodos passivos:	23
1.4. A inserção do bioclimatismo no processo da sustentabilidade	28
2. O Sol e Le Corbusier	32
2.1. Os cinco pontos da <i>Nova Arquitetura</i> (e suas resultantes bioclimáticas)	36
2.1.1. Pilotis (isolamento térmico e ventilação)	36
2.1.2. Telhado jardim (isolamento térmico).....	37
2.1.3. Planta livre e a organização interna (em favor do conforto térmico).....	38
2.1.4. Janela de fita (e a luz natural)	39
2.1.5. Fachada livre (e o auto-sombreamento do edifício)	41
2.2. O controle solar (1930-1950)	43
2.3. O período pós-guerra.....	53

2.4. A máquina de conforto (1950 – 1965).....	60
3. Arquitetura moderna brasileira e sua adequação climática.....	74
3.1. Contexto internacional	75
3.2. Antecedentes coloniais e o salubrismo como vetores de adequação ambiental.....	77
3.3. A releitura neocolonial.....	78
3.4. Modernismo brasileiro e o Conforto Térmico – elementos da gênese.....	85
3.5. Lucio Costa – o elemento de síntese	87
3.6. O modernismo vernacular brasileiro	89
3.7. Modernismo corbusieriano radical	95
3.8. Oscar Niemeyer	95
3.9. Affonso Eduardo Reidy	109
3.10. Transição	127
4. Os Protótipos Solares.....	133
4.1. A criação de um estilo.....	133
4.2. A evolução dos protótipos solares	133
4.2.1. A estrutura estendida	134
4.2.2. A caixa com brise-soleil.....	135
4.2.3. O Invólucro como brise-soleil.....	138
4.2.4. A caixa dentro da caixa	140
4.2.5. Geometria solar	141
4.2.6. Soluções Híbridas.....	143
4.2.7. A cronologia dos protótipos héliotérmicos.....	144
4.3. As superfícies.....	151
4.3.1. Superfícies integralmente opacas.	152
4.3.2. Superfície com permeabilidade luminosa	153
4.3.3. Superfícies mistas	153

4.3.4.	Superfícies mistas em dupla camada	154
4.3.5.	Pano de vidro.....	156
5.	Conclusões e Considerações Finais.....	159
5.1.	Modernos Bioclimáticos?.....	159
5.2.	Conclusões finais e recomendações para futuros trabalhos.	160
	Bibliografia.....	162
6.	ANEXO 1	179

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Relação entre o desenvolvimento social e o consumo energético (MORRIS, 2011).	1
Figura 2 – Associação Brasileira de Imprensa (ABI) – MM Roberto (1936). Perspectiva do concurso realizada antes da segunda vinda de Corbusier ao Brasil no mesmo ano.....	8
Figura 3 – Marcelo e Milton Roberto em frente à sede da ABI. Solução climática radical destacando a envoltória como elemento de filtro ambiental.	8
Figura 4 – Trocas de calor entre o homem e o meio.....	16
Figura 5 – O grande forno (the great stove) – Joseph Paxton (Chatsworth -1836).	22
Figura 6 – Seagram Building – Mies van der Rohe (Nova Iorque – 1958)	22
Figura 7 – Associação dos Usineiros (Millowner’s Building) - Le Corbusier (Ahmedabad - 1954).	22
Figura 8 - Biblioteca Nacional de Singapura – Ken Yeang (2004).....	22
Figura 9 – O processo bioclimático. Diagrama.	23
Figura 10 – As “Construções <i>Murodins</i> ” – Le Corbusier – solução parte da insolação e da ventilação locais.....	24
Figura 11 – A Casa da Juventude e da Cultura - Firminy (1956-1961). Forma como proteção solar. Inclinação para a fachada sul (equivalente solar à orientação norte no hemisfério sul).	24
Figura 12 – Planos de fechamento deslocados e tridimensionalidade da fachada (nordeste). Residência Couto e Silva. Affonso Eduardo Reidy (Rio de Janeiro 1953).	25
Figura 13 – Aberturas reduzidas nas fachadas ensolaradas. Instituto de Puericultura da UFRJ – Jorge Moreira - (1949).....	25
Figura 14 – Zonas de arrefecimento através da organização do espaço interno. Lucio Costa - <i>Casa do Barão de Saavedra</i> (Petrópolis – Rio de Janeiro – 1942).....	26
Figura 15 – Ventilação cruzada da lâmina do MES. Croqui de Lucio Costa. FONTE: (COSTA, 1962, p. 60).....	27
Figura 16 – Interior banhado pela luminosidade. Le Corbusier - Ville Savoye (1929).	27
Figura 17 – Recomendações bioclimáticas para habitações de interesse social – “Selo Azul da Caixa”.	30
Figura 18 – Le Corbusier como garoto propaganda de curso técnico à distância (revista MÓDULO Numero 1 – 1960).	31

Figura 19 Sistema Dom-ino – Le Corbusier (1914).	35
Figura 20 Villa Baizeau – Le Corbusier Tunísia (1928).	35
Figura 21 - Pilotis – croquis comparativo demonstrando a salutar solução do edifício elevado em relação á casa tradicional.	36
Figura 22 – Comparação das zonas de penetração de luz no espaço (CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 129). Segundo Corbusier, as informações foram retiradas a partir de tabelas de exposição para uso fotográfico	40
Figura 23 – A Villa Baizeau é uma aplicação prática do sistema Dom-ino. O conceito do brise-soleil se caracteriza pelo recuo das fachadas de modo a fornecer sombra sobre a superfície de fechamento da envoltória. Recurso propiciado pelo conceito da <i>façade libre</i>	42
Figura 24 – Casa Kauffman – Richard Neutra – Palms Springs California 1946. Lajes de cobertura agindo como elementos sombreadores aos panos de vidro.	42
Figura 25 – MACBA – Museu de Arte contemporânea de Barcelona – Richard Meier – 1987 - 1995. Planos independentes agem em conjunto com os brises para adicionar interesse à fachada com evidentes intenções de controle ambiental.	43
Figura 26 – Habitações para operários – Barcelona 1931 – Aplicação de brises horizontais..	44
Figura 27 Habitações para operários – Barcelona 1931. Esquema de insolação, ventilação e aplicação do telhado jardim. FONTE: Arquivo Fundação Le Corbusier.	45
Figura 28 - Habitações para operários – Barcelona 1933 – Observar à direita da ilustração os brises basculantes.	45
Figura 29 – Apartamentos Clarté (1930 – 1932) – os toldos fazem parte do projeto original.	46
Figura 30 – Brise reticular em Habitações populares Durand – Argélia (1933). Estudo conceitual sem indicação de orientação solar.	47
Figura 31 – Edifício residencial vertical Argel – Argélia (1933). Fachada sul e oeste completamente dominadas por brises soleils.	47
Figura 32 – As aberturas estão protegidas pelo prolongamento da cobertura como na Villa Baizeau.	48
Figura 33 – A “caixa dentro da caixa” - a planta denota a independência dos sistemas (módulo habitacional e a envoltória).	49
Figura 34 - <i>Grand-place de la Mairie at Bolougne sur Seine</i> – 1939 – Arredores de Paris. Proposta de urbanização e habitação social.	50

Figura 35 – Parque Guinle - Lucio Costa – elementos de controle ambiental (cobogós, brises e varandas) como a própria expressão do edifício.....	51
Figura 36 – Ação do brise soleil (extensão das lajes) – Argel – 1942.	51
Figura 37 – As “Construções Murodins” – Proposta de cunho humanista para abrigar refugiados belgas em território francês. Solução simples de cunho vernacular. Estudo conceitual sem indicação de orientação solar.	52
Figura 38 – O brise soleil “colmeia” (<i>crate</i>).....	53
Figura 39 – Estudos da proporção do brise soleil.....	54
Figura 40 – A expressão das peças corbusierianas se fundem com a imagem da Casa Currutchet.	55
Figura 41 – A envoltória solução arquitetônica é profundamente influenciada pela relação com o sol. Estudo conceitual sem indicação de orientação solar.....	56
Figura 42 – Porte Maillot (1950) - <i>Umbrella Building</i>	57
Figura 43 – Casa Chinubhai Chimanbhai – Ahmedabad – 1952. Aplicação do conceito “guarda-chuva” na Índia.	57
Figura 44 – Unidade Habitacional de Marselha - fachada leste - A terceira dimensão na fachada (diferentes profundidades) é predominante nos projetos do pós-guerra.....	58
Figura 45 - Unidade Habitacional de Marselha – Uso extenso de varandas (<i>loggias</i>) e do cobogó.....	58
Figura 46 – Analogias do sistema independente do <i>container</i> e a respectivas soluções de conforto (térmicas, ventilação e acústicas).	59
Figura 47 – O “brise-soleil” do balcão dos apartamentos. No Brasil conhecido como cobogó.	59
Figura 48 – Grade Climática – Causas, efeitos e soluções arquitetônicas.....	61
Figura 49 – Le Corbusier e o <i>Grillé Climatique</i>	61
Figura 50 – A vaca “vernacular”. Inspiração Corbusieriana para os brise-soleils e <i>parasóis</i> do Punjab.	62
Figura 51 - Palácio da Assembleia (1951- 1960).....	62
Figura 52 – Palácio da Assembleia – Chandigarh - Croquis preliminares com os conceitos da “caixa dentro da caixa” e do edifício “guarda chuva”.	63
Figura 53 – Palácio da Assembleia – Chandigarh - A diversidade entre a solução interna e a envoltória demonstrando sua total independência.....	63

Figura 54 - Palácio da Assembleia – Chandigarh – Elementos funcionais independentes da envoltória – versão preliminar.	63
Figura 55 - Palácio da Assembleia – fachada sudeste– Chandigarh – Expressão ambiental em concreto.	64
Figura 56 – Sobrecobertura, dupla fachada e brises curvos.	65
Figura 57 - Palácio da Justiça – Chandigarh – Estudo de sombreamento da <i>sobrecobertura</i>	65
Figura 58 - Palácio dos Ministérios – Chandigarh – Composição artística dos elementos sombreadores.	66
Figura 59- Palácio dos Ministérios – Chandigarh. Princípios de ventilação cruzada – croqui Iannis Xenakis (1956).	66
Figura 60 - Palácio dos Ministérios – fachada sudoeste – Chandigarh – múltiplas soluções de sombreamento.	66
Figura 61 – Composição matemática na máscara dos brises e espaços de transição gerados pela sobrecobertura. Fachada sudoeste.	68
Figura 62 – A fachada é o brise soleil. Fachada Oeste.	69
Figura 63 – Barra de jardineiras imediatamente sobre os pilotis.	70
Figura 64 – Jardineiras integradas à solução de fachada (à esquerda) e o telhado jardim. ...	70
Figura 65 - Convento de La Tourette – (1953 – 1960) Loggias, cobogós e filtros de luz.	71
Figura 66-Proposta para Embaixada da França em Brasília – (1960-1964) – Síntese de composições anteriores do vocabulário solar de Corbusier para os trópicos.	71
Figura 67 - Centro de Artes Visuais Harvard –(1961 -1964). Reinterpretação do ATMA (<i>Millownwer's Association</i> – Ahmedabad) para Harvard.	71
Figura 68 – Varandas e serviços servem atuam como “colchão” térmico.	72
Figura 69 – Solução de varanda similar à da Unidade Habitacional de Marselha. Fachada sudeste.	73
Figura 70 – <i>Pans de verre ondulatories</i> na fachada leste. Soluções assimétricas para os brises.	74
Figura 71 – A forma angular da fachada oeste redistribui a radiação por uma maior superfície.	74
Figura 72 - Regime de Ventos registado por Sá, para o verão.	84
Figura 73- Mapa da implantação proposto por Sá.	84
Figura 74 - Casa Ernesto Fontes - Versão “Acadêmica”	87

Figura 75 – Casa Ernesto Fontes 1930 – Versão “Moderna”.....	87
Figura 76 - Residência Saavedra – Croquis Lucio Costa.....	90
Figura 77 – Residência Saavedra – a varanda convive com o brise, o pano de vidro e o muxarabi. Todos apoiados sobre os pilotis.....	90
Figura 78 – Reinterpretação vernacular de Costa e Niemeyer sobre o sistema Dom-ino de Corbusier. Estrutura independente e cobertura colonial.....	91
Figura 79 FONTE: Park Hotel (1944). Estrutura do piso estendida e pilares de eucalipto explicitando a independência e regionalidade do sistema.....	91
Figura 80 – Hotel de Ouro Preto (1938). Croqui de Oscar Niemeyer.....	91
Figura 81 - Hotel de Ouro Preto (1938). Adequação moderna às especificidades regionais.	91
Figura 82 – Herança do protótipo vernacular de Lucio Costa. Ventilação cruzada e zonas de arrefecimento. - Conjunto Residencial de Paquetá (1949) – Francisco Bolonha.....	92
Figura 83 - Orientação - Conjunto Residencial de Paquetá (1949) – Francisco Bolonha	92
Figura 84 - Hotel de <i>Fim de Semana</i> (1944) – MM Roberto. Pilotis, venezianas e recuos de planos da fachada a serviço da proteção solar.	93
Figura 85 – Jogo de elementos sombreadores através de membranas permeáveis aplicados aos edifícios Caledonia (1954) e Bristol (1950) - Parque Guinle – Lucio Costa (1948 – 1954).	94
Figura 86 – Membrana em cobogós e fachada interna envidraçada – edifício Caledonia (1954)	94
Figura 87 – Apartamentos transversais ao sentido longitudinal – ventilação cruzada – edifício Nova Cintra (1948).....	94
Figura 88 – Obra do Berço – fachada oeste ritmo ditado pelo brise soleils.	95
Figura 89 – Maison <i>Citrohan</i> – O ritmo vertical é fornecido pela orientação das esquadrias.	95
Figura 90 – Residência Francisco Peixoto Cataguases (1941) - flerte de Niemeyer com a tradição.	96
Figura 91 – Residência Francisco Peixoto Cataguases (1941) – Varandas “mineiras” sobre pilotis.....	96
Figura 92 – Yatch Club – Pampulha (1940) – fachada oeste. Composição sobre um eixo demarcado pela circulação vertical e pelo módulo central com a “janela de fita”.	97
Figura 93 – Residência Kubistchek (1943) fachada norte - A estrutura independente dos planos gera possibilidades de sombreamento. O prolongamento da laje de cobertura gera a proteção da área de acesso.....	98

Figura 94 – Residência Prudente de Moraes Neto (1943). O terço superior do- fechamento varanda em veneziana.	99
Figura 95 - Residência Prudente de Moraes Neto (1943). A extensão dos fechamentos laterais possibilita a torção do plano vertical, adicionando um elemento plástico funcional á zona de transição térmica.	99
Figura 96 – Centro de Treinamento da Aeronáutica CTA (São José dos Campos - 1947).	100
Figura 97 - Residência de veraneio (Mendes – 1949).....	100
Figura 98- Acácio Gil Borsoi - Residência Lisanel de Melo Motta (Recife-1953). Notável influência de Niemeyer.	100
Figura 99 - Acácio Gil Borsoi - Residência Lisanel de Melo Motta (Recife-1953). Muxarabis literais como elementos modernistas.	100
Figura 100 – Hotel Tijuco (1951). A torção vertical da estrutura permite o substancial avanço da cobertura e da varanda.	102
Figura 101 - Hotel Tijuco (1951). Detalhe do pilar em “V”.	102
Figura 102 – Escola Pública (Diamantina - 1951). Extensão da laje favorece às grandes aberturas das salas de aula. Cobogós protegem o piso térreo da radiação.....	103
Figura 103 - Escola Pública (Diamantina - 1951). A generosa luminosidade natural da solução arquitetônica. Observar o reduzido número de iluminação artificial.	103
Figura 104- Escola Pública (Diamantina - 1951). Detalhe dos cobogós e das aberturas zenitais.	103
Figura 105 - Escola Pública (Diamantina - 1951). Audácia estrutural em prol do conforto ..	103
Figura 106 – Banco Boavista – (1948) – Soluções do vocabulário do MEC.	105
Figura 107- Edifício Montreal – (1951) – brises acompanhando o traço curvo característico do arquiteto.....	105
Figura 108 – Banco Mineiro de Produção (1953) – brises sobrepostos como camada adicional do edifício.	105
Figura 109 – Empresas Gráficas “O Cruzeiro” (1949).	106
Figura 110- Hospital da Lagoa (1952) – Fachada em camada dupla com funções independentes.....	106
Figura 111 – Edifício Niemeyer (1954) – Planta fluida com solução de brises integrais.	107
Figura 112- Edifício COPAN – (1951 - 1954) – ícone paulista.....	107
Figura 113 – Casas Geminadas (1957) – retorno momentâneo ás soluções passivas.	107

Figura 114 – Albergue da Boa Vontade (1931). Croquis de Reidy para o esquema de ventilação.	111
Figura 115 - Albergue da Boa Vontade (1931). Engenhosidade solar na solução do partido.	111
Figura 116 - Palácio da Prefeitura (1938). Solução do MES.	112
Figura 117 – Ministério da Educação e Saúde (1936). Croqui preliminar ainda para a Avenida Beira-Mar.....	112
Figura 118 - Companhia de Transportes (1939).....	112
Figura 119 – Ville Radieuse (Corbusier – 1935). O tratamento das superfícies opacas contrasta com o pan de verre. Soluções diferentes para solicitações solares divergentes..	113
Figura 120 - Companhia de Transportes (1939). Adaptação de Reidy da solução de Corbusier.	113
Figura 121 - Fábrica Sidney Ross (1948) – Mútua influência - O plano inclinado da fachada é herdado de Niemeyer. Por sua vez, a estrutura em arco (à esquerda) será utilizada por Niemeyer na sede do Clube de Diamantina (1950).....	114
Figura 122 – Central Administrativa Ferroviária do Rio Grande do Sul (1944). Aplicação disciplinada do brise-soleil. Parceria com Jorge Moreira.	114
Figura 123 – Montepio dos Empregados Municipais (Rio de Janeiro – 1957). Croqui de Reidy com o esquema da tela solar. A composição afastada do plano de vidro garante a ventilação do sistema.	114
Figura 124 Montepio dos Empregados Municipais (Rio de Janeiro – 1957). A procura de novas opções para os brises. Detalhe da maquete.	115
Figura 125 – Corbusier – Viaduto Habitável em 1929. FONTE: TSIOMMIS (1998, p. 73).....	117
Figura 126- Pedregulho – Bloco A – Reidy (1950 -1952) Adaptação à topografia.....	118
Figura 127- Pedregulho – Bloco A (1950 – 1952). Tratamento da empena noroeste e permeabilidade do edifício ao vento. FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 98).....	119
Figura 128 - Pedregulho – Bloco B (1950 – 1952). Frente.	119
Figura 129 - Pedregulho – Bloco B (1950 – 1952). Verso.....	119
Figura 130 - Escola Pedregulho (1950-1952). Plano da fachada se projeta formando “varandas” de proteção e privacidade.	120
Figura 131 – Escola Pedregulho (1950-1952). Iluminação generosa e conforto visual na sala de aula.	121

Figura 132 - Escola Pedregulho (1950-1952). Fachada Norte do bloco de aulas. Cobogós e zonas de transição térmica.	121
Figura 133 – Centro Comercial Pedregulho (1950-1952). Cheios, vazios e alternância de planos aliados ao brise soleil. Arquitetura passiva em serviço do conforto térmico.....	122
Figura 134 – Escola de Assunção (1953) – Elementos estruturais definem o sistema de proteção solar e suporte.	123
Figura 135 - Escola de Assunção (1953) – Estrutura independente como filtro ambiental – Pérgulas na fachada norte.....	124
Figura 136 - Escola de Itanhaém - Vilanova Artigas (1959).	124
Figura 137 – MAM (1953) – Caixa suspensa garante a visibilidade da Baía de Guanabara. Sheds na cobertura propiciam iluminação sempre indireta, completada pelas <i>vigas brise</i> em forma de asa aerodinâmicas.	125
Figura 138 MAM (1953) – Orientação correta e permeabilidade visual.	126
Figura 139 – MAM (1953) - Iluminação zenital e a envoltória em concreto como filtro lumínico.	126
Figura 140 MAM (1953) Estrutura independente se transforma em “ <i>estrutura-brise</i> ”.	127
Figura 141 – Anexo 1 – Congresso Nacional (Brasília 1960). Brises na fachada norte.....	132
Figura 142 – Palácio da Alvorada (Brasília 1960). Brises na fachada oeste.....	132
Figura 143 – Esplanada dos Ministérios (Brasília 1960). Brises na fachada oeste.....	132
Figura 144 – Villa Baizeau – Le Corbusier (Cartago 1928).	134
Figura 145 – Residência Oscar Americano – Osvaldo Bratke (São Paulo – 1953).....	135
Figura 146 - Residência Prudente de Moraes Neto - Niemeyer (Rio de Janeiro 1943). A extensão das lajes gera o sombreamento da varanda.	135
Figura 147 - Edifício Solaris - Ken Yeang (Cingapura- 2010).	135
Figura 148 – Habitações populares Durand – Le Corbusier (Argélia - 1933).....	136
Figura 149 – Obra do Berço –Niemeyer (Rio de Janeiro 1937).....	136
Figura 150 - Sede do Sebrae Nacional - Arquitetos Alvaro Puntoni, Luciano Margotto, João Sodr�e e Jonathan Davies (Brasília DF -2010).....	137
Figura 151 - Palácio da Justiça – Chandigarh (1950 - 1955).....	138
Figura 152 - Residência Couto e Silva. Affonso Eduardo Reidy (Rio de Janeiro 1953).....	138
Figura 153 – Residência em Paraty – Marcio Kogan (Rio de Janeiro, 2009).....	139
Figura 154 - ABI (Associa�o Brasileira de Imprensa) – MM Roberto (Rio de Janeiro 1936).140	

Figura 155 - Associação dos Usineiros (Millowner's Building) - Le Corbusier (Ahmedabad - 1954).	140
Figura 156 – Cooper Union – edifício acadêmico – Tom Mayne (Nova Iorque, 2009).....	141
Figura 157 – Escola em Diamantina – Niemeyer – 1951.	142
Figura 158 – A Casa da Juventude e da Cultura - Firminy (França) – Corbusier - 1956- 1961.	142
Figura 159 – Esquemas conceituais GLA – forma segue o sol. Foster & Partners (Londres, 2003)	143
Figura 160 – Combinação dos protótipos héliotérmicos. MAM – Reidy (Rio de Janeiro – 1953 – 1968).....	144
Figura 161 - Envoltória desconectada fisicamente da unidade funcional - ABI – MM Roberto (1936).	145
Figura 162 – Envoltória – filtro ambiental – Carpenter Center – Corbusier (1961).....	145
Figura 163 – Deslocamento dos planos para proteção solar - Instituto de Puericultura – Jorge Moreira (Rio de Janeiro – 1949).	146
Figura 164 – Capela de Notre Dame du Haut – Corbusier (Ronchamp, França - 1950 – 1955).	149
Figura 165 – Obra do Berço Niemeyer (1937). Empena opaca na orientação norte.....	152
Figura 166 – MES – Costa, Niemeyer, Reidy, Moreira, Leão e Vasconcellos. (1936). Empenas cegas á leste e oeste da lâmina.	152
Figura 167 – Instituto Vital Brazil – Álvaro Vital Brazil (Niterói - 1938). Aberturas reduzidas para as superfícies com alta insolação da <i>Ville Radieuse</i>	153
Figura 168 - Pedregulho – Reidy - Bloco B (1950 – 1952). Frente.....	154
Figura 169 - Pedregulho – Reidy - Bloco A (1950 – 1952).....	154
Figura 170 - <i>Grand-place de la Mairie at Bolougne sur Seine – 1939</i> – Fachada composta por dois planos. (CORBUSIER e JEANNERET, 1994)	154
Figura 171 – Parque Guinle - Lucio Costa – elementos de controle ambiental (cobogós, brises e varandas) formam uma membrana de filtro.....	155
Figura 172 - Hospital da Lagoa Niemeyer (1952) – Membrana que alterna cobogós e brises.	155
Figura 173 Palácio da Justiça Chandigarh Le Corbusier FONTE: http://www.flickr.com/	155
Figura 174 Secretariado Chandigarh Le Corbusier FONTE: http://www.flickr.com/	155

Figura 175- MES – Costa, Niemeyer, Reidy, Moreira, Leão e Vasconcellos. (1936). Pano de vidro aplicado integralmente á fachada sudeste da lâmina.	157
Figura 176 – Edifício Seguradoras – MM Roberto (Rio de Janeiro – 1949). Pano de vidro aplicado integralmente á fachada sudeste da lâmina em contraste com a empena sudoeste (alto grau de tridimensionalidade e protegida por brises, toldos e sacadas).....	158

Introdução

Século XX – a era da energia

Nunca em qualquer outro momento da civilização produziu-se e utilizou-se tanta energia quanto no decorrer do século XX. Os combustíveis foram um elemento essencial na produção do modelo de subsistência contemporâneo, pois moveram o processo industrial que se tornou o limite de demarcação do nível de desenvolvimento das nações.

De acordo com o modelo econômico estabelecido pelo predominante sistema capitalista, a capacidade da indústria de transformação está absolutamente ligada à prosperidade das nações. Por sua vez, a capacidade industrial é francamente dependente da energia disponível para impulsionar este processo. Por analogia, concluímos que energia está na base da cadeia do desenvolvimento econômico e incidindo diretamente sobre a qualidade de vida da população (social). Esta correlação é demonstrada por MORRIS (2011), que identifica a analogia entre o desenvolvimento social e o nível de consumo de energia per capita (figura abaixo). Ambos os índices são muito alterados pelo período da industrialização (a partir de meados do século XVIII).

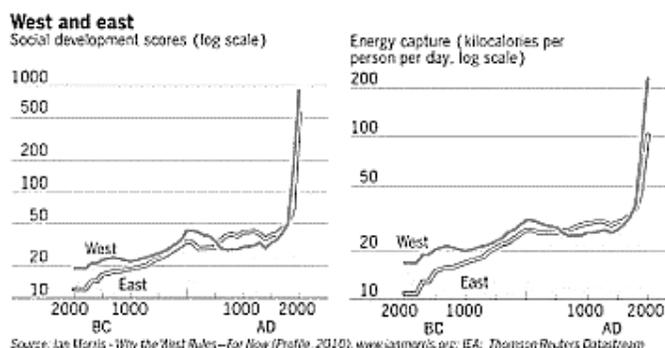


Figura 1 – Relação entre o desenvolvimento social e o consumo energético (MORRIS, 2011).

Atualmente o ciclo formado pela permanente necessidade do desenvolvimento econômico, incremento da atividade industrial e, por consequência, da demanda energética aparenta estar chegando a uma encruzilhada no sentido da divergência entre interesses econômicos e a premência pela sustentabilidade. As matrizes energéticas que moveram a indústria durante o século XX foram baseadas essencialmente na queima de combustíveis fósseis,

principais responsáveis pela formação dos *gases estufa* e de seus efeitos colaterais como o aquecimento global. Outra face do problema do desenvolvimento econômico vigente é o esgotamento de matérias primas extraídas do meio natural, sejam estas combustíveis ou insumos para processamento industrial. Como consequência observamos no campo da política global que a disputa pela influência, ou mesmo posse, de regiões provedoras destas *commodities* continuam sendo os principais motivos dos atritos internacionais do mundo contemporâneo.

A mudança de paradigma do século XXI

Três são as razões que posicionam os arquitetos e urbanistas no centro deste debate: a primeira é a simples constatação do consumo energético dos edifícios que alcança quase a metade da produção de energia do planeta¹; a segunda é o consumo de materiais brutos demandados pela construção civil destes mesmos edifícios e das estruturas urbanas sobre as quais estão estabelecidos; a terceira, de maior escala e complexidade, resulta do fenômeno da urbanização da população mundial e da resultante explosão demográfica dos centros urbanos. As cidades não se apresentam preparadas para mitigar os danos ao meio natural provocados por suas próprias estruturas e deverão, a curto prazo, ser alvo de profundas alterações metabólicas. Para todas as esferas de atuação, da casa até a cidade, será preponderante a atuação de um profissional (arquiteto e urbanista) sintonizado às novas demandas.

As questões relacionadas à interface entre as demandas econômicas, sociais e as consequências ao meio ambiente foram reunidas dentro do escopo da sustentabilidade, que através de ótica multidisciplinar busca alternativas para o desenvolvimento futuro da sociedade como um todo. A possibilidade do esgotamento dos combustíveis fósseis nos posiciona em um rumo à sustentabilidade à nossa revelia. O iminente pico do petróleo está previsto para 2035², o que significa na prática o declínio de sua produção devido ao esgotamento das fontes. Este fato provocará um aumento exponencial de seu custo, que

¹ A estatística para os países industrializados de consumo energético dos edifícios é da ordem de 48% (SMITH, 2005).

² Previsão da OPEP baseada nas reservas conhecidas de petróleo - Organização dos Países Exportadores de Petróleo – Tradução do original OPEC – *Organization of Petroleum Exporters Countries* (OPEC - ORGANIZATION OF THE PETROLEUM EXPORTING COUNTRIES, 2012).

também se refletirá em um aumento do valor de todos os demais combustíveis que compõem a matriz energética mundial (efeito dominó), os quais possuem estoques finitos. O sistema econômico mundial já detectou esta mudança de paradigma, porém ainda se move lentamente na direção de energias limpas. Atualmente se percebe um notável incremento na velocidade com que a doutrina sustentável é assimilada e implantada. O futuro imediato (em termos históricos) nos posiciona defronte a uma intangível necessidade de mudança no nosso modo de viver, pensar, agir e nos relacionar com o meio natural. Sob muitos aspectos, estas alterações apresentam inúmeras similaridades ao processo de transição observado no final do século XIX e do início do XX. Ecos de um *dejà vu* histórico podem ser identificados tais como: o adensamento demográfico urbano, o déficit habitacional, os atritos internacionais pelo domínio das regiões fornecedoras de insumos e a premência pela reorganização das relações sociais e urbanas. A principal diferença se encontra no cenário destes eventos, o qual se que se deslocou da Europa (virada do século XIX - XX) para a periferia (países em desenvolvimento).

A indústria, arquitetura moderna e Le Corbusier

O crescente processo industrial, verificado principalmente na Europa a partir de meados do século XIX, promoveu o adensamento das áreas urbanas desencadeando um problema habitacional de duas variáveis: o número de habitações para abrigar a massa trabalhadora e as condições de saúde das mesmas. Estes fatores iriam gerar respostas tanto em termos de profilaxia urbana (questões salubristas) quanto na praticidade da execução de novas habitações, fábricas, sedes industriais gerando remodelações das configurações urbanas. A velocidade propiciada pelos novos procedimentos industriais foi percebida pelos arquitetos da época como uma vertente possível para a solução dos problemas que se apresentavam. A aplicação destes novos processos às questões espaciais (arquitetônicas) resultaria em uma nova estética assim como uma abordagem diferenciada das questões urbanas. Estas inovações ainda seriam temperadas pelos questionamentos do campo social promovidos pela afirmação definitiva de novas classes (proletariado) e de ideias (marxismo). A intensa modificação da percepção do mundo, promovida pelas intensas transformações em um curto período de tempo incorreriam em processos de reorganização social e

consequentemente urbanos. Surgiria então uma nova estrutura de relações sociais e uma nova forma de viver. Ambas forjando as bases do período moderno, o qual iria se refletir profundamente no modo em que produzimos o nosso habitat.

Na virada para o século XX, a corrida pela supremacia industrial, comercial e econômica dos países europeus resultaria em uma disputa por *commodities* e mercados. Esta é a principal razão dos atritos internacionais que culminaram na primeira guerra mundial (1914-1918), quando os interesses das nações em processo de industrialização entram em conflito. A crise econômica e social que emerge imediatamente no período pós-guerra irá ser um dos fatores que irão impulsionar a arquitetura moderna. Neste contexto de mudança emerge a figura de Le Corbusier. Munido de uma visão inicialmente baseada na crença de que a técnica e a razão seriam as chaves para a solução dos problemas que se apresentavam à época, Corbusier se tornaria um dos personagens mais influentes do século XX ao desenvolver um ideário de conceitos sobre a vida moderna e o papel da arquitetura. A divulgação de suas ideias durante a década de 1920 no Brasil, tanto em publicações como em conferências *in loco*, iria encontrar uma reverberação significativa sobre uma geração de arquitetos, os quais dariam forma à arquitetura moderna no Brasil.

Le Corbusier e a Escola Carioca

A arquitetura moderna brasileira é produto de um momento de grandes transformações sociais, políticas e culturais no Brasil. Este período de transição nacional está diretamente sintonizado com as grandes alterações geopolíticas e econômicas internacionais após o término da Primeira Grande Guerra Mundial (1914-18). Situação que favoreceu uma conjuntura econômica internacional que propiciaria uma aceleração do processo de industrialização dos países periféricos (à Europa) incluindo-se o Brasil.

Novas relações sociais e novas políticas econômicas seriam a tônica do *Estado Novo*, praticada a partir da Revolução de 1930 sob o comando de Getúlio Vargas do então “governo provisório”, o qual perduraria por 15 anos. O sentido de modernização do Brasil e a busca de uma identidade nacional já era um debate aquecido nos meios intelectuais e artísticos, porém a materialização factual da arquitetura moderna em terras nacionais

somente seria sedimentada quando favorecida pelo mecenato estatal. O *novo regime* de Vargas carregava em seu âmago um intrínseco anseio de se romper os laços com o passado. Este conjunto de pré-condições iria favorecer o desenvolvimento de uma *nova* imagem, de um *novo* governo e de um *novo* Brasil, carregando de significados a *Nova Arquitetura* por aqui aplicada.

A historiografia da arquitetura moderna brasileira identifica o projeto para a construção do Ministério de Educação e Saúde Pública (MES) em 1936. Este momento já foi registrado de forma detalhada e debatido brilhantemente por CAVALCANTI (1995) (2006); BRUAND (2008); COMAS (1991) (1998) (2002); SANTOS (1981); SEGAWA (1997) e recentemente por SEGRE (2013) entre outros inúmeros trabalhos sob a forma de teses, dissertações e artigos. Em conjunto formam um painel definitivo sobre a gênese da arquitetura moderna no Brasil. Uma questão deve ser destacada deste momento: a absorção das ideias de Corbusier por Lucio Costa e pela geração de jovens arquitetos formados pela Escola Nacional de Belas Artes (ENBA) da qual Costa foi diretor no ano de 1931.

Segundo COMAS (2002), Costa tem participação fundamental como elemento de interseção na etapa de assimilação da arquitetura moderna. O autor estratifica a “*revolução*” na arquitetura brasileira em três momentos distintos da década de 1930; o “*exploratório*” (1930-1932) que introduz o ideário moderno em contraponto ao “nacionalismo tradicionalista do neocolonial” (ibid.); o “*assimilador*” (1933-1935), o qual se caracteriza através da apropriação da raiz clássica e mediterrânea da arquitetura moderna e a reinterpretação dos elementos tradicionais com uma abordagem nacional e racional e o “*propositivo*” (1936-1939), que se traduz no estabelecimento definitivo do modernismo como estilo oficial patrocinado pelo governo e que “*culmina no equacionamento duma arquitetura moderna de veia Corbusiana e sabor brasileiro*” (ibid.).

Mario de Andrade, escritor e figura proeminente da intelectualidade sintonizada com o movimento moderno define este grupo de jovens arquitetos como a “*escola carioca*”:

“A primeira escola de arquitetura, o que se pode chamar legitimamente de “escola” de arquitetura moderna no Brasil, foi a do

*Rio de Janeiro, com Lucio Costa à frente, e ainda inigualada até hoje.”
(ANDRADE, 2003)*

Segundo COSTA (2009), entende-se como “*escola carioca*” a geração de arquitetos que foi decisivamente influenciada pelos conceitos e teorias do arquiteto franco-suíço Le Corbusier”.

A arquitetura moderna no Brasil e a adequação ao clima

Os recursos para o conforto higrotérmico na arquitetura disponíveis no nascimento do movimento moderno (década de 1920) dependiam essencialmente da engenhosidade do arquiteto. Para o clima tropical úmido característico das regiões litorâneas brasileiras (mais desenvolvidas naquele momento) a manutenção do conforto dos usuários resultava exclusivamente das soluções arquitetônicas, as quais deveriam lidar com variáveis como: a insolação abundante tropical (superaquecimento), o manejo da luz natural e a ventilação do interior da edificação. Atualmente compreendemos que as estratégias passivas utilizadas são consideradas técnicas *bioclimáticas*, devendo ser alvo de uma revisão crítica. BRUAND (2008) identifica a questão climática como fator preponderante para a arquitetura brasileira.

“Sem dúvida alguma, foi o clima o fator físico que mais interferiu na arquitetura brasileira. O país situa-se quase inteiramente entre o Equador e o Trópico de Capricórnio, estando sua parte meridional bastante próxima deste, apresentando assim temperaturas bastante elevadas durante o verão. Portanto, o primeiro problema que se colocava para os arquitetos era o de combater o calor e o excesso de luminosidade provenientes de uma insolação extensa.”(ibid.).

O primeiro reconhecimento externo do modernismo arquitetônico brasileiro se dá através exposição Brazil Builds - *Architecture New and Old 1652-1942*, organizada no ano de 1943 no MoMA (Museum of Modern Art) de Nova Iorque. Independente de esta ter sido um gesto diplomático do “*Good Neighbor Policy*”³, a exibição traça um painel significativo da produção arquitetônica brasileira com destaque para os “*edifícios modernos*”. Já no texto

³ “*Good Neighbor Policy*” – ou “*política da boa vizinhança*” promovida pelos EUA notavelmente no período compreendido entre 1939 e 1945 destinada aos países latino americanos com o objetivo de reforçar o alinhamento político e comercial com os Estados Unidos (administração Franklin Roosevelt).

introdutório do livro editado como catálogo da exposição, GOODWIN (1943) reconhece a influência da insolação sobre a arquitetura brasileira:

“Embora os primeiros ímpetus modernos tenham chegado por importação, bem logo o Brasil achou um caminho próprio. A grande contribuição para a arquitetura nova está nas renovações destinadas a evitar o calor e os reflexos luminosos em superfícies de vidro, por meio de quebra-luzes externos especiais (...) Tendo que receber de chapa o rude sol das tardes de verão, os grandes edifícios, em geral, ficam como um forno, dada a proteção insuficiente de suas janelas de folhas semi-cerradas (...) é interessante verificar como os brasileiros fizeram face ao importantíssimo problema, cujo estudo foi o que animou a nossa viagem”. (GOODWIN, 1943, p. 84)

Como observado, a questão solar está relacionada ao movimento de arquitetura moderna brasileira desde seu início. Os edifícios mais significativos concebidos no período 1936/1937, o Ministério (MES), a Obra do Berço e o edifício da Associação Brasileira de Imprensa (ABI) possuem como característica comum uma preocupação com a insolação a qual se manifesta através da presença marcante de brise-soleils. Sob certo aspecto, o elemento de proteção se torna a própria identidade do edifício (Obra do Berço/ABI). A abordagem de negociar as condições de conforto através de elemento arquitetônico é uma característica do modernismo brasileiro que perdurará até a construção de Brasília, tornando-se a assinatura de uma geração.



Figura 2 – Associação Brasileira de Imprensa (ABI) – MM Roberto (1936). Perspectiva do concurso realizada antes da segunda vinda de Corbusier ao Brasil no mesmo ano.

FONTE: PEREIRA (2002)



Figura 3 – Marcelo e Milton Roberto em frente à sede da ABI. Solução climática radical destacando a envoltória como elemento de filtro ambiental.

FONTE: <http://adbr001cdn.archdaily.net/>

Em tempos de crise energética e com a necessidade premente de se utilizar de modo racional os recursos materiais, faz sentido observar de modo atento o passado recente lançando uma luz renovada sobre uma etapa com reconhecida qualidade de nossa arquitetura.

A pesquisa

Este trabalho pretende primordialmente investigar se, sob uma ótica contemporânea, as soluções utilizadas para adequação da arquitetura moderna brasileira ao clima podem ser consideradas como *bioclimáticas*. Em uma segunda instância, a pesquisa averigua os aspectos relativos às possíveis similaridades, divergências, influências, agentes formadores e a hipótese da criação de um vocabulário *bioclimático* comum a este período.

O objeto de estudo

O trabalho tem como base as obras de Le Corbusier, Lucio Costa, Oscar Niemeyer e Affonso Eduardo Reidy, com o foco centrado no período compreendido entre 1936 a 1956. Os limites selecionados para a criação deste intervalo cronológico são dois dos eventos essenciais para

a arquitetura moderna brasileira. O início, simbolizado pelo projeto do MES (1936) e o fim, representado pelo concurso para Brasília (1956).

A pesquisa abraça a ideia de que o projeto do MES é o momento crucial de convergência do modernismo arquitetônico brasileiro em 1936. De seu elenco de arquitetos⁴ destacaremos os que obtiveram maior expressão na continuidade de suas carreiras e por consequência transformaram-se em figuras influentes para as gerações posteriores: Lucio Costa, Oscar Niemeyer e Affonso Eduardo Reidy.

As ideias de Le Corbusier foram incorporadas por toda esta geração de arquitetos. Seu ideário se encontra onipresente neste período permeando em maior ou menor grau as soluções de nossa arquitetura. Entendemos que a figura de Corbusier está indelevelmente conectada a esta fase, portanto não havendo sentido analisar-se a *criatura* sem compreender o *criador*. Desta forma, a pesquisa adota momentaneamente Le Corbusier, posicionando-o como um *arquiteto brasileiro* com a justificativa de que foi neste território que suas teorias foram colocadas em prática alcançando uma grande difusão e reverberação internacional.

A metodologia

O trabalho possui um caráter híbrido no sentido em que se situa na fronteira entre duas linhas de pesquisa: uma é a área que investiga *o conforto na arquitetura*; a outra está ligada à história e teoria arquitetônica. A abordagem metodológica procura ser embasada nos processos inerentes a ambas as linhas de pesquisa.

- a) Efetuou-se uma extensa revisão bibliográfica sobre a literatura histórica que registra o período em livros, teses, dissertações e revistas. Sempre que possível foram incluídos documentos da época nesta investigação. Esta revisão procurou extrair depoimentos e opiniões relativas ao tema (adequação da arquitetura ao clima) enfatizando as palavras dos próprios personagens na intenção de que estes contassem a sua versão da história.

⁴ Lucio Costa, Oscar Niemeyer, Affonso Eduardo Reidy, Jorge Moreira, Carlos Leão e Ernani Vasconcelos, reunidos sob a onipresente doutrina de Le Corbusier.

- b) Análise de todas as obras dos arquitetos selecionados buscando identificar como os projetos trataram as questões ambientais.
- c) Tendo como base as etapas preliminares foram extraídas duas massas de dados independentes: de um lado as informações de caráter histórico e teórico; do outro, informações técnicas e visuais. A interface entre as informações destes grupos possibilitou corroborar a intenção climática das soluções arquitetônicas estudadas.
- d) A etapa de desenvolvimento posterior procurou correlacionar as informações obtidas com o intuito de organizar os dados formando um recorte cronológico e temático em relação às soluções abordadas. A partir da compilação deste conjunto de informações foi possível extrair-se conclusões e posteriormente classificar as edificações em termos de protótipos ambientais comuns aos projetos.

A estruturação

A dissertação possui essencialmente quatro capítulos além desta introdução.

O capítulo 1 trata da definição da *arquitetura bioclimática*, de sua evolução, de seus processos e da relevância contemporânea inserindo-a no contexto da sustentabilidade.

O capítulo 2 analisa a obra de Le Corbusier sob o enfoque bioclimático, traçando um perfil da evolução de seu pensamento sobre a adequação da arquitetura ao clima e como através do tempo esta influência se torna mais evidente.

O capítulo 3 busca investigar os processos que influenciaram a arquitetura brasileira em sua relação com o meio. Quais as forças históricas, climáticas e contextuais, assim como os personagens relevantes na formação de uma doutrina solar na arquitetura. Ainda neste capítulo são analisadas as obras e projetos de Lucio Costa, Oscar Niemeyer e Affonso Eduardo Reidy também sob um prisma bioclimático.

O capítulo 4 procura identificar as soluções comuns ambientais dentro do universo de estudo descrevendo os resultados obtidos e propondo uma classificação prototípica das abordagens arquitetônicas identificadas.

O capítulo 5 descreve as conclusões da pesquisa e recomenda desdobramentos para futuros trabalhos.

Observações sobre a leitura da pesquisa

As datas que constam nas obras analisadas são relativas ao início do projeto ou da concepção dos edifícios. Isto se justifica devido a algumas das obras terem levado mais de uma década para serem construídas. Este hiato de tempo entre a ideia e a materialização pode distorcer cronologicamente a evolução do pensamento dos arquitetos.

Apesar de onipresente, o edifício do Ministério da Educação e Saúde (MES) foi removido propositalmente do escopo desta pesquisa, pois acreditamos que este já foi alvo de um volume suficiente de análises e trabalhos associados ao tema corrente. A abreviação da nomenclatura do Ministério varia de acordo com o autor e a época do texto. Atualmente é conhecido como MEC (Ministério da Educação e Cultura) ou por vezes representado como MESP. No presente trabalho optou-se pela sigla MES, adotada por SEGAWA (1997).

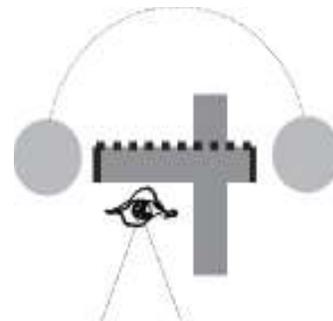
O conceito do conforto ambiental é extremamente abrangente variando do sentido o higrotérmico, olfativo, auditivo, tátil até o visual. Com a intenção de evitar termos e conceitos excessivamente repetitivos no texto, deve-se compreender o termo conforto em seu sentido estritamente higrotérmico. Da mesma forma para se referenciar a *arquitetura moderna brasileira* que por vezes será por vezes identificada como *movimento moderno* ou *modernismo brasileiro*.

Diagramas de orientação e superfície.

Sempre que possível foi inserido um diagrama contextual da obra que relaciona sua orientação solar com a superfície (brises, vidro, paredes opacas e etc.) aplicada a cada fachada.



ministério da educação e saúde
costa, niemeyer, reidy, moreira,
leão, vasconcelos e corbusier
rio de janeiro
1936
latitude 22S
tropical úmido



LEGENDA DOS DIAGRAMAS:



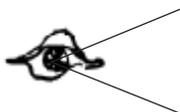
percurso
solar



edifício



edifício
entorno



abertura
pano de vidro ou empena com permeabilidade lumínica



empena
cega ou empena predominantemente opaca



empena
protegida por brise soleil, varandas, marquises ou elemento sombread

1. Bioclimatismo e Sustentabilidade

As edificações, em conjunto com a indústria da construção civil, são responsáveis pelo consumo de 40% da energia produzida globalmente e 47% das emissões de CO² lançadas na atmosfera (SMITH, 2005). Neste início de século a prática arquitetônica passa a receber outra dimensão em seu campo de atuação. Uma grande responsabilidade paira sobre os arquitetos por serem um dos principais agentes na efetivação das mudanças dos paradigmas (insustentáveis) consolidados na cultura global. Além de responsáveis pelas novas edificações sintonizadas aos princípios da sustentabilidade, ainda se faz necessária a readequação das estruturas existentes dentro da mesma mentalidade. Ao observarmos por outra escala o mesmo processo dar-se-á com as cidades, as quais devem ser repensadas e modificadas para adequarem-se à nova realidade.

Contexto

Há aproximadamente 250 anos surgia a sociedade industrial como resultado da aplicação de procedimentos científicos para resolução de questões práticas. Neste relativo curto espaço de tempo (em termos históricos), a sociedade dobrou a expectativa de vida do ser humano multiplicando a população planetária em seis vezes, o desenvolvimento social evoluiu significativamente (nos países industrializados) e o padrão de consumo per capita cresceu exponencialmente (MORRIS, 2011). A demanda por produtos incrementa a necessidade de um aumento da produção industrial que por sua vez necessita de energia para se movimentar. Desde o início da industrialização as matrizes energéticas foram baseadas na queima de combustíveis fósseis: carvão e petróleo. Como efeito colateral deste padrão energético surge a emissão de gases geradores do efeito estufa, responsáveis pelo desequilíbrio do sistema de troca de radiação na atmosfera e o consequente aquecimento global identificado pelo IPCC⁵ (Painel Internacional para Mudanças Climática da Organização das Nações Unidas).

⁵ IPCC – International Panel for Climate Change

A partir de meados da década de 1950 (REVELLE e SUESS, 1957) são coletadas evidências de que o modelo, aceito à época, para a mitigação do carbono emitido pela crescente industrialização apresentava contradições e que este desequilíbrio potencialmente (emissão x mitigação) provocaria problemas de ordem ambiental. A crise do petróleo de 1973 provocada pelo embargo da OPEP induz os países desenvolvidos a uma reavaliação do uso da energia. No campo da arquitetura a reação se dá primordialmente através da consolidação do conceito da arquitetura bioclimática surgido no início dos anos 1950, e posteriormente sedimentado nos 1960 através dos trabalhos de OLGAY (1951), FITCH (1960), os quais, dentre outras premissas, criticam a desconexão das soluções arquitetônicas com o clima envolvente.

As décadas de 1980 e 1990 serão o momento de reconhecimento e consolidação da doutrina sustentável. Em 1987 a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente (*World Commission on Environment and Development*) divulga o relatório *Brundtland*⁶, no qual se define o termo “sustentável” como “aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as próprias necessidades”. A partir da *Conferência das Nações Unidas para o Ambiente e o Desenvolvimento* realizada no Rio de Janeiro (conhecida como ECO’92), o conceito integral de sustentabilidade passa também a ser aplicado explicitamente à arquitetura e à construção civil (*arquitetura sustentável*). Esta assimilação é embasada no reconhecimento de que a indústria da Construção Civil é uma das atividades com maior passivo ambiental sob os aspectos do consumo de recursos naturais (materiais e energia), poluição e geração de resíduos (ZAMBRANO, 2008) e (AGOPYAN e JOHN, 2011).

A definição do real significado de *desenvolvimento sustentável* permanece em constante evolução, sendo alvo de constantes revisões e adições. Todas as vertentes econômicas e sociais apresentam uma visão convergente apontando para o desequilíbrio ambiental.

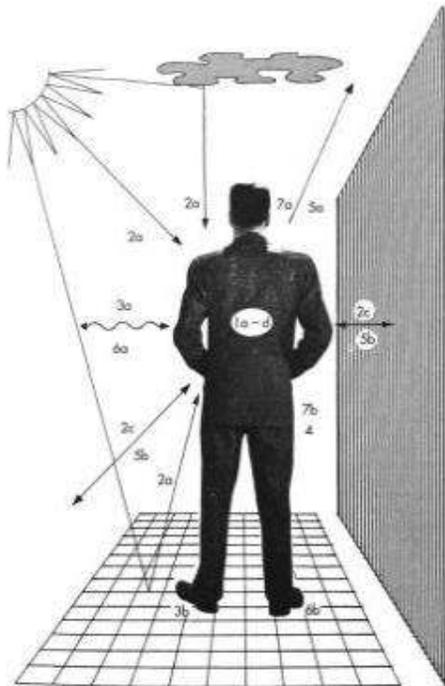
⁶ Relatório Brundtland – Documento preparado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente publicado em 1987 e organizado pelas Nações Unidas. O relatório “Nosso Futuro Comum” (*Our Common Future*) estabeleceu o conceito de sustentabilidade como uma articulação entre o equilíbrio das variáveis socioculturais, econômicas e ambientais e reflete as preocupações com a deterioração acelerada do ambiente e dos recursos naturais. Posteriormente conhecido como Relatório Brundtland em reconhecimento à presidente da comissão: *Gro Harlem Brundtland*.

1.1. Arquitetura bioclimática

A palavra bioclimática tem sua origem etimológica na junção dos termos bio (vida) e clima, sendo uma apropriação das ciências biológicas. Esta relaciona “o desenvolvimento dos seres vivos em determinado lugar a um tipo de clima definido característico da região” (AURÉLIO ELETRÔNICO, 2009).

“A arquitetura sempre foi ao mesmo tempo uma resposta e um produto do ambiente” (FITCH e BRANCH, 1960). Resposta no sentido de abrigar o ser humano em relação às intempéries do clima e ameaças externas. Produto (no sentido estritamente físico) como resultado dos recursos materiais para a confecção de abrigos disponíveis. O desenvolvimento do que hoje chamamos de bioclimatismo arquitetônico se mistura com a própria arquitetura espontânea (vernacular) produzida pelas diversas civilizações. A adaptação dos povos ao meio natural tornou-se o fator determinante das formas de se construir, tornando o ambiente construído o meio favorável para o desenvolvimento do homem. Desta forma, *“as expressões construtivas de forte caráter regional são as que possuem estreita relação com o seu entorno”* (OLGYAY, 2004).

O corpo humano desenvolveu um sistema biológico de controle capaz de manter sua temperatura em torno de 37° C, que é a ideal para o funcionamento de nosso organismo. Ao compreendermos o abrigo como uma extensão do próprio corpo, concluiremos que dois pontos passam a ser relevantes para o projeto das edificações. Primeiramente, para tornar a edificação confortável em termos higrotérmicos, estas devem ser capazes de manter a temperatura interna na faixa de aceitabilidade (20° a 26° C). Em segundo lugar, o edifício deve possuir um comportamento análogo ao processo de regulação térmica corporal, o qual depende pouca energia para manter as condições ideais de suas funções metabólicas. Segundo THOMAS (2006), as edificações contemporâneas (a partir da segunda metade do século XX) foram capazes de atingir o primeiro objetivo: manter condições internas de padrões aceitáveis de conforto, em detrimento do segundo, pois para manter este padrão de conforto, *“utiliza-se de sistemas que consomem energia em excesso para resfriamento ou aquecimento interno”*.



ABSORÇÃO DE CALOR

- 1) Calor produzido por:
 - a) Processo básico
 - b) Atividade
 - c) Processos metabólicos
 - d) Tensão muscular, calafrios e reação ao frio.
- 2) Absorção da energia radiante:
 - a) Diretamente do sol
 - b) De emissores de radiação
 - c) De objetos quentes, porém não emissores.
- 3) Condução de calor até o corpo:
 - a) Pelo ar, se este possui uma temperatura superior a da pele
 - b) Por contato com objetos quentes
- 4) Condensação da umidade atmosférica (ocasional).

PERDAS DE CALOR

- 5) Radiação para o exterior:
 - a) Para o céu
 - b) Para o entorno imediato, caso possuam uma temperatura inferior.
- 6) Condução de calor para fora do corpo:
 - a) Para o ar cuja temperatura seja inferior a da pele (convecção).
 - b) Por contato com objetos mais frios.
- 7) Evaporação:
 - a) Proveniente da respiração.
 - b) Proveniente da pele.

Figura 4 – Trocas de calor entre o homem e o meio.

FONTE: (OLGYAY, 2004, p. 16)

Apesar do sistema biológico de manutenção de temperatura humana ser um mecanismo extremamente eficiente, este por si não é capaz de prover conforto higrotérmico e proteção mecânica quando exposto às condições impostas pelo ambiente. A necessidade de abrigo no intuito primordial da sobrevivência foi a resposta da engenhosidade humana sobre as variáveis da natureza. O abrigo é em essência mais uma camada de controle e proteção (as outras são a pele e a vestimenta), atuando como uma extensão do sistema biológico.

Desde a construção das habitações primitivas, a civilização enfrenta como limitação as variáveis impostas pelas condições climáticas do lugar onde habita. Desafio enfrentado com os materiais fornecidos pelo ambiente aonde se encontra estabelecida, assim como a engenhosidade da construção em termos de conforto.. Geralmente as condições impostas são complexas em ambos os sentidos: desde a condição ambiental até o suprimento de material disponível. HAVEL (1961) afirma que *“mesmo com recursos aparentemente limitados, a arquitetura primitiva revela um alto nível de desempenho climático e de conforto, mesmo sob a ótica da tecnologia contemporânea.”* A engenhosidade de soluções

desenvolvidas de modo empírico reflete o conhecimento das condições locais, assim como de “*uma profunda compreensão das características de performance⁷ física dos materiais disponíveis na região*”. (FITCH e BRANCH, 1960).

1.2. A ideia do bioclimatismo

A adaptação consciente da arquitetura ao clima é documentada pela primeira vez por Vitruvio (1914)⁸ no século I, o qual lista uma série de recomendações para adaptação das cidades e das habitações em relação ao ambiente. São observadas preocupações imediatas com a salubridade da arquitetura e com o conforto dos ocupantes.

Vitruvio assim destaca a relação do sítio com as características das edificações:

“Se nossos projetos [...] serão corretos, devem observar os países e lugares aonde serão construídos [...] um estilo de casa parece apropriado ao Egito, outro à Espanha, diferente em Pontus e ainda outro em Roma, e assim para as demais particularidades da terra e regiões de características diferentes. Isto ocorre porque numa região a terra é envolvida de perto pela trajetória do sol, noutra afasta-se consideravelmente dela e em outra ainda é moderadamente temperada. É óbvio que os projetos das residências deveriam estar em conformidade com a natureza dos países e as diversidades do clima.”
(VITRUVIO, 1914).

BAWEJA (2008) defende a ideia de que o conceito contemporâneo de arquitetura bioclimática tem sua origem na expressão *Arquitetura Tropical*, utilizada pelas potências colonialistas europeias ao tratar da arquitetura e dos procedimentos de saúde em suas

⁷ “Performance” referindo-se ao comportamento físico do edifício em resposta ao ambiente, podendo ser mecânico (neve, vento, chuva, terremoto) ou físico (calor, frio, luz).

⁸ Vitruvio – Marco Vitruvio Polião é reconhecido como o primeiro teórico de arquitetura. Viveu no período compreendido entre 70 AC e 15 DC. Apesar de ser um militar de artilharia (*ballista*), escreveu o tratado *De Architectura*, atualmente conhecido como os *Dez Livros de Arquitetura*. Neste são descritos procedimentos sobre a implantação de novas cidades, recomendações sobre as residências e templos, assim como proporções construtivas. Dentre as inúmeras contribuições, destaca-se a atenta observação do sítio e do clima para o projeto das residências e com a saúde dos usuários relacionada ao edifício. Estes fatores estarão relacionados com o que conhecemos atualmente como arquitetura bioclimática.

possessões ultramarinas (predominantemente localizadas nos trópicos). O termo sempre aparece conectado à doutrina higienista (séc. XIX) sendo difundida em inúmeros *Manuais para a Higiene Colonial*, cujo conteúdo variava de acordo com a autoria. Os manuais médicos versavam desde a sobrevivência do *Europeu* nos trópicos e sua vida cotidiana, à relação da saúde com o clima até o saneamento dos edifícios. Por sua vez, os manuais de engenharia descreviam detalhes relativos à construção de edificações tropicais e a sua ventilação (*ibid.*). O consenso geral dos manuais era o do bem estar, em termos fisiológicos, do *Europeu* em condições tropicais (SEGAWA, 2003).

Neste período a arquitetura passou a ser compreendida cientificamente como um objeto de mediação entre o corpo e as condições de habitabilidade proporcionadas pelo clima. Observa-se que este termo (*clima*) adquire um sentido mais amplo do que a simples aferição de temperatura, avançando para o sentido do que conhecemos hoje como ecologia:

“Do ponto de vista sanitário, o clima de um lugar deve ser visto como o somatório das condições físicas e atmosféricas e sua relação com a vida animal e vegetal.” (GRANT, 1894).

A ideia de que a arquitetura deveria ser pensada de acordo com as condições climáticas para proteger o *Europeu* das doenças tropicais foi o embrião do conceito de *Arquitetura Tropical* (BAWEJA, 2008). A elaboração metodológica de procedimentos através dos *manuais de sobrevivência tropical* tornar-se-á por sua vez a base da disciplina da *higiene*. Os manuais ingleses para as regiões tropicais continham o mapeamento climático/cartográfico com as recomendações arquitetônicas para as construções em cada situação. Este método de projeto, que adequa a construção às peculiaridades das condições locais, foi desenvolvido e largamente aplicado por engenheiros britânicos e franceses⁹ durante os séculos XIX e XX (início). Paralelamente, a questão da salubridade em ambientes urbanos ganha força devido à explosão populacional das cidades. Este fenômeno ocorreu essencialmente nas potências europeias durante o processo de industrialização ocorrido na segunda metade do século XIX (AQUINO, ALVARENGA, *et al.*, [1978] 1982). Pode-se afirmar que a experiência

⁹ Inglaterra e França eram os maiores impérios coloniais deste período. Outros países com pretensões coloniais também possuíam critérios de aclimação similares.

colonial contribuiu para a melhoria dos processos de higiene e habitabilidade urbana e vice-versa.

A competição colonial provocou uma corrida armamentista na transição do século XIX para o XX (HOBBSAWM, [1988] 2011). O período de 1914 até 1945 é marcado pelas duas Grandes Guerras entremeadas por um hiato de reorganização geopolítica mundial e reconstrução da infraestrutura no continente europeu.

O tema da *Arquitetura Tropical* seria retomado durante o ano de 1952 através da promoção de três conferências¹⁰ que inauguram o discurso do pós-guerra sobre a questão. Cada conferência definiu abordagens particulares ao tema. O encontro de Lisboa tratava da adaptação arquitetônica ainda sob um aspecto *imperialista*, ou seja, da adaptação do europeu às colônias tropicais; a de Nova Délhi definiu a *Arquitetura Tropical* como um projeto *nacional* (para a Índia); a de Washington teve um enfoque essencialmente tecnológico sobre o tema (BAWEJA, 2008).

Sob o aspecto técnico, a conferência americana foi a que deixou o maior legado. Sua ênfase foi na discussão de métodos passivos para o projeto de caráter climático e o desempenho dos materiais submetidos à alta temperatura. Ainda nesta conferência, os irmãos Olgyay (húngaros de nascimento radicados nos EUA) apresentam trabalhos utilizando o termo *Projeto Bioclimático (Bio-climatic Design)*. Apesar da similaridade das ideias, a arquitetura adaptada ao clima (notadamente climas quentes - tropicais), passa a receber dois enfoques divergentes: o de *Arquitetura Tropical* ainda atrelado à visão higiênica e econômica colonial, principalmente por parte da Inglaterra e da França; e o de *Arquitetura Bioclimática* para aplicações domésticas dentro dos EUA.

O trabalho dos irmãos Olgyay define a *Arquitetura Bioclimática* como “um método para se desenvolver uma arquitetura de caráter regional, baseados na premissa de que cada região climática determina um conjunto particular de soluções” (OLGYAY, 2004). O discurso central

¹⁰ Congresso Internacional para Habitação e Planejamento de Cidades – Habitando em Climas Tropicais – Lisboa 1952.

Conferência do Conselho Consultivo para Pesquisa em Edifícios – Washington 1952.

Conferência do Instituto Nacional de Ciências da Índia/UNESCO sobre *Arquitetura Tropical* – Nova Délhi 1952.

dos Olgay ressalta a harmonia com a natureza emergindo “a partir da interseção entre biologia, arquitetura e climatologia” (ibid.).

O processo de descolonização do pós-guerra exigiu que a ideia de *Arquitetura Tropical* passasse a incluir novas abrangências. A escassez de recursos deste período favorece a pesquisa e a aplicação do uso racional de materiais e energia. Também são incorporadas nesta fase questões relacionadas à redução de resíduos e conceito de reciclagem (BAWEJA, 2008). A visão da *Arquitetura Bioclimática* (dos Olgay) e a abordagem da *Arquitetura Tropical* (descolonização) seriam unificadas sob um mesmo escopo na década de 1990. Em conjunto, estas formariam a base teórica do que conhecemos hoje como *Arquitetura Sustentável*.

A pesquisa bioclimática prossegue durante as décadas de 1960 e 1970 recebendo a atenção de inúmeros trabalhos e estudos e ganhando o status de ciência. Os irmãos Olgay definem as cartas solares, estabelecendo procedimentos técnicos para a relação do sol com a arquitetura (*arquitetura solar*) juntamente com TWAROWSKI (1967). Posteriormente a visão dos Olgay torna-se mais abrangente, evoluindo para uma abordagem *multicritério* ao encarar o edifício como um sistema interdependente (OLGYAY, 2004). GIVONI (1998) contribui com trabalhos essencialmente relacionados à ventilação. A partir da década de 1980 são desenvolvidos no Brasil inúmeros trabalhos inerentes ao tema. O Congresso de Arquitetura Bioclimática (São Paulo - 1983) impulsiona definitivamente a discussão acadêmica do conforto ambiental e do bioclimatismo. Proliferam pesquisas relacionadas ao assunto sendo notáveis as publicadas por RIVERO, (1985) e MASCARÓ (1985). CORBELLA e YANNAS (2003) desenvolvem a relação entre o bioclimatismo e a sustentabilidade através de estudos de casos brasileiros. CORBELLA (2011) ainda retornaria ao tema através da publicação de um manual com recomendações práticas na arquitetura.

Uma das principais sínteses entre os conceitos de sustentabilidade e as ideias da arquitetura bioclimática é representada através do arquiteto Ken Yeang. Este é um dos raros autores contemporâneos que possui uma produção equilibrada entre a teoria e a prática. Segundo YEANG (1999), o projeto bioclimático “é aquele que utiliza uma abordagem na qual faz uso das energias do ambiente e do clima local para criar condições de conforto aos usuários daquele edifício”. Esta se traduz em uma “arquitetura que por meio de recursos de projeto

possui baixo consumo de energia obtido através de métodos passivos para atingir estes objetivos” (YEANG, 1996).

1.3. O processo bioclimático.

“A arquitetura compreendida como construção humana sempre foi considerada uma máquina termodinâmica” (RUIZ, 2012). A evidência pode ser encontrada no passado, nas construções Romanas descritas por Vitruvio, ou mesmo além, na arquitetura do antigo oriente médio *“as quais possuíam complexos sistemas higróticos” (ibid.).* No decorrer de 5.850 anos de história conhecida, a civilização foi capaz de criar estruturas espaciais que a permitiram sobreviver aos fatores externos. O advento da revolução industrial, com a tecnologia e o desenvolvimento de sistemas mecânicos de calefação, e posteriormente de refrigeração, propiciou uma *liberação* da arquitetura de suas condicionantes climáticas. Os sistemas de aquecimento gradualmente penetraram na arquitetura europeia a partir de meados do século XIX. A refrigeração surgiu nos EUA a partir do início do século XX, sendo estabelecida como o *“ar condicionado”* na década de 1920. A partir destes eventos os edifícios receberam a capacidade de controlar o seu próprio ambiente interno para propiciar conforto ao usuário, embora ao custo de um considerável consumo de energia.

BANHAM ([1969] 1984) detecta que a possibilidade da arquitetura gerar artificialmente um clima interno, independente das condições externas, é um momento relevante na historiografia da arquitetura moderna. Esta irá desencadear uma divisão entre dois tipos de edifícios, que serão classificados pelo modo com que lidam com a energia recebida (radiação solar): o edifício de caráter *conservativo* como aquele que recebe e armazena radiação de modo análogo a uma estufa (conserva a energia recebida); e o de caráter *seletivo* que possui uma relação de filtro com o ambiente exterior, expelindo condições indesejáveis (como o calor excessivo) e admitindo as condições benéficas (como a luz e o ar fresco).

A arquitetura vernacular sempre se valeu de ambos os tipos, variando sua aplicação e dosagem de acordo com a necessidade imposta pelas variações climáticas locais. Cada modelo possui uma vocação específica. O modo conservativo se apresenta adequado aos climas secos, (alta amplitude térmica no ciclo do dia), independente de serem quentes ou

frios. O modo seletivo possui aplicação adequada a climas de trópico úmido devido à necessidade de ventilação constante.

De forma análoga a um organismo (ecomimese) os edifícios irão gerenciar as trocas térmicas e lumínicas com o meio através de sua “pele”, também conhecida como *envelope* ou *envoltória*.

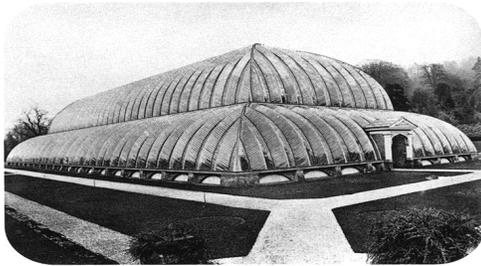


Figura 5 – O grande forno (the great stove) – Joseph Paxton (Chatsworth -1836).

FONTE: <http://www.victorianweb.org/>

Modo conservativo - O edifício atua como uma bateria armazenadora de energia térmica (acima e ao lado).

Modo seletivo – A envoltória atua como elemento filtrante com o meio externo (abaixo).



Figura 6 – Seagram Building – Mies van der Rohe (Nova Iorque – 1958)

FONTE: <http://3.bp.blogspot.com>



Figura 7 – Associação dos Usineiros (Millowner's Building) - Le Corbusier (Ahmedabad - 1954).

FONTE: <http://2.bp.blogspot.com/>-



Figura 8 - Biblioteca Nacional de Singapura – Ken Yeang (2004).

FONTE: <http://www.nlb.gov.sg/>

O processo bioclimático se baseia na premissa de que “a natureza irá *efetuar o trabalho*” (YEANG, 2006), o que significa que os métodos pelos quais a arquitetura atingirá seus objetivos de conforto serão considerados passivos (não envolvem energia industrializada). De uma forma geral a arquitetura bioclimática surge na literatura sempre associada a situações tropicais. Para o caso específico deste trabalho devemos compreender quais as estratégias passivas são aplicáveis ao clima de tropico úmido, o qual é predominante no Brasil e presente na maior parte da região costeira, aí se incluindo o Rio de Janeiro, cenário da maior parte dos edifícios brasileiros citados nesta pesquisa.

Em termos esquemáticos, a definição bioclimática de YEANG (1996), CORBELLA e YANNAS (2003), MASCARÓ (1985) e ROMERO (1985) são convergentes e podem ser expressas como um modelo de processo:

Figura 9 – O processo bioclimático. Diagrama.

FONTE: o autor.

1.3.1. Análise das condicionantes locais:

A interpretação das potencialidades do sítio deve possuir como meta a observação de variáveis de caráter físico e topográfico. A análise deve ser de caráter sistêmico sobre as condicionantes e de suas correlações de causa e efeito.

O clima é a condição primária a ser estudada. De sua análise serão extraídos os objetivos e sistemas da arquitetura produzida, a qual refletirá as condições locais e suas estratégias. Segundo CORBELLA (2011), “*o clima deve ser observado através da sucessão de tempo e de suas frequências, com o objetivo da obtenção dos seguintes dados meteorológicos locais: temperatura do ar, umidade absoluta e relativa, vento e a quantidade de radiação solar particular da região*”.

1.3.2. Métodos passivos:

Segundo TWAROVSKI (1967) e OLGAY (2004) os sistemas bioclimáticos passivos podem ser fracionados em 3 subsistemas:

1.3.2.1. Interações da arquitetura com a radiação solar.

Esta ocorre de modo sistêmico e em diversos níveis. São identificadas três abordagens de projeto relevantes na etapa de concepção preliminar da arquitetura bioclimática.

1) Volume arquitetônico e sua orientação – o sistema (volume/orientação) é preponderante sobre a quantidade de radiação que atinge as superfícies da envoltória do edifício e essencial para a definição da aplicação das estratégias posteriores.

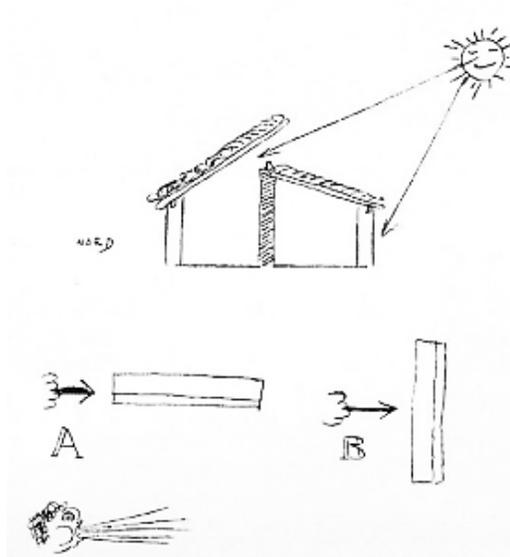


Figura 10 – As “Construções Murodins” – Le Corbusier – solução parte da insolação e da ventilação locais.

FONTE: CORBUSIER e JEANNERET (1994 p. 96-98)



Figura 11 – A Casa da Juventude e da Cultura - Firminy (1956-1961). Forma como proteção solar. Inclinação para a fachada sul (equivalente solar à orientação norte no hemisfério sul).

FONTE: CORBUSIER (1994, p. 28 v.8)

2) Propriedades da envoltória: como elemento de interface entre o *espaço arquitetônico* e o meio, a envoltória possui a propriedade de atuar como *filtro ambiental*. Esta *filtragem* ocorre através de **três** variáveis:

3) Rugosidade e auto sombreamento: é a propriedade da envoltória em gerar sombra sobre si mesma através da presença de volumes (varandas, sacadas e balcões), elementos sombreadores aplicados sobre a fachada e a cobertura (brises, placas e telas) assim como do deslocamento de seus planos de fechamento vertical (loggias). Os edifícios *bioclimáticos* inseridos em climas tropicais tendem a possuir um alto grau de rugosidade nas empenas com maior incidência de radiação. Suas fachadas geralmente apresentam uma característica

tridimensional através do desalinhamento dos planos de fechamento vertical ou sobreposições de elementos.



Figura 12 – Planos de fechamento deslocados e tridimensionalidade da fachada (nordeste). Residência Couto e Silva. Affonso Eduardo Reidy (Rio de Janeiro 1953).

FONTE: <http://casasbrasileiras.files.wordpress.com/>

4) Fenestrações: as aberturas da envoltória tem a função de regular a penetração da radiação no espaço interno. São determinantes os fatores de orientação, dimensionamento e detalhamento técnico das aberturas e esquadrias.



Figura 13 – Aberturas reduzidas nas fachadas ensolaradas. Instituto de Puericultura da UFRJ – Jorge Moreira - (1949).

FONTE: CZAJKOWSKI (ORG.) (1999).

5) Espaços internos – a organização espacial pode ser utilizada como elemento de negociação com a quantidade de calor absorvida pela arquitetura através da criação de

zonas de arrefecimento (YEANG, 2006). Nesta estratégia, as áreas de menor permanência (circulações, serviços e etc.) são utilizadas como filtro térmico para as áreas de maior permanência.



Figura 14 – Zonas de arrefecimento através da organização do espaço interno. Lucio Costa - *Casa do Barão de Saavedra* (Petrópolis – Rio de Janeiro – 1942)

FONTE: WISNIK (2001).

1.3.2.2. Relação da arquitetura com a ventilação.

A envoltória atua em conjunto com o sistema de espaços internos no sentido de possibilitar a ventilação interna da edificação. Esta se dará através da interdependência dos seguintes subsistemas:

Fenestraçãoes: – através da correta orientação das aberturas da envoltória deve explorar a absorção dos ventos “de conforto”. Depende das soluções de projeto das esquadrias e a respectiva eficiência em filtrar a radiação e permitir a ventilação.

Espaços internos: – a captação do ar externo deve ser complementada através da fluência pelos espaços internos. Sua velocidade e fluxo devem ser controlados pela organização espacial, contiguidade e permeabilidade à ventilação das conexões entre estes espaços.

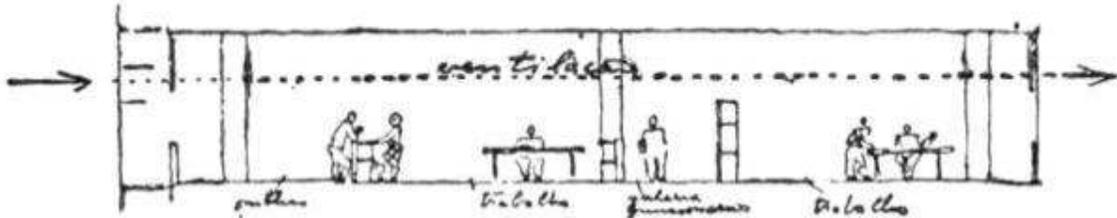


Figura 15 – Ventilação cruzada da lâmina do MES. Croqui de Lucio Costa. FONTE: (COSTA, 1962, p. 60)

1.3.2.3. Relação da arquitetura com a iluminação natural.

O uso da luz natural está conectado ao máximo aproveitamento da luminosidade provida pela abóboda celeste evitando a radiação direta nos ambientes internos. Depende diretamente dos seguintes subsistemas:

Fenestrações: a correta orientação e dimensionamento em relação ao espaço interno e respectivos filtros arquitetônicos de sombreamento e penetração luminosa.

Espaços internos: a distribuição deve priorizar a localização dos espaços de maior permanência de modo a serem banhados pela luz natural.



Figura 16 – Interior banhado pela luminosidade. Le Corbusier - Ville Savoye (1929).

A materialização da arquitetura bioclimática está diretamente conectada ao estágio inicial de concepção arquitetônica uma vez que influencia a solução do edifício em todos os níveis: volume, implantação, envoltória, fenestrações até sua organização espacial. Para YEANG (2006), “*a visão bioclimática contemporânea deve ser incorporada como ponto de partida de um projeto que pretenda estar sintonizado com as demandas ambientais*”. As forças da solução bioclimática naturalmente se refletirão na imagem final do edifício através das respostas às condicionantes locais, manifestando assim a ideia da arquitetura associada ao *heimat*¹¹.

1.4. A inserção do bioclimatismo no processo da sustentabilidade

Como uma reação ao alerta sobre a fragilidade ambiental, a partir de meados dos anos 1980 surge o conceito de sustentabilidade. Esta ideia é englobada pela indústria da construção civil a partir de 1990, sendo o termo *arquitetura sustentável* utilizado para projetos e edificações que incorporem estes conceitos.

A ótica da arquitetura sustentável extrapola os limites da edificação, “*relacionando-o com o quarteirão, com o bairro e com a cidade*” (ZAMBRANO, 2008). A metodologia requerida para esta análise ainda é um campo de conhecimento em permanente construção, não existindo um conceito consolidado para esta avaliação. Muitas são as abordagens e entidades que propõem certificações baseadas em critérios distintos, os quais variam de acordo com o interesse das entidades patrocinadoras (exemplos: BREEAM, LEED e AQUA).

As certificações ambientais são um produto da visão de sustentabilidade contemporânea, que busca sintonizar o ambiente construído ao *tripé*: economia - sociedade - ambiente, em termos de soluções de longo prazo (arquitetônicas e urbanísticas). A visão bioclimática da arquitetura ganhou relevância como uma reação às crises energéticas dos anos 1970. A persistência da crise energética nos dias atuais é incrementada pela problemática ambiental

¹¹ *Heimat*- palavra alemã que define o “lugar nativo”. Originalmente utilizado para a discussão da pertinência das construções na Alemanha no início do séc. XX. O termo ganhou uso corrente através do debate sobre *modernismo vernacular* (HÜPPAUF e UMBACH, 2005). De forma análoga ao “*zietgeist*” (espírito do tempo), o termo “*heimat*” pode ser compreendido como “*o espírito do lugar*”.

provocada pelas próprias matrizes (energéticas) que impulsionam a economia mundial (predominantemente carvão e petróleo). A recente *redescoberta* de que os métodos milenares para prover conforto favorecem a abordagem sustentável em todas as suas dimensões reposicionou a arquitetura bioclimática no cerne da sustentabilidade.

Para as dimensões econômicas e ambientais, a relação com o bioclimatismo se apresenta de forma direta. Por se valerem essencialmente dos recursos naturais, a demanda por energia dos edifícios bioclimáticos é consideravelmente reduzida, favorecendo a questão econômica. Este processo ocorre através do redirecionamento da energia não gasta por estes edifícios para outros setores que impulsionam o crescimento econômico.

A dimensão ambiental é favorecida em diferentes escalas. As principais potências econômicas possuem matrizes energéticas baseadas na queima de combustíveis fósseis (ambientalmente *sujas*): Inglaterra (91%), China (88%), Alemanha (82%), EUA (77%) e França (52%)¹². Observa-se que estes números não consideram a energia nuclear, a qual tem sido debatida pelo risco de utilização e o legado de seus resíduos. Como visto anteriormente, os edifícios consomem grande parte desta energia produzida. Desta forma o incremento do desempenho energético da arquitetura favorecerá diretamente o meio ambiente.

Na dimensão social, o ideário bioclimático possui papel relevante. Uma das questões principais a serem resolvidas socialmente é o problema do déficit da habitação. Esta defasagem leva a uma séria situação que se agrava nas previsões para o ano de 2030 com um déficit de moradia para dois bilhões de habitantes do planeta (25% da população prevista). Pelo caráter emergencial, por razões energéticas e também econômicas, estas habitações deverão seguir uma linha racional e simplificada baseadas nas soluções vernaculares, portanto associadas ao pensamento bioclimático. A arquitetura contribuindo com o bem-estar social não é uma ideia nova, estando presente desde o século XIX também associada ao ideário do movimento moderno. Não será por acaso que o primeiro registro de uso do brise-soleil será documentado nos estudos para os *Alojamentos para Operários* em Barcelona (1933) de Le Corbusier. As estratégias bioclimáticas permeiam as propostas de habitação popular no Brasil, onde se destacam as obras de Francisco Bologna (Conjunto

¹² A maior fonte de energia França da provém de usinas atômicas (41%).

Residencial de Paquetá – 1952) e Affonso Eduardo Reidy (Pedregulho – 1950). Coube a FATHY (FATHY, [1973] 1982) defender a conexão direta entre o programa de habitação popular e o uso da arquitetura vernacular, assim como da energia natural como base de suas soluções. Esta abordagem tem ganhado espaço, sendo uma tendência aceita globalmente. No Brasil, o programa populacional promovido pela Caixa Econômica Federal incentiva de modo explícito o uso de conceitos bioclimáticos. A certificação dos projetos se dá através do “selo azul da caixa”, que possui como base teórica as recomendações da norma de “Desempenho Térmico de Edificações – Diretrizes Construtivas para Habitações de Interesse Social” (ABNT, 2005).



Figura 17 – Recomendações bioclimáticas para habitações de interesse social – “Selo Azul da Caixa”.

FONTE: <http://www.sindusconsp.com.br/>

Como regra geral, observa-se que todos os novos edifícios e empreendimentos de nível urbano consideram a questão da sustentabilidade como ponto essencial do processo. A adoção de selos e certificações promovidas pelos próprios governos são um indicativo desta atitude. Destacam-se as nações europeias com um grau de industrialização (Reino Unido, Alemanha, França, Dinamarca e Suécia), assim como o Japão e Austrália. A adoção desta prática pelo Brasil está em sintonia com a mudança de paradigma internacional.



**ADQUIRA UMA PERFEITA QUALIDADE PROFISSIONAL E SEJA UM
ARQUITETO ESPECIALIZADO**

Materiais de ensino completos como o que há de melhor na indústria moderna. Cursos presenciais e à distância. "Como projetar como os grandes" - uma introdução à arquitetura de elite, van der Rohe, Frank Lloyd Wright e de Gaudier. "As condições fundamentais do edifício legítimo" e o mais avançado baseado no livro de Le Corbusier. "Como ser um arquiteto famoso" (sem qualquer custo).

CEM centro de estudos modernos cursos profissionalizantes Ltda.

SÃO PAULO

MANAUS

RIO

Figura 18 – Le Corbusier como garoto propaganda de curso técnico à distância (revista MÓDULO Numero 1 – 1960).

2. O Sol e Le Corbusier

“dansent la Terre et le Soleil

la danse des quatre saisons

la danse de l’année

la danse des jours de

vingt-quatre heures

le sommet et le gouffre des

solstices

la plaine des équinoxes

L’horloge et le calendrier

solaires ont apporté à

l’architecture le “brise-soleil”

installé devant les vitrages des

édifices modernes. Une

symphonie architecturale”

s’apprête sous ce titre:

“La Maison Fille du Soleil”

“dançam a terra e sol

a dança das quatro estações

a dança do ano

a dança dos dias

de vinte e quatro horas

o cume e o abismo do

solstício

a simplicidade dos equinócios

o relógio solar e o calendário

solar doaram à

arquitetura o quebra-sol

instalado sobre as superfícies de vidro dos

edifícios modernos. Uma

sinfonia arquitetônica

apresentada sob o título

“A Casa Filha do Sol””

(CORBUSIER, [1955] 2006)

Analisar a obra de Le Corbusier é como olhar para o momento do próprio nascimento da arquitetura moderna brasileira. Através de suas mãos demos os primeiros passos e aprendemos as primeiras palavras. Refletimos e concretizamos suas ideias, ampliando-as e posteriormente tornando-as brasileiras. Mais do que qualquer outro mestre da arquitetura moderna (Mies, Gropius e Wright), Corbusier nos influenciou associando-se definitivamente como parte integrante de nossa arquitetura.

O sol é personagem marcante na obra de Corbusier. Elemento recorrente em todas as formas de manifestação utilizadas pelo arquiteto: croquis, pinturas, textos em prosa e poesia ou até em pesquisas de caráter científico/metodológico (*Grillé Climatique*), o disco solar assume diversas personificações. Por momentos é visto como o componente que fornece o ritmo da vida humana, como o alimento do espírito, e sob um aspecto pragmático, tratado como uma dificuldade a ser enfrentada. Não por acaso a cidade ideal de Corbusier é batizada como *Ville Radieuse*. Usualmente é representado associado à figura humana estabelecendo uma conexão inexorável entre ambos. A relevância da relação de Corbusier com o sol se revela de forma implícita em sua própria definição primordial da arquitetura:

“A arquitetura é o jogo sábio, correto e magnífico dos volumes reunidos sob a luz. Nossos olhos são feitos para ver formas sob a luz: as sombras e os claros revelam as formas [...]” (CORBUSIER, [1923] 2002, p. 13)

Naturalmente a luz a que Corbusier se refere é a luz solar, a qual permite ao sentido da visão a percepção das formas e por consequência da beleza. Relevante observar que o sol é também referenciado implicitamente em diversos textos e desenhos quando são citadas suas propriedades: o calor e a luz. Além da função reguladora das atividades diárias, a iluminação natural recebe um tratamento de caráter *espiritual*:

“A luz do sol age sobre o animal humano com uma eficácia enraizada no próprio âmago da espécie... evoquem aqueles dias quando o céu está carregado de nuvens... como você fica triste!... O sol penetra na janela... como você fica contente!... Como você pensa

apaixonadamente no verão que virá e lhe dará luz o tempo todo!
([1929] 2004, p. 85)

A compreensão da arquitetura também como elemento intermediador entre o clima e o homem sempre foi um dos conceitos sedimentado nos pensamento de Corbusier. Ao comentar sobre a casa: *“um abrigo contra o calor, o frio, a chuva... Um receptáculo de luz e sol”* (CORBUSIER, [1923] 2002). Também reconhece que *“cada país constrói suas casas em função de seu clima”* (*ibid.*, p 74). Por outro lado propõe *“uma única casa para todos os países e todos os climas”* (*ibid.*). Esta aparente contradição tenta ser resolvida pelo arquiteto através de uma série de experiências aplicadas em projetos dos anos 1920. Nenhuma das propostas foi bem sucedida. A ideia de criar aparatos mecânicos que pudessem adaptar seu “sistema universal” à particularidade climática de cada país, gerou o conceito da *“respiration exacte”*¹³. O sistema consistia em utilizar nas paredes externas uma membrana dupla (vidros ou fechamentos opacos) contendo ar resfriado no interior da cavidade. Denominou esta técnica de isolamento como *“mur neutralisant”* (*parede neutralizadora – de temperatura*). Corbusier tentou aplicar a solução no projeto para o Palácio *Centrosoyus* em Moscou (URSS – 1930), porém este foi vetado. O sistema foi finalmente implantado na *“Cidade dos Refugiados”* (*Cité de Refuge de Lárinée de Salut* -1929 – 1933), um abrigo para o Exército da Salvação construído em Paris. A proposta original era de um edifício *hermeticamente* fechado por uma envoltória de vidro (*pan de verre*) condicionado artificialmente. *“O sistema apresentou deficiências ambientais no interior do prédio, observadas principalmente na época do verão”* (CORBUSIER e JEANNERET, 1994). Le Corbusier sofreu inúmeras críticas. Posteriormente o edifício recebeu esquadrias móveis e brises. Segundo MARAGNO (2000), este é um momento crucial, pois ao se defrontar com os resultados de conforto resultantes do sistema de paredes de vidro, Corbusier *“buscaria encontrar soluções alternativas para recuperar o funcionamento do sistema, como engrossar as membranas de vidro com protetores externos”* (*ibid.*), o que na prática significa o aparecimento do *brise-soleil*.

¹³ *“respiration exacte”* – ou respiração exata – sistema de ventilação mecânica controlada capaz de regular a temperatura e a umidade. De fato um sistema de ar condicionado central, o qual em 1929 (data da conferência em Buenos Aires) ainda não era um padrão nos edifícios.

Na produção de Corbusier são observadas três fases distintas na relação entre a arquitetura e o clima. Em sua fase inicial, identifica-se uma completa fé na capacidade de que os avanços tecnológicos possam subverter as condicionantes naturais de acordo com a vontade do homem. Este pensamento é expresso no conceito da “*máquina de morar*” e na universalidade de soluções (CORBUSIER, [1923] 2002). RUIZ (2012) identifica ainda outros dois outros períodos. A etapa entre 1930 e 1950 centrada na solução do controle da radiação solar através de técnicas baseadas na independência da estrutura e na aplicação de elementos sombreadores; e a etapa evolutiva subsequente (1950 – 1965), onde consolida o uso de ventilação, do controle da umidade e da inércia térmica como parâmetros específicos para a geração da arquitetura.

Na etapa inicial de sua carreira - 1917 até 1927, através de um enfoque *racionalista*, Corbusier busca um sistema único que seja capaz de lidar com as variáveis econômicas, construtivas e sociais da arquitetura (FRAMPTON, 2001, p. 21). Este se materializa através do sistema *Dom-ino*, o qual disponibiliza diversas possibilidades de arranjos a partir de peças pré-fabricadas estruturais com infinitas soluções de montagem. Nos anos 1920 as soluções mecânicas para as questões ambientais gradualmente perdem a força na obra de Corbusier, sendo substituídas por uma compreensão das especificidades do lugar. Insolação e ventilação passam a ser consideradas na proposição arquitetônica. SEGRE (2008) considera a *Villa Baizeau* (1928) em Cartago (Tunísia) como marco inicial desta transição. A estrutura compositiva segue fielmente os padrões propostos no sistema *Dom-ino*, porém com a particularidade de que as lajes, então libertas de seu volume, prolongam-se formando elementos sombreadores sobre os fechamentos de alvenaria.

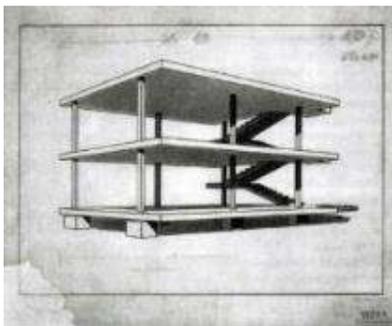


Figura 19 Sistema Dom-ino – Le Corbusier (1914).



Figura 20 Villa Baizeau – Le Corbusier Tunísia (1928).

A utilização de elementos estruturais como meio de adequação ambiental é uma consequência colateral da ideia da *estrutura independente* proposta no sistema Dom-ino, o qual é base dos cinco pontos de Corbusier para a *Nova Arquitetura*¹⁴. Sua compilação definitiva surge em 1927 publicada em uma edição alemã sobre duas casas recém-inauguradas em Stuttgart (MOOS, 2009) - *Zwei Wohnhäuser von Le Corbusier und Pierre Jeanneret: Fünf Punkte zu einer neuen Architektur* (ROTH, 1927). Segundo MASCARELLO (2005), estes *pontos* possuirão implicações passíveis de uso sobre a adaptação (bio)climática da arquitetura.

2.1. Os cinco pontos da *Nova Arquitetura* (e suas resultantes bioclimáticas)

2.1.1. Pilotis (isolamento térmico e ventilação)

A aplicação dos pilotis não se refere de forma específica às questões de conforto. Estes são efeitos colaterais às intenções primordiais de Corbusier. Para este, elevar a edificação do solo soluciona essencialmente questões construtivas e salutaras (umidade e luminosidade ao nível da rua) inerentes aos andares baixos – “*uma grande doença das cidades atuais*” (CORBUSIER, [1929] 2004), além da liberação da *visão* (ao nível do observador) e da *circulação* (em ambientes urbanos).

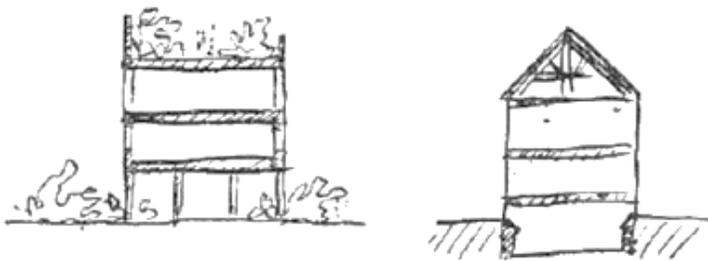


Figura 21 - Pilotis – croquis comparativo demonstrando a salutar solução do edifício elevado em relação á casa tradicional.

FONTE: (CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 126).

¹⁴ No mesmo ano (1927) são publicados na revista *L'Architecture Vivante* (número 17 – outono/inverno – p. 11) com um sexto ponto adicionado – “*a supressão das cornija*”. Posteriormente removido estabelecendo o número definitivo de *Pontos Corbuserianos* (cinco) conhecido até hoje.

O afastamento da arquitetura em relação ao solo possui um efeito imediato sobre as condições térmicas da arquitetura. O solo recebe 16.3% da radiação solar absorvida pela terra, sendo um dos fatores essenciais na composição da temperatura e do clima (GREF , 1998, p. 30). A consequência direta dos *pilotis* em termos físicos é uma diminuição considerável da influência da temperatura do solo sobre a edificação. Quando a arquitetura está em contato com o solo, a troca de calor acontece por condução, quando elevada passa a ocorrer por convecção e irradiação, o que na prática significa um intercâmbio muito menos intenso.

Corbusier comenta sobre os *pilotis*:

“Disponibilizo assim todo o solo sob a casa... faço passar por ele o ar e a relva”. (CORBUSIER, [1929] 2004, p. 50)

A camada de ar que passa a existir entre o solo e a arquitetura funciona como um isolante térmico natural devido à baixa condutividade térmica do ar (0,027 W/m.°C). Esta se torna uma estratégia relevante quando aplicada em climas tropicais, notadamente em edificações com baixa altura. Outra questão relevante é a ventilação ao nível do solo. Por serem pouco obstrutivos, os *pilotis* permitem um melhor fluxo de ar ao nível térreo o que auxilia na sensação de conforto do pedestre em ambientes urbanos. HERTZ (1998) ratifica a importância da ventilação urbana:

“Nos climas quente-úmidos, a ventilação é vital para o conforto, e o aproveitamento das brisas é absolutamente necessário... Nesses climas, o uso de ventilação cruzada é fundamental, não só no projeto de um cômodo, como também na organização do edifício e na planificação e urbanização.” (HERTZ, 1998, p. 80).

2.1.2. Telhado jardim (isolamento térmico)

O primeiro argumento de Corbusier para a cobertura plana é de ordem econômica. Segundo sua observação, a partir da *“instalação do aquecimento central”*, os telhados tradicionais seriam desnecessários, uma vez que a neve *“derreteria e escoaria pelo interior da casa”* (CORBUSIER, [1929] 2004, p. 30).

O jardim aplicado sobre a laje e as razões para sua utilização são explicadas por Corbusier:

“O concreto armado é o novo meio que permite a construção de uma cobertura homogênea. Este possui um alto coeficiente de dilatação. A dilatação provoca fissuras no momento em que se retrai. Ao invés de procurar o escoamento rápido das águas de chuva, ao contrário, os esforços devem ser no sentido de se manter uma umidade constante sobre o terraço e uma temperatura regular sobre o concreto armado. Medida particular de proteção... Razões técnicas econômicas, razões de conforto e razões sentimentais nos conduzem a adotar o telhado jardim.” (CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 125).

A cobertura naturalizada foi redescoberta recentemente pela “arquitetura sustentável”. Além da propriedade de isolamento térmico e da proteção mecânica (citados por Corbusier), são considerados ainda outros benefícios. VAN WOERT ET AL. (2005) identificaram a diminuição do consumo de energia (consequência do isolamento térmico), o aumento da vida útil do material (ciclo de vida – proteção mecânica), a capacidade de agir como filtro de poluentes atmosféricos, o potencial para reduzir o efeito urbano “Ilha de calor” e o efeito estético que “favorece a vida”. Para VILLAREAL E BENGTTSSON (2004) as coberturas vegetais podem ser utilizadas como controle da velocidade do escoamento de águas pluviais. Estas podem contribuir auxiliando na redução do impacto de fortes chuvas (enchentes). FRITH e GEDGE (2004) ainda as relacionam como proteções acústicas, uma vez que agem como absorvedoras de sons, úteis em áreas urbanas que enfrentam um alto índice de poluição sonora como aquelas próximas a aeroportos.

A aplicação do telhado jardim é contabilizada como pontuação por grande parte das certificações ambientais como o LEED e o AQUA.

2.1.3. Planta livre e a organização interna (em favor do conforto térmico)

A dissociação das paredes de suas funções de suporte estrutural da edificação gera a possibilidade de uma planta autônoma. Esta flexibilidade permite que a organização espacial persiga uma lógica puramente *racional* em termos de *função* e aproveitamento do espaço.

Segundo Corbusier o “*uso rigoroso de cada centímetro*” (CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 125).

Em termos de controle ambiental, a consequência da planta livre é a possibilidade de se gerar uma organização interna que favoreça as questões de conforto. O manual RTQ-R¹⁵ sugere de forma implícita a proteção das áreas de *longa permanência* através do posicionamento de espaços de *ocupação transitória*¹⁶ nas zonas críticas de insolação, criando assim zonas de abrandamento da troca térmica. Estas áreas são referenciadas por YEANG (1996, p. 41) como *zonas de atenuação (buffer zones)*.

“Este posicionamento irá prevenir o ganho de calor nos espaços do usuário e prover uma zona de atenuação (como meio de isolamento térmico espacial) para os lados quentes do edifício, o que diminui a necessidade de refrigeração”. (ibid.)

O princípio da *zona de atenuação* é uma das principais características da dupla envoltória do edifício-sede da ABI.

2.1.4. Janela de fita (e a luz natural)

Dos pontos da *Nova Arquitetura* este é o que melhor traduz a preocupação de Corbusier com a luminosidade natural. Segundo o arquiteto, a “*arquitetura são pisos iluminados*” (CORBUSIER, [1929] 2004, p. 50), o que nos leva à conclusão de que para o arquiteto, a propriedade da arquitetura em prover luz é um ponto essencial. Isto significa uma redefinição do papel da envoltória como elemento regulador da luminosidade natural do espaço arquitetônico. Este pensamento iria posteriormente ser evoluído e explicitado na fase madura de sua obra (pós 1930), quando a adequação climática passa a ser um tema relevante de sua arquitetura (RUIZ, 2012).

A *janela de fita* é uma decorrência natural da independência das vedações do sistema estrutural. As consequências do uso deste elemento são muito abrangentes, pois

¹⁵ RTQ-R - Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais – Parte do programa PROCEL edifica da Eletrobrás.

¹⁶ Não são áreas de permanência prolongada (ocupação transitória): cozinha, lavanderia ou área de serviço, banheiros, circulações, varandas, garagem, dentre outros (LAMBERTS, MORISHITA, *et al.*, 2011).

impulsionam uma revisão crítica da função da *janela* de forma filosófica, estética e funcional. A evolução deste conceito levaria ao “*pan de verre*” (pano de vidro). Corbusier demonstrava pleno conhecimento das possibilidades de seu uso como estratégia de controle ambiental. Ao comentar sobre o Palácio *Centrosoyuz* (Moscou – 1928):

“... em Moscou nos deparamos com um problema imperativo de temperatura: 42 graus negativos no inverno... o que se precisa é de panos de vidro...”. (CORBUSIER, [1929] 2004, p. 65)

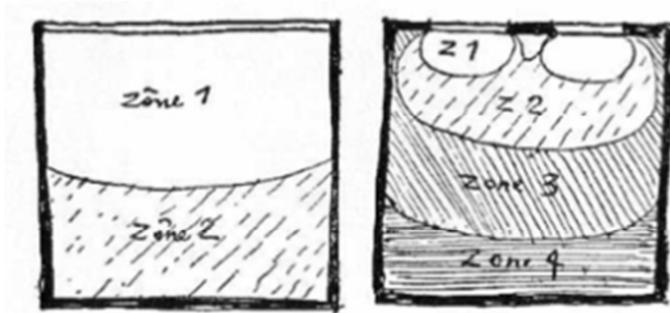


Figura 22 – Comparação das zonas de penetração de luz no espaço (CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 129). Segundo Corbusier, as informações foram retiradas a partir de tabelas de exposição para uso fotográfico

FONTE: (CORBUSIER, [1929] 2004, p. 66)

A utilização correta da luz natural é uma das principais questões da arquitetura contemporânea. A luz diurna é considerada um elemento chave para um “*uso racional de energia e da satisfação e produtividade do usuário*” (KWOK e GRONDZIK, 2007, p. 55). Sua integração como estratégia de *sustentabilidade* a torna um item crítico a ser avaliado pelas certificações de desempenho ambiental (LEED e AQUA), tanto pelas propriedades operacionais (condições de trabalho do usuário) e qualitativas (conforto visual), quanto pelo consumo energético (menor uso de iluminação artificial).

Em climas tropicais caracterizados pela insolação excessiva, o pano de vidro deve ser utilizado de modo criterioso, devido à sua propriedade “efeito estufa”¹⁷. Para BRUAND (2008, p. 87), além de pioneiro, o uso do pano de vidro no edifício sede do MEC (MES) é um dos exemplos do uso correto do vidro para a penetração de luz natural e do conforto visual:

“A fachada sudeste recebendo diretamente os raios solares apenas alguns dias do ano e no período da manhã, portanto fora do horário de trabalho, foi dotada de grandes caixilhos de vidro, possibilitando a máxima penetração de luz assegurando uma vista magnífica da baía.”
(*ibid.*)

A necessidade do controle da penetração solar seria o fator primordial para a o surgimento do brise-soleil, o qual se tornaria um elemento icônico na arquitetura moderna brasileira.

2.1.5. Fachada livre (e o auto-sombreamento do edifício)

A possibilidade de manejo das aberturas e posicionamento dos planos de fechamento dos espaços é também uma decorrência da independência da estrutura. Além da liberdade de expressão arquitetônica promovida pela fachada livre, o recuo das paredes que compõem a envoltória se confunde com a origem do próprio brise soleil. Este recurso foi utilizado pela primeira vez no projeto da *Villa Baizeau* (1928) em Cartago (Tunísia).

“O problema era escapar do sol e garantir uma ventilação constante da casa. O recuo trouxe estas alternativas: a casa tem um guarda-sol que projeta a sombra dos ambientes. A partir do piso térreo até o topo, os espaços se comunicam estabelecendo uma corrente de ar constante.”
(CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 176)

¹⁷ Efeito estufa - A energia solar que entra num local através do vidro é absorvida pelos objetos e pelas paredes interiores que aquecem reemitindo um raio térmico situado primordialmente na gama do infravermelho (superior a 5 µm). Os vidros são praticamente opacos às radiações com um comprimento de onda superior a 5 µm. A energia solar que entra pelos vidros fica assim retida no local que tem tendência a aquecer. (SAINT GOBAIN, 2010)

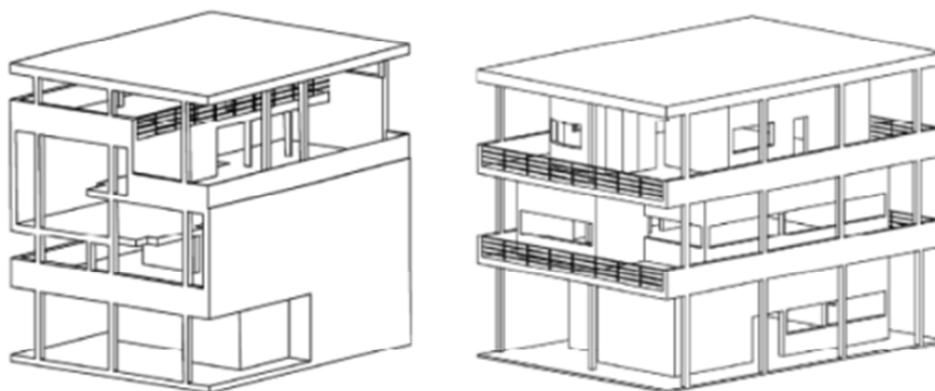


Figura 23 – A Villa Baizeau é uma aplicação prática do sistema Dom-ino. O conceito do brise-soleil se caracteriza pelo recuo das fachadas de modo a fornecer sombra sobre a superfície de fechamento da envoltória. Recurso propiciado pelo conceito da *façade libre*.

FONTE: (SIRET, 2004)

Os planos independentes da fachada foram incorporados definitivamente pela arquitetura com uso extensivo até hoje. Seu recurso como elemento de controle ambiental e luminoso pode ser largamente encontrado nas obras de arquitetos contemporâneos à Corbusier como Richard Neutra, ou de gerações posteriores como Vilanova Artigas e Richard Meier.



Figura 24 – Casa Kauffman – Richard Neutra – Palms Springs California 1946. Lajes de cobertura agindo como elementos sombreadores aos panos de vidro.

FONTE: <http://cdn.architecturelab.net/>



Figura 25 – MACBA – Museu de Arte contemporânea de Barcelona – Richard Meier – 1987 -1995. Planos independentes agem em conjunto com os brises para adicionar interesse à fachada com evidentes intenções de controle ambiental.

FONTE: <http://www.bezienswaardigheden-barcelona.com/wp-content/uploads/2012/04/MACBA.jpg>

Devemos possuir um olhar sistêmico sobre os pontos corbusierianos uma vez que estes interagem entre si como peças de uma máquina. De uma forma geral, ao menos quatro destes são oriundos da estrutura independente proposta no sistema Dom-ino: os pilotis, a planta livre, a janela de fita e a fachada livre. O teto jardim surge como uma resposta econômica (a não execução do telhado) e simultaneamente uma solução térmica para a exposição da laje ao calor excessivo.

2.2. O controle solar (1930-1950)

“... o brise-soleil é um dos inventos mais magistrais, uma das poucas inovações estruturais que temos presenciado ultimamente no campo do controle ambiental”. (BANHAM, [1969] 1984, p. 158)

“o brise-soleil deve ser um órgão em um organismo...” (CORBUSIER, 1981, p. 53)

No sentido da adequação ambiental dos edifícios, observamos que a visão de Corbusier evolui com o decorrer do tempo. Dois fatores são relevantes para esta mudança de abordagem: as experiências frustradas dos sistemas mecânicos propostos para o Palácio *Centrosoyuz* e posteriormente executados na *Cité de Refuge de Lârmée de Salut* tiveram “profunda influência na transição das estratégias mecânicas por passivas”. (SIRET, 2004); o intercâmbio com diferentes culturas e climas (América do Sul e Norte da África), onde percebe a possibilidade de “adaptar a arquitetura local à modernidade” (RUIZ, 2012, p. 63). A fé absoluta na técnica e na *solução universal* é gradualmente substituída por uma abordagem mais flexível que incorpora as condições locais.

Após as “lajes sombreadoras” da *Villa Baizeau* (dupla função estrutura e sombreamento), o brise-soleil surge como elemento individual sobreposto à fachada no projeto para as habitações operárias em Barcelona (1931). Esta será a única vez na obra de Corbusier em que o brise-soleil será aplicado do mesmo modo pelo qual seria eternizado (MES - 1936) – lâminas horizontais sobrepostas à fachada.

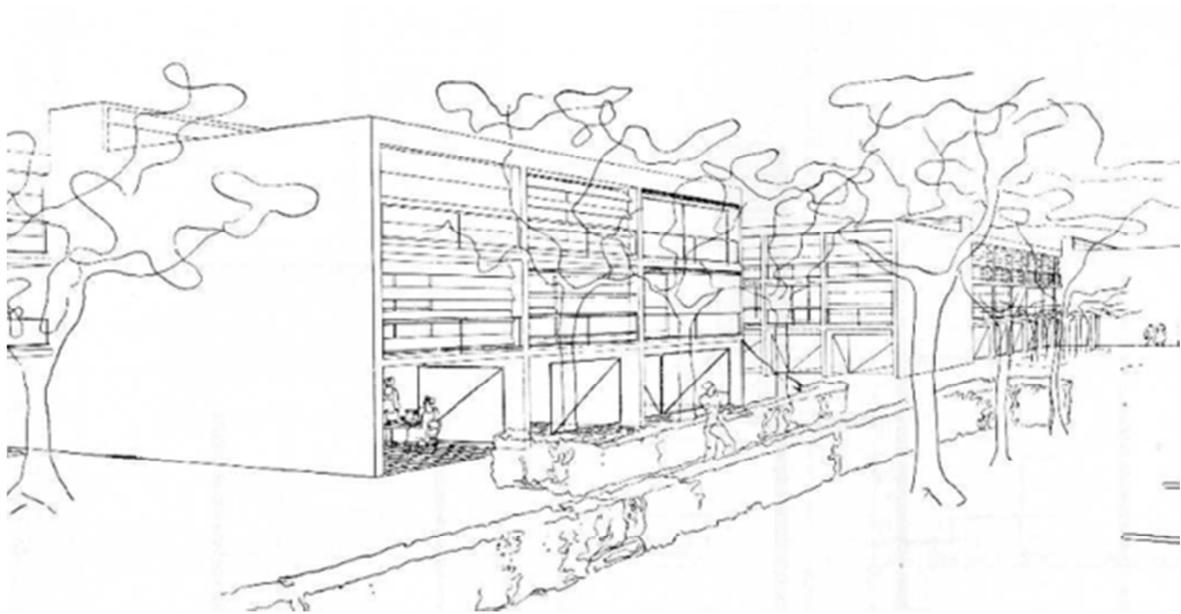


Figura 26 – Habitações para operários – Barcelona 1931 – Aplicação de brises horizontais.

FONTE: (CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 192)

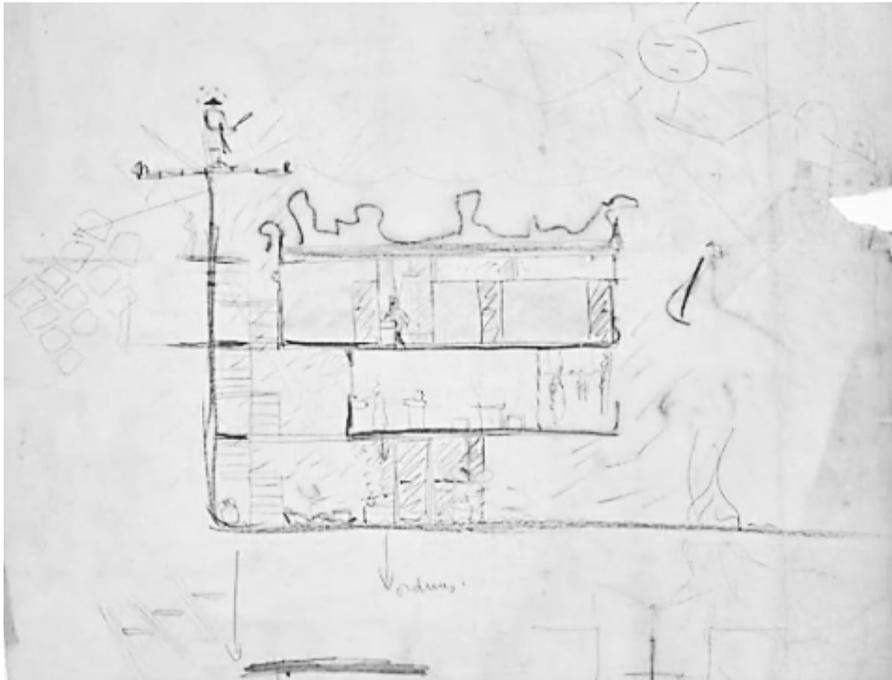


Figura 27 Habitações para operários – Barcelona 1931. Esquema de insolação, ventilação e aplicação do telhado jardim.
FONTE: Arquivo Fundação Le Corbusier.

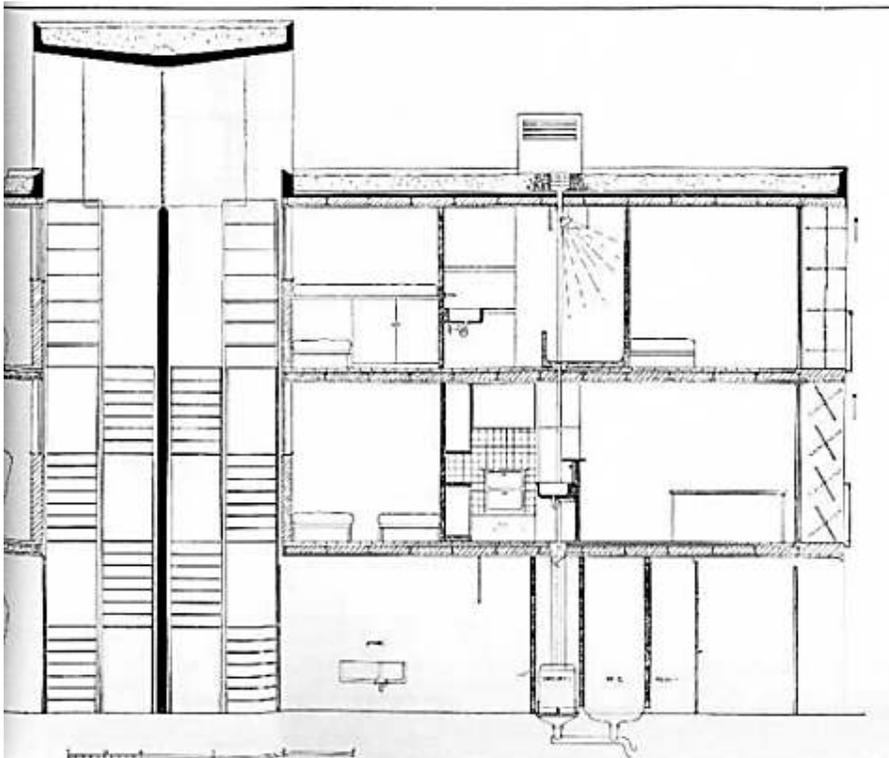


Figura 28 - Habitações para operários – Barcelona 1933 – Observar à direita da ilustração os brises basculantes.

FONTE: (CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 193)

No decorrer da década de 1930, os projetos de Corbusier passam a expressar cada vez mais sua preocupação com a insolação. Esta característica é perceptível na medida em que os elementos de proteção da envoltória paulatinamente se tornam os motivos protagonistas das fachadas e da composição arquitetônica. Tímidas varandas surgem na Suíça nos apartamentos *Clarté* (Genebra 1930 -1932). Os brises ganham força expressiva sob o clima árido e ensolarado argelino, domínio francês à época, aplicado aos projetos para habitação popular em *Durand* (1933) e no edifício residencial vertical em Argel (1933). Neste podemos afirmar que a proteção solar é a própria expressão do edifício.

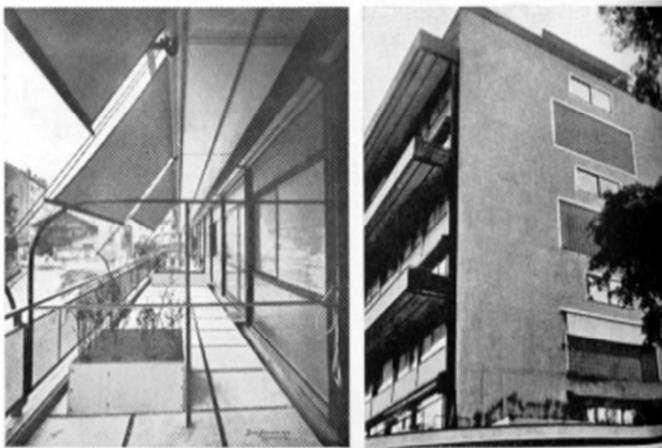


Figura 29 – Apartamentos Clarté (1930 – 1932) – os toldos fazem parte do projeto original.

FONTE: (CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 66)

	<p>apartamentos clarté corbusier genebra 1930 latitude 46N temperado oceânico</p>	
--	---	--

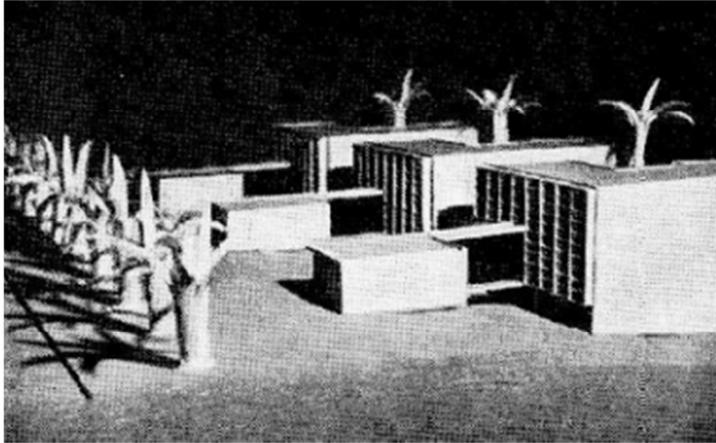


Figura 30 – Brise reticular em Habitações populares Durand – Argélia (1933). Estudo conceitual sem indicação de orientação solar.

FONTE: (CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 169)

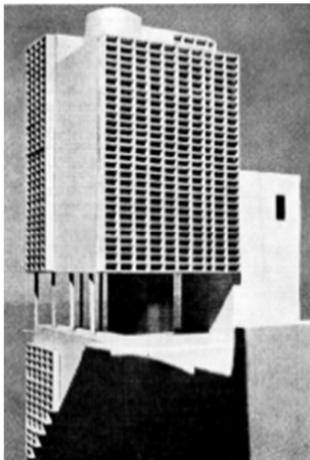
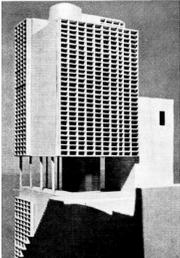
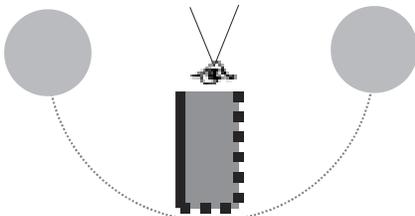


Figura 31 – Edifício residencial vertical Argel – Argélia (1933). Fachada sul e oeste completamente dominadas por brises soleils.

FONTE: (CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 170)

	<p>edifício residencial vertical corbusier. argel 1933 latitude 36N temperado mediterrâneo</p>	
---	--	--

Residência em Mathes -1935

“A ventilação natural é estabelecida através de pequenas peças nas pequenas aberturas, que podem ser ajustadas conforme a necessidade (muito importante nos períodos de julho agosto e setembro durante o qual o sol é de uma grande violência).” (CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 185)

Nesta casa perto do mar em *La Palmyre-Les Mathes*, Corbusier utiliza conceitos de sombreamento desenvolvidos nas experiências anteriores, porém com uma evolução essencial. O projeto aborda uma solução em camadas, onde a unidade funcional (neste caso habitacional) é um sistema independente da solução da envoltória. A dissociação da solução interna (programa) do invólucro (filtro ambiental), através da independência de seus sistemas (cada um responde às necessidades específicas da arquitetura), pode ser denominada como *“caixa dentro da caixa”*. Este conceito será explorado de modo recorrente na obra Corbusier no período pós 2ª Grande Guerra. A ideia do *brise soleil* está presente, porém de forma não explícita. O filtro ambiental passa a ser efetuado pelo desenho da própria envoltória. O conjunto de fechamentos externos é independente do módulo habitacional, o que permite que as superfícies se desloquem de acordo com a função ambiental e espacial desejada. A cobertura se estende para efetuar a função de sombreamento para o *pan de verre*; o envelope externo deslocado cria zonas de arrefecimento e ventilação, recebendo ainda aberturas específicas para garantir a aeração necessária.

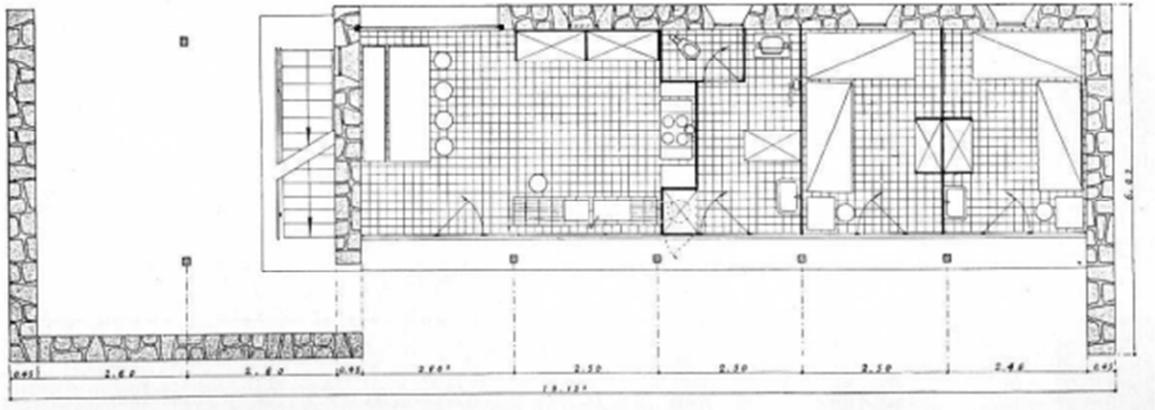
A solução em pedra e a consequente espessura adquirida pela envoltória são inerentes à uma estratégia térmica regional de climas temperados. Nesta utiliza-se a massa da edificação como elemento capaz de estabilizar a temperatura interna evitando variações excessivas de temperatura durante o ciclo do dia (inércia térmica).



Figura 32 – As aberturas estão protegidas pelo prolongamento da cobertura como na Villa Baizeau.

FONTE: (CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 135)

REZ-DE-CHAUSSÉE



ÉTAGE

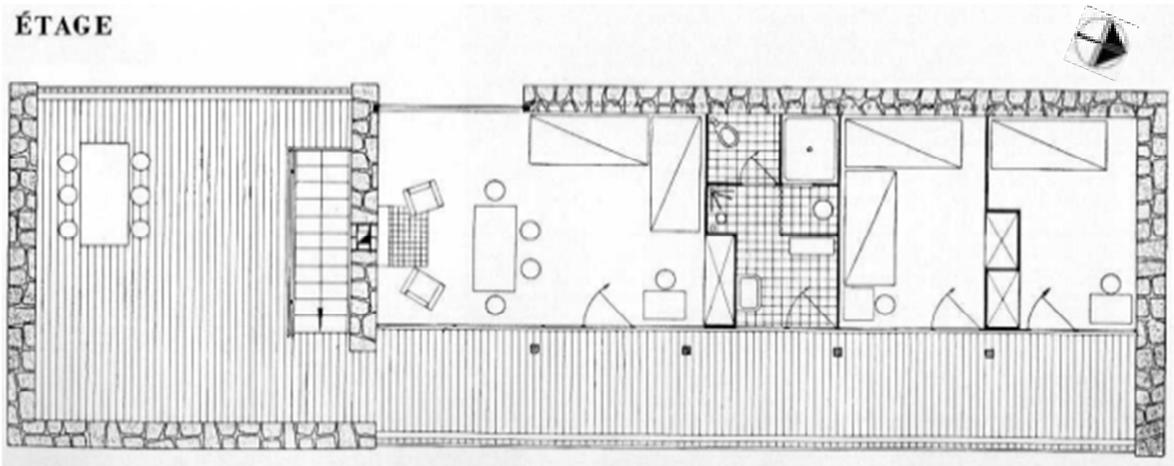
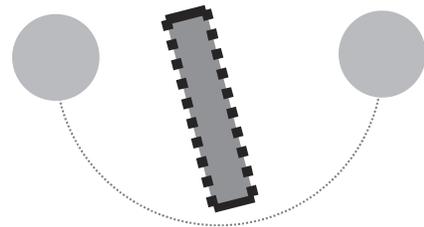


Figura 33 – A “caixa dentro da caixa” - a planta denota a independência dos sistemas (módulo habitacional e a envoltória).

FONTE: (CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 136)



casa em mathes
corbusier
les mathes
1935
latitude 45N
temperado oceânico



A função do brise soleil é gradativamente absorvida pela envoltória. A consequência perceptível é a de que os elementos de controle ambiental transformam-se em um

elemento relevante na composição estética e da modenatura do edifício. Isto se revela de forma explícita no projeto das habitações em *Mairie at Boulogne sur Seine (1939)*, onde os elementos sombreadores adquirem um tratamento compositivo *artístico* para combater a repetição excessiva dos elementos. Esta solução seria reinterpretada posteriormente por Lucio Costa ao projetar os edifícios do Parque Guinle (1948 – 1954).

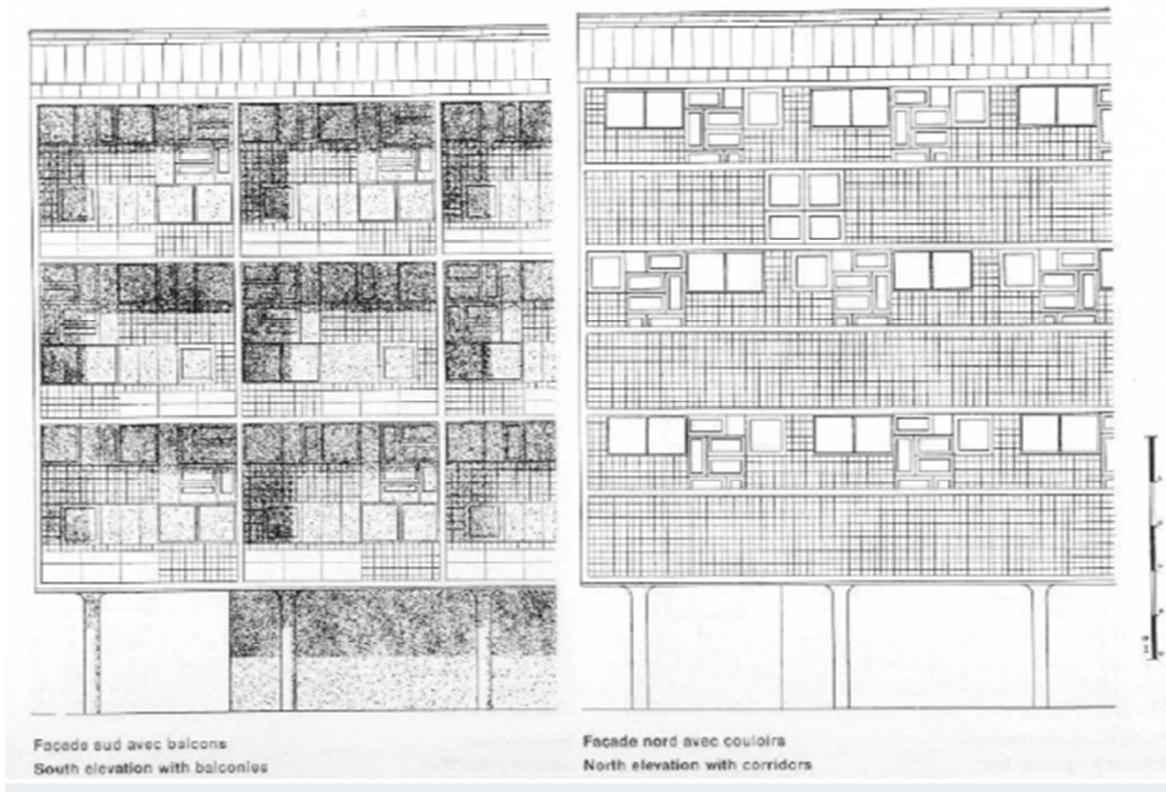


Figura 34 - *Grand-place de la Mairie at Boulogne sur Seine – 1939 – Arredores de Paris. Proposta de urbanização e habitação social.*

FONTE: (CORBUSIER e JEANNERET, 1994)



Figura 35 – Parque Guinle - Lucio Costa – elementos de controle ambiental (cobogós, brises e varandas) como a própria expressão do edifício.

FONTE: <http://leonardofinotti.com/>

O tema da fachada ambiental se repete no projeto do edifício principal do plano urbanístico de Argel (1942). Novamente o brise é o elemento principal da imagem arquitetônica e utilizado para quebrar o ritmo repetitivo das lajes sobrepostas.

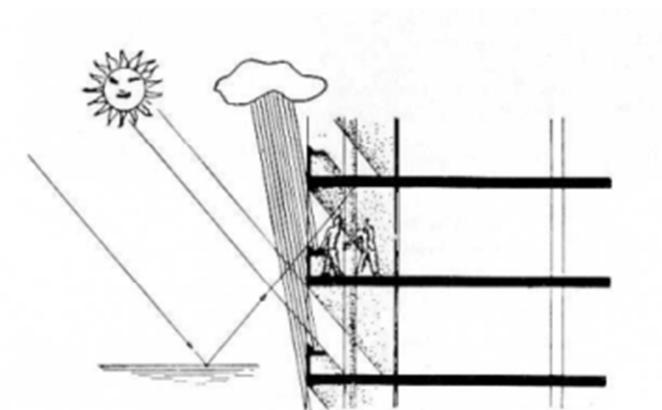
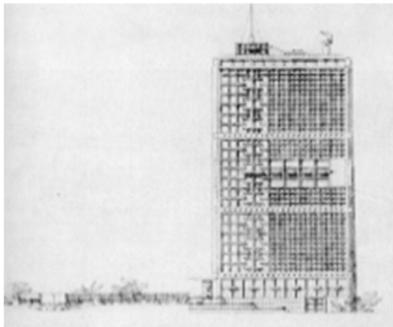
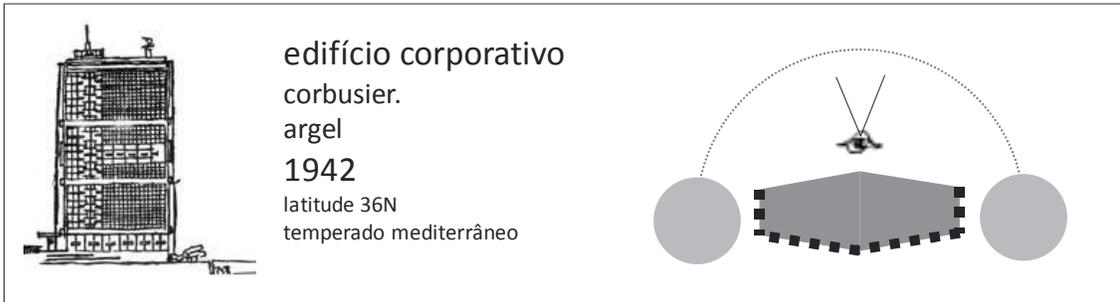


Figura 36 – Ação do brise soleil (extensão das lajes) – Argel – 1942.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 53-54)



As *Habitações Murodins* (1940) fizeram parte de um programa para refugiados belgas e holandeses no início da 2ª Grande Guerra. A urgência do problema e a escassez de recursos requeriam uma solução de rápida execução. Para tal, Corbusier utiliza explicitamente a solução vernacular para a composição de uma arquitetura simples e adequação climática passiva.

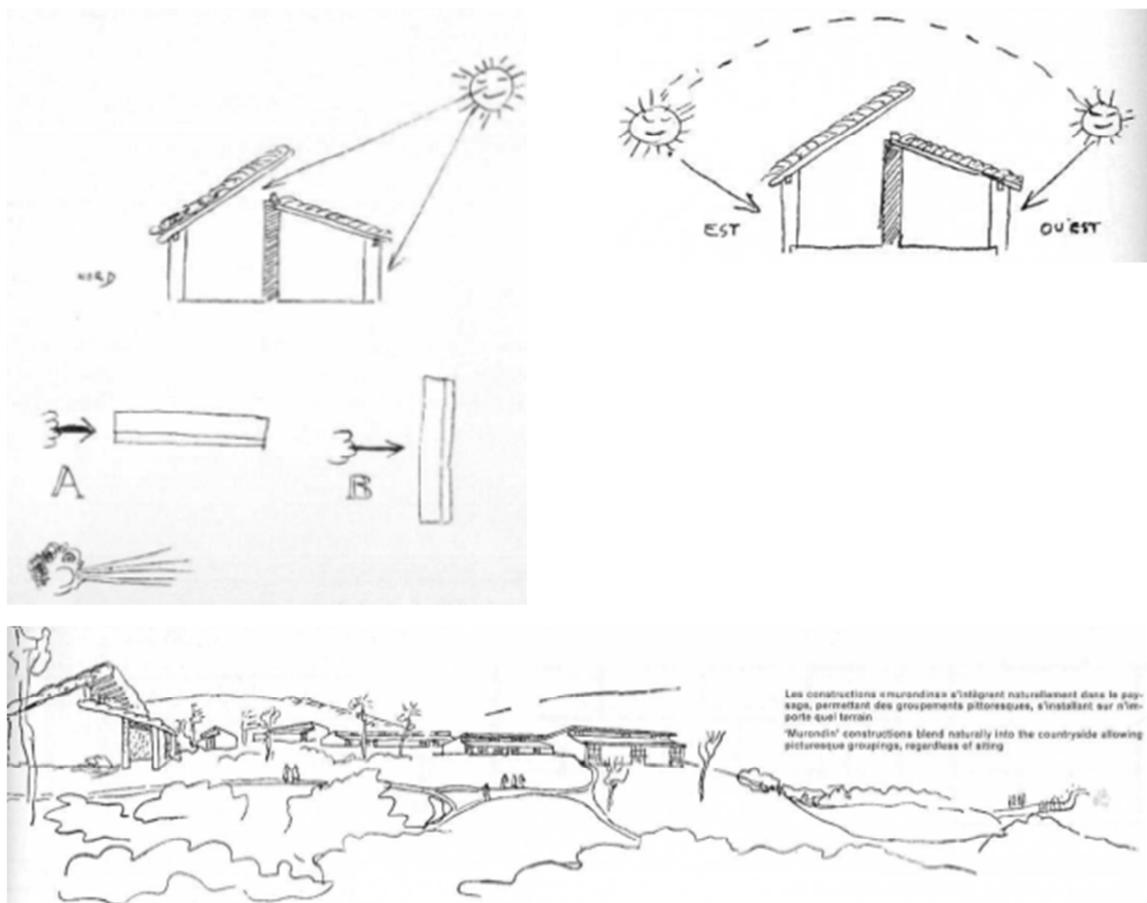


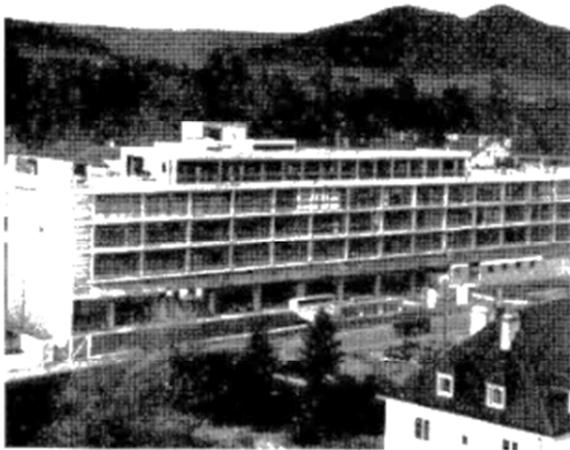
Figura 37 – As “Construções Murodins” – Proposta de cunho humanista para abrigar refugiados belgas em território francês. Solução simples de cunho vernacular. Estudo conceitual sem indicação de orientação solar.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 96-98)

2.3. O período pós-guerra

Fábrica em *St-Dié* (1946-1951) e a Casa *Currutchet* (Buenos Aires - 1948).

A solução racional aplicada à Fábrica em *St-Dié* (região leste da França) é justificada pela própria intenção do edifício (fábrica). É um marco por ser a primeira obra a seguir integralmente a modulação proposta pelo *Modulor* (CORBUSIER, 1953). O elemento sombreador surge sobreposto ao volume funcional como mais uma peça da integrante máquina, explicitando sua função e conferindo o caráter técnico da edificação. Solução e expressão similares são encontradas na Casa *Currutchet*. Estes seriam os últimos exemplares da arquitetura de Corbusier onde a função (propósito da construção) e a solução ambiental da envoltória (filtro brises) se apresentarão visualmente em sistemas distintos e independentes. A cada projeto desta etapa do pós-guerra Corbusier irá investigar a fusão do volume e da estrutura com a intenção de formarem um único sistema de adequação climática, não se distinguindo as soluções funcionais, espaciais, estruturais e estéticas das funções de sombreamento, iluminação e ventilação.



Façade sud-est

Figura 38 – O brise soleil “colmeia” (*crate*).

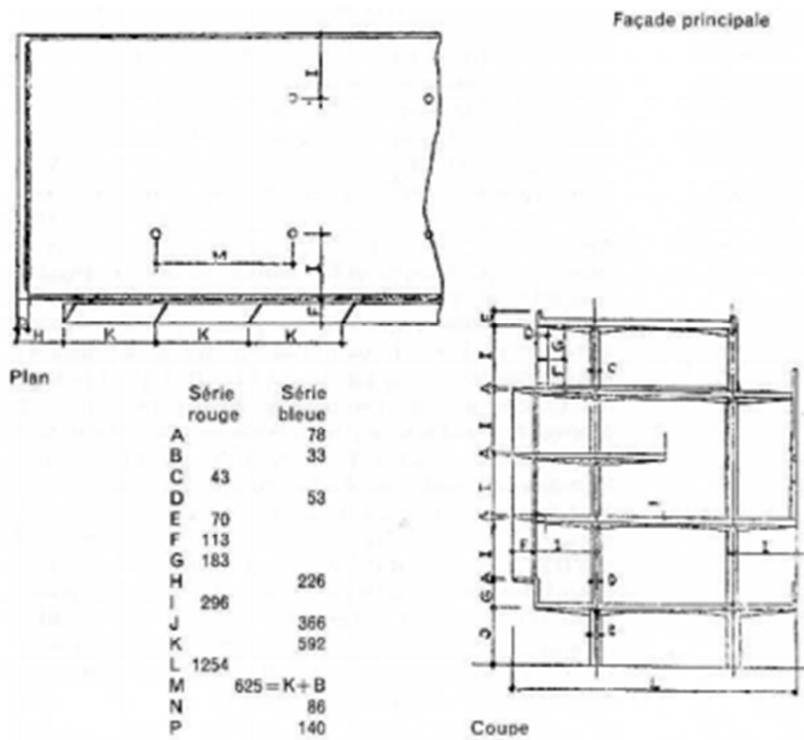


Figura 39 – Estudos da proporção do brise soleil.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 14 v.5)

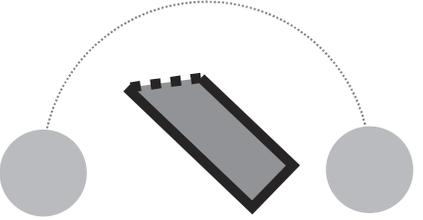


usina claude et duval
corbusier.
st-dié
1946
latitude 48N
temperado oceânico.





casa currutchet
corbusier.
buenos aires
1948
latitude 34S
subtropical úmido



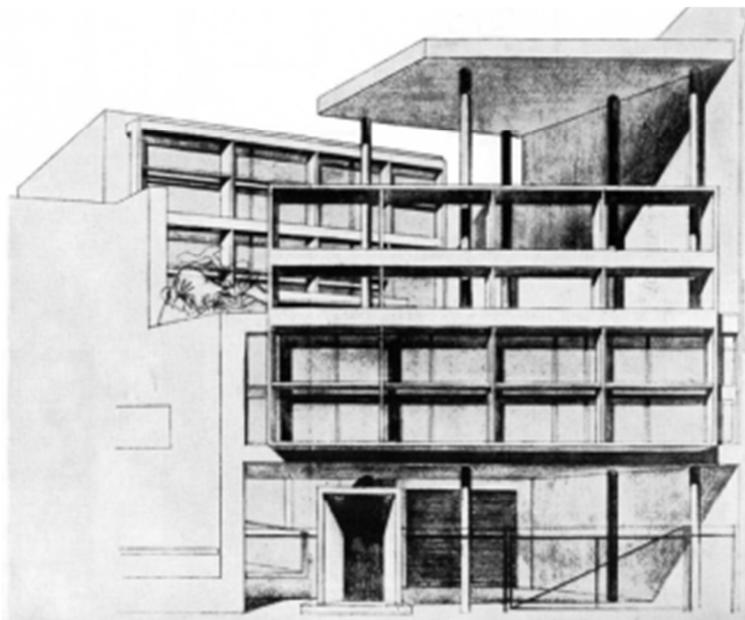
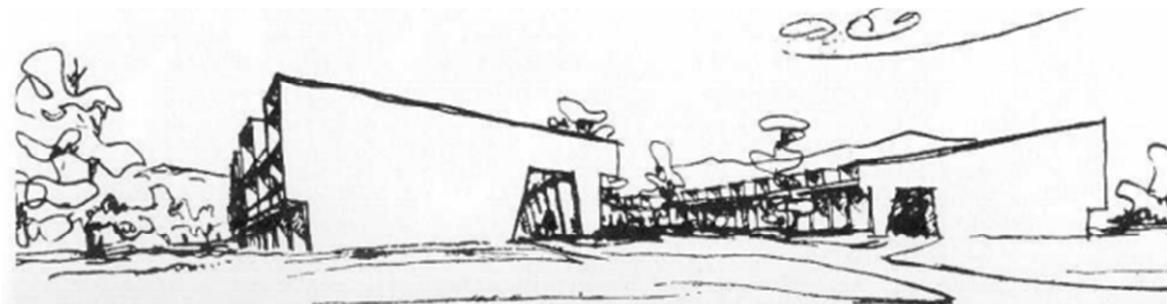


Figura 40 – A expressão das peças corbusierianas se fundem com a imagem da Casa Curutchet.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 47 v.5)

Cité hotelière en anneaux (estudo conceitual) - (1947)

Neste estudo para o programa habitacional de reconstrução da França após a 2ª Guerra, o volume projeta-se à frente criando *loggias* (varandas) como zonas de transição térmica e proteção solar das empenas. Os pilotis apresentam uma das faces dos pilares inclinada, ideia que seria desenvolvida posteriormente por Reidy no projeto para a Escola de Assunção (presente neste trabalho) em 1953.



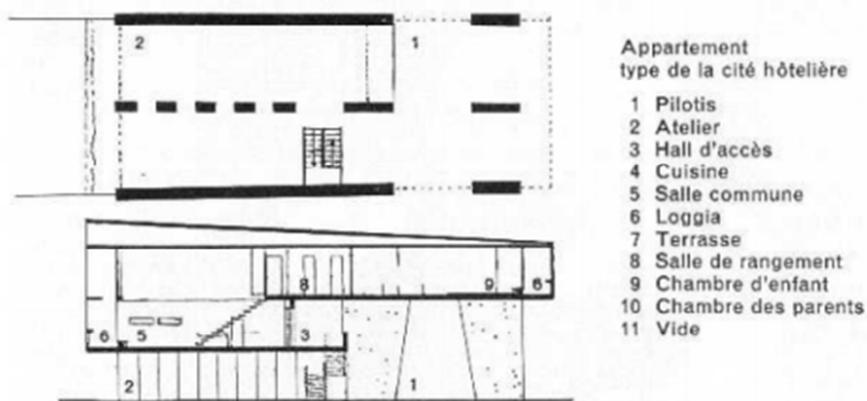
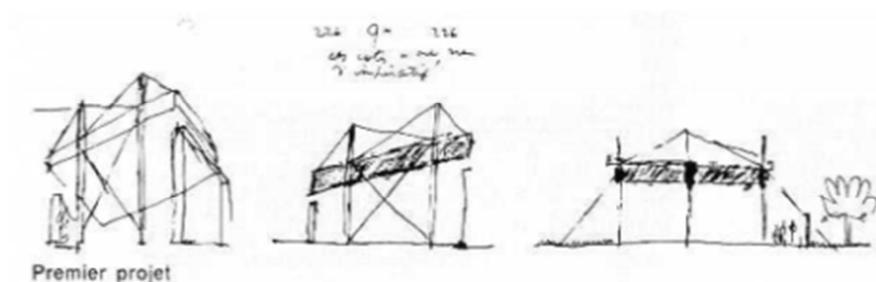


Figura 41 – A envoltória solução arquitetônica é profundamente influenciada pela relação com o sol. Estudo conceitual sem indicação de orientação solar.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 36 v.5)

Projeto para exposição *Porte Maillot* (1950) - Paris

A característica da proposta é o completo descolamento dos elementos da unidade funcional com o da cobertura que exerce a função de abrigo. A estrutura independente do telhado propõe uma abordagem radical das relações arquitetônicas através da caracterização de sistemas autônomos (função e filtro). Para MOOS (2009) este conceito pode ser definido como “*edifício guarda chuva*” (*umbrella Building*). FRAMPTON (2008) denomina este elemento como *parasol*. Essencialmente é a aplicação funcional do elemento sombreador à cobertura experimentada anteriormente na *Villa Baizeau* (1928), o qual será utilizado em larga escala nos projetos na Índia.



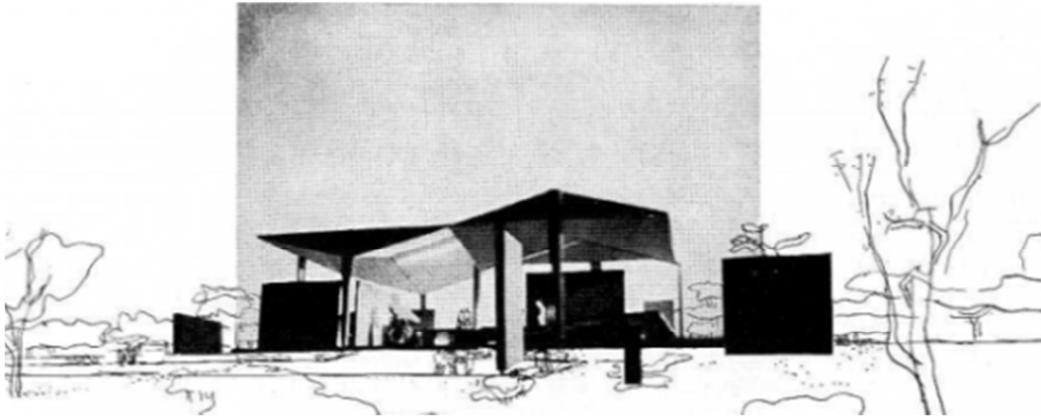


Figura 42 – Porte Mailot (1950) - *Umbrella Building*.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 70 v.5)

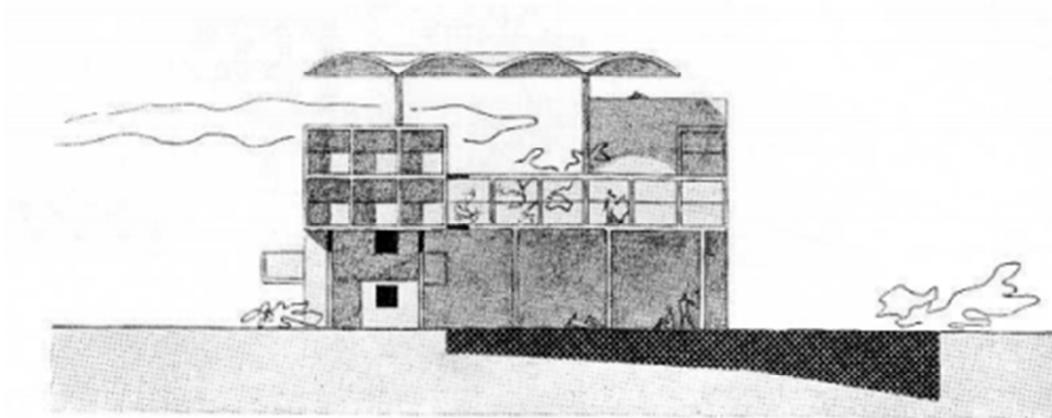


Figura 43 – Casa Chinubhai Chimambhai – Ahmedabad – 1952. Aplicação do conceito “guarda-chuva” na Índia.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 163 v.5)

Unidade de Habitação de Marselha

O primeiro projeto de expressão de Corbusier após o término da segunda guerra mundial foi a *Unité d’Habitation de Marseille*. Este fazia parte de um programa do governo francês de reconstrução do país tendo a *Unité* como um protótipo. Sintetiza uma série de conceitos sociais, urbanos e arquitetônicos anteriormente estabelecidos. O incremento das preocupações com questões ambientais é demonstrado através de um complexo sistema de ventilação natural, assim como uma extensa diversidade de soluções sombreadoras. Utilizando varandas, cobogós e elementos de vedação em concreto pré-fabricado, o *brise soleil* forma um jogo intrincado de luz e texturas sobre as fachadas.

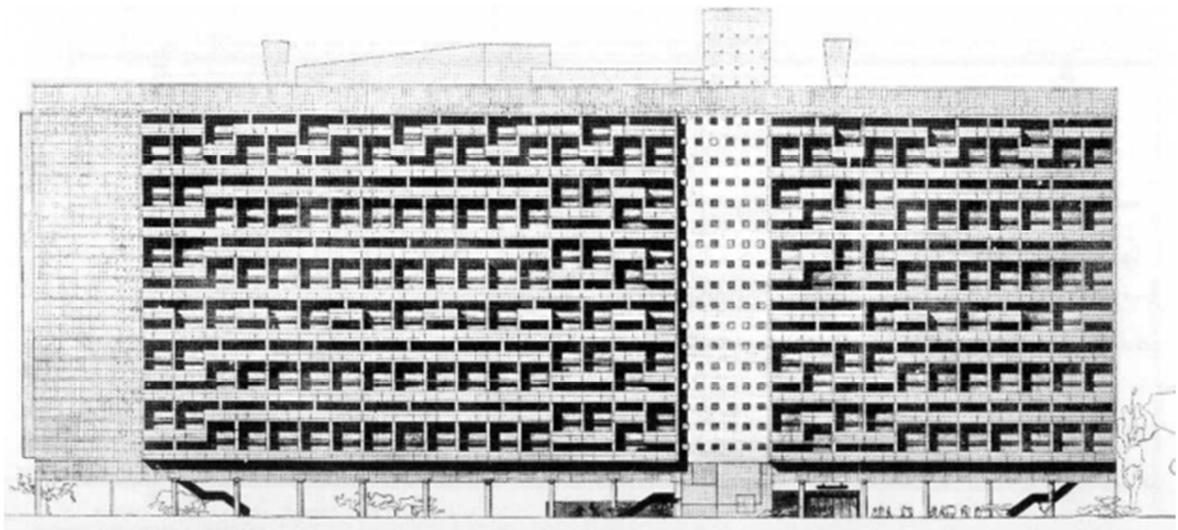


Figura 44 – Unidade Habitacional de Marselha - fachada leste - A terceira dimensão na fachada (diferentes profundidades) é predominante nos projetos do pós-guerra.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 108 v.5)

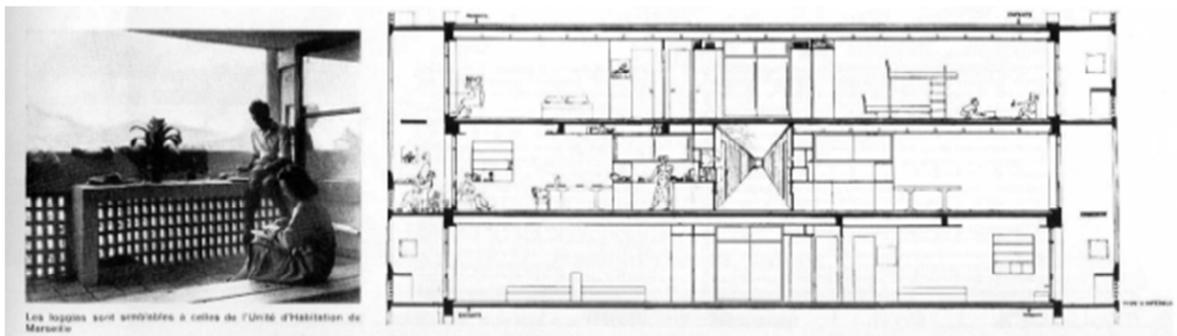


Figura 45 - Unidade Habitacional de Marselha – Uso extenso de varandas (*loggias*) e do cobogó.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 107 v.5)

A assimilação de sistemas passivos de controle ambiental atinge seu ponto de maturidade. Dentro do contexto corbusieriano, este edifício funciona como elemento de transição para as soluções futuras desenvolvidas para Chandigarh.

Corbusier faz uma analogia da unidade de habitação (apartamento) a uma garrafa pela sua autonomia como objeto. A *garrafa* (container) pode ser independente de seu suporte (megaestrutura). Esta liberação resolve problemas relativos à temperatura (isolamento térmico da estrutura no inverno), ventilação (através das câmaras de ar formadas entre a megaestrutura e o *container*) e privacidade sonora.

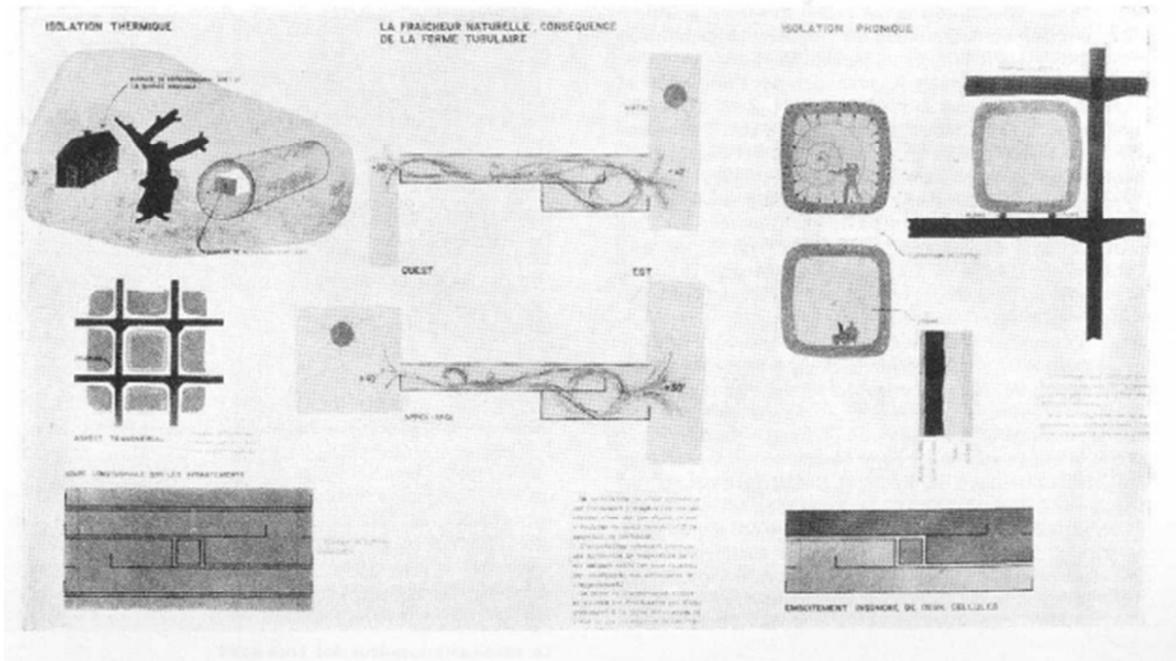


Figura 46 – Analogias do sistema independente do *container* e a respectivas soluções de conforto (térmicas, ventilação e acústicas).

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 187 v.5)

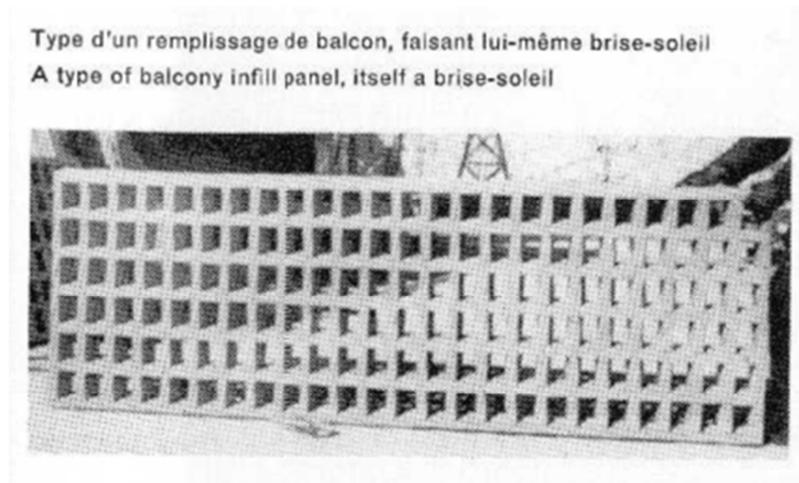
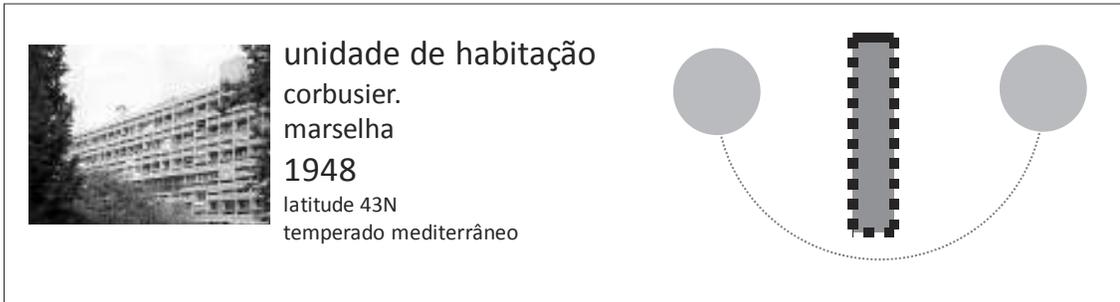


Figura 47 – O “brise-soleil” do balcão dos apartamentos. No Brasil conhecido como cobogó.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 190 v.4)



2.4. A máquina de conforto (1950 – 1965)

A primeira metade da década de 1950 é dominada pelos projetos para Chandigarh, a nova capital do estado indiano do Punjab. Segundo SIRET (2006), uma das questões relevantes era “*demonstrar as virtudes da arquitetura moderna em um clima difícil*”. A variável solar já havia sido incorporada na obra de Corbusier desde os anos 1930, porém o clima indiano muito quente na maior parte do ano, associado ao período extremamente úmido das monções, solicitaria um desenvolvimento na abordagem dos projetos em termos da ventilação, controle de umidade e da proteção à chuva (*ibid.*). Para responder a estas questões, o atelier da *rue de Sévres* desenvolve uma ferramenta que procura associar as solicitações climáticas às estratégias de resposta arquitetônica. Esta recebe o nome de “Grade Climática” (Grillé Climatique).

O estabelecimento de uma metodologia para solucionar as solicitações climáticas indianas se deu sob a forma de uma tabela que relacionava causas e efeitos ambientais. Estes direcionavam à solução arquitetônica adequada para o problema, sempre através de métodos passivos (bioclimáticos). O entendimento da envoltória como elemento filtro entre o homem e o meio natural recebe um tratamento biológico e científico através deste sistema. O *Grillé Climatique* foi desenvolvido em conjunto com Iannis Xenakis, colaborador do atelier entre 1947 e 1959 e aplicado pela primeira vez nos protótipos habitacionais para a vila operária de Chandigarh, cujas unidades deveriam obter uma climatização passiva (STERKEN, 2004, p. 229).

G R I L L E C L I M A T I Q U E												
TITRE A DONNÉES CLIMATIQUES												
VILLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	JAN	FÉV	MARS	AVR	MAI	JUN	JUL	AOÛT	SEP	OCT	NOV	DÉC
I TEMPS DE L'AIR												
K HUMIDITÉ RELATIVE												
M VENTOSE												
N DIRECTION DE												
P DIRECTION DE												
Q DIRECTION DE												
R DIRECTION DE												
S DIRECTION DE												
T DIRECTION DE												
U DIRECTION DE												
V DIRECTION DE												
W DIRECTION DE												
X DIRECTION DE												
Y DIRECTION DE												
Z DIRECTION DE												
AA DIRECTION DE												
AB DIRECTION DE												
AC DIRECTION DE												
AD DIRECTION DE												
AE DIRECTION DE												
AF DIRECTION DE												
AG DIRECTION DE												
AH DIRECTION DE												
AI DIRECTION DE												
AJ DIRECTION DE												
AK DIRECTION DE												
AL DIRECTION DE												
AM DIRECTION DE												
AN DIRECTION DE												
AO DIRECTION DE												
AP DIRECTION DE												
AQ DIRECTION DE												
AR DIRECTION DE												
AS DIRECTION DE												
AT DIRECTION DE												
AU DIRECTION DE												
AV DIRECTION DE												
AW DIRECTION DE												
AX DIRECTION DE												
AY DIRECTION DE												
AZ DIRECTION DE												
BA DIRECTION DE												
BB DIRECTION DE												
BC DIRECTION DE												
BD DIRECTION DE												
BE DIRECTION DE												
BF DIRECTION DE												
BG DIRECTION DE												
BH DIRECTION DE												
BI DIRECTION DE												
BJ DIRECTION DE												
BK DIRECTION DE												
BL DIRECTION DE												
BM DIRECTION DE												
BN DIRECTION DE												
BO DIRECTION DE												
BP DIRECTION DE												
BQ DIRECTION DE												
BR DIRECTION DE												
BS DIRECTION DE												
BT DIRECTION DE												
BU DIRECTION DE												
BV DIRECTION DE												
BW DIRECTION DE												
BX DIRECTION DE												
BY DIRECTION DE												
BZ DIRECTION DE												
CA DIRECTION DE												
CB DIRECTION DE												
CC DIRECTION DE												
CD DIRECTION DE												
CE DIRECTION DE												
CF DIRECTION DE												
CG DIRECTION DE												
CH DIRECTION DE												
CI DIRECTION DE												
CJ DIRECTION DE												
CK DIRECTION DE												
CL DIRECTION DE												
CM DIRECTION DE												
CN DIRECTION DE												
CO DIRECTION DE												
CP DIRECTION DE												
CQ DIRECTION DE												
CR DIRECTION DE												
CS DIRECTION DE												
CT DIRECTION DE												
CU DIRECTION DE												
CV DIRECTION DE												
CW DIRECTION DE												
CX DIRECTION DE												
CY DIRECTION DE												
CA DIRECTION DE												

Figura 48 – Grade Climática – Causas, efeitos e soluções arquitetônicas.

FONTE: Fundação Le Corbusier

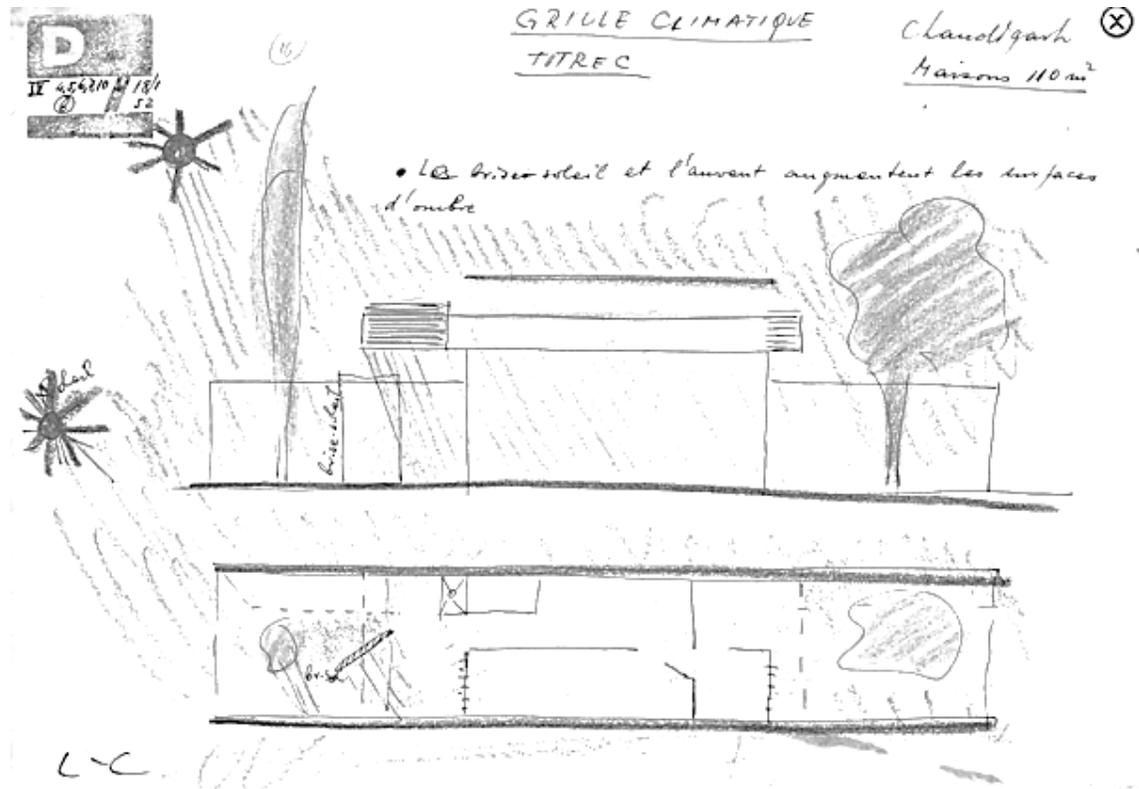


Figura 49 – Le Corbusier e o Grillé Climatique.

FONTE: Fundação Le Corbusier

“A grade é um meio material que permite analisar, enumerar dados sobre o clima de um local definido (latitude), com o objetivo de orientar a pesquisa arquitetônica em busca de soluções de acordo com a biologia humana. Ele é útil para corrigir e regular os excessos de climas extremos e executar características arquitetônicas com condições capazes de garantir o bem-estar e conforto.” (CORBUSIER, 1951)

A máquina de morar definitivamente se transforma também em uma máquina de conforto. A arquitetura passa a ser tratada como um organismo, onde todas as partes colaboram entre si para a provisão do conforto interno. As empenas recebem tratamentos individuais de acordo com as solicitações térmicas. A planta (outrora *geradora* nos anos 1920) contribui na organização espacial ao criar zonas de transição (arrefecimento), volumes atuam como

brise-soleils e elementos regionais se transformam em para-sóis (FRAMPTON, 2008, p. 277). Desta forma a envoltória adquire uma identidade regional e aderência ao lugar através de sua imagem arquitetônica “fabricada” pela combinação entre o clima e a cultura local.

Chandigarh

Esta foi a oportunidade para Corbusier colocar em prática todas as suas teorias urbanas e arquitetônicas. Destacam-se 3 edifícios essenciais que pontuam a estrutura urbana da cidade de modo a gerar marcos icônicos de referência da capital. Em cada um Corbusier buscou mesclar elementos da paisagem do lugar com a abordagem propiciada pelo *Grillé Climatique*, sempre materializada através do concreto bruto em escalas monumentais.



Figura 50 – A vaca “vernacular”. Inspiração Corbusieriana para os brise-soleils e *parasóis* do Punjab.

FONTE: FRAMPTON (2008, p. 278).



Figura 51 - Palácio da Assembleia (1951- 1960).

FONTE: <http://www.travelblog.org>

O Palácio da Assembleia - Chandigarh (1951-1960).

Desde as versões iniciais do projeto, é demonstrada a intenção da adequação ao clima. A principal ruptura em relação aos projetos anteriores é o tratamento individual dos sistemas funcionais (espacialidade interna) com o caráter externo do edifício. Os croquis de *parti* revelam estudos da envoltória e sua relação com o sol. Os *pórticos brise* recebem a função de calha (monções) e uma imagem *taurina*, associada ao animal sagrado da região. A

liberdade das formas orgânicas da solução em planta acentua o caráter da independência entre os sistemas espaciais e a função da envoltória.

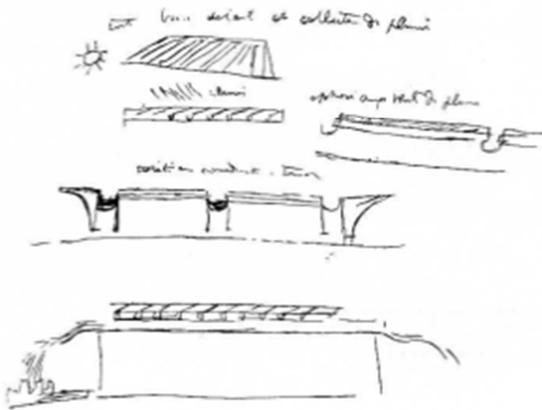


Figura 52 – Palácio da Assembleia – Chandigarh - Croquis preliminares com os conceitos da “caixa dentro da caixa” e do edifício “guarda chuva”.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 120 v.5)

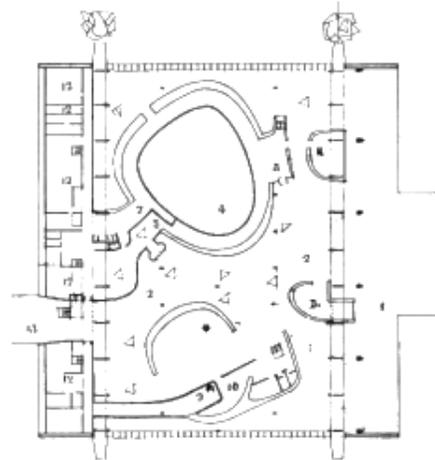


Figura 53 – Palácio da Assembleia – Chandigarh - A diversidade entre a solução interna e a envoltória demonstrando sua total independência.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 124 v.5)

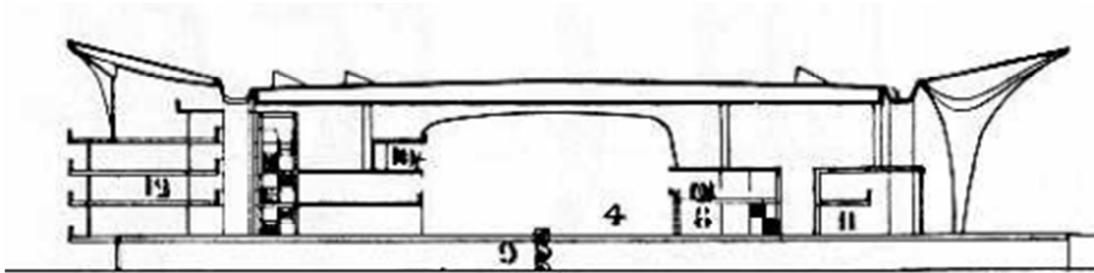


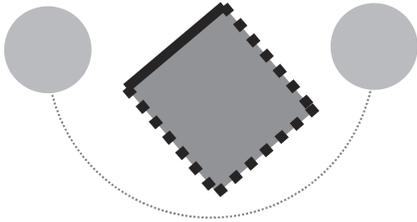
Figura 54 - Palácio da Assembleia – Chandigarh – Elementos funcionais independentes da envoltória – versão preliminar.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 124 v.5)



Figura 55 - Palácio da Assembleia – fachada sudeste– Chandigarh – Expressão ambiental em concreto.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 45 v.8)

	<p>palácio da assembleia corbusier. chandigarh 1951 latitude 30N subtropical úmido</p>	
--	--	---

Palácio da Justiça – Chandigarh (1950 - 1955)

O completo descolamento da cobertura e a superposição das máscaras sombreadoras são inerentes ao conceito da “caixa dentro da caixa”. A envoltória responde pelas funções icônicas e de controle das variáveis ambientais, protegendo a unidade funcional interna.

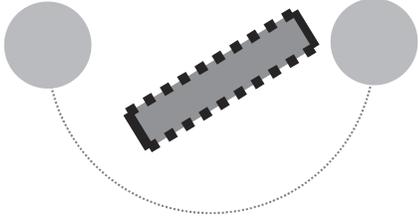
	<p>palácio da justiça corbusier chandigarh 1951 latitude 30N subtropical úmido</p>	
---	--	--



Figura 56 – Sobrecobertura, dupla fachada e brises curvos.

FONTE: (CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 56 v.6)

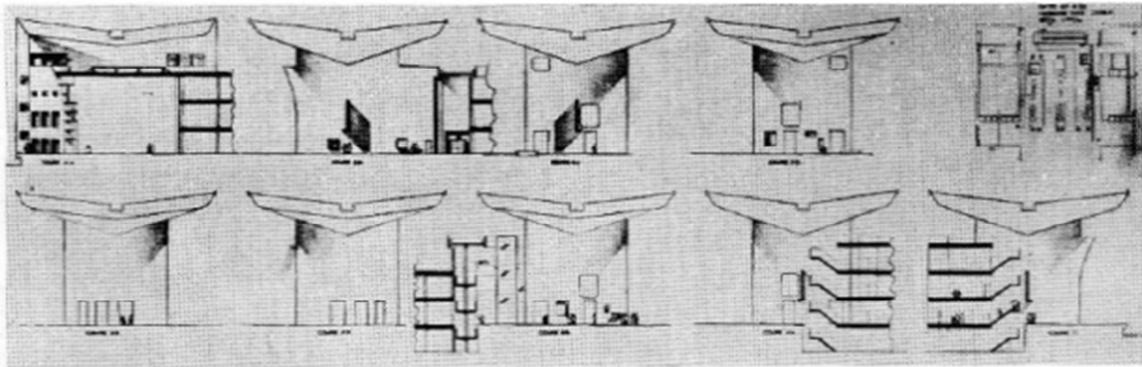


Figura 57 - Palácio da Justiça – Chandigarh – Estudo de sombreamento da *sobrecobertura*.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 134 v.5)

O Secretariado – Palácio dos Ministérios - Chandigarh (1951-1958).

Por abrigar os escritórios dos ministérios, o edifício solicita uma boa condição de luminosidade nos espaços de trabalho. O *pan de verre* é aplicado em conjunto a uma máscara tridimensional de elementos de concreto. O conjunto cria uma fachada de dupla camada com profundidades variáveis e alto índice sombreamento. Para RUIZ (2012, p. 92),

“a variedade de brise-soleils empregados mostram como, a partir de um mesmo critério, são geradas diferentes respostas formais de acordo as solicitações gerais do projeto”.

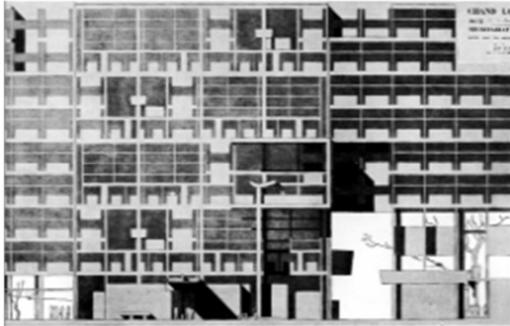


Figura 58 - Palácio dos Ministérios – Chandigarh – Composição artística dos elementos sombreadores.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 141 v.5)

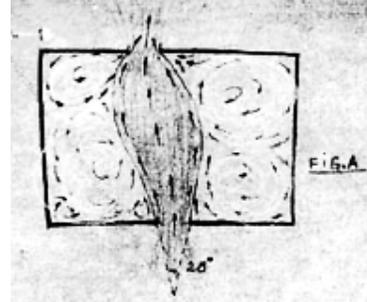


Figura 59- Palácio dos Ministérios – Chandigarh. Princípios de ventilação cruzada – croqui Iannis Xenakis (1956).

FONTE: (STERKEN, 2004, p. 319)

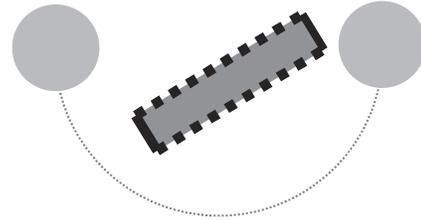


Figura 60 - Palácio dos Ministérios – fachada sudoeste – Chandigarh – múltiplas soluções de sombreadamento.

FONTE: CORBUSIER (1994)



palácio do secretariado
corbusier
chandigarh
1951
latitude 30N
subtropical úmido



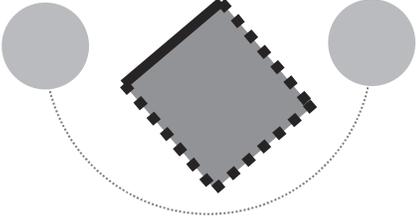
Durante o período indiano Corbusier ainda desenvolve diversos estudos e projetos externos à capital Chandigarh nos quais é perceptível a sedimentação do conceito da envoltória-brise. O vocabulário de soluções de cunho ambiental reflete a evolução das experiências prévias, gerando uma linguagem arquitetônica que parte de uma análise metodológica das condições climáticas do sítio. As estratégias de caráter bioclimático acumuladas desde a década de 1930 se manifestam através do transpasse de elementos estruturais (*Villa Baizeau* – 1928), da adição dos brises de Barcelona (1931), das máscaras sombreadoras de composição livre de *Mairie at Bolougne sur Seine* (1939), do *parasol* da Porte Mailot (1950) e das então recentes pesquisas relacionadas à ventilação e zonas de arrefecimento térmico proporcionadas pelo *Grillé Climatique* (1950).

A *Villa Shodhan* (Ahmedabad - 1952) e o *Edifício Sede da Associação dos Usineiros* (Ahmedabad – 1954) são sínteses desta linguagem. Através destes princípios os elementos e processos modernos buscam se adequar às condições locais. A solução genérica da modernidade proposta na década de 1920 dá lugar às respostas individuais de acordo com as solicitações locais.



Figura 61 – Composição matemática na máscara dos brises e espaços de transição gerados pela sobrecobertura. Fachada sudoeste.

FONTE: (CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 135 v.6)

	<p>casa shodhan corbusier ahmedabad 1952 latitude 23N semiárido</p>	
---	---	--

ATMA – Edifício sede – (Associação dos Usineiros) - Ahmedabad - 1954

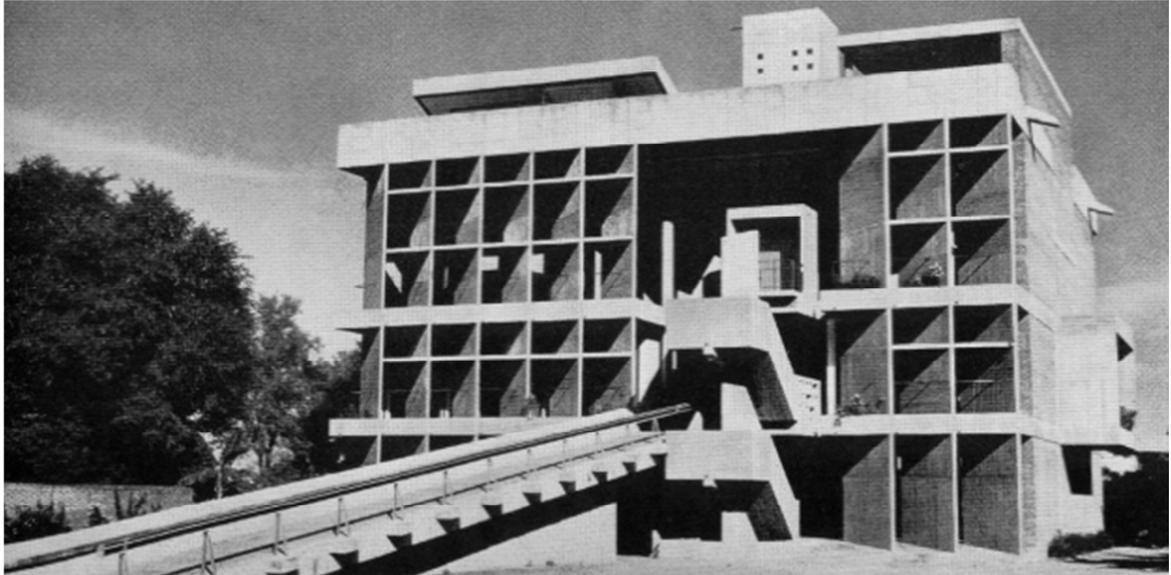
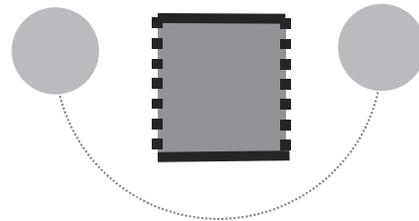


Figura 62 – A fachada é o brise soleil. Fachada Oeste.

FONTE: (CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 145 v.6)



edifício atma
corbusier
ahmedabad
1954
latitude 23N
semiárido



Centro Cultural - Ahmedabad - 1954

Neste edifício Corbusier utiliza a envoltória/filtro como controle de ambiência e da luminosidade inerentes a um museu. Destaca-se a integração da vegetação à arquitetura como elemento de proteção térmica da fachada. A intenção original era a de possuir uma envoltória completamente recoberta de verde, recurso que seria retomado na década de 2000 como elemento de arquitetura *sustentável*, notabilizado na obra de Ken Yeang.



Figura 63 – Barra de jardineiras imediatamente sobre os pilotis.

FONTE: (CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 163 v.6)

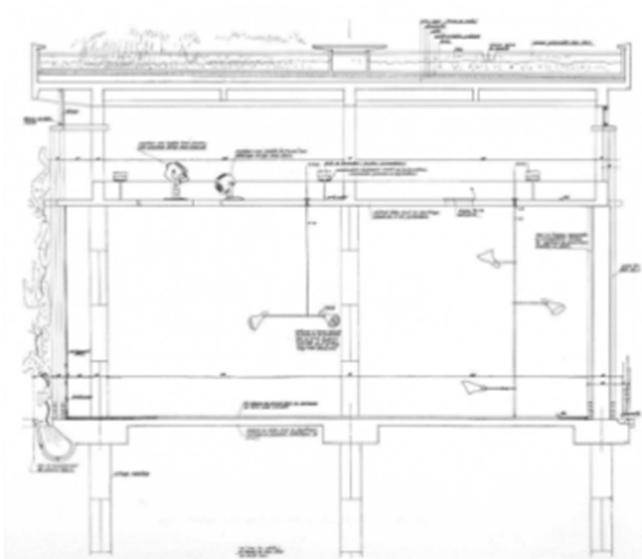


Figura 64 – Jardineiras integradas à solução de fachada (à esquerda) e o telhado jardim.

FONTE: (CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 162 v.6)

	<p>museu corbusier ahmedabad 1954 latitude 23N semiárido</p>	
--	--	--

As experiências indianas naturalmente se refletiram em projetos na Europa (Convento de La Tourette – 1953 - 1960), Estados Unidos (Centro de Artes Visuais Harvard – 1961 -1964) e no Brasil (Embaixada da França em Brasília – não construída– 1960-1964). Estes repetiriam o mesmo teorema de soluções metodológicas ambientais desenvolvidas para Chandigarh.

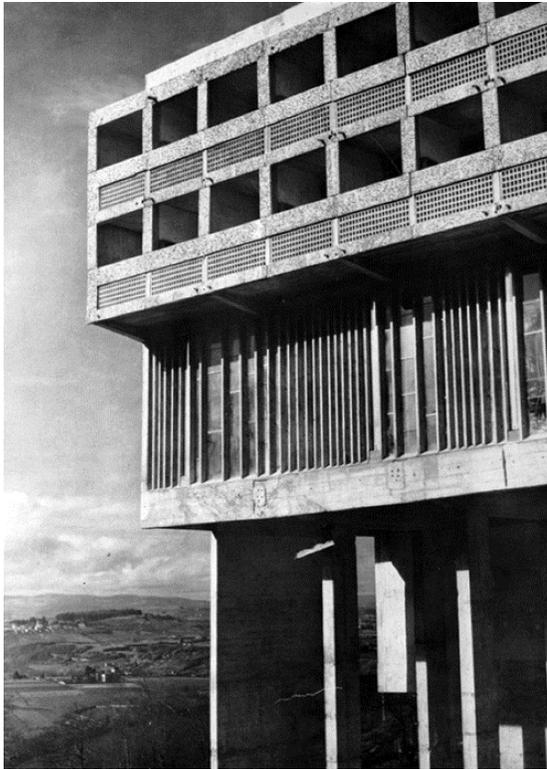


Figura 65 - Convento de La Tourette – (1953 – 1960)
Loggias, cobogós e filtros de luz.

Fonte: <http://25.media.tumblr.com/>



Figura 66-Proposta para Embaixada da França em Brasília – (1960-1964) – Síntese de composições anteriores do vocabulário solar de Corbusier para os trópicos.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 60 v.7)

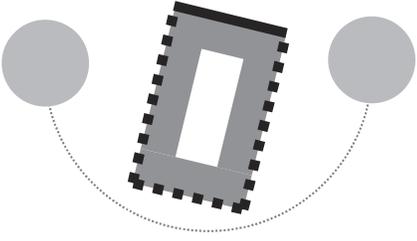


Figura 67 - Centro de Artes Visuais Harvard –(1961 - 1964). Reinterpretação do ATMA (*Millownwer's Association – Ahmedabad*) para Harvard.

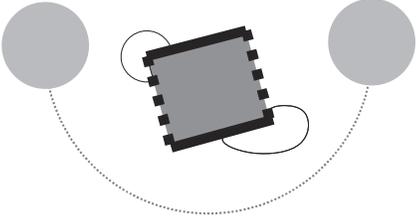
FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 60 v.7)



convento la tourette
 corbusier
 lyon
 1953
 latitude 45N
 temperado oceânico




carpenter center
 corbusier
 cambrige
 1961
 latitude 42N
 continental úmido



A Casa do Brasil – Cidade Universitária de Paris (1957 – 1959).

Projeto original de Lucio Costa e finalizado nos estúdios de Corbusier. Celebra uma reunião entre os arquitetos após a cisão provocada pela autoria do projeto do MES retomando o ciclo de mútua influência. As soluções das varandas com cobogós já faziam parte tanto dos projetos de Costa (Parque Guinle), como de Corbusier (La Tourette e Unidade de Habitação de Marselha). Destaca-se nesta solução a solução espacial para a proteção dos espaços habitacionais através de zonas de transição (térmicas). Por um lado as varandas e pelo outro os serviços e circulações verticais.



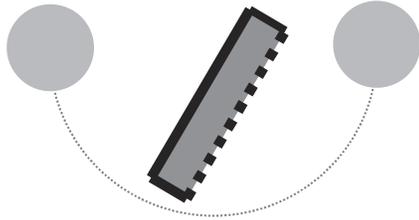
Figura 68 – Varandas e serviços servem atuam como “colchão” térmico.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 192 v.7)



Figura 69 – Solução de varanda similar à da Unidade Habitacional de Marselha. Fachada sudeste.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 193 v.7)

	<p>casa do brasil corbusier/costa paris 1961 latitude 48N temperado oceânico</p>	
--	--	---

A Casa da Juventude e da Cultura - Firminy (1956- 1961)

As possibilidades da forma como elemento de defesa solar é experimentado na Casa da Juventude de Firminy. A inclinação do plano da fachada oeste à 37º distribui a radiação incidente por uma maior superfície diminuindo a carga térmica da parede. O ângulo defasado é compensado pelo deslocamento do plano das esquadrias para dentro do volume. A razão matemática da solução é reivindicada por Iannis Xenakis (colaborador à época), o qual foi responsável por trabalhos de pesquisa no atelier como o *Grillé Climatique* e das *épuras solares* (1950). Outro elemento diretamente conectado a penetração da iluminação natural são os *pans de verre ondulatories* (*panos de vidro ondulatórios*), que consistem em panos de vidro fixos a placas de concreto verticais (funcionam como brises). Recebem a alcunha de *ondulatories* devido ao ritmo assimétrico com que são aplicadas às fachadas.

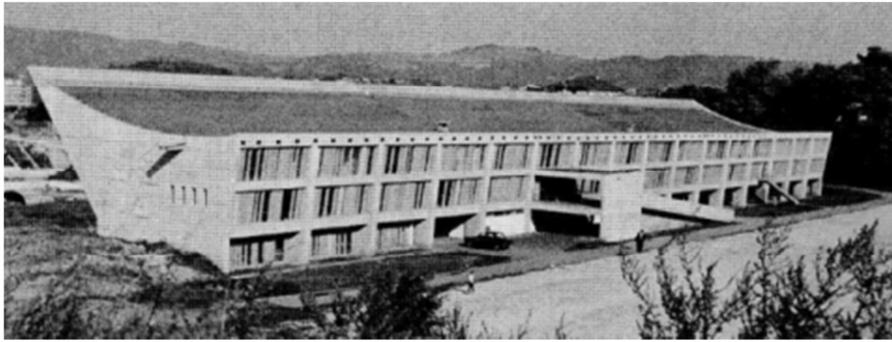


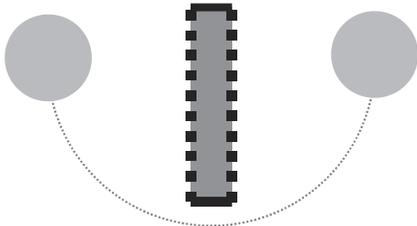
Figura 70 – *Pans de verre ondulatoires* na fachada leste. Soluções assimétricas para os brises.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 26 v.8)



Figura 71 – A forma angular da fachada oeste redistribui a radiação por uma maior superfície.

FONTE: (CORBUSIER, 1994, p. 26 v.8)

	<p>casa da cultura corbusier firmuny 1961 latitude 42N temperado oceânico</p>	
---	---	--

3. Arquitetura moderna brasileira e sua adequação climática

A formação da arquitetura moderna no Brasil se deve a uma conjuntura de momentos sociais, políticos e tecnológicos no cenário internacional, os quais naturalmente possuirão imensos reflexos em terras brasileiras. Para compreendermos as relações que resultam

neste movimento assim como seus atores principais, devemos buscar as origens das forças e motivações contextuais atuantes neste período. Sob um aspecto de adequação ao clima também devemos estabelecer a interação e a natureza das forças conjunturais que a formaram. Dentre estas podemos identificar três vetores principais que relacionam a arquitetura com o conforto térmico: a tradição colonial; a questão salubrista e a influência externa essencialmente exercida por Le Corbusier. Este capítulo pretende estabelecer uma base contextual para a compreensão deste processo ao analisar o cenário internacional, identificar os agentes e suas influências formativas na composição do modernismo brasileiro e sua conexão ambiental.

3.1. Contexto internacional

No início do século XX, o cenário internacional apresenta um período de modificações aceleradas nos campos econômicos, sociais, políticos e artísticos. O mundo está centrado no continente europeu de onde os impérios coloniais comandam a maior parte do território do planeta. Inglaterra e França possuem os maiores domínios. Alemanha e Itália recém-unificadas buscam ganhar espaço na corrida colonial. Portugal, Espanha, Turquia e Holanda ainda mantêm parte de suas antigas possessões, enquanto o Império Russo já possui a maior extensão territorial. Para HOBBSAWM ([1988] 2011) o acúmulo de capital da exploração colonial direcionado ao continente europeu, dentre outros efeitos, gerou as condições para um avanço substancial da pesquisa tecnológica no sentido da industrialização. A rivalidade entre as nações, os conflitos de interesse e uma intrincada rede de alianças políticas acabou por eclodir na Grande Guerra (1914 – 1918), a qual praticamente definiria a geopolítica para o restante do século.

No campo social, a partir da revolução soviética de 1917, as ideias de uma nova sociedade com uma renovada relação econômica socialista de estado tomam corpo na elite intelectual da Europa, onde entram em choque com as estruturas vigentes. O desequilíbrio social do período pós-guerra e a consequente pauperização da classe média europeia geram uma pressão por mudanças estruturais. Novas forças populares ganham maior participação nas relações sociais como o sindicalismo (oriundo do séc. XIX) e a recente presença feminina no mercado de trabalho. (AQUINO, ALVARENGA, *et al.*, [1978] 1982). Este novo cenário demonstra-se volátil no sentido em que a adoção de Regimes Republicanos na maior parte

dos países logo será alterada pelo estabelecimento de ditaduras (principalmente nos países derrotados) aprofundando a crise no estado liberal. A crise econômica e social do pós-guerra terá reflexos na construção civil. A necessidade de uma rápida recuperação das cidades e da demanda por habitações populares irá provocar uma resposta de arquitetos e engenheiros no sentido de solucionar estes problemas. A utilização de meios industriais para a produção desta arquitetura irá impulsionar definitivamente o movimento moderno, aliando-o também a uma causa social.

A aplicação das tecnologias industriais na construção civil, não era exatamente uma novidade no início do século XX. Desde meados do século XIX estruturas em ferro e vidro vinham sendo desenvolvidas. O concreto armado já era um material utilizado desde 1870. O desenvolvimento em termos de técnica e cálculo evoluiria substancialmente até 1900 (FRAMPTON, 2008, p. 34). Os “novos” materiais e a produção industrial despertam a pesquisa de novas soluções construtivas e solicitam uma nova estética de acordo com seu tempo. Imbuídos com a possibilidade de uma renovada agenda social e possuindo a disposição novos sistemas construtivos, arquitetos (notadamente europeus) passam a buscar uma nova expressão adequada à praticidade e à velocidade dos novos tempos.

É neste período de notáveis mudanças contextuais que Le Corbusier desenvolve sua visão para adequar o *modus vivendi* e o *modus operandi* do homem à sua época. Sob uma ótica predominantemente racional e lógica, Corbusier propõe uma sistematização de soluções em diversos níveis, desde a simples composição de mobiliário até a proposição de estruturas urbanas. Para o pensamento corbusieriano à época, tudo possui uma lógica racional, manifestada na apologia às soluções industriais “do engenheiro” (CORBUSIER, [1923] 2002). Esta visão do “novo”, sob determinado aspecto, estaria sintonizada com o momento de transição pelo qual o Brasil atravessava e encontraria ressonância nos jovens arquitetos brasileiros.

A peregrinação de Corbusier pela América Latina por volta de 1929¹⁸ é uma consequência direta da repercussão de seu trabalho, assim como da percepção de um novo mercado insurgente propiciado pelo processo de industrialização deste continente. O mundo do pós-

¹⁸ As conferências proferidas na Argentina e no Brasil foram documentadas e publicadas no livro “*Precisões*”

guerra atravessava um período de crise econômica. As pesadas consequências da guerra atingiram primordialmente o continente europeu (principal teatro). A perda de mercados e a retração da produção industrial europeias abriram espaço para potências insurgentes periféricas: Estados Unidos e Japão. Este fenômeno de fragmentação da produção mundial favorecerá também o processo de industrialização da América Latina, e por consequência do Brasil, o que estabelecerá um cenário de expansão econômica propício à aplicação dos conceitos “modernos” urbanísticos e arquitetônicos.

3.2. Antecedentes coloniais e o salubrismo como vetores de adequação ambiental.

As raízes coloniais brasileiras são essenciais por representarem as vertentes vernaculares de adequação ao meio. A sua releitura através do movimento neocolonial se transformará no ponto de inflexão contra o qual o movimento moderno se posicionará. Importante ressaltar que as oposições (neocolonial x moderno) se darão em dimensões como as de caráter ético e social. Por outro lado, possuirão pontos de concordância como à busca de legítima expressão arquitetônica nacional e de adequação à realidade *ecológica*, definida por COMAS (2002) como “*constante mesológica*¹⁹”.

A força das motivações de saúde pública possui uma alta influência no período de transição para o modernismo. Não por acaso é observada uma ativa participação de médicos de formação no debate sobre a “verdadeira arquitetura brasileira”. De um lado temos José Marianno Filho favorável à tradição colonial, de outro Aluízio Bezerra Coutinho, que propõe uma evolução das questões habitacionais seguindo preceitos corbusierianos sem o abandono das qualidades *mesológicas* da arquitetura tradicional. Relevante também é a obra do (também) médico Afrânio Peixoto cujo trabalho, ainda na década de 1910, relacionava questões do clima às da higiene. Sob o aspecto técnico e prático, os temas da insolação e da ventilação, seriam também desenvolvidos pelos engenheiros. Neste sentido o artigo de Alde Sampaio (1927) é relevante por conter um manual de procedimentos de

¹⁹ Mesologia: o mesmo que ecologia. Estudo das relações entre os seres e o meio ou ambiente (HOLANDA, 1995). O termo é relevante para o estudo, pois será o tema de palestra (1931) de José Marianno Filho – “A Arquitetura Mesológica”, na qual defende as qualidades da arquitetura neocolonial frente ao conforto e à salubridade.

orientação solar da arquitetura. Posteriormente a contribuição de Paulo Sá como pesquisador do Instituto Nacional de Tecnologia (INT) iria sedimentar definitivamente uma base teórica brasileira sobre o conforto térmico. Seu trabalho realizado entre as décadas de 1930 e 1950 foi utilizado como parâmetro para projetos grande porte deste período, aí se incluindo a colaboração com Jorge Moreira para a implantação da Cidade Universitária (1952).

A influência externa é a terceira força geratriz que fornece a molde ao modernismo brasileiro. Esta ascendência é exercida essencialmente pela figura de Le Corbusier através de textos, conferências e a “consultoria” para o edifício do MES. O pensamento corbusieriano à época (1920 – 1930) tratava da proposição uma abordagem “nova” de caráter filosófico, técnico e social através de uma lógica racional e funcionalista. A analogia à máquina se traduz na especificação sistêmica de “peças” e procedimentos para a produção de arquitetura. Estas características estariam explicitadas no sistema *Dom-ino* e postuladas posteriormente nos *cinco pontos para uma nova arquitetura*. Embutidas no discurso de Corbusier existem propostas para a adequação do sistema ao meio climático como o *mur neutralisant* e o próprio *brise soleil*. A atenção ao conforto térmico foi uma preocupação recorrente na obra de Corbusier. Esta também se refletirá na influência exercida sobre os arquitetos brasileiros. Os cinco pontos de Corbusier, por sua vez, incorrem em resultados de ordem física, os quais devem ser observados sob o aspecto do conforto ambiental.

3.3. A releitura neocolonial

Desde o período colonial as edificações brasileiras demonstram a preocupação com as questões relacionadas ao conforto térmico. A prolífica presença de elementos sombreadores e outras soluções relacionadas também à ventilação são características intrínsecas desta arquitetura. A incorporação de muxarabis e górgias de origem mourisca foram largamente utilizadas. Os extensos beirais importados das colônias portuguesas na Ásia como solução primordial para a proteção das paredes contra o excesso de chuva transformam-se também em um elemento de defesa contra a insolação tropical. Durante o século XIX, observa-se gradativamente a desvalorização dos elementos tradicionais frente a modismos de estilo e de materiais importados da Europa, os quais penetravam no país impulsionados pela vinda da corte portuguesa e pela subsequente abertura dos portos.

A relação do clima com a arquitetura seria sistematizada a partir do final do século XIX, quando os princípios do que conhecemos atualmente como *conforto ambiental* (higrotérmico) seriam adotados como medidas relacionadas a saúde. SEGAWA (2003) correlaciona às origens do conforto ambiental sob duas vertentes: a colonialista e a higienista. A colonialista teria origem na criação de procedimentos para a adaptação do europeu aos ambientes tropicais como “*fator de dominação provido pela potências europeias*”. Os manuais de *sobrevivência* nas colônias conectam as condições ambientais (temperatura, umidade, vento) e de luminosidade à fisiologia humana especificando processos de transformação (ventilação, refrigeração, evaporação, dissecação), recomendando sistemas construtivos e dispositivos mecânicos, estabelecendo desta forma uma relação interdependente entre o clima, a arquitetura e a saúde. Estes documentos desenvolvidos essencialmente pela França e pela Inglaterra (principais potências coloniais da época) também formariam a base das atitudes higienistas em relação ao ambiente construído.

A agenda higienista chega ao Brasil durante a virada do século XIX para o século XX importada da Europa, onde já se havia identificado condições insalubres de moradia com um cenário favorável à proliferação de doenças. O acelerado crescimento demográfico desordenado das cidades neste período originou o surgimento de habitações populares precárias (no Brasil conhecidas como *cortiços*). Esse tipo de habitação passou a ser observado tanto como uma questão social, como também de saúde pública, suscitando medidas reguladoras do poder municipal e demandando medidas saneadoras. Além das respostas de caráter estritamente medicinal (vacinação), estudos relativos à insolação e a ventilação das habitações e do espaço urbano ganham força como atitudes necessárias e profiláticas no cenário nacional.

O uso da insolação como instrumento profilático torna-se uma bandeira da saúde. Engenheiros e arquitetos passam a abraçar a prática salubrista contribuindo para a popularização da “*questão de higiene pública e privada moderna*” (SEGAWA, 2003). A necessidade de uma coerência da edificação ao seu meio aumenta na década de 1920, como observado na manifestação do médico carioca Afrânio Peixoto:

“A casa, destinada ao abrigo, deve ser disposta segundo o regime meteorológico do meio e os costumes dos que a devem habitar... De todas as belas artes é ou deve ser a mais nacional, compreendidos neste qualificativo os sentidos de étnico e regional... Cada tempo, cada raça, cada região, definem assim o seu caráter, quando o têm. Isto explica porque no Brasil não existe arquitetura própria; apenas, começam a aparecer alguns raros arquitetos. Há mestres de obras e engenheiros, que constroem casas mal feitas e feias, segundo o seu capricho, ou dos proprietários, quando imitam construções exóticas, disparatadas em nosso meio... Haverá que pensar no clima e no meio social para o qual se constrói.” (PEIXOTO, 1917)

Por ser médico de formação, as questões relacionadas à salubridade seriam um dos argumentos utilizados por José Marianno Filho ao defender *“o resgate da tradição luso-brasileira do período colonial contrapondo-se aos movimentos internacionalistas contemporâneos”* (SILVA, 2005). Defensor ferrenho do Neocolonial como o *“verdadeiro estilo brasileiro”*, Marianno foi uma figura proeminente no debate arquitetônico no primeiro quartel do século XX. Por ter ocupado o cargo de diretor da *Escola de Belas Artes* do Rio de Janeiro influenciou personagens importantes deste momento como Lucio Costa. O principal registro de Marianno sobre o tema está inscrito nos *Anais do Primeiro Congresso de Habitação* (São Paulo. 1931). Em palestra intitulada *“A Arquitetura Mesológica”* (MARIANNO, 1931) defende uma arquitetura que seja *“expressão do meio”*: que se harmonize com hábitos e costumes; que seja adequada aos materiais disponíveis; e que seja capaz de defender seu interior dos rigores do clima. No caso brasileiro, o autor entende que as bases desta arquitetura estariam na praticada nos três primeiros séculos da colonização portuguesa, onde a composição da planta e os problemas construtivos foram tratados de acordo com as *“possibilidades geográfico-sociais”* locais (MARIANNO, 1931) *apud* (CORREIA, 2009). Observa-se na fala de Marianno a apologia ao vernáculo na relação do meio físico com a arquitetura:

“Observaram sensatamente o meio físico; reconheceram os elementos que precisavam combater; puseram em linha de combate os meios

rudimentares de que podiam dispor no momento, para lhes anular os desagradáveis efeitos. À mingua de uma tradição local, fizemos apelo à experiência caldeada ao contato das civilizações orientais. Contra a ação direta do sol, se fizeram paredes espessas de pedra canjicada, tijolo, taipa, ou adobe, de acordo com os recursos regionais. Calcularam os telhados com suave inclinação, para que sobre eles deslizassem as abundantes águas pluviais. Fizeram os longos beirais cobrir de sombra o espelho das paredes; protegeram o corpo da habitação com peças de anteparo à ação do sol, como alpendres, copiares, loggias, ou pórticos. Utilizaram-se por fim da árvore, como a sua mais preciosa aliada. Dispuseram balcões, janelas e miradores rendados em adufa, à moda do Islam. Procederam assim nos grandes, como nos pequenos detalhes do sistema, como consumados arquitetos". (MARIANNO, 1931)

O discurso da adequação ao meio seria desenvolvido sob uma ótica científica pelo engenheiro Alde Sampaio no artigo "A Casa Tropical" publicada no *Boletim do Clube de Engenharia* de Recife em 1927. Sampaio atentava para "a necessidade de adaptação da habitação ao clima" e definia como princípios básicos que deveriam orientar as construções a proteção contra o sol e a garantia de ventilação. A orientação do prédio, sua forma arquitetônica e os materiais empregados são aspectos que deveriam ser objeto de um tratamento específico. Condenava nas casas as formas reentrantes e salientes – "comuns nas casas chamadas na época no Brasil de bangalôs" (SAMPAIO, 1927) - por criarem uma grande superfície de exposição ao sol; recomendava um uso racional das áreas internas instalando-se na face leste da moradia os cômodos de maior permanência; recomendava o uso de material "mal condutor" de calor nas paredes externas, bem como um pé direito alto no último andar da casa. A vegetação no entorno da moradia era sugerida como forma de proteger as paredes externas dos raios solares, porém sua disposição "deveria garantir corredores de livre acesso de ar ao interior da residência" (*ibid.*). No interior da casa, a circulação do ar seria favorecida por uma disposição adequada de portas e janelas, assim como de elementos como bandeiras e óculos. Neste esforço de adaptação da casa ao clima,

recomendava ainda que elementos da arquitetura colonial – como os terraços, balcões e cornijas salientes – *“deveriam ser recuperados pelos arquitetos” (ibid.)*.

“Guerra ao Sol e às irradiações e reverberações laterais.”

“Franquia ao vento e livre aeração.”

“... com relação ao nosso meio, pode-se dizer que a feição dada às construções coloniais é largamente aproveitável para estudos dos arquitetos modernos” (SAMPAIO, 1927).

A convergência entre a arquitetura moderna e as ideias de conforto e salubridade seriam explicitadas pelo também médico Aluizio Bezerra Coutinho em tese de doutorado *“O problema da habitação higienica nos paizes quentes em face da arquitetura viva”* de 1929 na Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro. Em diversas passagens cita Corbusier. Sobre o método *“moderno”* acrescenta:

“A casa é um envoltório que encerra no seu espaço interior uma atmosfera de qualidades constantes, própria para a existência confortável do homem. Um abrigo contra o ambiente e suas variações, cujas amplitudes nem sempre são compatíveis com a existência normal.”

“Mas um abrigo adequado.”

“E para isso, necessariamente, o meio deverá, por suas características, condicionar a casa. Os climas extremos exigem as soluções extremas.”
(COUTINHO, 1930)

A perene atualidade do texto de Coutinho perpassa sobre os diversos processos a serem utilizados para a higiene e o conforto da habitação. O texto descreve estratégias de uso contemporâneo como a indução da ventilação através do uso de diferenciais de pressão:

“Para produzir correntes de ar à utilização da própria energia solar sob a forma de calor que, produzindo diferenças de densidade no interior de condutos adequados,... origina, deste modo, uma aspiração de ar

na parte inferior do dispositivo à medida que o ar aquecido, de densidade menor, se escoia para fora pela parte superior. Um dispositivo de acumulação e de recuperação permite armazenar calor solar durante o dia para utilizá-lo à noite” (COUTINHO, 1930).

Elementos característicos da arquitetura moderna estão presentes quando discorre sobre as possibilidades de ventilação e iluminação propiciadas pela *fachada livre* (Corbusier):

“a separação das funções de isolamento e sustentação realizada pelo emprego de estruturas de cimento armado permite a utilização de toda a superfície voltada para o exterior” (ibid.).

Ao descrever a esquadria ideal define a dupla função da janela – iluminação e ventilação. De forma pioneira (estamos em 1930) descreve explicitamente um elemento que podemos identificar como o *brise-soleil*:

“poderão ser constituídas de modo a ter dois sistemas de anteparos, um em vidro, de preferência permeável aos raios actínios, e outro em um sistema de venezianas, com as tabuinhas de incidência variável, de modo a controlar com facilidade a corrente de ar” (ibid.).

O tema da salubridade é essencial para Coutinho por ser uma tese de medicina. A principal fonte técnica utilizada é o manual colonial francês de aclimação tropical - *“L’Habitation Dans les Pays Chauds – Contribution à L’Art de L’Acclimatation”* (DESSOLIERS, 1882) que estabelece os fundamentos da relação entre arquitetura e saúde. Deve-se ressaltar que o texto ultrapassa as delimitações salubristas e busca criar uma ponte com a vanguarda arquitetônica da época. Segundo SEGAWA (2003), Coutinho *“tenta interpretar Le Corbusier e citando outros arquitetos modernos, propõe uma adequação da arquitetura brasileira às condições climáticas defendendo a proteção ao excesso de calor recorrendo a novos materiais, técnicas e à estética corbusieriana”*.

Os preceitos da “Nova Arquitetura” também seriam tratados pelo engenheiro Paulo Sá, pioneiro de questões de conforto térmico no Brasil. Na década de 1930, Sá desenvolve uma série de pesquisas para o INT (Instituto Nacional de Tecnologia) relacionadas ao tema. Uma das principais características destes trabalhos é a busca de adequação de padrões

internacionais ao caso brasileiro (OLIVEIRA, 2003). Os trabalhos de Sá desenvolvem temas relacionados ao conforto térmico, visual, iluminação natural, insolação e orientação dos edifícios. Estas pesquisas o levariam a desenvolver em conjunto com Jorge Moreira o estudo para a implantação ideal dos edifícios da Cidade Universitária em 1952.

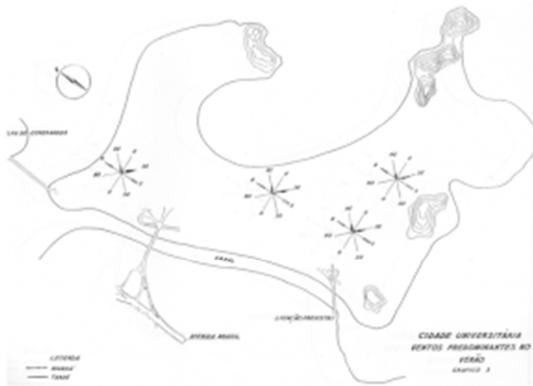


Figura 72 - Regime de Ventos registrado por Sá, para o verão.

FONTE: (OLIVEIRA, 2003).

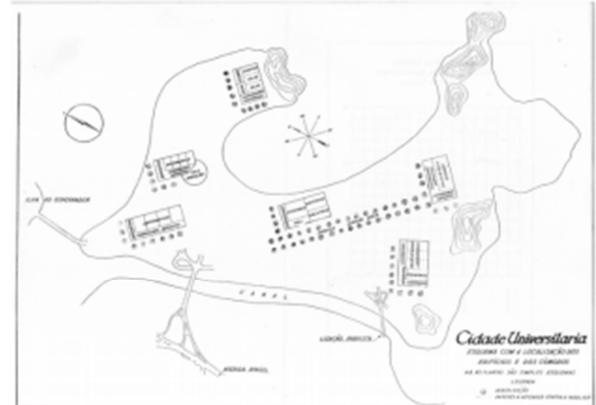


Figura 73- Mapa da implantação proposto por Sá.

FONTE: (OLIVEIRA, 2003)

Sobre a conexão entre a “Nova Arquitetura” racional e “mecanizada” com a recente *ciência do conforto ambiental*, Sá comenta:

“As casas eram antes quadros de ver ou espetáculos para a vista”. [...]

“Ao contrário dessa tendência mais ou menos constante através da variação dos estilos e da variedade dos povos nos séculos anteriores, a idade atual revelou na arte arquitetural a preocupação fundamental de obter um ambiente confortável para o homem.”

“Esse o sentido da expressão (incontestavelmente exagerada e exageradamente mecanizada, mas com certeza tradutora de uma indiscutível realidade) que definiu a casa como uma “máquina de morar” (ao invés do “quadro para ver”, a que antes nos referíamos). [...]”

“Uma evolução mais recente, porém, levou adiante o conceito de conforto, nele incluindo, como parte de importância primordial, o ambiente propriamente dito, a luz em que “moram” os olhos, o ar que os pulmões respiram, o calor, a umidade e as correntes aéreas em que vivem mergulhados os corpos. [...] Os estudos que há perto de vinte anos vimos fazendo sobre “conforto térmico”, “conforto luminoso”, “orientação dos edifícios” em nosso país e para nossa gente, marcavam essa tendência da arte arquitetural moderna que os anos anteriores têm confirmado sempre mais: esse sem dúvida o seu único valor”. (SÁ, 1952) apud (SEGAWA, 2003).

A predominância de médicos e engenheiros no debate da arquitetura relacionada ao seu meio reafirma o caráter salubrista e tecnista do período. Caberia a Lucio Costa ser o elemento chave a concatenar estas correntes e sintetizá-las na “Nova Arquitetura” brasileira.

3.4. Modernismo brasileiro e o Conforto Térmico – elementos da gênese

Le Corbusier é uma figura onipresente em todas as etapas da arquitetura moderna nacional. Sua influência ocorreu de diversas formas e em diversos momentos. Desde os textos da fase da revista *L'Esprit Nouveau* no início da década de 1920, às conferências proferidas em 1929 e 1936, à “consultoria” para o Ministério (MES), às diversas correspondências trocadas com Lucio Costa e Oscar Niemeyer até a colaboração final no projeto da Casa do Brasil na Universidade de Paris (1956). A influência de Corbusier é percebida nos passos iniciais do movimento moderno personificado por Gregori Warchavchik. Russo de nascimento e formado na Itália, é considerado o primeiro arquiteto moderno brasileiro. Segundo BRUAND (2008, p. 64), Warchavchik “conhecia os escritos de Le Corbusier”. Seus projetos residenciais tentariam aplicar estes conceitos na prática, porém com o resultado *moderno* “refletido essencialmente na imagem da composição, não se refletindo na espacialidade interna” (SEGAWA, 1997, p. 46). Apesar de defender uma arquitetura que “se adaptasse a esta região, ao clima e às tradições desta terra”, as obras de Warchavchik não demonstram qualidades inerentes às questões ambientais (FERRAZ, 1965, p. 27).

Caberia a Rino Levi, então estudante na Europa (coincidentalmente na mesma escola²⁰ que formou Warchavchik) a primeira manifestação de caráter público sobre a relevância da adaptação das novas ideias de arquitetura às condições brasileiras. Em carta publicada no jornal *O Estado de São Paulo* (outubro – 1925) declara:

“É preciso estudar o que se fez e o que está se fazendo no exterior e resolver nossos casos sobre estática das cidades e com alma brasileira. Pelo nosso clima, pela nossa natureza e costumes, as nossas cidades devem ter um caráter diferente das da Europa.” (LEVI, [1925] 1987)

Lucio Costa, então diretor da Escola Nacional de Belas Artes convida Warchavchik a “introduzir” a arquitetura moderna no meio acadêmico carioca. A reforma curricular proposta por Costa dura poucos meses²¹, assim como sua permanência no cargo e a participação didática do arquiteto russo/brasileiro (BRUAND, 2008). O curto período trouxe, porém algumas consequências como a sociedade entre Costa e Warchavchik que perdurou entre 1931 e 1933. Esta associação impulsionará Costa definitivamente no sentido da doutrina corbusieriana.

Para compreendermos a profundidade da influência de Le Corbusier sobre a arquitetura brasileira, especificamente para as soluções ambientais, devemos nos aprofundar na própria relação do arquiteto com as questões climáticas e de conforto. Esta contaminação (Corbusier x Brasil) possuirá também um caráter simbiótico, pois será em terras brasileiras que as ideias corbusierianas não apenas tomarão forma concreta (construída) em empreendimentos de grande porte, como alguns de seus elementos serão efetivamente traduzidos e desenvolvidos tecnicamente pela arquitetura brasileira. O vocabulário de aplicações do concreto e as experiências com o brise-soleil de fato serão aplicadas e ampliadas nas edificações nacionais deste período. Estas sedimentarão definitivamente a conexão de Corbusier com a alma da arquitetura brasileira. Para COMAS (2002) a influência brasileira em Corbusier permanece inexplorada. A observação cronológica de sua obra e sua

²⁰ Real Escola Superior de Arquitetura de Roma – ambos estudaram com o arquiteto italiano Marcello Piacentini, conhecido também por sua ligação à Mussolini. Piacentini posteriormente visitaria o Brasil inúmeras vezes tendo projetos executados em solo nacional.

²¹ Abril a novembro de 1931 ((BRUAND, 2008, p. 70)

obsessão pelo brise soleil na etapa do pós-guerra pode nos fornecer indicativos desta conexão.

3.5. Lucio Costa – o elemento de síntese

“Lúcio Costa no Brasil afirmava que a ‘arquitetura moderna não podia consistir na ruptura pura e simples com o passado’. Por isso aderiu aos postulados funcionalistas sem deixar de apreciar a tradição colonial luso-brasileira, que resolvia com simplicidade os problemas do lugar.”
(BROWNE, 1988)

Principal agente na transição para o modernismo, Lucio Costa receberia na década de 1920 a influência direta dos protagonistas essenciais do Movimento Neocolonial. Trabalhou no escritório de Heitor de Mello e, posteriormente, com seu sucessor Arquimedes Memória, proeminentes arquitetos ecléticos da época. Foi profundamente influenciado em seu início de carreira pelo próprio José Marianno Filho, que o encorajou a fazer uma viagem a Diamantina com o objetivo de estudar a arquitetura colonial. Esta marcante influência permearia toda a sua obra posterior, desde a produção teórica (textos) até sua própria arquitetura (KESSEL, 2008). Na década de 1920, Lucio Costa estava diretamente envolvido com o *movimento neocolonial*, ao qual iria referir-se, em 1929, como *“robusta, forte, maciça e dotada de linhas calmas e tranquilas”* (COSTA, 1962, 14-15).

O primeiro sinal do rompimento de Costa com a tradição surge na dupla versão para a Casa Ernesto Fontes (1930), para a qual desenvolve opções diversas para a proposta arquitetônica: uma *“acadêmica”* e outra *“moderna”*.



Figura 74 - Casa Ernesto Fontes - Versão “Acadêmica”.

FONTE: (COMAS, 2002).



Figura 75 – Casa Ernesto Fontes 1930 – Versão “Moderna”.

FONTE: (COMAS, 2002).

A dicotomia das proposições retrata a transitoriedade do espírito de Lúcio Costa à época. A transição continuaria durante a parceria com Warchavchik (1931–1933). O projeto inscrito na competição para a cidade de Monlevade de 1935 é uma clara manifestação desta síntese entre a brasilidade e modernidade corbusieriana. Observa-se neste a busca de uma reciclagem do vocabulário colonial com a utilização de novos materiais para antigas soluções, que pode ser exemplificada na utilização de telha “Eternit” aplicada aos telhados de quatro águas. Paralelamente são incorporadas ideias corbusierianas como os pilotis e as janelas de fita. Segundo COMAS (2008, p. 31), o conjunto:

“experimentava mesclar uma estética da máquina corbusieriana, cosmopolita, abstrata, e um estruturalismo clássico racional, de inspiração perretiana com referências a uma arquitetura vernácula, dotada de autenticidade e simplicidade formal afins”. (ibid.)

O resultado se materializa em um conjunto híbrido, como um laboratório de conceitos prenunciando o que estava por vir. Costa ficou em último lugar neste concurso, fato que o lançou em um período de reflexão. Desprovido momentaneamente de encomendas arquitetônicas e então diretor da Escola Nacional de Belas Artes, Costa mergulha definitivamente na literatura de Corbusier. Deste insight surgirá o texto “Razões para a Nova Arquitetura” (COSTA, 1962), no qual rompe definitivamente seus laços com o “estilo do passado” e passa a defender um novo caminho para a arquitetura brasileira.

“Indiscutivelmente, Lúcio Costa interpretou, já com poder filosófico mais forte, de forma mais profunda e mais clara, a necessidade de se fundir o que era tradição com a modernidade, o que seria uma proposta de futuro para o Brasil.” (BRITTO, 2002, p. 16)

A origem neocolonial dos tempos de formação de Lucio Costa e seu profundo conhecimento do ideário moderno iriam caracterizá-lo como elemento de síntese destas aparentes correntes contraditórias (BRUAND, 2008, p. 124). A imensa influência de Costa sobre os demais arquitetos desta geração é o principal lastro de brasilidade que permeia a produção arquitetônica nacional deste período. Ainda segundo BRUAND (2008, p. 148), são quatro os

elementos recorrentes herdados diretamente da tradição luso-brasileira: telhados com grandes beirais (sombreamento); venezianas e muxarabis (ventilação); varandas e galerias de circulação externas (zonas de arrefecimento); e revestimentos de azulejos (revestimentos “frios”). Não por acaso, todos tem influência sobre o comportamento térmico do edifício.

3.6. O modernismo vernacular brasileiro

Décadas antes de FRAMPTON (2008, p. 381) identificar a corrente do *regionalismo crítico* com uma vertente plausível do modernismo arquitetônico, a expressão brasileira demonstrava as possibilidades deste caminho. BRUAND (2008, p. 148) defende que houve a criação de uma *“linguagem original fruto da fusão entre o estilo internacional e as particularidades locais”*, a qual teria contribuído para *“o sucesso e o prestígio que goza no mundo contemporâneo”* (*ibid.*).

O vernáculo brasileiro moderno se manifesta de forma destacada nos projetos relacionados aos programas habitacionais. Serão nas casas que encontraremos as expressões mais claras desta fusão. Característica frequente também nas habitações populares, escolas e hotéis.

Um dos principais exemplares da mescla se dá no projeto de Lucio Costa para a *Casa do Barão de Saavedra* (Petrópolis – Rio de Janeiro – 1942-1944). Nesta residência icônica observamos uma composição em “L”, com cada braço possuindo uma modenatura que se aproxima das grandes fazendas do Rio de Janeiro, denotando a tradição. Esta composição da planta (“L”) configura a organização espacial em favor do conforto térmico. Posicionando espaços de ocupação transitória (banheiros, circulações e serviços) nas áreas mais castigadas pelo sol são criadas *zonas de arrefecimento* que protegem as áreas de maior permanência. Balaustradas e telhas canal convivem pacificamente com os pilotis e panos de vidro. As varandas que protegem as extremidades da casa são representativas nesta síntese, *“onde os acessórios francamente modernos conservam uma afinidade com o passado”* (BRUAND, 2008, p. 131).

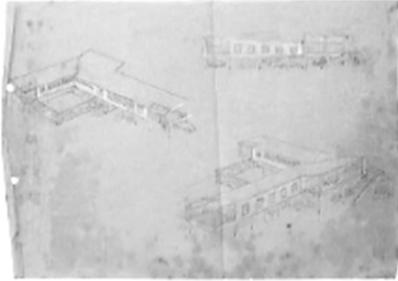


Figura 76 - Residência Saavedra – Croquis Lucio Costa.

FONTE: (WISNIK, 2001, p. 74).



Figura 77 – Residência Saavedra – a varanda convive com o brise, o pano de vidro e o muxarabi. Todos apoiados sobre os pilotis.

FONTE: (WISNIK, 2001, p. 70)

O equilíbrio desta fusão seria desenvolvido em outros exemplos relevantes, dos quais devemos destacar: o Grande Hotel de Ouro Preto (1938 -1940) de Oscar Niemeyer e a “adequação histórica” de Lucio Costa (COMAS, 2002), o Park Hotel em Friburgo, também de Costa (1944), e as habitações populares em Paquetá do Arquiteto Francisco Bologna (1949).

Para BRUAND (2008, p. 132) os princípios utilizados no Park Hotel (Costa) e no Hotel de Ouro Preto (Niemeyer) são idênticos: possuem a melhor orientação solar em relação à vista, baseiam-se no princípio da estrutura independente e organização espacial similar (planta). A principal diferença encontra-se na técnica construtiva. O Hotel de Ouro Preto recebeu estrutura de concreto, enquanto no Park Hotel esta foi erigida em madeira. Isto é um resultado direto das pesquisas de Lucio Costa que *“assinalou em seus estudos sobre a*

arquitetura luso-brasileira, o parentesco existente entre as arquiteturas de madeira e de concreto armado” (ibid.). Ao utilizar a madeira da região como elemento estrutural, Costa reinterpreta o protótipo Dom-ino (Corbusier, 1914) mantendo seu espírito e a liberdade que este proporciona, adaptando-o às características regionais e utilizando materiais e mão de obra local. Esta atitude comprovaria que a arquitetura contemporânea não estaria obrigatoriamente atrelada ao uso de “materiais artificiais, podendo lançar mão de recursos tradicionais sem com isso renunciar às grandes conquistas do século XX” (ibid.).

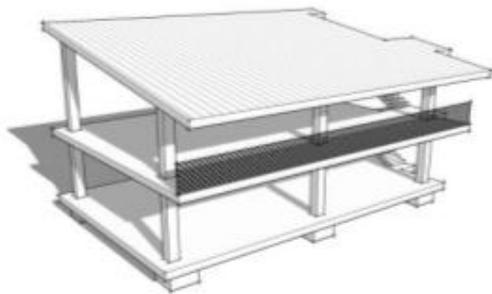


Figura 78 – Reinterpretação vernacular de Costa e Niemeyer sobre o sistema Dom-ino de Corbusier. Estrutura independente e cobertura colonial.

FONTE: o autor



Figura 79 FONTE: Park Hotel (1944). Estrutura do piso estendida e pilares de eucalipto explicitando a independência e regionalidade do sistema.

FONTE: <http://www.jobim.org/>

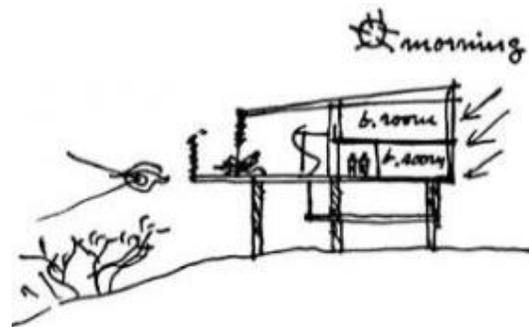


Figura 80 – Hotel de Ouro Preto (1938). Croqui de Oscar Niemeyer.

FONTE: <http://arcoweb.com.br>



Figura 81 - Hotel de Ouro Preto (1938). Adequação moderna às especificidades regionais.

FONTE: <http://vitruvius.com.br/>



grande hotel
niemeyer
ouro preto
1938
latitude 20S
subtropical úmido

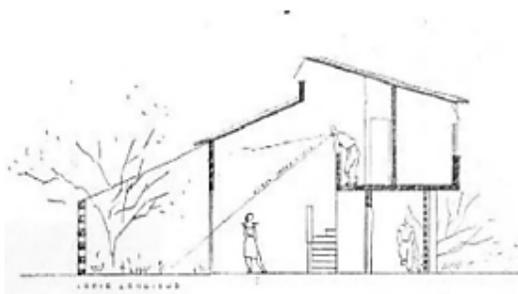
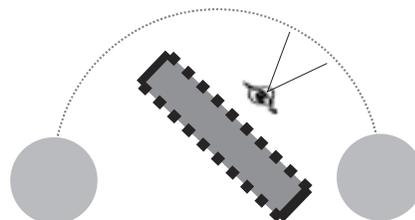


Figura 82 – Herança do protótipo vernacular de Lucio Costa. Ventilação cruzada e zonas de arrefecimento. - Conjunto Residencial de Paquetá (1949) – Francisco Bolonha.

FONTE: <http://marcosocosta.files.wordpress.com/>



Figura 83 - Orientação - Conjunto Residencial de Paquetá (1949) – Francisco Bolonha

FONTE: MINDLIN (1956, p. 130)

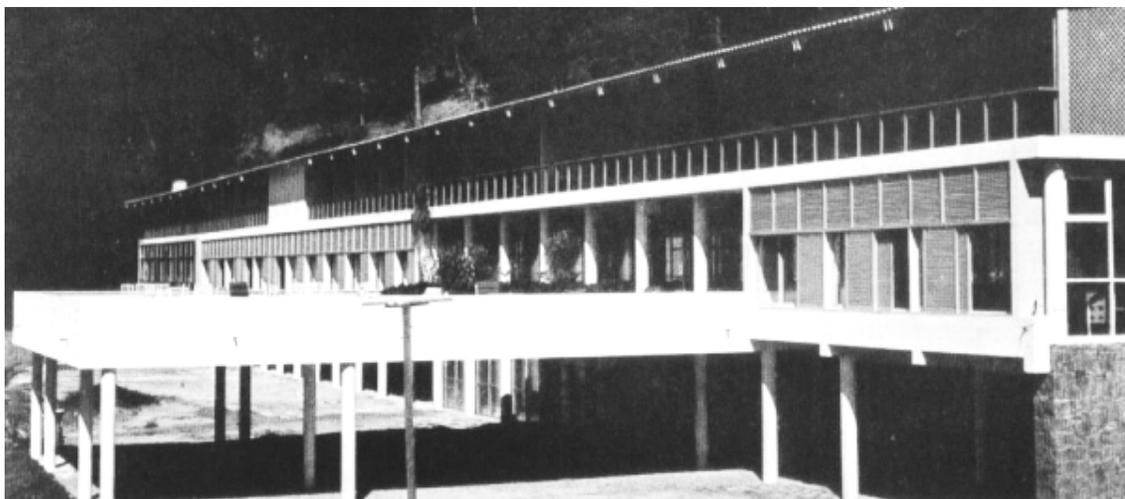
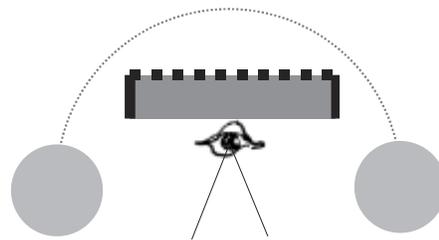


Figura 84 - Hotel de *Fim de Semana* (1944) – MM Roberto. Pilotis, venezianas e recuos de planos da fachada a serviço da proteção solar.

FONTE: MINDLIN (1956, p. 108)



colônia de férias IRB
mm roberto
rio de janeiro
1944
latitude 22S
tropical úmido



Outra abordagem da síntese ocorre no conjunto do Parque Guinle (1948 – 1954). A lógica racional permeia a modularidade de concreto adequada ao porte do edifício revelando os conceitos corbusierianos na solução construtiva. Por outro lado, um dos aspectos mais importantes e característicos dos edifícios acontece em suas fachadas. Ao gerenciar a imposição solar sobre as empenas, Costa investiga um grande repertório de soluções sombreadoras e ventilatórias. Múltiplos tipos de cobogós e brise-soleils são combinados no intuito de se quebrar a rigidez excessiva provocada pela modulação estrutural do volume. Outro fator relevante é a criação de uma dupla membrana de proteção sobre as empenas mais castigadas. A camada externa se apresenta permeável à ventilação através da composição *artística* dos brises e cobogós, enquanto a camada interna permite ao usuário um fino controle sobre a penetração luminosa e do ar fresco. De modo análogo às suas residências unifamiliares, Costa elabora uma organização da planta que favorece o uso da ventilação cruzada. Isto ocorre devido à tipologia *laminar* da unidade e a organização dos apartamentos que alcançam as duas fachadas longitudinais permitindo a circulação pelo seu interior. Quando a orientação é favorável, o vidro é utilizado como na empena sul do edifício Nova Cintra (1948).



Figura 85 – Jogo de elementos sombreadores através de membranas permeáveis aplicados aos edifícios Caledonia (1954) e Bristol (1950) - Parque Guinle – Lucio Costa (1948 – 1954).

FONTE: <http://www.jobim.org/lucio>



Figura 86 – Membrana em cobogós e fachada interna envidraçada – edifício Caledonia (1954)

FONTE: <http://www.flickr.com> (foto: Claudio Zeiger).

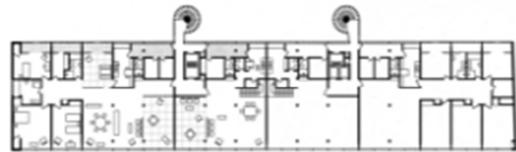
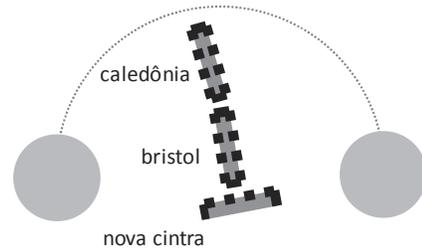


Figura 87 – Apartamentos transversais ao sentido longitudinal – ventilação cruzada – edifício Nova Cintra (1948).

FONTE: <http://www.plataformaarquitectura.cl/>



parque guinle
costa
rio de janeiro
1948
latitude 22S
tropical úmido



3.7. Modernismo corbusieriano radical

Ainda dentro da etapa inicial (1930/1939) identificada por COMAS (2002) como “revolução na arquitetura brasileira”, outro grupo oriundo da equipe do MES colocaria em prática toda a catequese da “Nova Arquitetura” ao estabelecer uma atitude de rompimento radical com o passado. Mesmo que esta ruptura ocorra através de uma diversidade de aspectos (sistemas construtivos, tipologia, imagem e ideologia), sob o ponto de vista das adequações ambientais estas ainda serão profundamente influenciadas pelas práticas tradicionais. Excetuando-se a incorporação definitiva do *brise soleil*, as demais estratégias para o controle da insolação e da ventilação serão essencialmente reinterpretações ou evoluções das soluções vernaculares.

Não é possível estimarmos precisamente a *contaminação* ideológica de Corbusier sobre a geração de arquitetos da equipe do MES, por outro lado, podemos fornecer indicativos da relevância e durabilidade das ideias do mestre ao analisarmos as obras destes arquitetos.

3.8. Oscar Niemeyer

O modernismo radical é posto em prática por Niemeyer desde sua estreia profissional no projeto da Obra do Berço. A influência de Corbusier é percebida através da utilização pura de seus “cinco pontos” e de uma inerente inspiração à solução plástica da “*Maison Citrohan*” (Corbusier – 1922).



Figura 88 – Obra do Berço – fachada oeste ritmo ditado pelo brise soleils.

Fonte: <http://adbr001cdn.archdaily.net/>

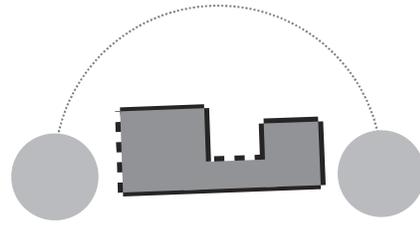


Figura 89 – Maison Citrohan – O ritmo vertical é fornecido pela orientação das esquadrias.

Fonte: <http://www.arch.umd.edu/>



obra do berço
niemeyer
rio de janeiro
1938
latitude 22S
tropical úmido



A interação com Lucio Costa durante os projetos para o Grande Hotel de Ouro Preto (1938) e do Pavilhão Brasileiro na Feira Mundial de Nova Iorque (1939) reacendeu momentaneamente a conexão vernacular da arquitetura de Niemeyer. Esta abordagem seria percebida em seu projeto da residência Francisco Peixoto através do uso dos elementos da herança “luso-brasileira” (BRUAND, 2008, p. 148) com uma reinterpretação moderna.



Figura 90 – Residência Francisco Peixoto Cataguases (1941) - flerte de Niemeyer com a tradição.

Fonte: Fundação Oscar Niemeyer

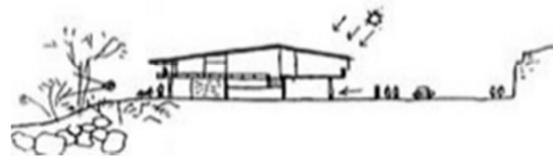


Figura 91 – Residência Francisco Peixoto Cataguases (1941) – Varandas “mineiras” sobre pilotis.

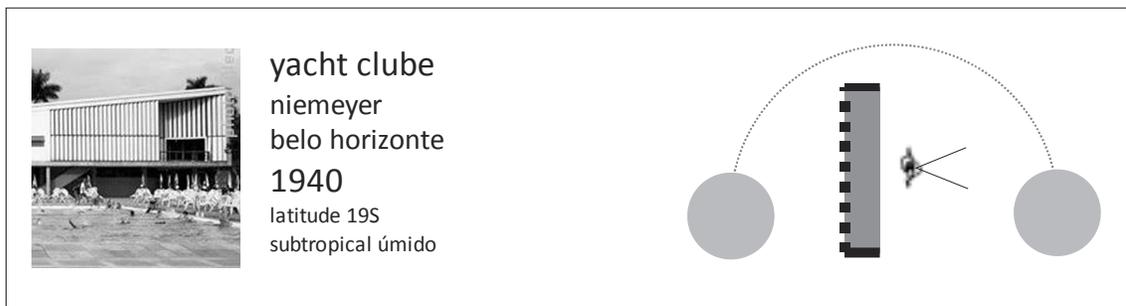
Fonte: L'Architecture d'aujourd'hui. Paris, n. 42-43, 1952, p. 83

As obras subsequentes para a Pampulha (Belo Horizonte - 1940) iriam “produzir uma arquitetura que se afastava da sintaxe Corbusieriana por uma expressão mais pessoal” (SEGAWA, 1997). Ainda assim, a expressão dos elementos de controle ambiental manifestava-se integrada à composição dos edifícios. O brise como elemento capaz de proporcionar ritmo e movimento à fachada é utilizado por Niemeyer para ordenar a composição arquitetônica adquirindo um significado plástico.



Figura 92 – Yatch Club – Pampulha (1940) – fachada oeste. Composição sobre um eixo demarcado pela circulação vertical e pelo módulo central com a “janela de fita”.

FONTE: <http://i475.photobucket.com/>



Neste período *mineiro*, Niemeyer, ao desenvolver um estudo para a Escola Profissional de Belo Horizonte (1940), para o qual discorre sobre as necessidades de iluminação e ventilação demonstrando seu conhecimento sobre o assunto e a preocupação com as soluções do edifício:

"Um estudo criterioso de circulação, ventilação e iluminação é indispensável em qualquer gênero de arquitetura. Em se tratando de fábricas, escolas, museus ou ambulatórios, uma solução precisa para cada um desses itens torna-se ainda mais necessária por se tratar de construções que se destinam a estudos e trabalhos que necessitam de iluminação e ventilação adequadas e onde permanece grande número de pessoas o que pede, por consequência, condições higiênicas especiais. Nesse sentido, estudos cuidadosos [...], tem conduzido as soluções para os sistemas de iluminação zenital que permitem, pela

exclusão da iluminação lateral, plantas mais compactas e maior facilidade nas disposições internas.”

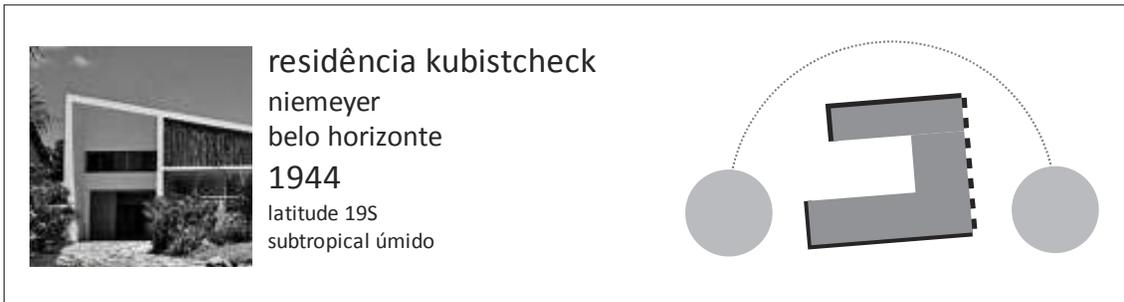
“A solução [...] consiste num sistema de "sheds" móveis, armadas em ferro e eternite. Estes elementos [...] manterão sempre os locais de trabalho abrigados do sol, assim como nas melhores condições de iluminação possível.”

“A ventilação será obtida lateralmente, por cima das galerias de circulação, que terão também a finalidade de isolar do ruído os diversos setores das oficinas.” (NIEMEYER, 1940)

Na residência para Juscelino Kubitschek (1943) Niemeyer iria reinterpretar a solução da *Villa Maizrau* (Corbusier 1928), na qual os elementos estruturais se transformam em brise-soleils. Nesta casa a extensão da laje borboleta e o recuo dos planos verticais de fechamento (envoltória) criam uma zona de transição térmica e, simultaneamente, destacam o acesso à residência. A simplicidade e a engenhosidade desta solução seriam desenvolvidas por Niemeyer em diversos projetos posteriores. Esta solução é o embrião da ideia do uso de componentes estruturais e funcionais da envoltória como filtro ambiental, a qual seria desenvolvida também por Affonso Eduardo Reidy. A solução também seria recorrente na obra de Vilanova Artigas e do próprio Le Corbusier no período pós-guerra.



Figura 93 – Residência Kubitschek (1943) fachada norte - A estrutura independente dos planos gera possibilidades de sombreamento. O prolongamento da laje de cobertura gera a proteção da área de acesso.



A inconformidade de Niemeyer com os planos ortogonais se manifesta inicialmente através das torções angulares dos fechamentos do volume, as quais se fazem presente na Residência Prudente de Moraes Neto (Rio de Janeiro-1943 - 1949). O volume principal sobre os pilotis metálicos avança livremente para fora da componente estrutural, recebendo em sua fachada oeste uma varanda reinterpretada que atua como zona de atenuação térmica da área habitacional. A torção do plano vertical possibilitada pela tecnologia do concreto passa a ser investigada neste período. Este elemento do vocabulário de Niemeyer sempre surge associado à função da varanda, sendo uma resposta à condição climática e à orientação desejada do edifício.



Figura 94 – Residência Prudente de Moraes Neto (1943). O terço superior do- fechamento varanda em veneziana.

FONTE: <http://ela.oglobo.globo.com/>

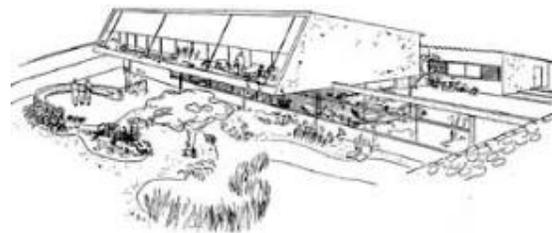


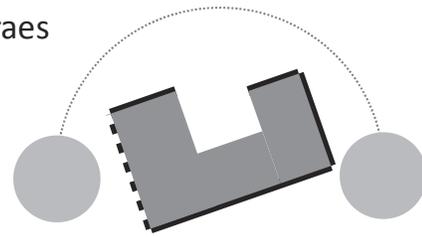
Figura 95 - Residência Prudente de Moraes Neto (1943). A extensão dos fechamentos laterais possibilita a torção do plano vertical, adicionando um elemento plástico funcional á zona de transição térmica.

FONTE: PAPADAKI (1950, p. 125)



residência prudente de Moraes

Niemeyer
Rio de Janeiro
1943
Latitude 22S
Tropical úmido



A solução da varanda inclinada seria repetida nos projetos subsequentes para o Centro de Treinamento da Aeronáutica CTA (São José dos Campos - 1947) e na própria residência de veraneio do arquiteto (Mendes – 1949). O deslocamento angular do plano seria absorvido por diversos arquitetos contemporâneos como Acácio Gil Borsoi na residência Lisanel de Melo Motta (Recife-1953), integrando-se ao repertório de soluções ambientais modernistas.

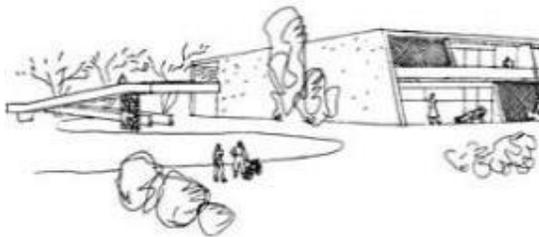


Figura 96 – Centro de Treinamento da Aeronáutica CTA (São José dos Campos - 1947).

FONTE: <http://arcoweb.com.br>

FONTE: <http://arcoweb.com.br>

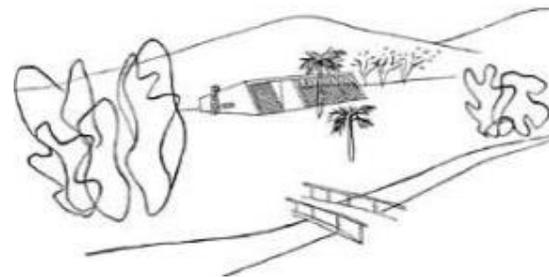


Figura 97 - Residência de veraneio (Mendes – 1949)



Figura 98- Acácio Gil Borsoi - Residência Lisanel de Melo Motta (Recife-1953). Notável influência de Niemeyer.

FONTE: COSTA (2006)



Figura 99 - Acácio Gil Borsoi - Residência Lisanel de Melo Motta (Recife-1953). Muxarabis literais como elementos modernistas.

“O concreto armado permitiu que se construísse um esqueleto do edifício, deixando o resto vazado. [...] Isso foi uma revolução. Aí se descobriu - isso foi muito explorado por Oscar Niemeyer - que o concreto armado é extraordinariamente maleável, não precisa ficar num esqueleto ortogonal; permite que se transforme numa pele, e com qualquer forma: pode-se fazer uma cúpula, uma ameça, que ele se adapta.” (BRITTO, 2002, p. 18)

A evolução da pesquisa estrutural de Niemeyer conduz a novas soluções que possibilitam a expansão do conceito “edifício brise-soleil”. Os projetos em Diamantina revelam uma evolução significativa na utilização de elementos estruturais com intenção bioclimática. O pilar em “V” aplicado ao Hotel Tijuco (1951) demonstra a viabilidade de que a carga dos esforços estruturais não necessariamente deve ser suportada apenas por elementos ortogonais (horizontais ou verticais). A inclinação do pilar permite com que o plano de fechamento das varandas obtenha uma inclinação angular mais adequada á proteção solar (invertida em relação às anteriores). Como consequência, a laje de cobertura pode se projetar de forma mais proeminente sobre o volume funcional gerando um grande *brise-soleil*. A utilização da estrutura como elemento sombreador já tinha explorada por Corbusier na Villa Baizeau (1928), porém ao incorporar a torção à própria estrutura, Niemeyer estava criando o embrião de uma linguagem simultaneamente plástica e bioclimática que influenciaria obras posteriores e que atingiria sua maturidade no projeto do MAM (Museu de Arte Moderna – 1954) de Affonso Eduardo Reidy.



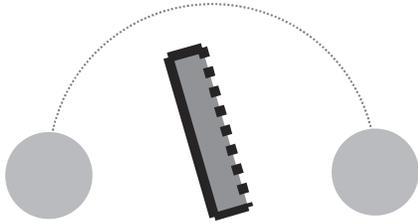
Figura 100 – Hotel Tijuco (1951). A torção vertical da estrutura permite o substancial avanço da cobertura e da varanda.

FONTE: <http://www.flickr.com/>



Figura 101 - Hotel Tijuco (1951). Detalhe do pilar em “V”.

FONTE: <http://www.flickr.com/>

	<p>hotel tijuco niemeyer diamantina 1951 latitude 18S subtropical úmido</p>	
--	---	---

Ainda em Diamantina é construída a Escola Estadual Professora Julia Kubitschek (1951-1954), que para BRUAND (2008, p. 168) “representa uma das primeiras tentativas bem sucedidas de integrar todo o programa em um volume único, puro e pleno de originalidade”. Esta tendência seria um prenúncio da “reviravolta” de 1955 na obra de Niemeyer representada pela busca pela simplificação formal (*ibid.*). A clareza das soluções bioclimáticas neste projeto é perceptível. A tipologia laminar característica das edificações posicionadas em terrenos inclinados é similar à solução do Grande Hotel de Ouro Preto (1938). A solução prismática é materializada através de uma estreita lâmina que permite a Niemeyer criar uma organização funcional que atenda às expectativas de conforto térmico, lumínico e visual. Como no Hotel Tijuco, a estrutura inclinada suporta a laje de cobertura, também formando o brise-soleil/beiral de proteção. Isto permite uma total abertura das salas de aula para a vista da cidade tomando partido da locação topográfica (alta) do projeto. A janela protegida proporciona uma generosa entrada de luminosidade indireta nas

classes, também favorecida pela inclinação da laje que abre espaço para uma iluminação zenital. A adequação climática explica a sua silhueta (seção), a qual ainda se mimetiza aos telhados tradicionais da região. A ventilação cruzada se dá através das janelas e cobogós posicionados nas fachadas alinhadas ao eixo principal.



Figura 102 – Escola Pública (Diamantina - 1951). Extensão da laje favorece às grandes aberturas das salas de aula. Cobogós protegem o piso térreo da radiação.

FONTE: <http://www.arcoweb.com.br/>



Figura 103 - Escola Pública (Diamantina - 1951). A generosa luminosidade natural da solução arquitetônica. Observar o reduzido número de iluminação artificial.

FONTE: <http://www.arcoweb.com.br/>

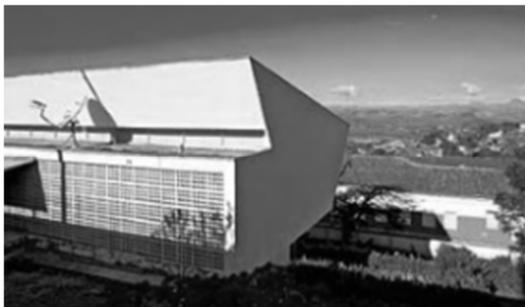


Figura 104- Escola Pública (Diamantina - 1951). Detalhe dos cobogós e das aberturas zenitais.

FONTE: <http://www.arcoweb.com.br/>

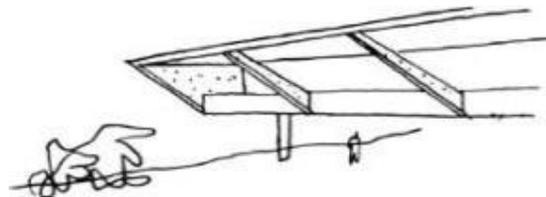
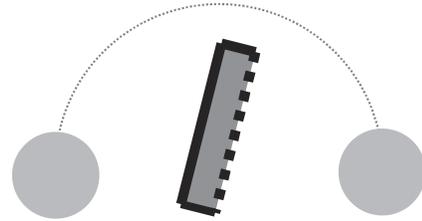


Figura 105 - Escola Pública (Diamantina - 1951). Audácia estrutural em prol do conforto

FONTE: <http://www.arcoweb.com.br/>



escola pública
niemeyer
diamantina
1951
latitude 18S
subtropical úmido



A exploração formal em projetos de tipologia vertical de caráter essencialmente corporativo foi muito restringida por variáveis legislativas e mercadológicas externas. As buscas pela maximização de espaços rentáveis e dos limites de área possíveis definidas pela legislação acabam por não permitir uma liberdade volumétrica. Os projetos deste tipo limitam-se ao tratamento da superfície do envelope. Ainda assim, a preocupação ambiental ainda é demonstrada através do cuidadoso tratamento dos planos da envoltória. No projeto para o Banco Boavista (1946-1948) a resposta se dá através do tratamento das fachadas em resposta às solicitações ambientais do lugar. As três fachadas expostas recebem tratamentos diferenciados. Duas das empenas recebem brise-soleils com diferentes características, enquanto um pano de vidro (empena sul) abre o edifício para a luz e para a rua. A lógica da insolação local é o tema da solução para o programa do edifício corporativo. Esta se repetiria em outros momentos como no Edifício Montreal (São Paulo – 1951) e no Banco Mineiro de Produção (Belo Horizonte - 1953). Os elementos de adequação ao clima assumem um papel plástico essencial na composição imagética e na expressão do edifício.



Figura 106 – Banco Boavista – (1948)
– Soluções do vocabulário do MEC.

FONTE:

<http://www.blogdoims.com.br/>



Figura 107- Edifício Montreal – (1951)
– brises acompanhando o traço curvo característico do arquiteto.

FONTE: <http://www.niemeyer.org.br/>

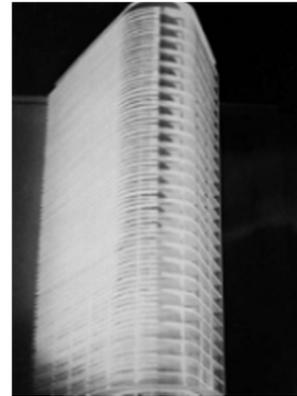
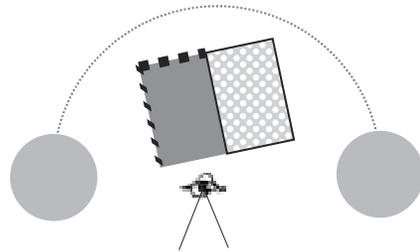


Figura 108 – Banco Mineiro de Produção (1953) – brises sobrepostos como camada adicional do edifício.

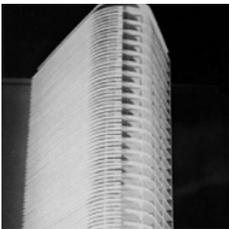
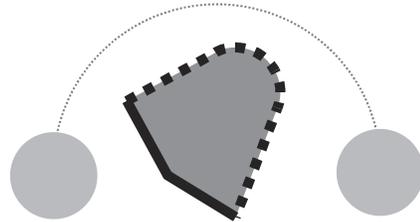
FONTE: <http://www.niemeyer.org.br/>



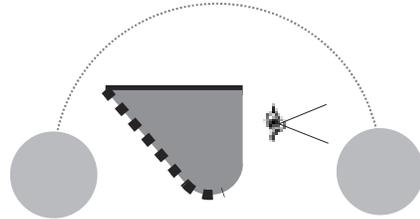
banco boavista
niemeyer
rio de janeiro
1948
latitude 22S
tropical úmido



edifício montreal
niemeyer
são paulo
1951
latitude 23S
subtropical úmido



banco mineiro de produção
niemeyer
belo horizonte
1953
latitude 19S
subtropical úmido



O “edifício brise” seria a solução dominante da envoltória do projeto das empresas gráficas “O Cruzeiro” em solução “caixa dentro da caixa” análoga à ABI, aplicada a um programa essencialmente funcional. A camada de quebra-sóis integrada ao volume seria utilizada no Hospital da Lagoa (1952), apresentando uma fachada de dois planos superpostos. Cada um com uma função específica: o externo com a composição de brises e cobogós carrega a função sombreadora e ventilatória; a interna de caráter funcional, responde às necessidades do programa.



Figura 109 – Empresas Gráficas “O Cruzeiro” (1949).

FONTE: <http://www.niemeyer.org.br>

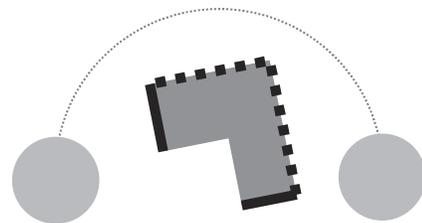


Figura 110- Hospital da Lagoa (1952) – Fachada em camada dupla com funções independentes.

FONTE: PAPADAKI (Oscar Niemeyer: Works in progress, 1956, p. 52)

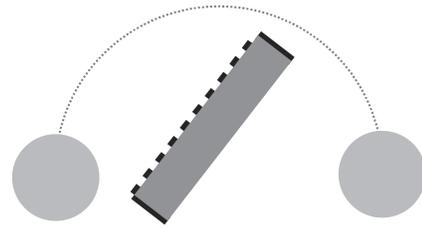


gráfica cruzeiro
niemeyer
rio de janeiro
1949
latitude 22S
tropical úmido





hospital da lagoa
niemeyer
rio de janeiro
1952
latitude 22S
tropical úmido



As especulações formais já reconhecidas de experiências anteriores gradualmente tomam força nos projetos de 1954. As soluções das plantas dos edifícios Niemeyer (Belo Horizonte – 1954) e do edifício Copan (São Paulo – 1951-1954) parecem representar o desejo de romper a camada de brises (proteção). A expressão formal se debate contra a “camisa de força” da solução técnica (em termos de conforto), o que caracterizaria a um ponto de ruptura da obra do arquiteto. Após 1954, brises e demais elementos relacionados à proteção térmica do edifício iriam gradualmente desaparecer, sendo substituídos por experiências cada vez mais pessoais e emblemáticas. O último registro do brise soleil se faz no projeto das Casas Geminadas (Brasília 1957), uma habitação para operários da nova capital. O caráter social e a necessidade de menores custos (leia-se “ausência de condicionamento térmico mecânico”) são compreendidos nesta proposta na qual se observa a solução passiva para a insolação e a ventilação.



Figura 111 – Edifício Niemeyer (1954) – Planta fluida com solução de brises integrais.

FONTE:
<http://www.niemeyer.org.br>



Figura 112- Edifício COPAN – (1951 - 1954) – ícone paulista.

FONTE:
<http://www.copansp.com.br/>



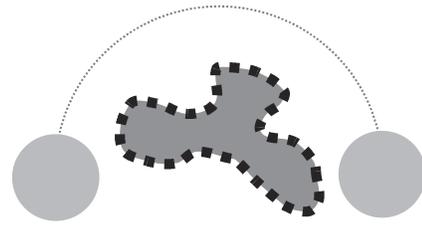
Figura 113 – Casas Geminadas (1957) – retorno momentâneo às soluções passivas.

FONTE: (HABITAÇÕES, 1961, p. 70)



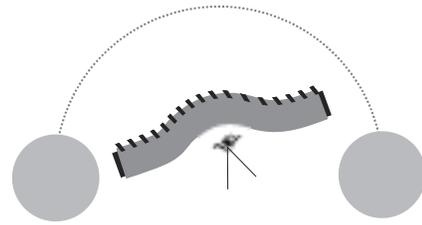
edifício niemeyer

niemeyer
belo horizonte
1954
latitude 19S
subtropical úmido



edifício copan

niemeyer
são paulo
1954
latitude 23S
subtropical úmido



A mudança de rumo percebida nos projetos de Niemeyer a partir de 1955 se manifesta através da simplificação das soluções forma e superfície (BRUAND, 2008, p. 168). A esta altura a carreira e a fama do arquiteto já havia alcançado o patamar internacional. Niemeyer faz uma autocrítica por ter “sucumbido de forma excessiva para a originalidade” e proclama ter “ingressado em nova etapa de concisão e pureza” (COMAS, 2002, p. 18) através do interesse em:

“soluções compactas, simples e geométricas: os problemas de hierarquia e caráter arquitetônico; as conveniências de unidade e harmonia entre os edifícios e, ainda, que estes não mais se expressem por seus elementos secundários, mas pela própria estrutura, devidamente integrada na concepção plástica original.” (NIEMEYER, 1958 APUD COMAS, 2002)

Como consequência da busca pela “concisão e pureza” observa-se uma reintegração dos elementos estruturais ao volume do edifício e um “alisamento²²” das superfícies. Estes cada vez mais se colocam ao serviço da intenção plástica e formal em detrimento da adequação

²² *Alisamento* no sentido da perda de rugosidade e das protuberâncias da superfície das fachadas e uma consequente diminuição da capacidade de auto sombreamento da envoltória.

climática. A “estrutura brise” desenvolvida no período mineiro (1940 – 1954) desaparece por completo, assim como as duplas fachadas e máscaras sombreadoras. A oportunidade para o estabelecimento desta nova fase de Niemeyer viria através dos edifícios para a nova capital – Brasília. A missão de criar edifícios que carregassem o significado de um *Novo Brasil* acabou por prevalecer sobre a postura ambiental da arquitetura. Sobre o desnudamento vítreo das fachadas FRAMPTON (2008, p. 313) comenta:

“Em contraste com o brise-soleil ajustável criteriosamente aplicado, vinte e cinco anos antes a fachada norte do Ministério da Educação (atual Palácio da Cultura), as paredes de Brasília ficaram desprotegidas contra o sol, apesar de revestidas por vidro absorvente de calor. Essa indiferença ao clima parece decorrer de um desejo de representar as instituições governamentais por formas platônicas cuja pureza contrastaria fortemente com os painéis de vidro repetitivos que são os Ministérios.” (FRAMPTON, 2008, p. 313)

Niemeyer era considerado uma referência na comunidade arquitetônica sendo a principal referência da geração que se seguiria. Esta mudança de atitude iria se refletir nos arquitetos posteriores no sentido da adequação do clima à arquitetura.

3.9. Affonso Eduardo Reidy

MAFHUZ (2003) distingue dois cursos distintos trilhados pela arquitetura moderna brasileira a partir de 1930. Por um lado este percorreu um caminho “silencioso”, representado principalmente por Lucio Costa, que era a “síntese entre a arquitetura moderna europeia, as tradições construtivas locais e os problemas reais do país” (*ibid.*). A outra via seria a antítese da primeira, “concentrada na aparência do objeto arquitetônico” e mais preocupada na “artisticidade do projeto do que resolver os reais problemas arquitetônicos de um país em desenvolvimento” (*ibid.*) personificados pela figura de Niemeyer (*ibid.*), notavelmente em sua fase pós-Brasília. Ainda segundo o autor, a obra de Reidy estaria conectada à “vertente silenciosa” de Costa, da qual seria um dos principais representantes.

Contemporâneo, colega e admirador de Oscar Niemeyer, integrante da equipe do MES, Reidy recebeu as mesmas influências formativas por parte de Corbusier e Costa, além de ter

sido assistente do Professor Warchavchik²³ (BRUAND, 2008, p. 76). Diferente dos colegas do MES trilhou outro caminho ao tornar-se funcionário público de carreira, o que lhe proveu a oportunidade de colocar em prática seus ideais arquitetônicos em prol do social, atitude que seria uma das principais características de sua obra posterior.

A influência de Costa é delicadamente percebida na afirmativa de BRITTO (2002, p. 18)

“Reidy é de todos os arquitetos, o que mais claramente traduz essa ideia de um Brasil moderno, mas brasileiro.” (ibid.)

BRUAND (2008, p. 90) reconhece que dentre os integrantes da equipe do MES, “talvez tenha sido sobre Reidy que mais intensamente tenha se manifestado a influência de Le Corbusier”.

BRITTO (2002, p. 18) reforça ao afirmar:

“[...] Considero a leitura de Le Corbusier permanente na sua obra. Acho que, nesse sentido, foi o melhor discípulo de Le Corbusier no Brasil. O Reidy é um criador, mas é um criador no qual os princípios corbusierianos estão expostos com toda a clareza [...]” (ibid.)

A figura de Reidy surge como a *síntese da síntese* no sentido em que equilibra a visão de Costa (síntese essencial) com uma apreensão e aplicação direta das premissas corbusierianas. Sua visão sobre a arquitetura brasileira à época manifesta sua visão simbiótica entre arquitetura racional e a relação ao meio natural:

“Não se pode negar que a arquitetura contemporânea brasileira apresenta características que a distinguem, que conferem, mesmo as suas mais diferentes realizações, um certo ar de família. [...] Uma particular sensibilidade dos arquitetos sobre as condições regionais, tendo constante preocupação de obter soluções adequadas ao clima, desenvolvendo os mais diferentes sistemas de proteção contra o calor, os quais muitas vezes, constituem elementos de grande beleza plástica; integração da estrutura como elemento marcante da concepção

²³ Foi assistente de Warchavchik, durante a curta permanência deste na Escola Nacional de Belas Artes (ENBA) em 1931.

oferecendo constantemente motivação ao seu aspecto formal; quase sempre o encontro de soluções claras e simples [...]. A riqueza da flora e a força do sol talvez sejam responsáveis pela tendência bastante frequente de uma exuberância formal.” (REIDY, [1951] 2003, p. 212)

As preocupações com a adequação da arquitetura ao clima e ao conforto são registradas desde o início de sua carreira. Segundo BRUAND (2008, p. 76), a documentação do projeto para o Albergue da Boa Vontade (Rio de Janeiro - 1931) demonstra que estas “reduziam-se a alguns pontos essenciais”:

“Iluminação uniforme, por meio de janelas corridas, em toda a extensão do edifício; salas de trabalho orientadas para a face leste ou sul, de modo a protegê-las do sol nas horas de trabalho; galerias de circulação externas servindo de marquises e protegendo do sol as faces norte e oeste; ventilação cruzada permitindo combater o calor com correntes naturais de ar criteriosamente dirigidas.” (ibid.)

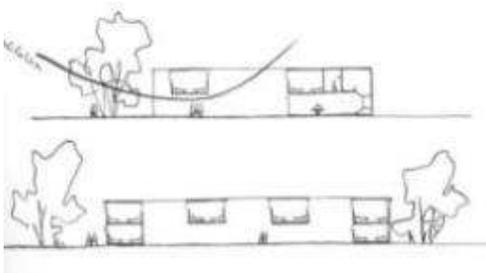


Figura 114 – Albergue da Boa Vontade (1931). Croquis de Reidy para o esquema de ventilação.

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 13)

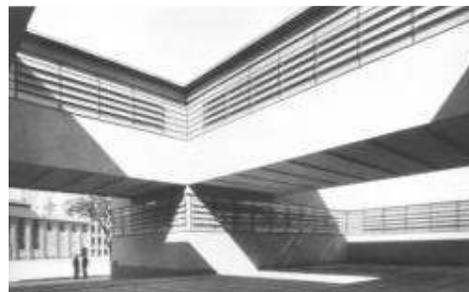


Figura 115 - Albergue da Boa Vontade (1931). Engenhosidade solar na solução do partido.

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 13)

A participação na equipe do MES é refletida imediatamente no projeto para o Palácio da Prefeitura do Rio de Janeiro (1938). O esquema se apresenta muito similar à proposta de Corbusier para o próprio MES em seu terreno original (à margem da Baía de Guanabara). Segue ainda a cartilha completa de soluções da adequação solar na lâmina de escritórios: brises na fachada norte, empenas cegas para leste e oeste e vidro para sul. As funções de público estão no térreo junto com os pilotis e o auditório. A solução da lâmina seria explorada novamente no projeto para a Companhia de Transportes (Rio de Janeiro -1939) com uma citação literal à fachada opaca dos edifícios da *Ville Radieuse* (Corbusier – 1935).



Figura 116 - Palácio da Prefeitura (1938). Solução do MES.

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 21)



Figura 117 – Ministério da Educação e Saúde (1936).

Croqui preliminar ainda para a Avenida Beira-Mar.

FONTE: CORBUSIER (1994, p. 78)

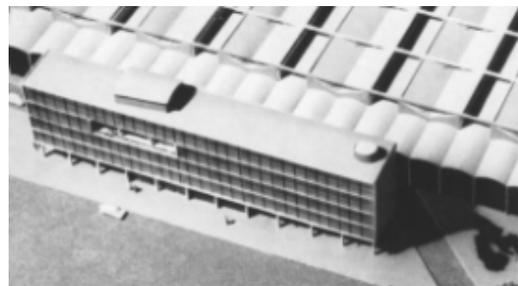


Figura 118 - Companhia de Transportes (1939).

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 23)

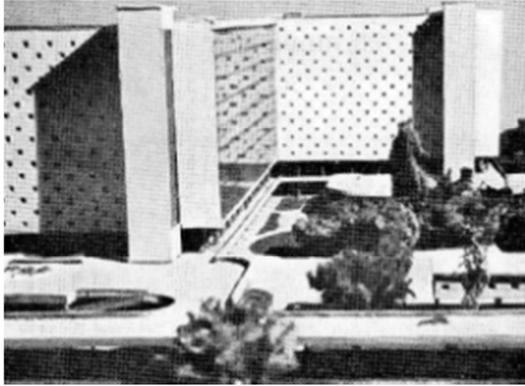


Figura 119 – Ville Radieuse (Corbusier – 1935). O tratamento das superfícies opacas contrasta com o pan de verre. Soluções diferentes para solicitações solares divergentes.

FONTE: CORBUSIER (1994, p. 32)

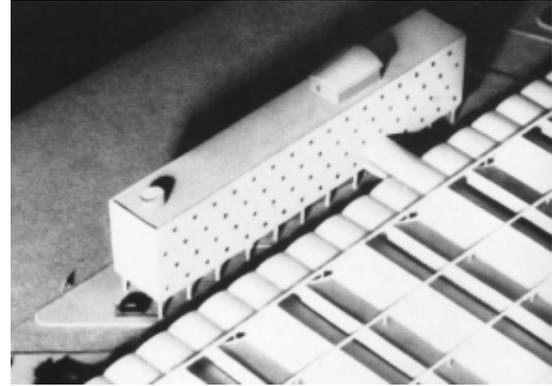
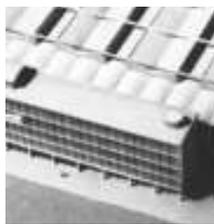
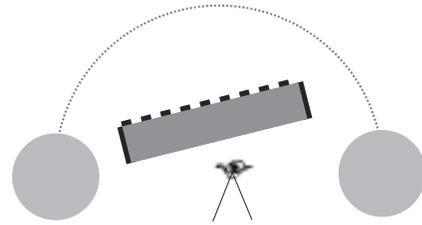


Figura 120 - Companhia de Transportes (1939). Adaptação de Reidy da solução de Corbusier.

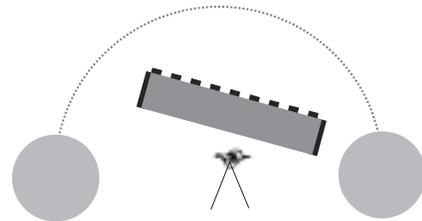
FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 22).



palácio da prefeitura
reidy
rio de janeiro
1938
latitude 22S
tropical úmido



companhia de transportes
reidy
rio de janeiro
1939
latitude 22S
tropical úmido



A influência de Niemeyer se faz percebida na exploração formal do projeto para a Fábrica Sidney Ross (Rio de Janeiro-1948). O perfil curvilíneo do edifício recebe um tratamento de brise-soleils verticais na empena sudoeste.



Figura 121 - Fábrica Sidney Ross (1948) – Mútua influência - O plano inclinado da fachada é herdado de Niemeyer. Por sua vez, a estrutura em arco (à esquerda) será utilizada por Niemeyer na sede do Clube de Diamantina (1950).

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 27)

A rigidez racional da solução arquitetônica mesclada ao padrão MES para a solução da tipologia torre (edifícios de escritórios) se apresenta ainda no projeto para a Central Administrativa Ferroviária do Rio Grande do Sul (Porto Alegre - 1944). O paradigma do tratamento das fachadas da lâmina (brises/empenas cegas/vidro) é aplicado de forma disciplinada no edifício. A repetição exaustiva desta solução levaria Reidy a realizar experiências plásticas (ainda que disciplinadas) na composição do brise-soleil ao buscar modulações diferentes para o problema da insolação.

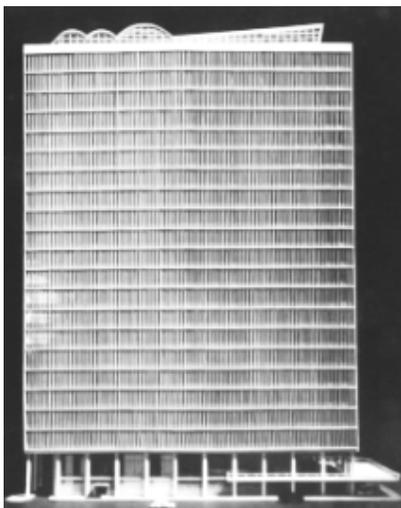


Figura 122 – Central Administrativa Ferroviária do Rio Grande do Sul (1944). Aplicação disciplinada do brise-soleil. Parceria com Jorge Moreira.

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 34)

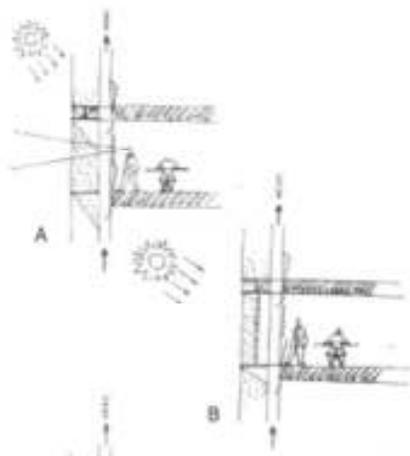


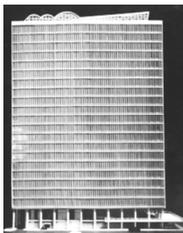
Figura 123 – Montepio dos Empregados Municipais (Rio de Janeiro – 1957). Croqui de Reidy com o esquema da tela solar. A composição afastada do plano de vidro garante a ventilação do sistema.

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 34)

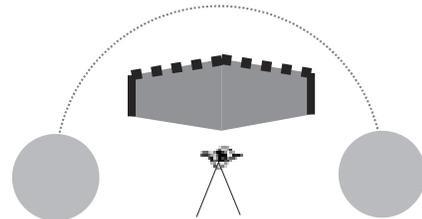


Figura 124 Montepio dos Empregados Municipais (Rio de Janeiro – 1957). A procura de novas opções para os brises. Detalhe da maquete.

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 34)



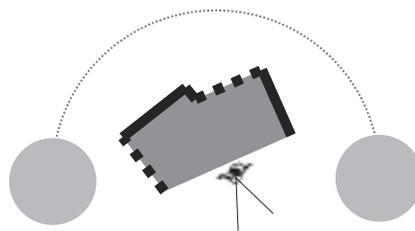
central administrativa
reidy
porto alegre
1944
latitude 30S
sub
tropical úmido





edifício do montepio

reidy
rio de janeiro
1957
latitude 22S
tropical úmido



Reidy se aproximava da figura do arquiteto completo. Dominava tanto a escala do projeto urbano como a do edifício, ainda postulando uma atitude social através da arquitetura. Esta se manifesta na preocupação e na qualidade dos projetos relacionados ao problema da habitação social. Para BRUNA (2010), a busca pela solução da questão habitacional se confunde com as raízes do próprio movimento arquitetônico modernista²⁴. Esta também permeia toda a obra urbanística e arquitetônica de Corbusier, a grande inspiração de Reidy para o Projeto do Conjunto Residencial Prefeito Paulo Mendes de Moraes, mais conhecido como “Pedregulho” (1950 – 1952). Segundo BRUAND (2008, p. 225), o conjunto:

“[...] oferece uma síntese brilhante e cuidadosamente elaborada, onde se fundem intimamente três elementos de origens distintas: as preocupações funcionais [...] (exposição favorável, controle da luz, ventilação contínua, circulação fácil), [...] a solução dos problemas ligada à adoção dos princípios e da estética de Le Corbusier, corrigida pelo toque brasileiro que lhes souberam dar Lucio Costa e Niemeyer.”
(*ibid.*)

²⁴ BRUNA (2010) relaciona as realizações habitacionais na Europa (notadamente na Áustria) para “resolver os graves problemas de falta de moradia operária” posteriores à Primeira Guerra Mundial; e o respectivo uso de tecnologias industrializadas como embrião ao movimento moderno da arquitetura.



O bloco²⁵ que serpenteia pelas curvas de nível sobre os pilotis é a principal identificação visual do conjunto do Pedregulho. Naturalmente este possui sua inspiração na especulação de Le Corbusier do “viaduto habitável” sobreposto sobre a cidade do Rio de Janeiro proposto em 1929 e que, segundo COMAS (1998, p. 26), em 1936 “queria projetar e construir a qualquer preço”.



Figura 125 – Corbusier – Viaduto Habitável em 1929. FONTE: TSIOMMIS (1998, p. 73)

²⁵ Identificado como *Bloco A*.

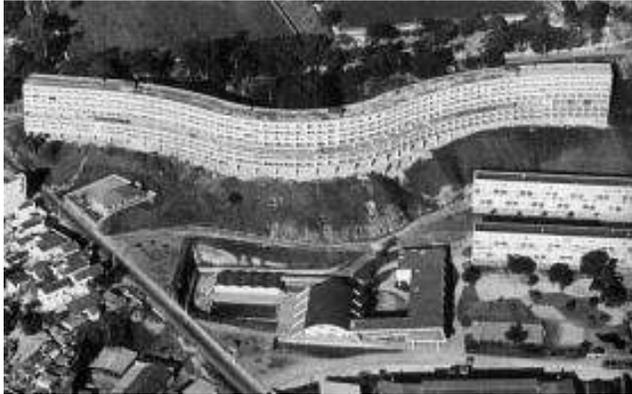
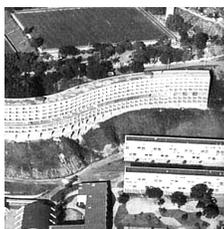


Figura 126- Pedregulho – Bloco A – Reidy (1950 -1952) Adaptação à topografia.

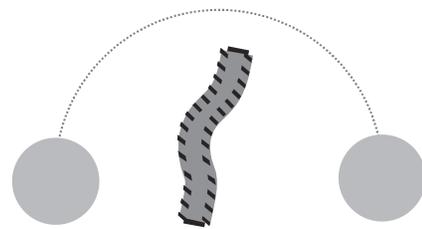
FONTE: <http://blogs.estadao.com.br/>

Da inspiração corbusieriana, Reidy extraiu a essência para a adequação topográfica do *Bloco A*. A implantação linear sobre a curva de nível se apresentava favorável à situação da encosta (economia – menor movimento de terreno), assim como o favorecimento da vista do usuário. Por outro lado, expõe a empena longitudinal diretamente a noroeste, fachada extremamente castigada pela insolação em um dos locais mais quentes do Rio de Janeiro. A solução de Reidy foi tratar a empena problemática de modo tridimensional, mesclando cheios e vazios (varandas) e com o detalhamento das esquadrias. A ventilação recebe uma atenção especial em dois sentidos: a lâmina além de flutuar sobre a encosta possui ainda um pavimento aberto nivelado ao topo da colina, isto aumenta a permeabilidade do edifício à circulação de ar diminuindo o impacto deste, assim como a criação do efeito de “esteiras de vento” de modo análogo à *La Maison Locative* de Argel (Corbusier -1933); a largura da lâmina, em conjunto com a disposição interna e o tratamento da fachada posterior (sudeste) em cobogós, incentiva o cruzamento da ventilação.



pedregulho (bloco a)

reidy
rio de janeiro
1950
latitude 22S
tropical úmido



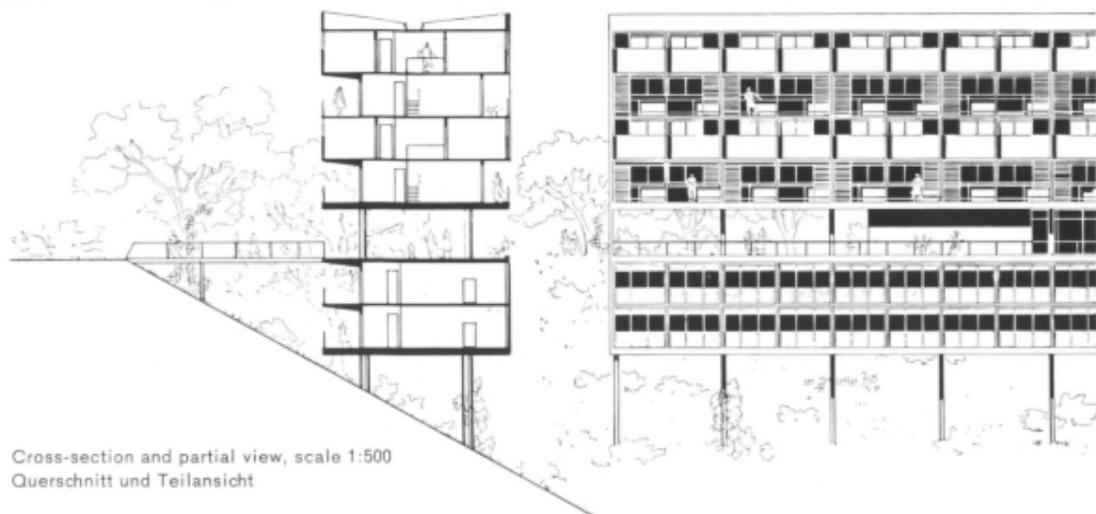


Figura 127- Pedregulho – Bloco A (1950 – 1952). Tratamento da empena noroeste e permeabilidade do edifício ao vento.
 FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 98)

Implantados sobre terrenos planos, os Blocos “B” seguem a linha racional e econômica que se caracteriza pelo prisma retangular modular básico. O mesmo cuidado com o sol é percebido na solução das empenas. Um mosaico de fechamentos compostos por cobogós, varandas e com alternância de profundidade geram uma fachada com dois planos, que se apresenta similar à solução do Parque Guinle de Costa.



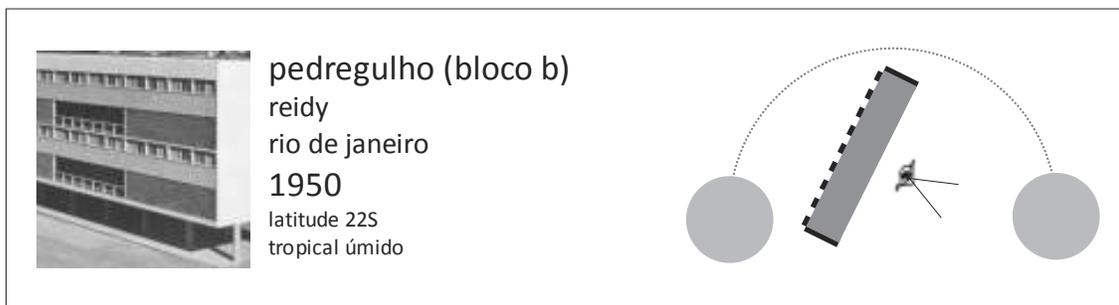
Figura 128 - Pedregulho – Bloco B (1950 – 1952). Frente.

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 106)



Figura 129 - Pedregulho – Bloco B (1950 – 1952). Verso.

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 105)



As funções administrativas receberam volumetrias diferenciadas em relação aos blocos de apartamentos de modo a se destacarem visualmente dentro do conjunto. Nestas Reidy pôde experimentar uma maior liberdade expressiva das propostas arquitetônicas. Segundo BRUAND (2008, p. 229), nos edifícios públicos Reidy “logrou assimilar as formas inventadas por Niemeyer e empregá-las com tal segurança que parecem sair naturalmente do programa tratado”, sendo impossível “estabelecer a diferença entre as razões funcionais e estéticas”.

A distribuição espacial da escola responde primordialmente ao melhor posicionamento das salas de aula. Estas se localizam orientadas para sul, com o pano de vidro recebendo um filtro propiciado pelo avanço do plano da fachada (MARQUARDT, 2005). O prisma estreito do volume das classes permite uma ventilação cruzada através da galeria de circulação (orientação norte), a qual atua como zona de transição térmica (área de baixa permanência). O conjunto é complementado pelo ginásio (contraponto curvilíneo) e o conjunto da piscina.



Figura 130 - Escola Pedregulho (1950-1952). Plano da fachada se projeta formando “varandas” de proteção e privacidade.

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 112)



Figura 131 – Escola Pedregulho (1950-1952). Iluminação generosa e conforto visual na sala de aula.

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 112)

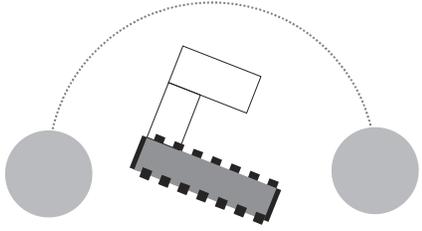


Figura 132 - Escola Pedregulho (1950-1952). Fachada Norte do bloco de aulas. Cobogós e zonas de transição térmica.

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 111)



escola pedregulho
reidy
rio de janeiro
1950
latitude 22S
tropical úmido



O Pedregulho demonstrou um vasto repertório de soluções relativas à insolação e à ventilação. Em momentos surgiam como parte integrante da composição do edifício, em outros como elementos compositivos da fachada (sempre funcionais), como no Centro Comercial do conjunto. O edifício como um todo assume o papel de “*máquina de conforto*”. O *sábio jogo* das fenestraçãoes e dos cheios e vazios, associados ao uso coerente de zonas de transição térmica demonstram a dimensão e a profundidade com que a questão da realidade climática era tratada. Estes preparam o caminho para a próxima experiência que seria isolar a envoltória da zona funcional, tratando-os como diferentes sistemas em uma relação simbiótica. A envoltória assumiria definitivamente a condição de filtro ambiental.



Figura 133 – Centro Comercial Pedregulho (1950-1952). Cheios, vazios e alternância de planos aliados ao brise soleil. Arquitetura passiva em serviço do conforto térmico.

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 115)

Na Escola Experimental de Assunção (1953), Reidy evolui a ideia da inclinação da estrutura experimentada por Niemeyer em Minas Gerais (1951). Mesclando elementos do Hotel Tijuco e da Escola em Diamantina: os pilares inclinados destacados da zona funcional atuam como suporte do avanço da cobertura. Ambos formam o conjunto sombreador da fachada norte. A solução possui ancestralidade na Villa Baizeau (Corbusier – Túnis – 1928) no uso da estrutura independente como elemento sombreador.

Segundo Reidy:

"Uma das maiores conquistas da técnica construtiva moderna é a estrutura livre, isto é, independente das paredes do edifício. A estrutura livre permite a standartização dos elementos estruturais e flexibilidade quanto à utilização dos espaços, de forma a que em qualquer época possam ser modificadas as divisões internas do edifício sem prejuízo para as boas condições de estabilidade e aspecto da edificação."
(REIDY, 1935 apud CONDURU, 2005, p. 24)

A libertação da estrutura é afirmada de forma direta nesta obra. O bloco funcional prismático flutua sobre o solo envolto pela camada externa de concreto. A estrutura independente também responde à solicitação solar expressando a adequação climática do edifício. O concreto vira brise, o brise expressa à forma e a envoltória se consolida como elemento de filtro ambiental.

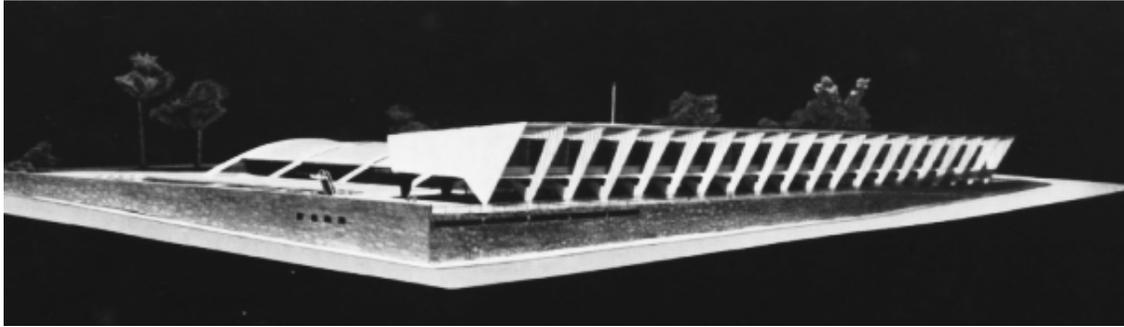
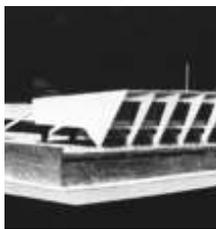


Figura 134 – Escola de Assunção (1953) – Elementos estruturais definem o sistema de proteção solar e suporte.

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 59)

A escolha do concreto como material capaz de sintetizar a lógica da envoltória/filtro se deve as suas características de plasticidade (física) e boa resistência mecânica. Sua flexibilidade permite ao arquiteto um controle quase total do resultado a partir da ideia concebida, praticamente não existindo limites em termos de fenestrações (controle de luz e ventilação) ou vocações formais do material. Seu uso propicia a unificação dos sistemas de suporte da estrutura, filtro ambiental e da configuração espacial inerente à arquitetura. Este conjunto colabora para a imagem final da edificação fundindo-se à expressão do material bruto.

O concreto possui ainda uma alta inércia térmica. Esta propriedade será incorporada pela arquitetura bioclimática contemporânea como estratégia ambiental passiva por sua capacidade de reduzir a variação de temperatura do edifício durante ciclo do dia (massa térmica).



escola experimental

reidy
assunção
1953
latitude 25S
subtropical úmido

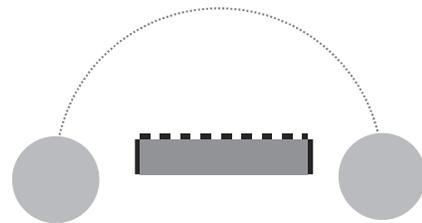




Figura 135 - Escola de Assunção (1953) – Estrutura independente como filtro ambiental – Pérgulas na fachada norte.

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 64)

O conceito da “envoltória-brise” em concreto seria explorado contemporaneamente por Corbusier nos edifícios em Chandigarh. Também se faria presente na obra de Vilanova Artigas, notadamente em sua fase *brutalista*.



Figura 136 - Escola de Itanhaém - Vilanova Artigas (1959).

Fonte: <http://www.lsi.usp.br>

O racionalismo inerente à Reidy se manifesta através da rígida composição modular. Os pontos da arquitetura corbusieriana são integralmente incorporados, porém em uma reinterpretação que sintetiza os avanços técnicos da época. A arquitetura “silenciosa” de Reidy (MAHFUZ, 2003) se liberta da rigidez “de cartilha” das obras anteriores, atingindo um ponto de equilíbrio entre a curva (presente no auditório anexo) e a razão. Segundo BRUAND (2008, p. 237), “talvez nunca tenha obtido maior êxito com a fusão, que sempre procurou entre o racionalismo puro, a força expressiva de Le Corbusier e a imaginação plástica de Niemeyer”.

A experiência da Escola de Assunção atinge sua maturidade no projeto para o Museu de Arte Moderna MAM (Rio de Janeiro – 1953 -1968), onde o mesmo sistema é aplicado em uma maior escala coroando o Parque do Aterro do Flamengo (Rio de Janeiro 1962-1964).

O princípio da caixa suspensa (elemento do museu) se encaixa perfeitamente no sítio proposto devido às questões da visibilidade da paisagem ao nível do observador. Duas questões são essenciais ao sucesso do protótipo da Escola de Assunção aplicado ao MAM: a transparência desejada à integração do exterior requer uma proteção à radiação solar direta em todos os sentidos. Esta é obtida através do filtro propiciado pela estrutura; assim como a necessidade da flexibilidade interna do espaço que solicita a “expulsão” dos pilares estruturais para fora da edificação.

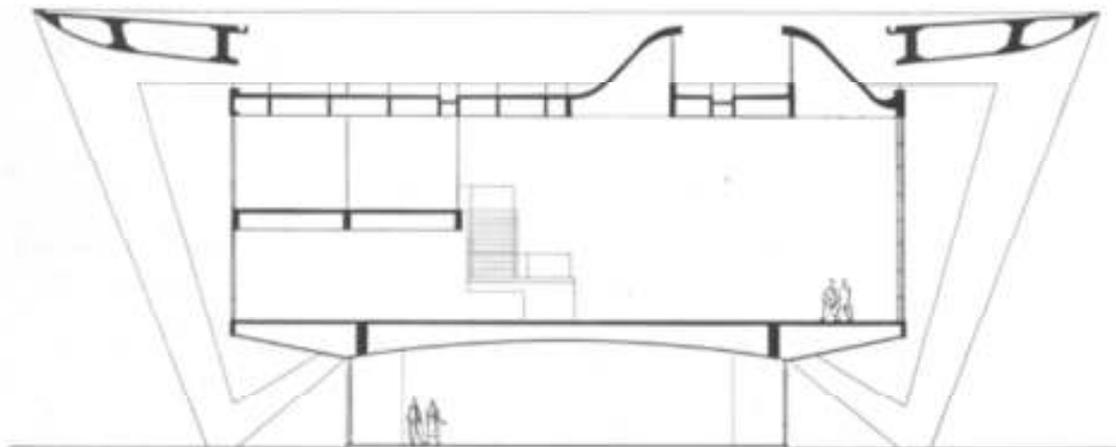


Figura 137 – MAM (1953) – Caixa suspensa garante a visibilidade da Baía de Guanabara. *Sheds* na cobertura propiciam iluminação sempre indireta, completada pelas *vigas brise* em forma de asa aerodinâmicas.

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 74)

A orientação do bloco (leste - oeste no sentido longitudinal) é fundamental para o correto desempenho ambiental do protótipo, uma vez que este só funciona de forma plena nesta situação da geometria solar. As vigas “pérgula” de Assunção foram substituídas por um vigeamento em forma de asa que simultaneamente protege (do sol) e confere leveza ao conjunto visual da fachada. A flexibilidade formal do concreto propicia a criação de fenestrasções zenitais que propiciam luz indireta ao seu interior.

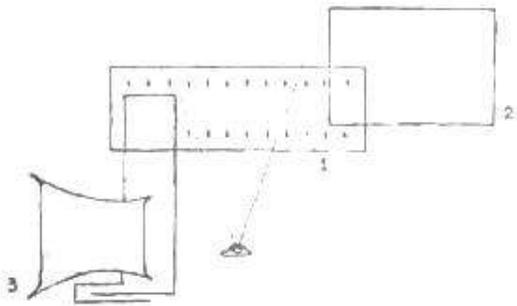


Figura 138 MAM (1953) – Orientação correta e permeabilidade visual.

FONTE: <http://www.vitruvius.com.br>



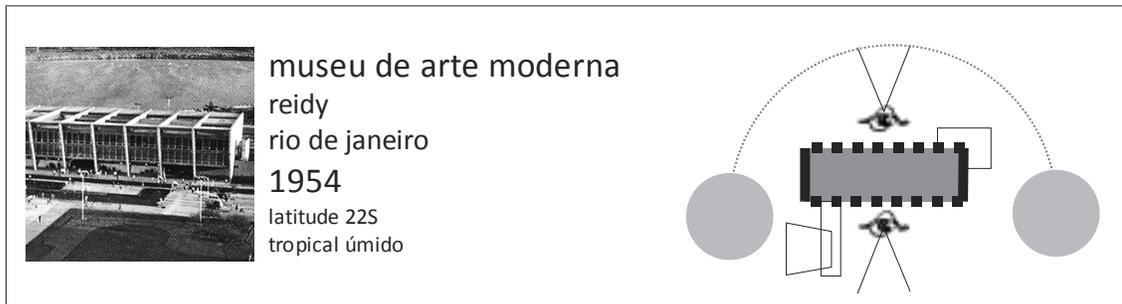
Figura 139 – MAM (1953) - Iluminação zenital e a envoltória em concreto como filtro lumínico.

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 79)



Figura 140 MAM (1953) Estrutura independente se transforma em “estrutura-brise”.

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 78)



O prematuro falecimento do arquiteto no auge de sua carreira em 1964 deixou um vácuo na arquitetura nacional. Reidy teve a capacidade de absorver as influências das várias diretrizes modernas com as quais teve contato, sendo as principais: Corbusier, Costa, Warchavchik e Niemeyer. Seu principal mérito foi o poder de sintetizá-las de acordo com a sua discreta personalidade e sua arquitetura *silenciosa*. A presença de Reidy teria sido essencial para a geração posterior de arquitetos como um contraponto a nova fase de Niemeyer e suas investigações formais pós-Brasília no sentido da continuidade da Escola Carioca.

A lógica do modernismo internacional fundido às realidades físicas locais, caracterizado pela figura de Reidy, iria gradualmente desaparecer durante a década de 1960 dando lugar aos arquétipos exógenos e às soluções puramente tecnológicas para os problemas arquitetônicos. A vulgarização e o uso em larga escala dos sistemas de refrigeração mecânicos provocou o desaparecimento das soluções “de arquiteto” para as questões térmicas. O sol e a ventilação, por um momento, pareceram ser um problema do passado. A arquitetura poderia se desconectar de sua condição climática tornando-se cada vez mais distante da realidade regional.

3.10. Transição

O período compreendido entre 1953 e 1964 é decisivo para uma mudança de rumo na arquitetura nacional. Esta etapa de transição pode ser demarcada inicialmente com o falecimento de Marcelo Roberto (1953), passa pelo final da *Era Vargas* (1954), a criação de Brasília (1956), a *guinada* de Niemeyer (1955- 1960) se encerrando em 1964, quando Reidy e Milton Roberto saem da cena arquitetônica enquanto o país mergulha na ditadura militar.

O desaparecimento de Marcelo Roberto em 1953, integrante fundador do escritório MMM Roberto²⁶, responsável por diversos projetos relevantes na historiografia do modernismo brasileiro, é significativa, pois era um dos protagonistas da *nova arquitetura* atenta ao clima. Segundo Lucio Costa, desde os tempos de estudante Marcelo Roberto “já estava preocupado com o problema da sombra” (FERRAZ, 2003, p. 347). Esta preocupação justifica a constante utilização de elementos de cunho *bioclimático* a partir do icônico edifício da ABI. A presença marcante dos elementos sombreadores, a permeabilidade da envoltória na absorção da luz e da ventilação, conjugados sob uma rígida disciplina de composição funcional e racionalista se transformaram na assinatura dos projetos da equipe. Em 1964, a equipe perde Milton e encerra a etapa mais importante do escritório.

O sucesso internacional da *Nova Arquitetura* brasileira naturalmente foi debatido no cenário Internacional. As primeiras críticas contundentes foram efetuadas por Max Bill²⁷, para o qual, “as formas livres são puramente decorativas” (SEGAWA, 1997, p. 108). O já (à época) reconhecido crítico de arquitetura Bruno Zevi comenta sobre a repetição exaustiva das composições e do uso repetitivo do brise-soleil:

“Le Corbusier pregava as fachadas envidraçadas e, de fato, o Ministério da Educação apresenta imensas superfícies transparentes. No entanto havia o problema do clima, a necessidade de defender-se do calor e dos reflexos do clima; o mestre franco-suíço havia sugerido os brise-soleils. Desde então, estas lâminas contra o sol repetiram-se à exaustão, horizontais, verticais, em duas ou quatro fachadas do edifício, diferentes nas suas configurações exteriores, mas substancialmente sempre iguais. À mania das fachadas de vidro, respondeu-se com um antídoto também maníaco, o dos brise soleil.”
(ZEVI, 2003, p. 165)

²⁶ O escritório passou por diversas fases, o que fica caracterizado pelo número de “M”s utilizado na nomenclatura. Em 1935 foi fundado por Marcelo e Milton (MM Roberto). O caçula Maurício é adicionado em 1941 (MMM Roberto). O falecimento de Marcelo (1953) e posteriormente de Milton (1964) deixaria Maurício no comando do escritório até sua morte em 1996 (SOUZA, 2008). Atualmente o escritório é comandado por Marcio Roberto.

²⁷ Max Bill – Designer e artista plástico suíço publica na revista britânica *Architectural Review* em 1954 uma crítica à arquitetura brasileira mal recebida pelos profissionais (SEGAWA, 1997, p. 108)

O possível esgotamento deste vocabulário também foi detectado por Luiz Saia²⁸ ao comparar os elementos modernistas às cartas de um “baralhão”, que através das combinações de suas peças seria uma receita infalível de sucesso.

“Com efeito, as cartas do atual baralhão são poucas e fáceis, eficientes e rendosas: meia dúzia de soluções formais e algumas palavras de poder mágico: brise-soleil, “colunas em V”, “pilotis”, “amebas”, “panos contíguos de vidro”, “moderno”, “funcional”, etc. O prestígio destas formas e dessas palavras e o seu abuso sonegam a consideração justa dos problemas que realmente são propostos pelo trato mais consentâneo da nossa arquitetura.” (SAIA, [1954] 2003, p. 228)

Em meados de 1950, Niemeyer faz uma *autocritica* de sua obra até então, a qual deveria “tomar o rumo da simplicidade” (NIEMEYER, 1958). Em seu depoimento para a Revista Módulo (da qual era o editor) esclarece a mudança de pensamento.

“[...] estabelecendo para os novos projetos uma série de normas para a simplificação da forma plástica e o seu equilíbrio com os problemas funcionais e construtivos. Neste sentido, passaram a me interessar soluções compactas, simples e geométricas. [...]”.

“Estas as diretrizes das obras que projetei para Brasília, obras que acompanho com o maior desvelo, convicto de sua importância e desejoso de que se transformem em qualquer coisa útil e permanente, e capaz de transmitir um pouco de beleza e emoção.” (NIEMEYER, 1958)

Esta *mudança de rumo* na arquitetura de Niemeyer é extremamente relevante para a ruptura do quesito adaptação climática dos edifícios brasileiros. Como visto anteriormente, Niemeyer considerava desde o início de sua carreira a importância da relação entre a arquitetura e o sol. Desde a *Obra do Berço (1937)* até a primeira metade da década de 1950,

²⁸ Luis Saia- Arquiteto paulista com intensa atividade acadêmica entre os anos 1930 e 1970, com atuação destacada Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) autor de diversos projetos de restauro, livros e dos planos diretores para as cidade de Anápolis, Lins, São José do Rio Preto e Águas de Lindóia.

seus projetos são permeados pela preocupação ambiental. Brises, fachadas porosas de dupla camada, elementos estruturais sombreadores e a própria forma do edifício caracterizam uma arquitetura forjada também pela insolação. As soluções inventivas de Niemeyer perante estas questões contribuíram efetivamente para a identidade e destaque da arquitetura neste período. A *simplificação* de seu trabalho, a partir dos projetos para Brasília, denota uma antítese de sua produção anterior. Esta passa a desconsiderar o sol como uma variável a ser tratada e manifesta uma involução no sentido da adaptação climática. Devido ao prestígio de Niemeyer, esta atitude iria reverberar multiplicando-se na geração de arquitetos posteriores a este período. Para esta, as questões formais ultrapassariam as de conforto na hierarquia de soluções projetuais. Processo que desencadearia uma alteração definitiva na face da arquitetura brasileira por um longo período.

CAVALCANTI (2006, p. 230-231) identifica algumas armadilhas em relação à mitificação de Niemeyer como paradigma do arquiteto brasileiro:

“Os modernos, por seu turno, nutriam certo desprezo pelo ensino formal, apostando em uma visão artística da carreira: valorizavam o dom e o talento inatos, que seriam por definição, intransmissíveis. A historiografia moderna reforça tal crença ao enfatizar o despertar súbito da genialidade de Oscar Niemeyer, em contato de um mês com Le Corbusier, para a construção do MESA: de nada adiantaram os cinco anos de escola para Niemeyer, pois somente um gênio pode reconhecer e despertar o talento de outro.

Tal tem como consequência para os alunos, a crença de que é no trabalho é que se aprende, supervalorizando os estágios em escritórios dos expoentes modernos: é por outro lado, reforçado um perfil individualista da carreira, fator que certamente contribuiu para maior fraqueza do movimento no Rio de Janeiro: a não formação de “escola” e de sucessores à altura da primeira geração acarretou um declínio da qualidade e pouco rigor nos projetos mais recentes” (ibid.)

As questões políticas e econômicas também possuíram papel essencial no processo de mudança e que seria refletido pela arquitetura. O fim do Estado-Novo marcado pelo suicídio de Vargas em 1954 daria fim a um era de mecenato estatal da arquitetura moderna (COMAS, 2002, p. 310). O projeto de uma nova era para o Brasil entraria em cena através de Juscelino Kubitschek (1955) com a proposta de aceleração do desenvolvimento e do processo de industrialização. Esta incluía o deslocamento da capital para uma região mais central do território. O concurso para Brasília é lançado em 1956. Em 1960 transforma-se oficialmente na capital do Brasil. Lúcio Costa é responsável pelo urbanismo e Niemeyer (em nova fase) pelos principais edifícios. O deslocamento gradual da capital para Brasília provoca um lento, porém inexorável esvaziamento econômico do Rio de Janeiro, o qual resultaria em uma menor demanda para os arquitetos da Escola Carioca. O desenvolvimento do Estado de São Paulo e sua afirmação como pólo econômico nacional desencadearia uma vasta produção arquitetônica da região, também de cunho moderno e com uma abordagem característica de expressão regional, a qual seria reconhecida como Escola Paulista.

A transição de uma arquitetura *solar e local*, desenvolvida especificamente para o lugar, para um modelo *genérico e internacional*, o qual pode ser aplicado em qualquer situação ambiental, foi um fenômeno acentuado no período pós 2ª Guerra. Nesta fase, o nível de influência do *american way of life nas esferas* políticas, econômicas e de costumes também se manifestaria através da arquitetura. Cabe lembrar que o mundo neste momento está dividido em duas esferas de influência (EUA e URSS), não havendo meio termo. Outro dado relevante é o de que não existe uma preocupação essencial com as fontes de energia, as quais parecem ser “ilimitadas”. A tecnologia do edifício selado e refrigerado (alto consumo energético) não aparentava necessariamente ser inadequado naquele momento. Poucos questionaram o modelo do edifício internacional. Sobre a questão, Luiz Saia comenta:

“Quanto à preferência cada vez mais acentuada pelo uso indiscriminado de grandes panos de vidro, ela representa outro campo em que a arquitetura contemporânea brasileira vem demonstrando subestimar fenômenos de insolação e de higiene, fenômenos esses, entretanto, que são de consideração elementar.” (SAIA, [1954] 2003, p. 229)

A experiência brasiliense dos sólidos platônicos em vidro de Niemeyer teve uma vida relativamente curta. O tempo e a natureza acabaram vencendo. Em 1985 (25 anos após sua inauguração) o emblemático *Anexo 1* do Congresso Nacional recebeu em sua fachada norte uma camada de brise-soleils. Esta *correção* ocorreu devido a “um indiscriminado aumento de aparelhos de ar condicionado instalados nas janelas do edifício” (MELENDO, 2005). Outras construções da capital também foram alvo das *correções* devido a “graves problemas de habitabilidade” (*ibid.*). O Palácio da Alvorada e os Ministérios também seriam alvo do mesmo tratamento corretivo.

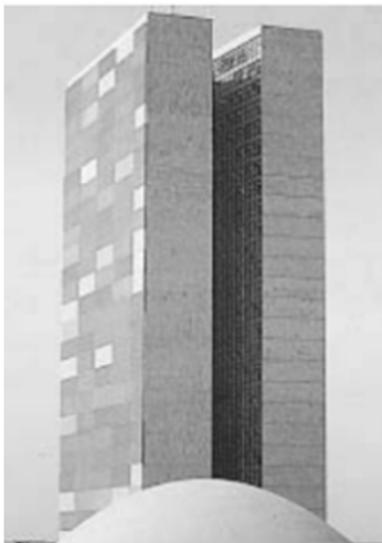


Figura 141 – Anexo 1 – Congresso Nacional (Brasília 1960). Brises na fachada norte.

FONTE: (MELENDO, 2005)

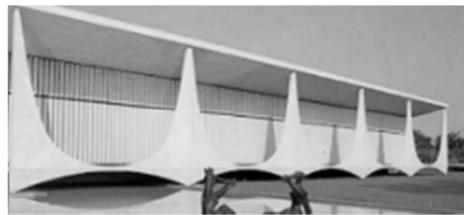


Figura 142 – Palácio da Alvorada (Brasília 1960). Brises na fachada oeste.

FONTE: (MELENDO, 2005)



Figura 143 – Esplanada dos Ministérios (Brasília 1960). Brises na fachada oeste.

FONTE: (MELENDO, 2005)

A *revisão climática* dos edifícios de Brasília efetuada na década de 1980 é o reconhecimento da inviabilidade ambiental e econômica do edifício genérico acristalado. Embora este padrão ainda seja reproduzido em larga escala, é cada vez maior a postura crítica institucional (PROCEL) e acadêmica em relação a este modelo.

4. Os Protótipos Solares

4.1. A criação de um estilo

Através da observação efetuada nos capítulos anteriores, podemos estabelecer um conjunto de procedimentos comuns para a abordagem do problema arquitetônico dos arquitetos estudados. Para estes a geração do partido arquitetônico sempre considera a insolação como um dos fatores primordiais a serem resolvidos. A mútua influência identificada entre os arquitetos se manifesta através do surgimento de um repertório de soluções e abordagens essenciais comuns em relação às diversas questões, dentre elas a adequação da arquitetura ao meio. Estas abordagens apresentam similaridades inerentes aos volumes arquitetônicos, tratamento das superfícies da envoltória e soluções construtivas as quais são passíveis de uma classificação. Sendo possível estabelecer-se um conjunto de protótipos utilizados por Corbusier, Niemeyer, Reidy e Costa no sentido das relações ambientais da arquitetura moderna. A análise dos projetos nos permite identificar as estratégias diretamente ligadas ao problema da radiação, da luminosidade natural e da ventilação. Naturalmente estas estratégias interagem entre si como em um sistema (ou organismo). A identificação e classificação destes *tipos* nos permite verificar a existência de um vocabulário bioclimático comum de soluções aplicadas por estes arquitetos. Ao sobrepormos a aplicação destes princípios sobre uma linha cronológica, é possível a identificação das influências, contra influências e correlações entre os arquitetos analisados. Outro desdobramento natural desta classificação é a comparação da produção moderna com as obras *bioclimáticas* contemporâneas, o que nos permite aferir a permanência das soluções modernistas.

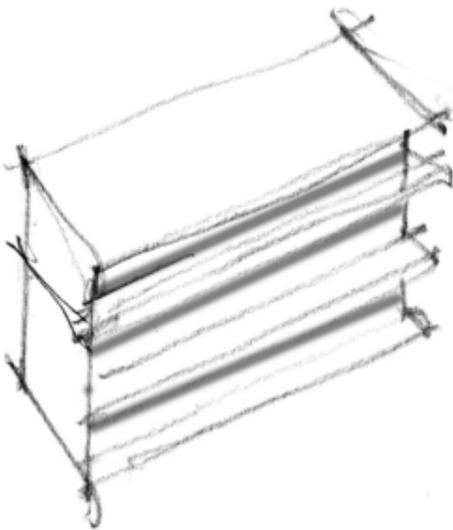
4.2. A evolução dos protótipos solares

O ancestral único da família dos protótipos solares é o sistema Dom-ino de 1914 (Corbusier). A independência do sistema estrutural em relação aos planos de fechamento do volume arquitetônico (paredes integrantes da envoltória) propicia a libertação das superfícies. Estes planos adquirem a capacidade de interagir com o meio externo através de inúmeras maneiras favorecendo diversas questões incluindo as relacionadas à iluminação e à aeração. Observa-se ainda que esta liberdade de *negociação* das propriedades da superfície como: o nível de transparência, o grau de porosidade (ao ar e à luz) e da capacidade de auto-

sombreamento irão, em conjunto, formar um arcabouço de soluções de adequação ao meio. Este vocabulário se tornará a base gramatical de soluções ambientais que se manifestarão através da própria imagem da arquitetura gerando uma estilo característico do modernismo brasileiro.

Devemos esclarecer que por uma questão de esquematização dos sistemas, devemos compreender o termo *caixa* como o “*container*” que abriga as soluções estruturais e funcionais da arquitetura.

4.2.1. A estrutura estendida



A extensão da estrutura é a primeira evolução do princípio Dom-ino e significa uma concessão da *máquina de habitar* às forças do ambiente externo. A independência dos elementos estruturais isenta as paredes da função de suporte. Como consequência, os planos de fechamento podem se deslocar livremente pelo espaço (ponto corbusieriano). As lajes estendidas sobre os planos da envoltória por sua vez adquirem uma função sombreadora. A estrutura atua como filtro ambiental.

Aplicação do protótipo:



Figura 144 – Villa Baizeau – Le Corbusier (Cartago 1928).

FONTE: <http://www.laboratorio1.unict.it>

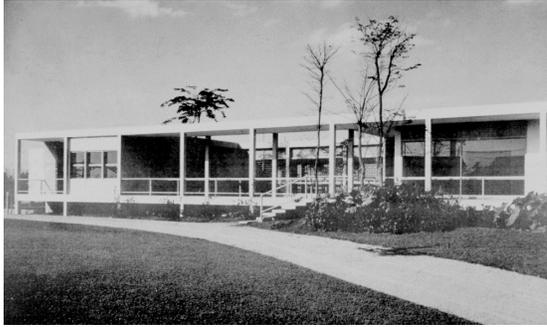


Figura 145 – Residência Oscar Americano – Osvaldo Bratke (São Paulo – 1953).

FONTE: <http://www.archdaily.mx/>

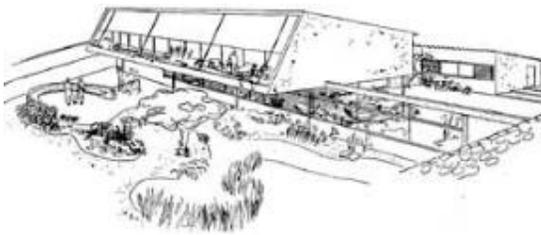


Figura 146 - Residência Prudente de Moraes Neto - Niemeyer (Rio de Janeiro 1943). A extensão das lajes gera o sombreamento da varanda.

FONTE: PAPADAKI (1950, p. 125)

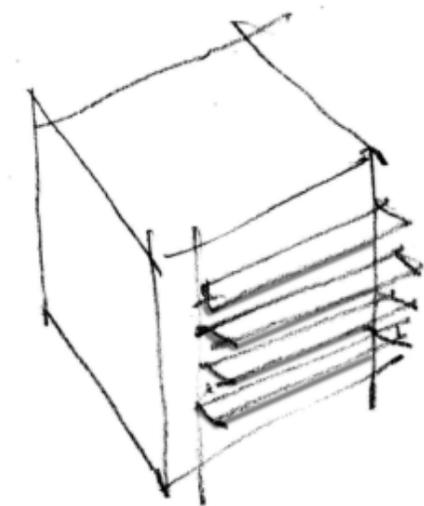


Figura 147 - Edifício Solaris - Ken Yeang (Cingapura-2010).

FONTE: <http://www.trhamzahyeang.com/>

A utilização da estrutura como elemento sombreador foi a primeira manifestação do brise soleil. A simplicidade da abordagem integra a solução estrutural à ambiental dispensando a aplicação de quaisquer outros elementos sobrepostos à arquitetura (o brise *per si*). Foi largamente utilizado pelos arquitetos analisados, assim como pela Escola Paulista na segunda metade do século XX, sendo ainda um protótipo para edifícios contemporâneos em climas tropicais.

4.2.2. A caixa com brise-soleil



Constata-se a separação dos sistemas internos (função) e de adequação solar. O elemento sombreador surge como uma camada sobreposta de modo independente à solução da *caixa* caracterizando a hierarquia da solução funcional sobre a ambiental.

Aplicação do protótipo:

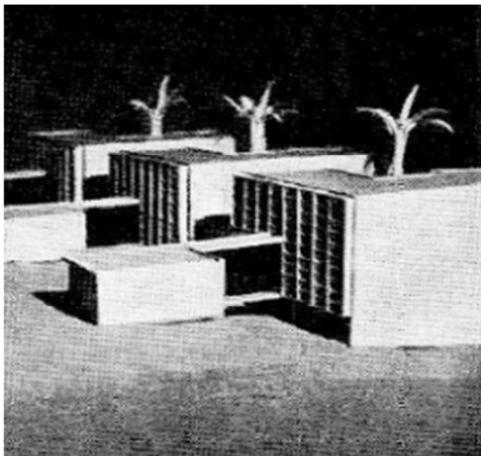


Figura 148 – Habitações populares Durand – Le Corbusier (Argélia - 1933).

FONTE: (CORBUSIER e JEANNERET, 1994, p. 169)



Figura 149 – Obra do Berço – Niemeyer (Rio de Janeiro 1937).

Fonte: <http://adbr001cdn.archdaily.net/>



Figura 150 - Sede do Sebrae Nacional - Arquitetos Alvaro Puntoni, Luciano Margotto, João Sodré e Jonathan Davies (Brasília DF -2010).

FONTE: <http://www.vitruvius.com.br/>

A caixa com brise-soleil sobreposto surge no projeto de Corbusier das *habitações para operários* em Barcelona (1931). Neste período o arquiteto ainda considera a planta hierarquicamente como “*a geradora dos espaços*” (CORBUSIER, [1923] 2002), sendo os demais elementos adequados em função das necessidades geradas pela organização espacial e solucionados posteriormente. A abordagem funcional possui primazia sobre as outras necessidades arquitetônicas. O brise soleil é considerado uma peça de adequação ambiental da máquina de morar sendo resolvida após a solução de organização da arquitetura. Posteriormente Corbusier, Niemeyer e Reidy gradualmente integrariam em diversos projetos a função de controle solar à própria solução da composição arquitetônica ao outorgar a função sombreadora a elementos volumétricos e estruturais.

Recentemente uma nova geração de arquitetos brasileiros retomou esta estratégia transformando o protótipo “caixa com brise” na solução mais disseminada na arquitetura contemporânea brasileira.

4.2.3. O Invólucro como brise-soleil



O invólucro brise soleil é uma combinação dos protótipos anteriores. A unidade funcional (caixa) é protegida por uma camada externa (invólucro) cuja volumetria e o tratamento das superfícies são uma resposta direta às condições de radiação. O invólucro permite a visualização e identificação de componentes internos. Usualmente o invólucro também possui função estrutural.

Aplicação do protótipo:



Figura 151 - Palácio da Justiça – Chandigarh (1950 - 1955).

FONTE: <http://2.bp.blogspot.com/>-



Figura 152 - Residência Couto e Silva. Affonso Eduardo Reidy (Rio de Janeiro 1953).

FONTE: <http://casasbrasileiras.files.wordpress.com/>



Figura 153 – Residência em Paraty – Marcio Kogan (Rio de Janeiro, 2009)

FONTE: <http://www.arcoweb.com.br/>

O invólucro brise-soleil é gerado de invólucros estruturais em concreto que definem a expressão e o volume da arquitetura. Foi largamente disseminado durante período *brutalista* pós 2ª guerra mundial (originado dos *bunkers*) possuindo reverberação na arquitetura contemporânea internacional. No Brasil esta solução foi principalmente abraçada pela Escola Paulista notavelmente através de Vilanova Artigas. Atualmente inúmeros os projetos que seguem este protótipo, dentre os quais se destacam as residências projetadas por Marcio Kogan.

4.2.4. A caixa dentro da caixa



A *caixa dentro da caixa* é uma variante radical dos protótipos anteriores. Manifesta uma desconexão extrema entre os sistemas internos (unidade funcional) e o elemento filtrante da envoltória. Geralmente estes sistemas são independentes entre si e autoportantes. A imagem resultante é a expressão estética da função do elemento *filtro – edifício brise*.

Aplicação do protótipo:



Figura 154 - ABI (Associação Brasileira de Imprensa) – MM Roberto (Rio de Janeiro 1936).

FONTE: <http://adbr001cdn.archdaily.net/>



Figura 155 - Associação dos Usineiros (Millowner's Building) - Le Corbusier (Ahmedabad - 1954).

FONTE: <http://2.bp.blogspot.com>



Figura 156 – Cooper Union – edifício acadêmico – Tom Mayne (Nova Iorque, 2009).

FONTE: <http://www.nytimes.com/>

Contemporaneamente a independência dos sistemas de filtragem “caixa dentro da caixa” tem propiciado investigações formais externas sem alteração profunda da zona funcional (caixa interna). Esta liberdade expressiva tem sido permitida pela utilização de sistemas portantes metálicos recobertos superfícies por telas permeáveis. A superposição de camadas transformou-se em uma assinatura característica dos projetos do arquiteto Tom Mayne (prêmio Pritzker de arquitetura em 2005).

4.2.5. Geometria solar



A forma é gerada através de análise das condicionantes de incidência solar (ângulos) do lugar. É uma consequência direta da evolução técnica do concreto armado e da possibilidade da criação de fechamentos e elementos estruturais não ortogonais ao sistema tradicional.

Aplicação do protótipo:



Figura 157 – Escola em Diamantina – Niemeyer – 1951.

FONTE: <http://www.arcoweb.com.br/>



Figura 158 – A Casa da Juventude e da Cultura - Firminy (França) – Corbusier - 1956- 1961.

FONTE: <http://imodern.com>

A utilização da forma como elemento de adequação solar depende de uma cuidadosa análise das condicionantes locais e uma adaptação das necessidades funcionais ao volume ambientalmente necessário. Parte essencialmente da orientação do edifício e do respectivo controle das superfícies expostas à radiação. A possibilidade da utilização de planos não ortogonais em relação à vertical normalmente resulta em edifícios diferenciados do padrão. Em 2003 foi inaugurado o edifício da prefeitura de Londres (GLA – Greater London Authority), projeto de Norman Foster, o qual se transformou em um ícone urbano. Além do repertório de soluções de sustentabilidade (gestão de água, energia fotovoltaica, ventilação cruzada automatizada dentre outros) este possui como grande diferencial sua forma arquitetônica fora do padrão. A gênese do conceito parte de uma constatação simples: uma circunferência possui 25 % a menos de superfície do que um cubo (solução tradicional) para um mesmo interno. Isto significa que o volume possui uma superfície menor para as trocas térmicas o que favorece a manutenção da temperatura interna. A esfera é transformada em um volume ovóide no intuito de diminuir a superfície que recebe radiação direta; posteriormente é inclinada em direção ao ângulo do percurso solar durante o verão.

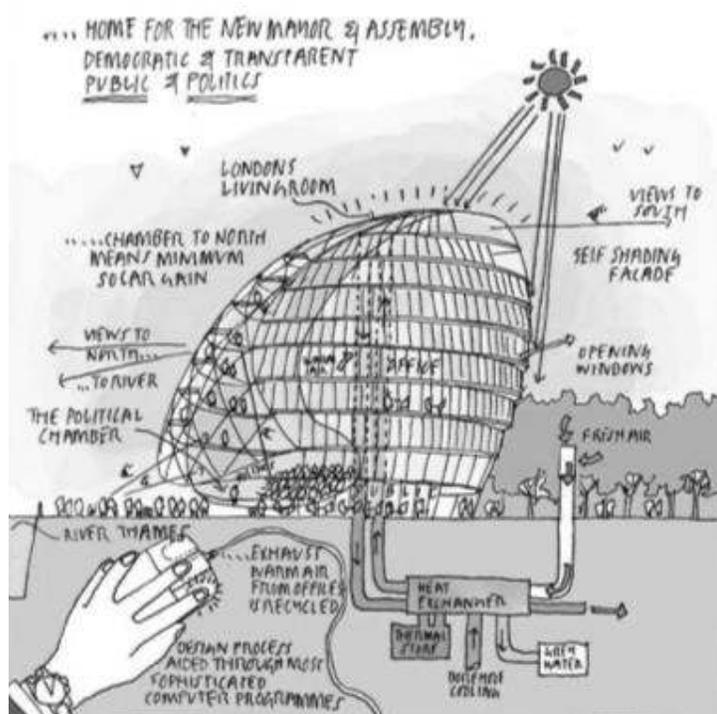


Figura 159 – Esquemas conceituais GLA – forma segue o sol. Foster & Partners (Londres, 2003)

FONTE: <http://www.fosterandpartners.com/>

4.2.6. Soluções Híbridas

A partir da definição dos protótipos essenciais podemos identificar o aparecimento de soluções combinadas. Valendo-se da síntese de dois ou mais elementos deste vocabulário, as soluções arquitetônicas evoluem para propostas mais sofisticadas em termos de complexidade, geometria e imagem.

O paradigma da síntese evolutiva dos protótipos *héliotérmicos* é o edifício principal do Museu de Arte Moderna (MAM – Rio de Janeiro 1953-1968). Inserido em um terreno à beira da Baía de Guanabara com vistas naturais de extrema relevância, as quais deveriam ser preservadas. A manutenção das linhas visuais ao nível do observador é a base do partido de Reidy para o edifício. A partir da observação dos croquis iniciais, percebe-se o cuidado do arquiteto com a percepção do lugar por parte do usuário. A requerida permeabilidade visual ao nível térreo provoca a elevação da *caixa funcional*, a qual é essencialmente um paralelepípedo retangular de caráter racionalista suportada por um elemento de concreto.

A estrutura de suporte é efetivamente o componente que confere personalidade ao edifício. A inteligência da solução pode ser também percebida através das várias funções que esta comporta. Além das questões estéticas e das tarefas estruturais, o elemento de concreto é um delicado filtro de radiação solar. A estrutura fornece sombreamento completo à *caixa funcional* permitindo que esta seja completamente envidraçada proporcionando acesso às vistas do lugar. O projeto mescla e reinterpreta as experiências dos protótipos anteriores consolidando abordagens experimentadas por Corbusier (estrutura como elemento sombreador e o invólucro *brise*), dos irmãos Roberto (desconexão dos sistemas funcionais e filtrantes) e da geometria solar de Niemeyer.

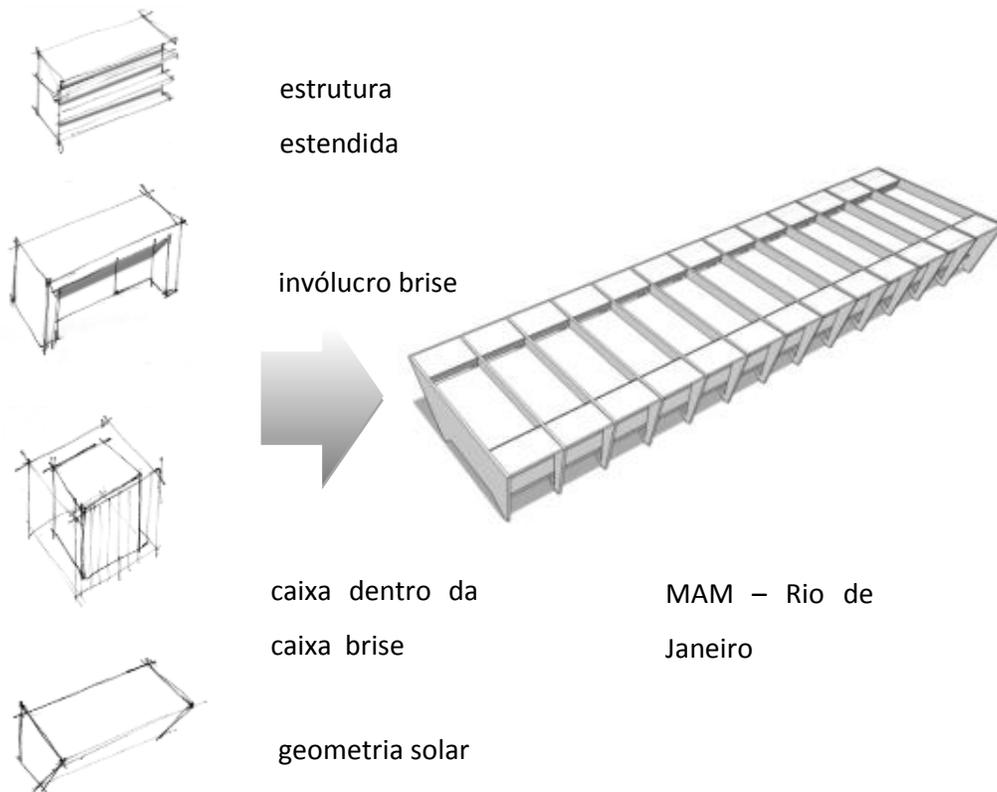


Figura 160 – Combinação dos protótipos héliotérmicos. MAM – Reidy (Rio de Janeiro – 1953 – 1968).

4.2.7. A cronologia dos protótipos héliotérmicos

O entendimento da evolução dos protótipos héliotérmicos sobre o tempo é relevante, justificando-se a partir da premissa de que esta compreensão nos permite efetuar uma

prospecção comparativa do desenvolvimento das soluções de adequação do edifício ao ambiente com a evolução da arquitetura resultante.

Consideramos a Villa Baizeau de Cartago (Corbusier 1928) como a primeira expressão moderna de adequação tropical através do protótipo da *estrutura estendida*. Também a Corbusier é reconhecida a proposição dos *brise-soleils* horizontais móveis em Barcelona (1931) e no formato de *caixa de ovo* (*crate*) nas Habitações em Durand na Argélia (1933). Por outro lado, a primeira aplicação real se deu no Brasil no edifício da ABI (MM Roberto) em 1936 (BRUAND, 2008). Este projeto continha uma proposta radicalmente inovadora que era a completa desconexão entre os espaços funcionais e da sua envoltória, separadas por uma “câmara ventilada” (SEGAWA, 2003). A ideia era inédita, demonstrando eficiência na redução da carga térmica do edifício e, ao mesmo tempo, conferindo um caráter de *máquina* à arquitetura. O projeto foi proposto no início do ano de 1936, antes da segunda visita de Corbusier ao Brasil. Não foram encontrados registros literários do conhecimento de Corbusier sobre o referido projeto, porém podemos considerar que o arquiteto franco-suíço absorveu a solução da *caixa dentro da caixa*, pois a reinterpretaria em projetos posteriores em Chandigarh (Sede da ATMA - 1954) e em Cambridge (Carpenter Center – 1964).



Figura 161 - Envoltória desconectada fisicamente da unidade funcional - ABI – MM Roberto (1936).

FONTE: <http://www.archdaily.com.br/>



Figura 162 – Envoltória – filtro ambiental – Carpenter Center – Corbusier (1961).

FONTE: <http://www.weareprivate.net/>

Uma variação do conceito da *estrutura estendida* foi desenvolvida também por Corbusier em 1935 no projeto da *Villa Marthes*. Nesta pequena residência o arquiteto propõe um volume

retangular prismático com aberturas que revelam a caixa funcional interna. Esta se apresenta menor e funcionalmente independente de seu invólucro. Os planos removidos do volume externo são deslocados para o interior criando *loggias*. Uma vez protegidas da insolação direta as aberturas podem ser preenchidas por panos de vidro integrando o espaço interno ao exterior. Denominaremos este princípio como *invólucro brise-soleil*. A diferença deste em relação à *estrutura estendida* é essencialmente cognitiva. No *invólucro brise* a percepção identifica o sólido de fechamento externo, enquanto na *estrutura estendida* a expressão dos planos e elementos livres (estruturais) é predominante.



Figura 163 – Deslocamento dos planos para proteção solar - Instituto de Puericultura – Jorge Moreira (Rio de Janeiro – 1949).

FONTE: <http://www.imagem.ufrj.br/>

MINDLIN (1956, p. 10) identifica dois fatores essenciais para o desenvolvimento da arquitetura moderna brasileira. O primeiro foi o desenvolvimento, publicação e ensino de trabalhos técnicos (1916)²⁹ que estabeleceram uma base científica para a orientação e a insolação dos edifícios. A outra foi a evolução da tecnologia do concreto armado que passou a admitir soluções mais leves e não ortogonais. Estas técnicas conjugadas propiciarão aos arquitetos a investigação de formas diferenciadas para a solução da radiação. O marco inicial da aplicação de planos angulares ajustados à insolação ocorre nos projetos de Niemeyer para Diamantina (1951) e serão imediatamente desenvolvidos por Reidy na Escola de Assunção (1953) e no Museu de Moderna (1953). A adequação da forma do edifício como resposta direta ao sol indica que esta foi gerada a partir de uma *geometria solar*. Esta

²⁹ Autoria do Professor Alexandre Albuquerque embasado nas pesquisas iniciadas Lucio Martins Rodrigues na Escola Polytechnica de São Paulo

abordagem seria reproduzida por Corbusier no projeto da Casa da Juventude e da Cultura - Firminy (1956- 1961).

O desenvolvimento cronológico e a realização concreta (construção) dos protótipos solares nos permitem a duas conclusões: a primeira é a confirmação do fato consumado de que a arquitetura moderna brasileira deve muito a Corbusier, uma vez que os arquitetos nacionais efetivamente apreenderam e aplicaram seus preceitos arquitetônicos e seu vocabulário; a segunda, talvez menos óbvia, é a de que Corbusier por sua vez recebeu influências relevantes da arquitetura brasileira.

A semente aqui plantada pelo arquiteto através de livros, revistas e da visita de 1929, era inicialmente formada muito mais por ideias e conceitos de ordem teórica do que por realizações práticas. Como o solo por aqui naquele momento era fértil, a semente germinou e criou vida própria. O sucesso que a arquitetura Brasileira obteve à época no cenário internacional não deixa de ser também a concretização das ideias de Corbusier em grande escala. Foram nestas terras em que se construiu o primeiro brise-soleil, os “cinco pontos da Nova Arquitetura” se transformaram em um Ministério (MES) e o urbanismo da capital possui ressonância com a *Ville Radieuse*. Sobre a *materialização* do brise-soleil COMAS (2002, p. 24) comenta:

“O brise-soleil supostamente “patenteado” por Le Corbusier em 1933 não passava de rabisco, quer na versão fixa para Argel, quer na basculante para Barcelona. Tratava-se de uma clara apropriação de elementos vernaculares de virtudes pragmáticas consagradas. Só vai se elaborar no arranha-céu argelino não construído de 1938, já concluída a grelha fixa da ABI e em execução a grelha móvel mais sofisticada do Ministério.” (ibid.)

Corbusier inclui o Ministério de Educação e Saúde como um de seus projetos, publicando-o na edição de sua *Œuvre complète 1938-1946* (CORBUSIER, 1994). A *apropriação* geraria um desentendimento entre a equipe brasileira e o mestre franco-suíço. Lucio Costa esclarece a situação:

“Seja como for, porém, a verdade é que depois daquelas três semanas de 1936, não houve mais qualquer interferência de Le Corbusier, que só veio a conhecer o edifício já pronto poucos anos antes da sua morte, quando aqui retornou para projetar a embaixada da França em Brasília.” (COSTA, 1975)

Ao considerar a questão da insolação solar como um problema real a ser enfrentado, a primeira geração de arquitetos modernos cariocas acabou por desenvolver soluções originais de proteção e sombreamento, as quais se tornaram a sua própria identidade. OLGAY (1957) afirma que:

“O brise-soleil tornou-se um elemento presente e marcante na maior parte dos projetos de arquitetura em virtude da necessidade climática, do emprego de tradicionais elementos de atenuação da radiação solar e pela vinda de Le Corbusier para assessorar o projeto do Ministério da Educação e Saúde. A utilização do dispositivo iniciou no Rio de Janeiro, mas difundiu-se em pouco tempo para as demais regiões chegando a ser marca registrada da arquitetura brasileira do período de 30 a 55.” (ibid.)

O primeiro brise-soleil construído de Corbusier só seria instalado em 1948 na Casa *Currutchet* (Buenos Aires). Sobre esta fase de da carreira do arquiteto, COLQHOUN (2004, p. 175) afirma: “a adoção quase universal do brise-soleil foi à assinatura característica do período pós-guerra de Le Corbusier”. Ao observarmos os fatores e sua cronologia de eventos: a segunda visita do arquiteto ao Brasil (1936); a publicação de *Brazil Builds* (GOODWIN, 1943) cujo mote do texto introdutório foi a adequação da arquitetura brasileira ao sol; a subsequente absorção e aplicação dos *protótipos da ABI e da geometria solar* em seus projetos da década de 1950, obtemos uma indicação clara da *contra influência* do modernismo brasileiro sobre a obra de Corbusier no sentido da abordagem do problema da insolação e da imagem arquitetônica como reflexo das características ambientais do lugar. A contaminação brasileira sobre o arquiteto foi detectada por FRAMPTON (2004, p. 37) através de Influências também de ordem compositiva e formal, características da

arquitetura de Niemeyer, manifestada na produção Corbusieriana a partir do projeto para a capela de *Notre Dame du Haut* (Corbusier – Ronchamp – 1953).

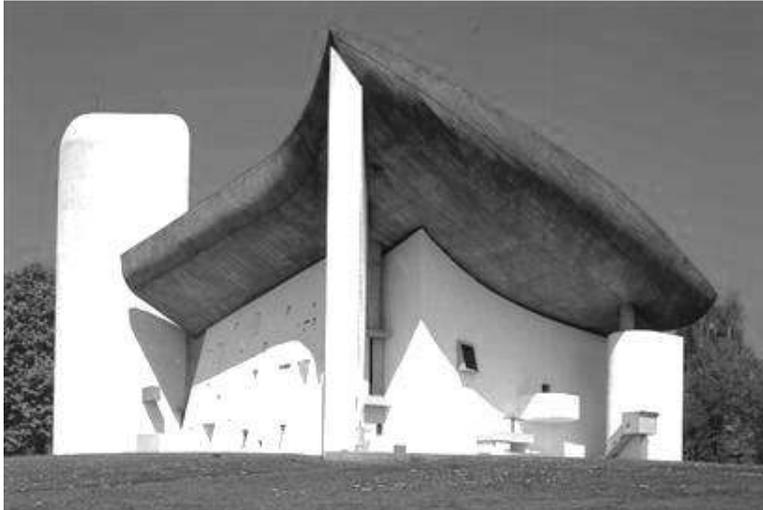
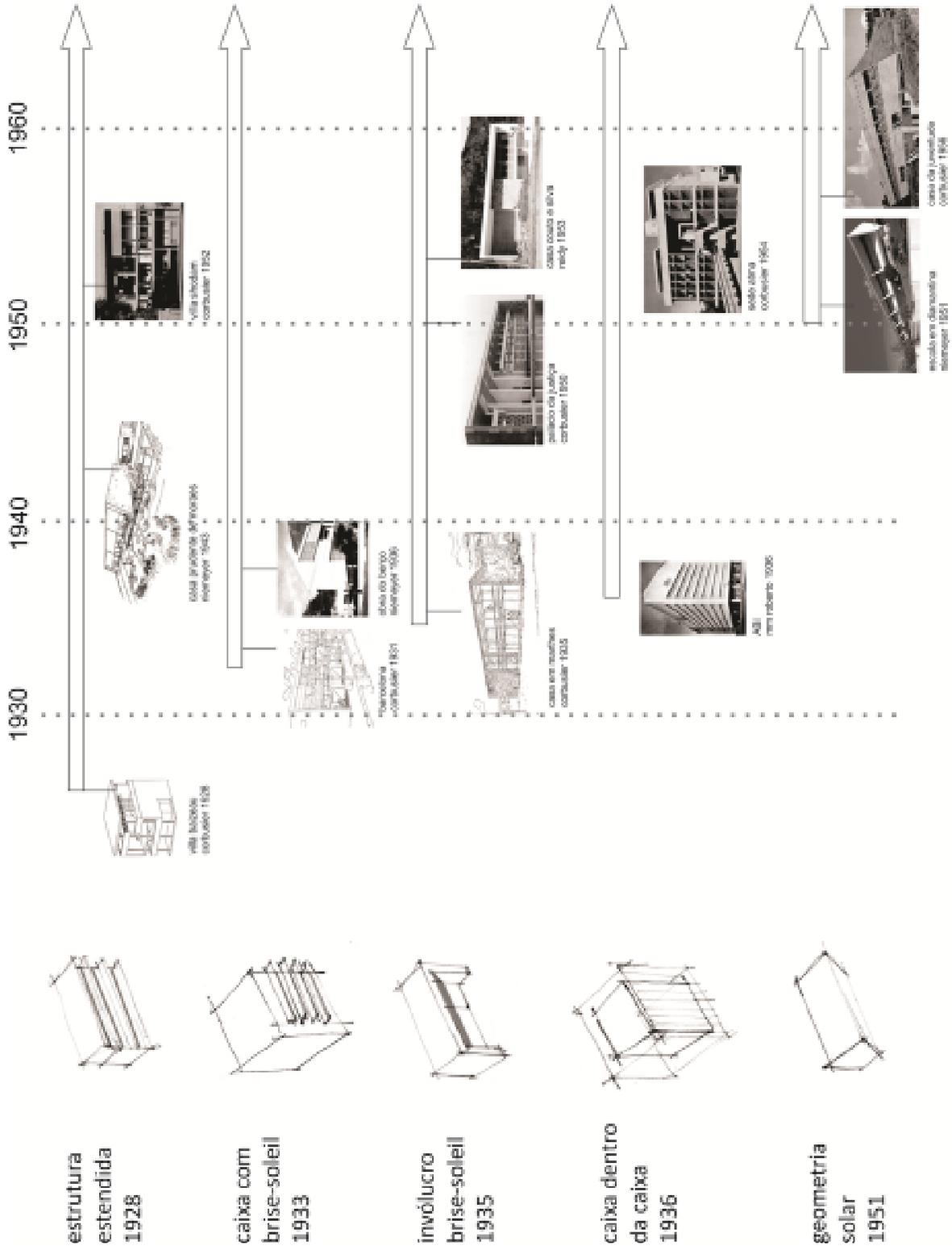


Figura 164 – Capela de Notre Dame du Haut – Corbusier (Ronchamp, França - 1950 – 1955).

FONTE: <http://www.fondationlecorbusier.fr/>

Cronologia dos Protótipos



4.3. As superfícies

O ar e a luz, como subsídios essenciais para a vida humana, são elementos integrantes da arquitetura desde *o abrigo original* (BANHAM, [1969] 1984). Suas propriedades físicas formam o conjunto de fatores que influenciam diretamente as características do clima de determinado lugar estando associadas ao conforto humano resultante das interações sistêmicas entre o ar (temperatura, umidade e velocidade) e a luz (radiação) (SZOKOLAY, 2004).

Observamos anteriormente que BANHAM ([1969] 1984) propôs uma classificação dos edifícios de acordo com o seu modo de lidar com a energia térmica do meio externo: o *conservativo* e o *seletivo*. Para a aplicação em climas tropicais, o modo *seletivo* é o mais apropriado devido ao caráter de filtro ambiental adquirido pelo conjunto volume/envoltória, o qual é responsável pelo controle das incidências lumínicas e térmicas em resposta a demanda térmica. Além das possibilidades de adequação climática efetuada pelo volume arquitetônico (exposição de superfície à radiação) e sua organização de planos e proteções definidas pelos *protótipos solares*, devemos compreender as características das superfícies que atuam em conjunto com os referidos protótipos na geração de um sistema filtrante seletivo da arquitetura com o meio.

As superfícies formadoras da envoltória dos edifícios são responsáveis pelo controle do nível de penetração do ar e da luz nos espaços internos. A propriedade de admitir em maior ou menor grau estes elementos para o interior do espaço arquitetônico (permeabilidade) é compreendida como índice de *porosidade* da superfície.

Uma das principais características do modernismo brasileiro entre 1936 e 1955 é a utilização das empenas ajustadas à incidência de radiação, à demanda lumínicas e à ventilação. Isto se traduz em fachadas com sistemas e porosidades diferenciadas de acordo com a orientação do edifício e as solicitações ambientais do meio externo. Na prática, representa uma metodologia de projeto que se transformaria em um paradigma arquitetônico a partir do projeto do MES (1936).

Sob o aspecto da adequabilidade climática, podemos classificar as superfícies de fechamento de acordo com a sua solicitação térmica, de ventilação, e intenção arquitetônica:

4.3.1. Superfícies integralmente opacas.

Estas superfícies opacas usualmente são aplicadas às faces leste e oeste dos edifícios devido a maior penetração solar, pelo pequeno ângulo de altura solar. Ocasionalmente as fachadas orientadas a norte também recebem este tratamento.



Figura 165 – Casa do Berço Niemeyer (1937). Empena opaca na orientação norte.

Fonte: <http://adbr001cdn.archdaily.net/>



Figura 166 – MES – Costa, Niemeyer, Reidy, Moreira, Leão e Vasconcellos. (1936). Empenas cegas á leste e oeste da lâmina.

Fonte: <http://www.itaucultural.org.br/>

4.3.2. Superfície com permeabilidade luminosa

A empena apresenta uma proporção reduzida de aberturas em relação à área de superfície da empena de modo a conter o calor e permitir um mínimo de luminosidade. Normalmente associado à função de circulação interna (zona de baixa permanência) que atua como uma área de atenuação térmica.



Figura 167 – Instituto Vital Brazil – Álvaro Vital Brazil (Niterói - 1938). Aberturas reduzidas para as superfícies com alta insolação da *Ville Radieuse*.

FONTE: <http://3.bp.blogspot.com>

4.3.3. Superfícies mistas

São as mais complexas devido à necessidade de balancear a permeabilidade dos sistemas equilibrando a penetração da luz, do calor e da ventilação. Como resultado da variedade de soluções empregadas estas tendem a produzir fachadas com maior diversidade visual e sofisticação de detalhamento. Alternam o uso de cobogós de diversos tipos (aeração), brise-soleils variados, faces opacas e recuos de planos, resultando em superfícies com alto índice de tridimensionalidade e capacidade de auto-sombreamento.



Figura 168 - Pedregulho – Reidy - Bloco B (1950 – 1952).
Frente.

FONTE: GIDEON e FRANCK (1960, p. 106)

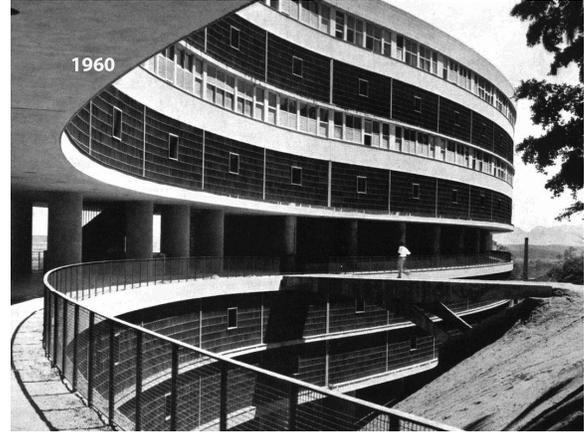


Figura 169 - Pedregulho – Reidy - Bloco A (1950 – 1952).

<http://0.static.wix.com/>

4.3.4. Superfícies mistas em dupla camada

Consiste na superposição integral de dois planos de fachada. Normalmente o plano exterior é responsável pelo filtro lumínico sendo permeável à ventilação através do uso dos cobogós ou brise-soleils. A camada interna é responsável pelo controle fino da penetração da ventilação e da luminosidade. Usualmente esta camada recebe equipamentos ajustáveis pelo usuário.

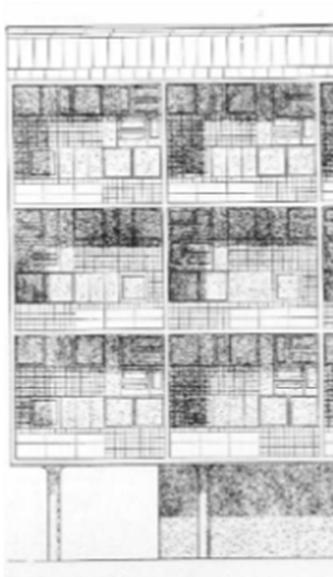


Figura 170 - *Grand-place de la Mairie at Bolougne sur Seine – 1939* – Fachada composta por dois planos. (CORBUSIER e JEANNERET, 1994)



Figura 171 – Parque Guinle - Lucio Costa – elementos de controle ambiental (cobogós, brises e varandas) formam uma membrana de filtro.



Figura 172 - Hospital da Lagoa Niemeyer (1952) – Membrana que alterna cobogós e brises.

FONTE:

<http://www.blogdoims.com.br/>



Figura 173 Palácio da Justiça Chandigarh Le Corbusier
FONTE: <http://www.flickr.com/>



Figura 174 Secretariado Chandigarh Le Corbusier
FONTE: <http://www.flickr.com/>

4.3.5. Pano de vidro

Sob o ponto de vista de uma adequação climática tropical, a transparência propiciada pelas superfícies envidraçadas é uma estratégia essencial, mas que deve ser ponderada pelos seguintes fatores: vista, iluminação natural, e eficiência energética. A luminosidade natural obtida é um elemento decisivo para o conforto do usuário: lumínico e ausência de ofuscamentos. Sob o aspecto energético o pano de vidro possibilita um menor nível de iluminação artificial e conseqüente diminuição de consumo. Mas por outro lado, a entrada de luz natural deve ser compensada de modo a se ter uma menor carga térmica oriunda da incidência solar na fachada. O pano de vidro também é um resultado direto da independência da estrutura e da liberação das paredes da função estrutural. Tornou-se uma característica marcante dos edifícios modernistas, largamente aplicada em todos os continentes. Sua estética está normalmente associada aos edifícios corporativos (torres comerciais) devido à praticidade e à velocidade de construção propiciada pelo uso de elementos pré-fabricados. Os exemplos mais significativos são os produzidos por Mies van der Rohe como o Edifício Seagram em Nova Iorque (1954) que gerou o paradigma da torre de vidro, disseminado indiscriminadamente a partir da década de 1950 e reproduzido até os dias de hoje.

A aplicação do pano de vidro em climas tropicais deve ser acompanhada de um estudo criterioso em relação à orientação do edifício. A propriedade do vidro de ser opaco à radiação de onda longa³⁰ e ao conseqüente aquecimento interno (efeito estufa) gera cuidados essenciais em relação à exposição direta do vidro à insolação. Observa-se que dentro dos exemplares brasileiros estudados pela pesquisa, de uma forma geral, as aberturas envidraçadas apresentam-se protegidas por elementos sombreadores ou difusores de luz demonstrando uma preocupação coerente com o uso do material. O edifício do MES é o primeiro a receber esta tecnologia a qual posteriormente se transformará em uma superfície comum aos edifícios nacionais, notavelmente a partir da década de 1950.

³⁰ “O vidro é permeável à radiação de onda curta transmitida através do vidro, penetrando nos ambientes e é absorvida pelas superfícies internas, provocando elevação de temperatura e a conseqüente emissão de radiação de onda longa, para a qual o vidro é opaco. Esse resultado, conhecido como efeito estufa, implica diretamente significativo acúmulo de densidade de energia térmica no interior das edificações.” **Fonte bibliográfica inválida especificada.**

No Brasil, devido às citadas propriedades térmicas, o pano de vidro desprotegido normalmente é aplicado em empenas com orientação predominante a sul, aí incluindo-se variações angulares (sudeste e sudoeste).

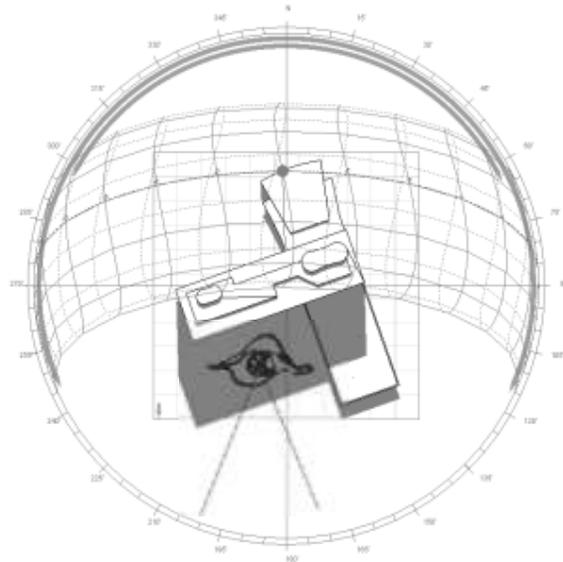


Figura 175- MES – Costa, Niemeyer, Reidy, Moreira, Leão e Vasconcellos. (1936). Pano de vidro aplicado integralmente á fachada sudeste da lâmina.

Fonte: <http://www.itaucultural.org.br/>

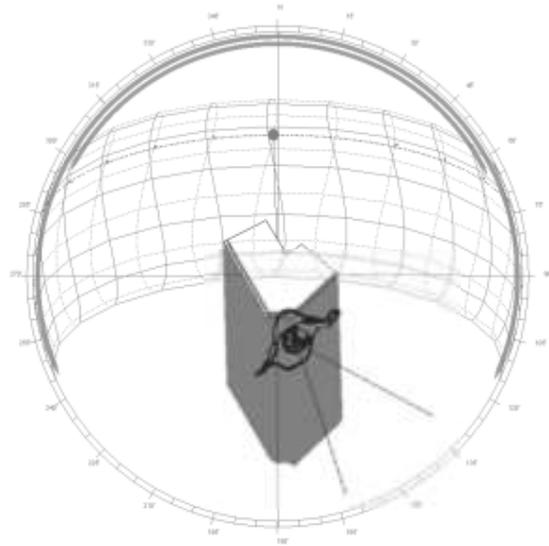


Figura 176 – Edifício Seguradoras – MM Roberto (Rio de Janeiro – 1949). Pano de vidro aplicado integralmente á fachada sudeste da lâmina em contraste com a empena sudoeste (alto grau de tridimensionalidade e protegida por brises, toldos e sacadas).

Fonte: MINDLIN (1956)

Como uma regra geral, os edifícios deste período apresentam uma variedade de soluções de superfícies sempre condicionada pelas variáveis externas ambientais. Estas são calibradas pelas oportunidades plásticas e do conforto *espiritual* (CORBUSIER, [1923] 2002) do usuário sob os aspectos das vistas propiciadas pelo sítio e pelo conforto lumínico. Esta adequação e diversidade das superfícies tenderiam a desaparecer com a substituição do edifício seletivo pelo modelo conservativo e genérico difundido a partir dos anos 1960.

Para uma observação de conjunto e comparação das superfícies estudadas nesta pesquisa, recomenda-se a observação do anexo 1 que apresenta uma compilação dos diagramas de implantação e superfície dos edifícios estudados.

5. Conclusões e Considerações Finais

5.1. Modernos Bioclimáticos?

Com base nos argumentos apresentados pela pesquisa, acreditamos que as obras produzidas pelo modernismo no período entre 1936 a 1955 podem ser consideradas *bioclimáticas*, pois atendem integralmente a definição do termo: “*desenvolver uma arquitetura de caráter regional, baseados na premissa que cada região climática determina um conjunto particular de soluções*” (OLGYAY, 2004).

A solução solar apresenta predomínio sobre as questões relacionadas à luz e a ventilação. Isto é essencialmente um reflexo das doutrinas salubrista do início do século (SEGAWA, 2003) e do ensino técnico de épuras solares nos cursos de arquitetura à época (MINDLIN, 1956). A luz era tratada predominantemente de modo empírico, pois não haviam chegado a público os meios para a sua mensuração³¹ (fotometria). O mesmo aconteceu com as questões relativas à ventilação.

A repercussão internacional da arquitetura moderna brasileira coincide exatamente com o período *bioclimático* encerrando-se na construção de Brasília. SEGAWA afirma que “*Brazil Builds (1943) pode ser considerado o pioneiro livro internacional sobre arquitetura moderna brasileira*”. Os destaques deste ciclo de publicações foram compostos pelas edições especiais das revistas: *L’Architecture d’aujourd’hui (1947,1952,1960 e 1964)*, *Architectural Forum, (1947)*, *Progressive Architecture (1947)*, *Architectural Review (1954)*, *Arquitetura Mexico (1958)*, *Nuestra Arquitectura (1960)* e *Zodiac (1960)*. Cabem-se destacar também as publicações de *Modern Architecture in Brazil* (MINDLIN, 1956) em edição tripla (Brasil, EUA e Holanda) e de monografias sobre Niemeyer (*PAPADAKIS, 1950 e 1956*) e Reidy (GIEDION e FRANCK, 1960), assim como do reconhecimento dos irmãos OLGAYAY que utilizaram uma série de edifícios brasileiros como estudos de caso para seu livro “*Solar Control and Shading Devices*” (OLGYAY e OLGAYAY, 1957).

Concluimos que este reconhecimento internacional se deve a inúmeros fatores conjunturais: políticos, sociais e culturais. De outra forma observamos que o período áureo da arquitetura

³¹ O primeiro fotômetro para a venda ao público surgiu em 1931 (JOHNSTON, 2001),

moderna no Brasil está inegavelmente associado à expressão de seu *heimat*. *Fato que se confirma através da perda gradual de força e interesse detectados a partir de (Brasília), que demarca o ponto de desconexão desta arquitetura com a realidade ambiental e local, sua principal característica até então.*

5.2. Conclusões finais e recomendações para futuros trabalhos.

Durante o desenvolvimento deste trabalho foram extraídas conclusões relevantes sobre o próprio tema e enfoque da pesquisa, assim como de questões associadas ao ensino de arquitetura.

Estudar a arquitetura sob uma lente ambiental permitiu abrir um enorme horizonte de possibilidades de desenvolvimento e aprofundamento. A abordagem climática gera uma nova “chave de leitura” dos edifícios, pois através da compreensão de sua linguagem imagética é possível se obter informações sobre o lugar e o caráter cultural que a produziu. O patrimônio modernista disponibiliza um imenso campo de provas de arquitetura bioclimática construído ao dispor dos pesquisadores. É possível se extrair uma imensa massa de dados, que em muito irão auxiliar na elaboração de uma verdadeira arquitetura sustentável de caráter nacional.

Este trabalho deve ser considerado como uma introdução ao tema. Muitos desdobramentos são cabíveis no sentido do seu aprofundamento. Recomenda-se o desenvolvimento de estudos relativos aos seguintes temas: relação entre os tipos arquitetônicos e sua linguagem solar predominante; a evolução das esquadrias neste período, simulações computacionais e aferições *in loco* de caráter térmico, lumínico e de ventilação. Cabe-se investigar de modo aprofundado a obra dos Irmãos Roberto, Jorge Moreira, Luiz Nunes, Sérgio Bernardes. Acácio Gil Borsoi e Bina Fonyat dentre outros, os quais possuíram projetos expressivos nesta fase. Outra dimensão específica deve ser dedicada à *Escola Paulista*, cujas particularidades climáticas e culturais são significativamente representadas pelas obras de Vilanova Artigas, Joaquim Guedes, Rino Levi, Álvaro Vital Brazil e Oswaldo Bratke. Cabe também a análise da permanência dos *protótipos solares* identificados na pesquisa aplicados à produção da arquitetura contemporânea.

Confirmou-se o papel essencial das escolas de arquitetura. Tanto das linhas práticas e curriculares (ferramentas ambientais aplicadas ao projeto de arquitetura) como as de cunho teórico no sentido do aprofundamento de questões do “como” e do “por que” inerentes ao processo arquitetônico. Foi em um curto momento em 1930 (seis meses) que Lucio Costa assumiu a direção da Escola Nacional de Belas Artes, convocou Warchavchik, efetuou uma reforma curricular e silenciosamente provocou uma revolução alterando definitivamente a face da arquitetura no Brasil.

“O importante é sublinharmos que a arquitetura moderna brasileira está longe de ser um item ultrapassado. Sem nostalgia e a partir desta reelaboração crítica que dialogue com os tempos atuais, ela pode servir de inspiração para a atividade profissional contemporânea.”
(CAVALCANTI, 2006, p. 232)

Bibliografia

ABNT. **NBR 13532 - Elaboração de Projetos de Edificações - Arquitetura**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1995.

----- . **NBR 15520 - Desempenho Térmico de Edificações Habitacionais Unifamiliares de Interesse Social**. Rio de Janeiro: ABNT, v. 3, 2005. Tabela D.3 p.

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil - Série Sustentabilidade**. 1. ed. São Paulo: Blucher, v. 5, 2011. p.19.

ANDRADE, A. S. **ARQUITETURA RESIDENCIAL MODERNISTA A INFLUÊNCIA DA ESCOLA CARIOCA NOS PROJETOS DE ANÍSIO MEDEIROS EM TERESINA**. Brasília: Dissertação , 2005.

ANDRADE, M. D. Arquitetura Colonial. **Diário Nacional**, São Paulo, 23 agosto 1928.

----- . Artigo sobre a exposição "Brazil Builds". In: XAVIER, A.; (ORG.) **Depoimento de uma Geração**. Cosac e Naify: [s.n.], 2003. p. São Paulo.

AQUINO, R. et al. **História das Sociedades: Das Sociedades Modernas às SOciedades Atuais**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico , [1978] 1982.

BAIRD, G. **The Architectural Expression of Environmental Control Systems**. Londres: Spon Press, 2001.

BAKER, G. **Le Corbusier: uma análise da forma**. 1. ed. São Paulo: MArtins Fontes, 1998.

BAKER, G.; GLUBER, J. **Le Corbusier: Early Works by Charles-Edouard Jeanneret-Gris - Architectural Monographs**. 1. ed. LONDres: Academy Editions, v. 12, 1987.

BANHAM, R. **Architecture of the Well-Tempered Environment**. Chicago: The University of Chicago Press, [1969] 1984.

----- . **Teoria e Projeto na Primeira Era da Máquina**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2006.

BARKI, J. **O Risco e a Invenção: um estudo sobre as notações gráficas de concepção de projeto** - Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: PROURB - FAU - UFRJ, 2003.

BASTOS, L.; STRAMANDINOLI, C. Proposta metodológica para Análise da qualidade ambiental de espaços urbanos em clima tropical úmido. **Cadernos PROARQ**, Rio de Janeiro, 13, 2009. 61-68. p-63.

BASTOS, M. A. J.; ZEIN, R. V. **Brasil: arquiteturas após 1950**. 1. ed. São Paulo: Perspectiva, 2010.

BAWEJA, V. **A Pre-history of Green Architecture: Otto Koenigsberger and Tropical**. Michigan: Tese de Doutorado - Universidade de Michigan, 2008.

BAY, J.-H.; LAY-ONG, B. **Tropical Sustainable Architecture: Social and Environmental Dimensions**. 1. ed. Oxford: Architectural Press, 2006.

BENEVOLO, L. **História da Arquitetura Moderna**. 3. ed. São Paulo : Perspectiva, 2004.

BRITTO, A. o sonho utópico: Reidy e os modernos. In: OLIVEIRA, A. F.; LIPPI, L.; (ORG.). **Capítulos da memória do urbanismo carioca: depoimentos ao CPDOC/FGV**. Rio de Janeiro: Folha Seca, 2002. p. 16.

BROWN, G. Z.; DEKAY, M. **Sol, Vento e Luz: estratégias para o projeto de arquitetura**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BROWNE, E. **Otra Arquitectura en América Latina.México**. Santiago: Gustavo Gili, 1988.

BRUAND, Y. **Arquitetura Contemporânea no Brasil**. 4. ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2008.

BRUNA, P. **Os primeiros arquitetos modernos: habitação social no Brasil 1930-1950**. São Paulo: Edusp, 2010.

BURBERRY, P. Getting Energy. **The Architects' Journal**, Londres, 1998. 41:42.

CARLO, J. **Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação da Eficiência Energética do Envoltório de Edificações**. Florianópolis: [s.n.], 2008.

CAVALCANTI, L. Moderno e Brasileiro: anotações para a história da arquitetura da criação de uma nova linguagem na arquitetura. In: PESSOA, J., et al. **Moderno e Brasileiro**. 1. ed. Niterói : EdUFF, 2006. Cap. 1, p. 11 - 223.

- . **As preocupações do belo**. Rio de Janeiro: Taurus, 1995.
- . **Quando o Brasil era Moderno: Guia de Arquitetura 1928-1960**. Rio de Janeiro: Aeroplano Editora, 2001.
- . **Sergio Bernardes: Herói de Tragédia Moderna**. 1. ed. Rio de Janeiro: Relume Dumará, v. 41 (Perfis do Rio), 2004.
- . **Moderno e Brasileiro: A história de uma nova linguagem na arquitetura (1930-60)**. 1. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2006.
- CENTRO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO RIO DE JANEIRO. **Jorge Machado Moreira**. 1. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 1999.
- CEOTTO, L. H. **Sustentabilidade em Edificações - Resultados Práticos**. ECOLATINA - Conferência Latino Americana sobre Meio Ambiente e Responsabilidade Social. São Paulo: Disponível em:
http://www.ecolatina.com.br/pdf/anais/Forum_construcao_sustentavel/Nelson.pdf. 2007.
- COLQUHOUN, A. **Modernidade e Tradição Clássica: ensaios sobre arquitetura**. 1. ed. [S.l.]: Cosac & Naify, 2004.
- COMAS, C. E. O Cassino de Niemeyer e os Delitos da Arquitetura Brasileira. **ARQTEXTO**, disponível em http://www.ufrgs.br/propar/publicacoes/ARQtextos/PDFs_revista_10-11/3_COMAS.pdf, v. 10/11, p. 20-41, 2008.
- COMAS, C. E. D. Protótipo. Monumento. Un Ministerio. El Ministerio. In: (EDIT.), F. P. O. **Le Corbusier y Sudamérica. Viajes y Proyectos**. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, 1991. p. 115-126.
- . Le Corbusier: os riscos brasileiros de 1936. In: TSIOMIS, Y. **Le Corbusier: Rio de Janeiro 1929 1936**. Rio de Janeiro : Secretaria MUunicipal de Urbanismo / Centro de Arquitetura e Urbanismo do Rio de Janeiro , 1998. p. 26.
- . **Lucio Costa e a revolução na arquitetura brasileira 30/39**. Em <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/02.022/798>, acessado em 23/06/2012: [s.n.], 2002.

------. **O passado morea ao lado** -. Porto Alegre: disponível em <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/11.122/3486> - acesso 30/9/2012, 2002.

------. **Precisões Brasileiras:** sobre um estado passado da arquitetura e urbanismo modernos - Tese de Doutorado. Paris: Universidade de Paris, 2002.

CONDURU, R. Razão em forma: Affonso Eduardo Reidy e o espaço arquitetônico moderno.

RISCO - revista de pesquisa em arquitetura e urbanismo, São Paulo, 2, 2005. 24-37.

CORBELLA, O. **Manual de Arquitetura Bioclimática Tropical / Oscar Corbella e Viviane Corner**. 1. ed. Rio de Janeiro: Revan, 2011.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de Arquitetura Sustentável para os Trópicos**. 1. ed. Rio de Janeiro : Revan, 2003.

CORBUSIER, L. **Por uma Arquitetura**. 6. ed. São Paulo: Perspectiva, [1923] 2002.

------. **Precisões sobre um estado presente na arquitetura e no urbanismo**. 1. ed. São Paulo: Cosac & Nayify, [1929] 2004.

------. **Le Poeme de L'Angle Droit:** litographies originales. Paris: Tériade, [1955] 2006.

------. **Grille Climatique**. Paris: disponível em:

http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysId=13&IrisObjectId=5767&sysLanguage=fr-fr&itemPos=4&itemSort=fr-fr_sort_string1&itemCount=6&sysParentName=Home&sysParentId=11, 1951.

------. **El Modulvit:** ensayo sobre una medida harmonica a la escala humana aplicable universalmente a la arquitetura y a la mecanica. 2. ed. Buenos Aires : Poseidon, 1953.

------. **Os Três Estabelecimentos Humanos**. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 1979.

------. **Le Corbusier Sketchbooks - Vol. 2**. Londres: Thames and Hudson, 1981.

------. **Le Corbusier et son atelier rue de Sévres 35:** Œuvre complète 1957-1965. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, v. 7, 1994.

----- . **Le Corbusier**: Le dernières Œuvres: Œuvre complète 1965-1969. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, v. 8, 1994.

----- . **Le Corbusier**: Œuvre complète 1946-1952. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, v. 5, 1994.

----- . **Le Corbusier**: Œuvre complète 1938-1946. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, v. 4, 1994.

CORBUSIER, L.; JEANNERET, P. **Le Corbusier, Pierre Jeanneret**: Œuvre complète 1910 -1929. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, v. 1, 1994.

----- . **Le Corbusier, Pierre Jeanneret**: Œuvre complète 1929-1933. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, v. 2, 1994.

----- . **Le Corbusier, Pierre Jeanneret**: Œuvre complète 1934 -1938. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, v. 3, 1994.

----- . **Le Corbusier, Pierre Jeanneret**: Œuvre complète 1952-1957. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, v. 6, 1994.

CORONA, E.; LEMOS, C. A. C. **Dicionário de Arquitetura Brasileira**. São Paulo: EDART - São Paulo Livraria Editora, 1972.

CORREIA, T. D. B. Arquitetura e Ambiente: a noção de adaptabilidade ao meio no discurso modernista. **PÓS - Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, São Paulo, 16, n. 25, junho 2009. 134-150.

COSTA, A. A. D. A. **La Consolidación de la Arquitectura Moderna en Recife en los Años 50 - Tese de Doutorado**. Barcelona: Universidad Politecnica de Catalunya, 2006.

COSTA, C. E. A. **'Brazil Builds' e a construção de um moderno, na arquitetura brasileira - Dissertação de Mestrado**. Campinas: Unicamp, 2009.

COSTA, L. **Lucio Costa**: Sobre Arquitetura. Porto Alegre: Centro dos Estudantes Universitários de Arquitetura, v. 1, 1962.

----- Razões para a Nova Arquitetura. In: COSTA, L. **Lucio Costa: Sobre Arquitetura**. 1. ed. Porto Alegre: Centro dos Estudantes Universitários de Arquitetura, v. 1, 1962. p. 17-41.

----- **Sobre a idealização do projeto do edifício-sede do Ministério da Educação e Saúde**. Rio de Janeiro: Acervo Casa de Lucio Costa, 1975.

----- **Arquitetura Bioclimática**. Seminário de Arquitetura Bioclimática. São Paulo: CESP. 1983. p. 3-6.

COUTINHO, A. B. **O problema da habitação higiênica nos países quentes em face da arquitetura viva**. Rio de Janeiro : Oficinas Alba Graphics, 1930.

CURTIS, W. **Arquitetura Moderna desde 1900**. 3. ed. Porto Alegre : Bookman, 2008.

----- **Le Corbusier: ideas and forms**. 1. ed. Nova Iorque: Phaidon, 2010.

----- **Modern Architecture since 1900**. Londres: Phaidon, 1999.

CZAJKOWSKI(ORG.), J. **Jorge Machado Moreira**. Rio de Janeiro: Centro de Arquitetura e Urbanismo, 1999.

DE SITTER, W. R. Costs for Service Life Optimization: The "Law of Fives". **Durability of Concrete Structures, Workshop Report**, Copenhagen, maio 1984. 131-134.

DECKER, Z. Q. **Brazil built: the architecture of the modern movement in Brazil**. Londres: Taylor & Francis, 2001.

DESSOLIERS, H. **De l'habitation dans les pays chauds: Contribution à l'art de l'acclimatation**. Argel: Imprimerie P. Bienvenu, 1882.

DEVRA, A. **ENERGY MODELING OF A COMMERCIAL BUILDING**. Maharashtra: Dissertação MBA - SYMBIOSIS INSTITUTE OF INTERNATIONAL BUSINESS (SIIB), 2011.

DOCOMOMO. **How to Evaluate Modern**, 2011. Disponível em: <http://www.docomomo-us.org/register/how_to_evaluate>. Acesso em: 12 nov. 12.

EL-SHORBAGY, A.-M. Traditional Islamic-Arab House: Vocabulary And Syntax. **International Journal of Civil & Environmental Engineering**, 10, agosto 2010. 15-20.

ENOKI, P. A. et al. ESTRATÉGIAS DE MARKETING VERDE NA PERCEPÇÃO DE COMPRA DOS CONSUMIDORES NA GRANDE SÃO PAULO. **REVISTA JOVENS PESQUISADORES**, São Paulo, JAN./JUL. 2008. 58-74.

FATHY, H. **Construindo com o povo**. 2. ed. Rio de Janeiro : Editora Forense Universitária, [1973] 1982.

FERRAZ, G. **Warchavchik e a introdução da Nova Arquitetura no Brasil**. São Paulo : Museu de Arte de São Paulo , 1965.

----- . MMM Roberto. In: XAVIER, A.; (ORG.) **Depoimentos de uma Geração: arquitetura moderna brasileira**. São Paulo: Cosac e Naify, 2003. p. 346-348.

FIEMG - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Guia de Sustentabilidade na Construção**. Belo Horizonte: Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/municipioverdeazul/DiretivaHabitacaoSustentavel/GuiaSustentabilidadeSindusConMG.pdf>. 2008.

FILHO, N. G. R. **Quadro da Arquitetura no Brasil**. 8. ed. São Paulo: Perspectiva, 1997.

FITCH, J.; BRANCH, D. Primitive Architecture and Climate. **Scientific American**, Janeiro 1960. 134.

FRAMPTON, K. **Le Corbusier**. 1. ed. Londres: Thames and Hudson, 2001.

----- . **Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture**. 3. ed. Cambridge: The MIT Press, 2001.

----- . Le Corbusier and Oscar Niemeyer: Influence and Counterinfluence, 1929-1965. In: BRILLEMBOURG, C. **Latin American Architecture, 1929-1960: Contemporary Reflections**. Nova Iorque: Monacelli Press, 2004. p. 37.

----- . **História Crítica da Arquitetura Moderna**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

FREYRE, G. **Casa Grande e senzala**. 26. ed. Rio de Janeiro: Record, 1989.

------. Casas de residência no Brasil. **Revista do Patrimônio n.26**, Rio de Janeiro, p. 225, 1997.

FRITH, M.; GEDGE, D. **Green Roofs: benefits and cost implications** - artigo. Londres: [s.n.], 2004.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico**. 8. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2009.

GARDINER, S. **Le Corbusier**. 1. ed. São Paulo: Cultrix, 1977.

GAUZIN-MÜLLER, D. **Arquitetura Ecológica**. 1. ed. São Paulo : Editora Senac, 2011.

GIEDION, S.; FRANCK, K. **Affonso Eduardo Reidy - Bauten und Projekte**. Stuttgart: Verlag Gerd Hatje, 1960.

GIVONI, B. **Passive and Cooling Energy of Buildings**. Nova Iorque: Wiley & Sons, 1994.

------. **Climate Considerations in Building and Urban Design**. Nova York: Wiley, 1998.

GOLDEMBERG, J. **Energia e Desenvolvimento Sustentável**. 1. ed. São Paulo: Blucher, v. 4, 2010.

GOODWIN, P. **Brazil Builds: architecture new and old 1652-1942**. Nova Iorque: Museu de Arte Moderna (MOMA), 1943.

GRANT, A. E. Climate and Meteorology. In: **The Indian Manual of Hygiene: Being the King's Manual of Hygiene**. Madras: Higginbotham and Co, 1894. Cap. VI.

GRAF. **Leituras de Física: Física Térmica** (disponível em <http://www.if.usp.br/gref/termo/termo2.pdf>). São Paulo: Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, 1998.

GUT, P.; ACKERKNECHT, D. **Climate Responsive Building**. 1. ed. Zurique: SKAT, 1993.

HABITAÇÕES. Edição Especial. **Arquitetura e Engenharia**, Brasília, v. 61-3, p. 69-77, jul/dez 1961.

HAVEL, J. E. **Habitat y Vivienda**. 1. ed. Buenos Aires: EUDEBA, 1961.

HAWKES, D. **Energy Efficient Buildings: Architecture, Engineering, and Environment**. Nova York: W.W. Norton, 2002.

HERTZ, J. B. **Ecotécnicas em Arquitetura: como projetar nos trópicos úmidos do Brasil**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 1998.

HOBBSAWM, E. **A Era dos Impérios: 1875–1914**. São Paulo : Editora Paz e Terra, [1988] 2011.

HOLANDA, A. B. D. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**. 1. ed. Rio de Janeiro : Nova Fronteira, 1995.

HÜPPAUF, B.; UMBACH, M. Vernacular Modernism. In: HÜPPAUF, B.; UMBACH, M. **Vernacular Modernism - heimat, globalization and the built environment**. Stanford: Stanford University, 2005. Cap. 1, p. 1-23.

IZAGA, F. G. D. **Poética urbana da forma e virtuosismo do elemento**. [S.l.]: [s.n.], v. <http://www.docomomo.org.br>, 2005. Disponível em: <<http://www.docomomo.org.br/seminario%206%20pdfs/izaga-docomomo-2005-MMM.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2012.

IZARD, J.-L.; GUYOT, A. **Arquitetura Bioclimática**. 1. ed. Barcelona: Gustavo Gili, 1980.

JAQUES, A.; MOUILLESEAU, J.-P. **Les Architects de la Liberté**. 1. ed. Paris: Gallimard, 1988.

JENGER, J. **Le Corbusier: Architect of a New Age**. 1. ed. Londres: Thames & Hudson, 1987.

JOHNSTON, S. F. **A History of Light and Colour Measurement: Science in the Shadows**. Glasgow: University of Glasgow, 2001.

JR., V. S. **Arquitetura Moderna**. 1. ed. São Paulo: Cosac & Naify, 2002.

KEELER, M.; BURKE, B. **Fundamentos de Projetos de Edificações Sustentáveis**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

KESSEL, C. **Arquitetura Neocolonial no Brasil: entre o pastiche e a modernidade**. Rio de Janeiro: Jauá, 2008.

KRAUSE, C. B. Sobre a Necessidade da Adaptação da Ciência à Linguagem de Concepção Arquitetônica. **Cadernos do PROARQ**, Rio de Janeiro, Setembro 1997. 57-66.

KRIYGIEL, E.; NIES, B. **Green BIM: successful sustainable design with building information modeling**. 1. ed. Indianapolis: Wiley Publishing, 2008.

KWOK, A.; GRONDZIK, W. **The Green Studio Handbook: Environmental Strategies for Schematic Design**. 1. ed. Oxford: Architectural Press, 2007.

LAMBERTS, R. et al. **Catálogo de propriedades térmicas de paredes e coberturas (v.4)**. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. SANTA CATARINA. 2010.

----- **Manual para aplicação do RTQ-R: Regulamento Térmico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais**. 1. ed. Florianópolis : PROCEL , 2011.

LEÃO, M. **DESEMPENHO TÉRMICO EM HABITAÇÕES POPULARES PARA REGIÕES DE CLIMA TROPICAL: ESTUDO DE CASO EM CUIABÁ-MT**. CUIABÁ: Dissertação - Universidade Federal de Mato Grosso, 2006.

LEONÍDIO, O. **Carradas de Razões: Lucio Costa e arquitetura moderna brasileira (1924-1951)**. 1. ed. São Paulo: LOYOLA, 2007.

LEVI, R. A Arquitetura e a Estética das Cidades. In: XAVIER, A. **Arquitetura Moderna Brasileira: Depoimento de uma Geração**. São Paulo: Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura /Fundação Vilanova Artigas, [1925] 1987. p. 21-22.

MAHFUZ, E. D. C. **The importance of being reidy**. [S.l.]: Disponível em <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/04.040/652> - acesso 20/02/2013, 2003.

MARAGNO, G. V. **Eficiência e Forma do Brise-Soleil na Arquitetura de Campo Grande - MS**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: [s.n.]. 2000.

MARIANNO, J. **A arquitetura mesológica**. ANAIS DO PRIMEIRO CONGRESSO DE HABITAÇÃO, 1931. São Paulo: [s.n.]. 1931.

MARQUARDT, S. **A Estrutura Independente e a Arquitetura Moderna Brasileira - Dissertação**. Porto Alegre: Universidade do Rio Grande do Sul - PROPAR, 2005.

MASCARELLO, V. L. D. **PRINCÍPIOS BIOCLIMÁTICOS E PRINCÍPIOS DE ARQUITETURA MODERNA - EVIDÊNCIAS NO EDIFÍCIO HOSPITALAR - Dissertação de Mestrado**. Porto Alegre: Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

MASCARÓ, L. **Energia na Edificação**. 1. ed. São Paulo: Projeto Editores Associados Ltda., 1985.

----- **Energia na Edificação: estratégias para minimizar seu consumo**. 1. ed. São Paulo: Projeto, 1985.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things**. 1. ed. Nova Iorque: North Point Press, 2002.

MELENDÓ, J. M. A. Le Corbusier y el Movimiento Moderno in Brasil: La Adapatación Ambiental y Cultural de La Arqitctura Europea. **Revista de Historia y Teoría de la Arquitectura - Universidad de Sevilla**, Sevilla, v. 6-7, p. 67-117, 2005.

MENDONÇA, F. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MINDLIN, H. **Arquitetura Moderna no Brasil**. Rio de Janeiro: Colibris, 1956.

----- **Conferência Seminário de Tropicologia**. Anais do Seminário de Tropicologia: trópico & língua e literatura, instituição militar, energia solar, desporto, transportes, arquitetura, farmacopéia, música, tropicalidade como conceito ecológico-geográfico. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 1974. p. 484-494 v.2.

MOOS, S. V. **Le Corbusier: Elements Of A Synthesis**. Rotterdam: OIO Publishers, 2009.

MORRIS, I. **Why the West Rules - For Now (the patterns of history and what they reveal about the future)**. Kindle. ed. Nova Iorque: Picador, 2011.

NEUTRA, R. **Architecture of social concern in regions of mild climate**. 1. ed. São Paulo: Gerth Todtmann, 1948.

----- **Realismo Biológico**: Un nuevo Renacimiento humanístico en arquitectura. 1. ed. Buenos Aires: Nueva Vision, 1953.

----- **Survival Through Design**. 1. ed. Nova Iorque: Oxford University Press, 1969.

NIEMEYER, O. Estudo de um sistema de cobertura com iluminação zenital. **Revista Municipal de Engenharia**, Rio de Janeiro, v. 7, p. 487-490, nov. 1940.

----- Museu de Arte Moderna de Caracas. In: _____ **MÓDULO**. Rio de Janeiro: [s.n.], v. 7, 1956. p. 8.

----- Depoimento. **Módulo**, Rio de Janeiro, v. 9, p. 3-6, 1958.

OLGYAY, A.; OLGAY, V. **Solar Control and Shading Devices**. Princeton: Princeton University, 1957.

OLGYAY, V. The Temperate House. **Architectural Forum**, Nova Jersey, March 1951.

----- **Arquitetura e Clima**. 3. ed. Barcelona: Gustavo Gili, 2004.

OLIVEIRA, M. C. A. D. **Os primeiros estudos sobre conforto térmico no Brasil**: a contribuição de Paulo Sá - Dissertação de Mestrado. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2003.

OPEC - ORGANIZATION OF THE PETROLEUM EXPORTING COUNTRIES. OPEC - Long Term Strategy, Vienna, 2012. 11. Disponível em: <[http://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/OPEC LTS.pdf](http://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/OPEC_LTS.pdf)>. Acesso em: 17 jan. 2013.

PAPADAKI, S. **The Work of Oscar Niemeyer**. 2. ed. Nova Iorque: Reinhold, 1950.

----- **Oscar Niemeyer**: Works in progress. Nova Iorque: Reinhold, 1956.

PEIXOTO, A. **Higiene**. 2. ed. Rio de Janeiro : Francisco Alves, 1917.

PEIXOTO, M. **Sistemas de Proteção de Fachadas na Escola Carioca**: 1935 a 1955. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994.

PEREIRA, C. C. **Os irmãos Roberto e a Arquitetura Moderna no Rio de Janeiro (1936 - 1954)**. Porto Alegre : Dissertação de Mestrado, 1993.

----- OS IRMÃOS ROBERTO E O EDIFÍCIO A.B.I.: UMA HISTÓRIA DA MODERNIDADE ARQUITETÔNICA BRASILEIRA. **ARQTEXTO - PROPAR-UFRGS**, Porto Alegre, 2002. 122-134.

PEREIRA, E. C. **Núcleos Coloniais e Construções Rurais**. 1. ed. São Paulo: [s.n.], 2006.

PINHEIRO, M. L. B. **Neocolonial, Modernismo e Preservação do Patrimônio no Debate Cultural dos Anos 1920 no Brasil**. 1. ed. São Paulo: EDUSP, 2011.

RAHAL, M. S. **O conforto térmico nas Residências de Rino Levi - Dissertação de Mestrado**. São Paulo: USP, 2011.

REIDY, A. E. Inquerito Nacional de Arquitetura [Jornal do Brasil - 1951]. In: XAVIER, A.; (ORG.) **Depoimentos de uma Geração: arquitetura moderna brasileira**. São Paulo: Cosac e Naify, [1951] 2003. p. 212-216.

----- Ministério de Educação e Saúde Pública. **Revista da Directoria de Engenharia**, Rio de Janeiro, v. 18, n. Prefeitura do Distrito Federal, p. 512, ano IV set. 1935.

REVELLE, R.; SUESS, H. E. Carbon Dioxide Exchange Between Atmosphere and Ocean and the Question on an Increase of Atmospheric CO₂ during the Past Decades. **Tellus**, La Jolla, 9, Fevereiro 1957. 18-27.

RIVERO, R. **Arquitetura e Clima: Acondicionamento Térmico Natural**. 2. ed. Porto Alegre: D.C. Luzzatto Editores, 1985.

ROTH, A. **Zwei Wohnhäuser von Le Corbusier und Pierre Jeanneret: Fünf Punkte zu einer neuen Architektur**. Stuttgart: Akad. Verlag Fr. Wedekind und Company, 1927.

RUIZ, I. R. **Arquitectura Adaptada al Clima en el Movimiento Moderno - Tese de Doutorado**. Alicante: Universidade de Alicante, 2012.

----- **Modern architecture as environmental construction: methods and prototypes in Le Corbusier's work**. Montreal: 2nd International Congress on Ambiances, 2012.

RUSH, R. **The Building Systems Integration Handbook**. Nova York: The American Institute of Architects, 1991.

RYKWERT, J. **A Casa de Adão no Paraíso**. 1. ed. São Paulo: Perspectiva, 2003.

SÁ, P. **Arquitetura e conforto na Cidade Universitária**. Rio de Janeiro : Imprensa Oficial GB, 1952.

SAIA, L. Fase Heróica da Arquitetura Brasileira. In: XAVIER, A.; (ORG.) **Depoimentos de uma Geração: arquitetura moderna brasileira**. São Paulo: Cosac e Naify, [1954] 2003. p. 227-230.

SAINT GOBAIN. **Vidro e Radiação Solar: informações técnicas** - disponível em http://pt.saint-gobain-glass.com/upload/files/3.1.4_o_vidro_e_a_radiao_solar.pdf. acesso em 6/7/2012: Saint Goban, 2010.

SAMPAIO, A. A casa tropical. **Boletim do Club de Engenharia de Pernambuco n. 2**, Recife, v. 3, p. 31-43, 1927.

SANTOS, C. R. D. **Le Corbusier e o Brasil**. 1. ed. São Paulo: Tessela/Projeto, 1987.

SANTOS, P. **Quatro Séculos de Arquitetura**. Rio de Janeiro: IAB, v. 1, 1981.

----- . Interação de passado e presente no processo histórico da Arquitetura e Urbanismo. **Arquitetura Revista**, Rio de Janeiro, volume 4, 2* sem. 1986. 3-9.

SEGAWA, H. **Arquiteturas no Brasil 1900-1990**. São Paulo : Editora da Universidade de São Paulo, 1997.

----- . Clave de Sol: notas sobre a história do conforto ambiental. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, 3, junho 2003. 37-46.

SEGRE, R. **Ministério da Educação e Saúde - ícone urbano da modernidade brasileira**. Rio de Janeiro : Romano Guerra, 2013.

SEGRE, R. et al. **O Ministério da Educação e Saúde Pública (1935-1945): As inovações climáticas e tecnológicas**. Rio de Janeiro: DOCOMOMO, 2008. Disponível em: <<http://www.docomomo.org.br/seminario%20%20pdfs/149.pdf>>. Acesso em: 06/08/2012.

- SERRA, R. **Arquitetura y Climas**. 4. ed. Barcelona: Gustavo Gili, 2004.
- SILVA, E. **Uma Introdução ao Projeto Arquitetônico**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1991.
- SILVA, G. G. D. Aluízio Bezerra Coutinho: Um cientista a serviço da arquitetura racionalista. **Risco - revista de pesquisa em arquitetura e urbanismo eesc-usp**, São Paulo, fev. 2005. 79-82.
- SILVA, I. F. D. A. E. **Um olhar sobre a obra de Acácio Gil Borsoi**: obras e projetos residenciais 1953-1970 - Dissertação de Mestrado. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2004.
- SILVA, V. G. D. **Avaliação da Sustentabilidade de Edifícios de Escritórios Brasileiros**: Diretrizes e Base Metodológica. São Paulo : Tese de Doutorado em Engenharia Civil - Escola Politécnica USP, 2003.
- SIRET, D. Généalogie du brise-soleil dans l'œuvre de Le Corbusie. **Cahiers thématiques**, Nantes, v. 4, p. 169-181, 2004.
- . 1950 - Climate Chart (Chandigarh). In: CORBUSIER, F. L. **Le Corbusier – Plans (edição eletrônica)**. [S.l.]: Echelle-1, v. DVD n.11, 2006.
- SMITH, P. F. **Architecture in a Climate Change**. 2. ed. Londres: Architectural Press, 2005.
- SOUZA, L. F. M. C. D. **Irmãos Roberto, fenômeno ou continuidade?** Rio de Janeiro: Docomomo - Seminários - disponível em: <http://www.docomomo.org.br/seminario%20%20pdfs/116.pdf> acesso em 6/8/2012, 2008.
- STATE OF THE WORLD. Innovations for a Sustainable Economy. **State of the World**, Nova Iorque, 2008.
- STEIN, C. **Greening Modernism: Preservation, Sustainability, and the Modern Movement**. 1. ed. Nova Iorque: W. W. Norton, 2010.
- STERKEN, S. G. **Iannis Xenakis, Ingénieur et Architecte. Tese de Doutorado**. Gent: Université de Gand, Faculté des Sciences appliquées, 2004.

- SZOKOLAY, S. V. **Introduction to Architectural Science: The Basis of Sustainable Design**. Oxford: Princeton Architectural Press, 2004.
- THOMAS, R. **Environmental Design**. 3. ed. Nova Iorque: Taylor & Francis, 2006.
- TRAPANO, P. D. **Forma e Qualidade Ambiental na Arquitetura Contemporânea Brasileira**. Rio de Janeiro: Tese de Doutorado PROARQ/UFRJ, 2008.
- TSIOMIS, Y. **Le Corbusier - Rio de Janeiro: 1929, 1936**. Rio de Janeiro: Centro de Arquitetura e Urbanismo do Rio de Janeiro: Prefeitura do Rio de Janeiro, 1998.
- TWAROWSKI, M. **Soleil et Architecture**. Paris: Dunod, 1967.
- TZONIS, A. **Le Corbusier: The Poetics of Machine and Metaphor**. 1. ed. Nova Iorque: Universe Publishing, 2001.
- VALENTE, J. P. **Certificações na Construção Civil: Comparativo entre LEED e HQE**. Rio de Janeiro: Monografia de Graduação - Engenharia Civil - UFRJ, 2009.
- VANWOERT, N. D. et al. Green Roof Stormwater Retention: Effects of Roof Surface, Slope, and Media Depth. **Journal of Environmental Quality** n. 34, maio 2005. 1036-1044.
- VIANNA APUD KESSEL. **Arquitetura Neocolonial no Brasil: entre o pastiche e a modernidade**. Rio de Janeiro: Jauá, 2008.
- VILLAREAL, E.; BENGTTSSON, L. Inner city storm water control using a combination of best management practices. **Ecological Engineering**, v. 22, p. 279-298, 2004.
- VITRUVIO. **The Ten Books on Architecture**. Digital - disponível em: <http://www.gutenberg.org/files/20239/20239-h>. ed. Cambridge: Harvard University Press, 1914. p. 17; p. 170 (ebook - 2006).
- WEIMER, G. **Arquitetura Popular Brasileira**. 1. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.
- WINES, J. **Green Architecture**. 1. ed. Colonia: Taschen, 2000.
- WISNIK, G. **Lucio Costa (Série Espaços da Arte Brasileira)**. 2. ed. São Paulo: Cosac & Naify, 2001.

WORLD WATCH INSTITUTE. Our Urban Future. **State of the World**, Nova Iorque, 2007.

----- Transforming Cultures. **State of the World**, Nova Iorque, 2010.

XAVIER, A. **Depoimento de uma Geração**: arquitetura moderna brasileira. 1. ed. São Paulo: Cosac & Naify, 2003.

YEANG, K. **The Skyscraper Bioclimatically Considered**. 1. ed. Londres: Academy Group, 1996.

----- **The Green Skyscraper**: The Basis for Designing Sustainable Intensive Building. 1. ed. Munique: Prestel Verlag, 1999. p. 11.

----- **ECODESIGN**: A Manual for Ecological Design. 1. ed. Londres: Wiley & Sons, 2006.

YUAN, L. J. **Under One Roof: The Traditional Malay House**. Consumers Association of Penang. Penang, p. 15- 16. 2008.

ZAMBRANO, L. **Integração dos Princípios de Sustentabilidade ao Projeto de Arquitetura**. Rio de Janeiro: Tese de Doutorado PROARQ/UFRJ, 2008.

ZEVI, B. A moda lecorbusiana no Brasil. In: XAVIER, A.; (ORG) **Depoimento de uma geração**: arquitetura moderna brasileira. São Paulo : Cosac & Naify, 2003. p. 163-166.

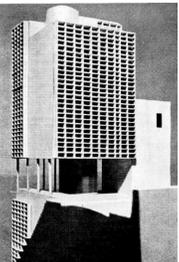
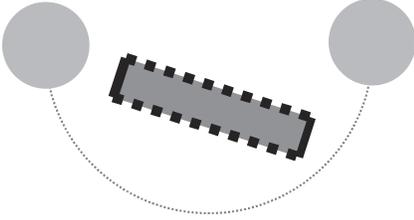
ZIMMERMAN, A. et al. Proposed Framework for Environmental Assessment of Existing Buildings. **Sustainable Building 2002**, Oslo, Setembro 2002. Disponível em: <<http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB2683.pdf>>. Acesso em: 05 Junho 2012.

6. ANEXO 1

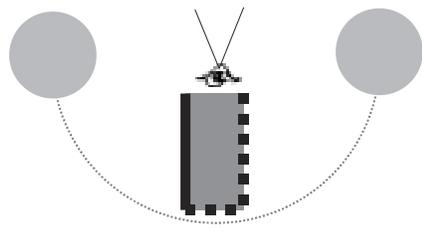
Diagramas de orientação e superfície.



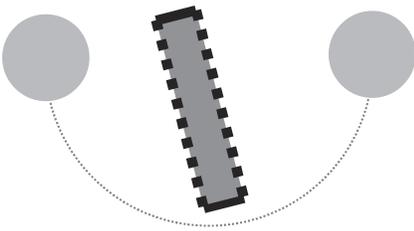
apartamentos clarté
corbusier
genebra
1930
latitude 46N
temperado oceânico



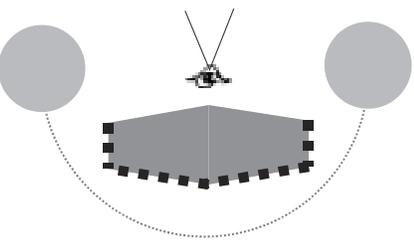
edifício residencial vertical
corbusier.
argel
1933
latitude 36N
temperado mediterrâneo



casa em mathes
corbusier
les mathes
1935
latitude 45N
temperado oceânico

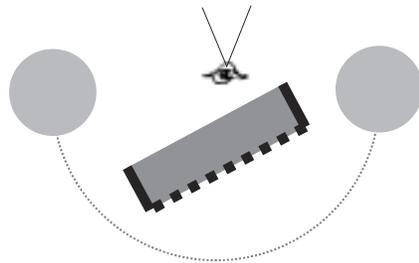


edifício corporativo
corbusier.
argel
1942
latitude 36N
temperado mediterrâneo

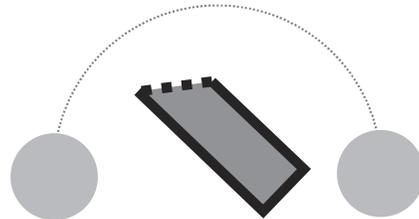




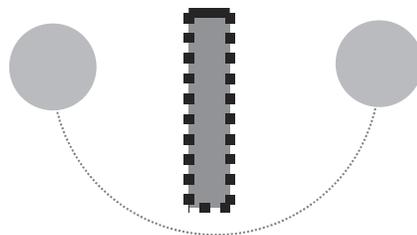
usina claudé et duval
corbusier.
st-dié
1946
latitude 48N
temperado oceânico



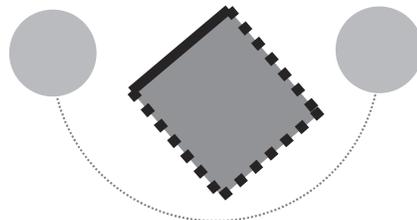
casa curutchet
corbusier.
buenos aires
1948
latitude 34S
subtropical úmido



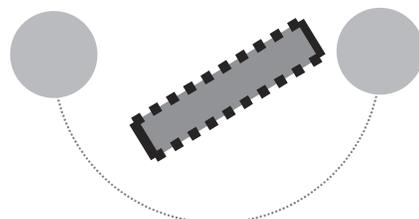
unidade de habitação
corbusier.
marselha
1948
latitude 43N
temperado mediterrâneo



palácio da assembleia
corbusier.
chandigarh
1951
latitude 30N
subtropical úmido

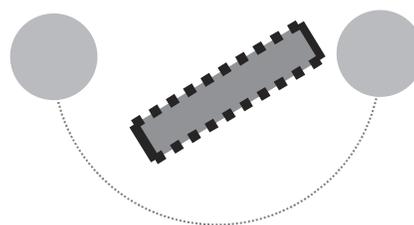


palácio do secretariado
corbusier
chandigarh
1951
latitude 30N
subtropical úmido

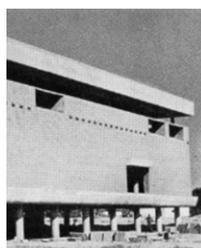
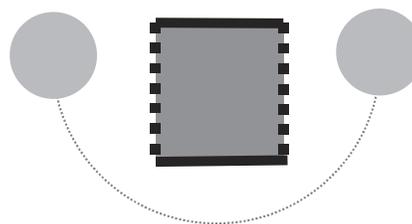




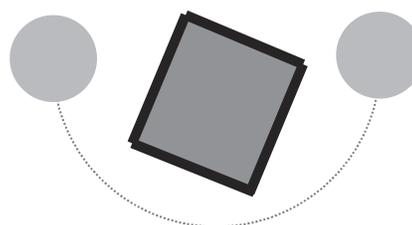
palácio da justiça
corbusier
chandigarh
1951
latitude 30N
subtropical úmido



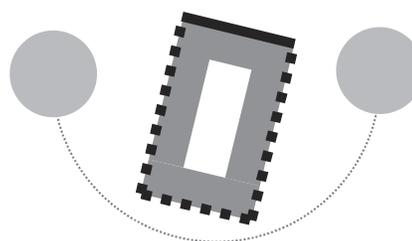
edifício atma
corbusier
ahmedabad
1954
latitude 23N
semiárido



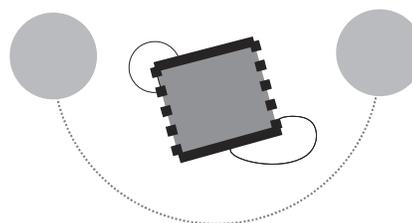
museu
corbusier
ahmedabad
1954
latitude 23N
semiárido



convento la tourette
corbusier
lyon
1953
latitude 45N
temperado oceânico

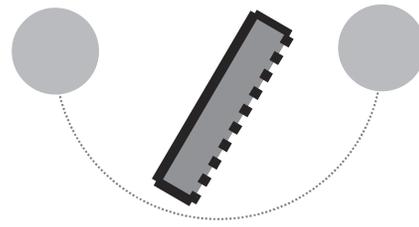


carpenter center
corbusier
cambrige
1961
latitude 42N
continental úmido

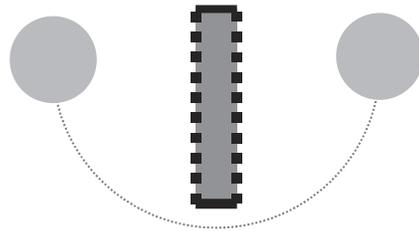




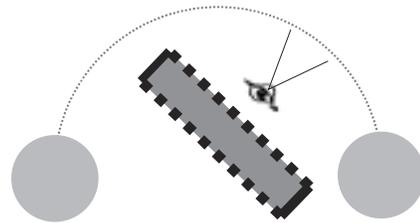
casa do brasil
corbusier/costa
paris
1961
latitude 48N
temperado oceânico



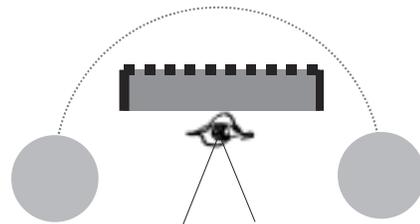
casa da cultura
corbusier
firmuny
1961
latitude 42N
temperado oceânico



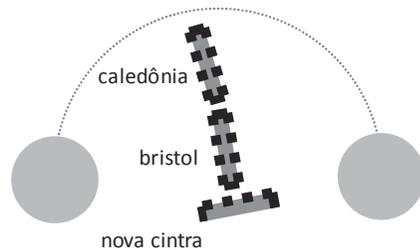
grande hotel
niemeyer
ouro preto
1938
latitude 20S
subtropical úmido



colônia de férias IRB
mm roberto
rio de janeiro
1944
latitude 22S
tropical úmido

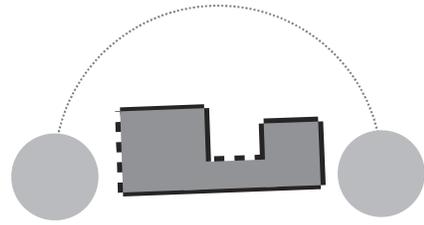


parque guinle
costa
rio de janeiro
1948
latitude 22S
tropical úmido

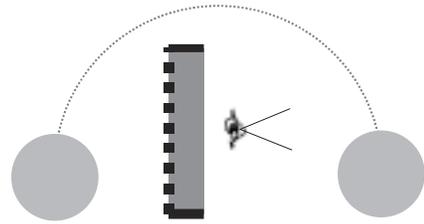




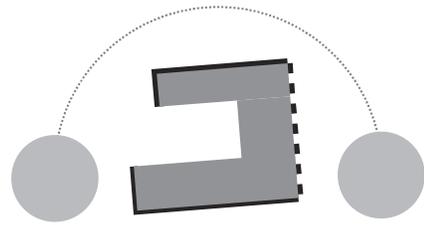
obra do berço
niemeyer
rio de janeiro
1938
latitude 22S
tropical úmido



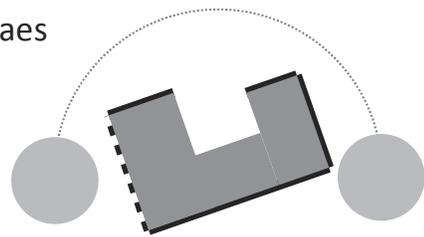
yacht clube
niemeyer
belo horizonte
1940
latitude 19S
subtropical úmido



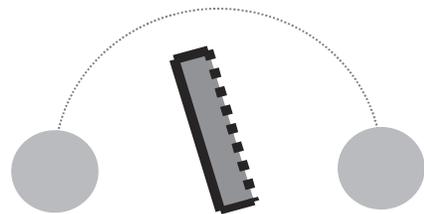
residência kubistcheck
niemeyer
belo horizonte
1944
latitude 19S
subtropical úmido



residência prudente de Moraes
niemeyer
rio de janeiro
1943
latitude 22S
tropical úmido

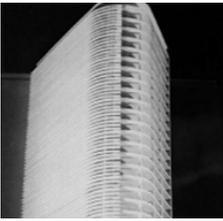
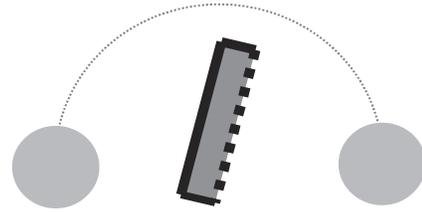


hotel tijuco
niemeyer
diamantina
1951
latitude 18S
subtropical úmido

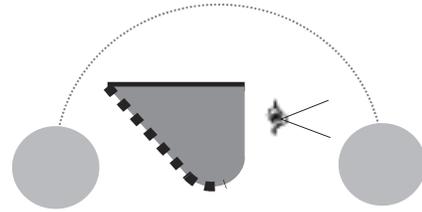




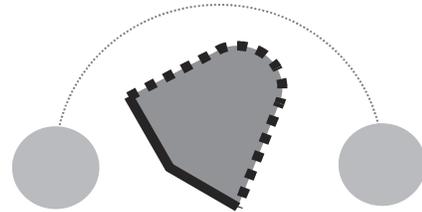
escola pública
niemeyer
diamantina
1951
latitude 18S
subtropical úmido



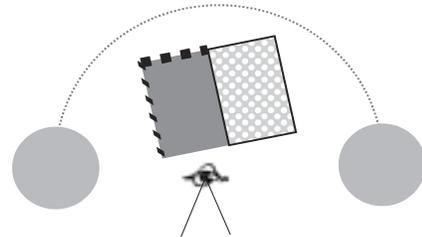
banco mineiro de produção
niemeyer
belo horizonte
1953
latitude 19S
subtropical úmido



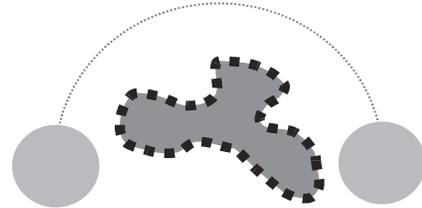
edifício montreal
niemeyer
são paulo
1951
latitude 23S
subtropical úmido



banco boavista
niemeyer
rio de janeiro
1948
latitude 22S
tropical úmido

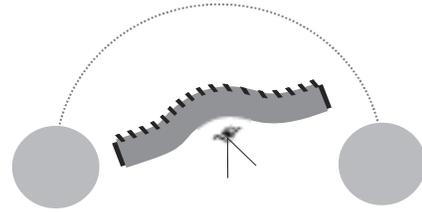


edifício niemeyer
niemeyer
belo horizonte
1954
latitude 19S
subtropical úmido

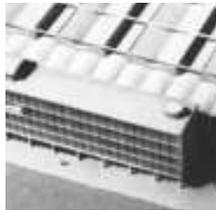
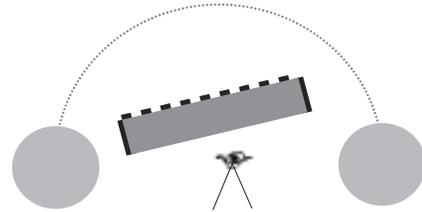




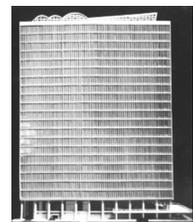
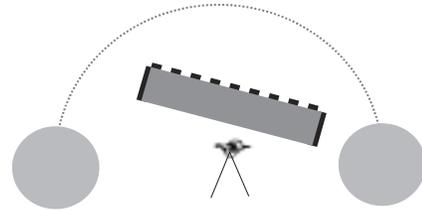
edifício copan
niemeyer
são paulo
1954
latitude 23S
subtropical úmido



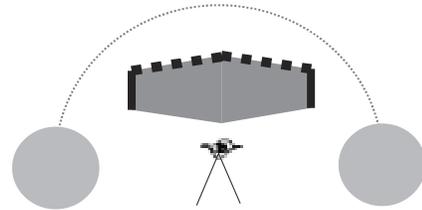
palácio da prefeitura
reidy
rio de janeiro
1938
latitude 22S
tropical úmido



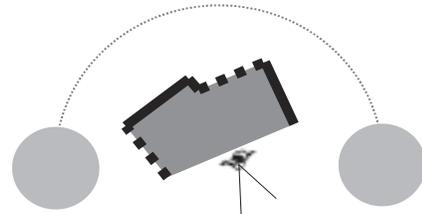
companhia de transportes
reidy
rio de janeiro
1939
latitude 22S
tropical úmido



central administrativa
reidy
porto alegre
1944
latitude 30S
sub
tropical úmido

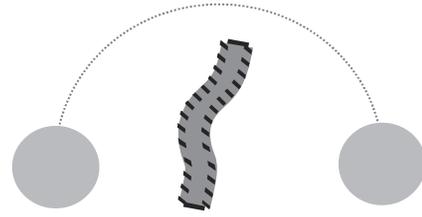


edifício do montepio
reidy
rio de janeiro
1957
latitude 22S
tropical úmido

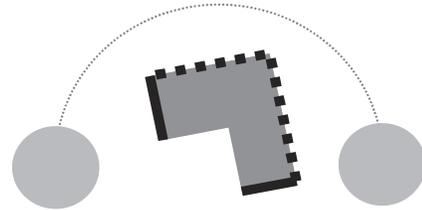




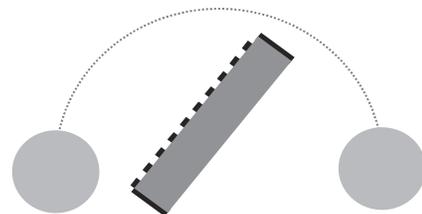
pedregulho (bloco a)
reidy
rio de janeiro
1950
latitude 22S
tropical úmido



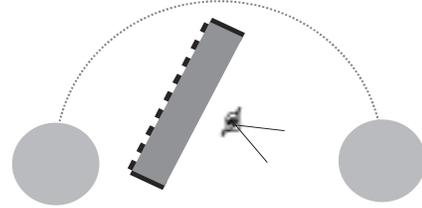
gráfica cruzeiro
niemeyer
rio de janeiro
1949
latitude 22S
tropical úmido



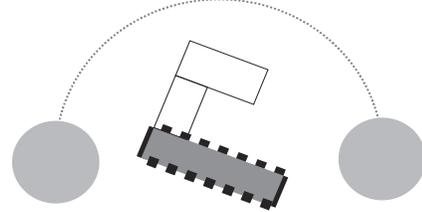
hospital da lagoa
niemeyer
rio de janeiro
1952
latitude 22S
tropical úmido

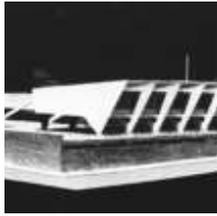


pedregulho (bloco b)
reidy
rio de janeiro
1950
latitude 22S
tropical úmido



escola pedregulho
reidy
rio de janeiro
1950
latitude 22S
tropical úmido





escola experimental

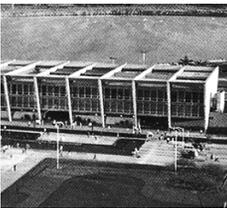
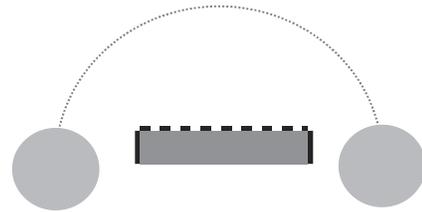
reidy

assunção

1953

latitude 25S

subtropical úmido



museu de arte moderna

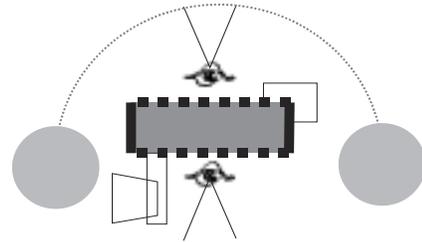
reidy

rio de janeiro

1954

latitude 22S

tropical úmido



edifício marquês do herval

mm roberto

rio de janeiro

1953

latitude 22S

tropical úmido



edifício seguradoras

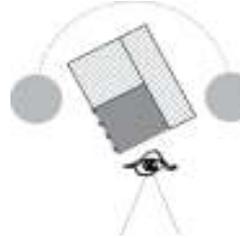
mm roberto

rio de janeiro

1949

latitude 22S

tropical úmido



palácio da industria

niemeyer,lotufo, uchôa e mello

são paulo

1953

latitude 23S

subtropical úmido

