

POLLYANNA PRISCILA DE SOUZA LIMA

**ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS NA ARQUITETURA  
MODERNA DE JOÃO PESSOA:**

Análise aplicada em três residências produzidas entre as décadas 1950 -1980

Instituição

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

Universidade Federal da Paraíba | PPGAU – UFPB

Área de concentração

Arquitetura e Cidade: Processo e Produto

Linha de Pesquisa

Qualidade do Ambiente Construído

Orientador

Prof. Dr. Geovany Jessé A. Silva

POLLYANNA PRISCILA DE SOUZA LIMA

**ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS NA ARQUITETURA MODERNA DE JOÃO PESSOA:**  
Análise aplicada em três residências produzidas entre as décadas 1950 -1980

Dissertação apresentada como requisito à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba, área de concentração em Arquitetura e Cidade: Processo e Produto, sob orientação do Professor Dr. Geovany Jessé A. Silva

L732e Lima, Pollyanna Priscila de Souza.  
Estratégias bioclimáticas na arquitetura moderna de João Pessoa: análise aplicada em três residências produzidas entre as décadas 1950-1980 / Pollyanna Priscila de Souza Lima.- João Pessoa, 2015.  
277f. : il.  
Orientador: Geovany Jessé A. Silva  
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT  
1. Arquitetura e urbanismo. 2. Arquitetura moderna.  
3. Clima quente e úmido. 4. Aspectos bioclimáticos. 5. Análises computacionais.

UFPB/BC

CDU: 72+711(043)

**Estratégias bioclimáticas na arquitetura moderna de João Pessoa-PB: análise aplicada em três residências produzidas entre as décadas de 1950 e 1980**

Por

Pollyanna Priscilla de Souza Lima

Dissertação aprovada em 15 de Dezembro de 2015



**Geovany Jessé Alexandre da Silva**

Orientador – UFPB



Prof. Dr. Carlos Alejandro Nome da Silva  
(Membro Interno – UFPB)



Prof. Dr. Raoni Venâncio dos Santos Lima  
(Membro Externo – UFCG)

João Pessoa-PB  
2015

*Para Wallace e nosso futuro juntos*

## AGRADECIMENTOS

Ao alcançar o final de mais uma grande etapa em minha vida, sinto-me no dever de compartilhar esta alegria com todos aqueles que me ajudaram no decorrer desse trajeto tão difícil, a quem agora em poucas palavras agradeço.

Sobretudo, ao **Senhor Deus**, pelo dom da vida, pelos caminhos abertos e por ter permitido eu chegar até aqui.

Ao meu alicerce estrutural, meus pais, **Bonifácio e Núbia**.

A minha irmã **Tatyanna**, pelos constantes e variados auxílios no decorrer da pesquisa e pela sincera e meiga amizade de irmã caçula.

A minha querida irmã **Fabiana**, por nossa amizade, por nossa união, por nossa compreensão, por nossa paz.

À titia, **Adafran Maria de Souza**, pelas muitas orações, por me mostrar os verdadeiros caminhos divinos e por ser minha segunda mãe.

As minhas sobrinhas, *as estrelas do meu céu particular*, **Táila Katrine** pela compreensão na ausência da "titia Popó" em seus momentos de diversão e minhas pequenas **Mariana e Lara**, ainda não entendem, mas já fazem parte desta conquista.

Ao meu querido e amável, **Wallace de Souza**, por ter sido tão paciente, compreensível e por seu amor que me ofereceu nestes anos difíceis. E aos seus pais, **Luíz e Rosineide** que, mesmo indiretamente, não pouparam esforços para me ajudar.

*An die süße liebevolle, **Familie Nelles**, für die zuneigung und für den Glauben an meine Träume. Danke, dass Ihr Teil meines Lebens seid.*

Ao meu orientador **Professor Doutor Geovany Jessé A. Silva**, por suas orientações sempre muito coerentes em vários momentos difíceis no desenvolvimento deste trabalho e pela sua paciente espera e contribuição em qualquer tipo de amadurecimento intelectual da minha parte, pelo apoio, pelo incentivo, sobretudo pela sua amizade.

Aos **Professores Doutores Carlos Alejandro Nome e Raoni Venâncio** pelas valiosas contribuições durante o momento de qualificação e após este, as quais muito acrescentaram no amadurecimento da pesquisa.

Ao **Professor Doutor Marcio Cotrim**, pela importantíssima contribuição para a realização deste trabalho.

Ao incomparável, fiel e sincero amigo, **Heronildo Apolinário**, *Heron*, por nunca medir esforços para me ajudar, pelo companheirismo nos períodos de maior aflição, por acreditar na minha capacidade, pelas palavras de consolo e pela nossa amizade.

À amiga, **Nadja Jales** pela amizade, por acreditar em meu desempenho e por torcer pelo meu sucesso.

Ao amigo, **Thenio**, por ser tão presente.

A todos aqueles que pela pressa do momento não lembrei de incluir nestas palavras.

Ainda antes que *houvesse* dia, eu sou; e ninguém *há* que possa fazer escapar das minhas mãos; operando eu, quem impedirá?

Isaías 43: 13

## RESUMO

A arquitetura moderna do início do século XX surge como um *estilo internacional* do Hemisfério Norte a ser reproduzido e readaptado pelo mundo. No contexto brasileiro tropical, segundo a historiografia da arquitetura moderna, houve uma adequação dessas construções às condicionantes climáticas regionais em praticamente todas as regiões do país entre as décadas de 1930 a 1980. E o Nordeste foi uma das regiões em que tal adequação foi recorrente. Contudo, estudiosos do conforto ambiental se contrapõem a estas afirmações historiográficas quando declaram que tais construções foram desenhadas com baixo desempenho térmico e baixa qualidade bioclimática, devido, em parte, à ausência de informações técnicas de conforto ambiental na época, como subsídio projetual para a realização de uma arquitetura mais adequada ao clima regional. Deste modo, esta pesquisa procura evidenciar as estratégias e as diferentes soluções propostas quanto à adequabilidade e eficiência bioclimática adotadas por arquitetos modernistas e precursores dessa vertente reproduzida no Estado da Paraíba entre 1950 e 1980, com ênfase à capital João Pessoa – PB. O estudo se divide em duas etapas metodológicas: primeiramente, realizou-se uma análise qualitativa e descritiva, baseada em revisão bibliográfica, definição de critérios bioclimáticos de análise e leitura projetual; a etapa seguinte compreendeu a análise quantitativa do desempenho climático dos edifícios e seus entornos por meio de simulações computacionais (software Autodesk Revit 2015 e Solar Analysis). A relevância da pesquisa está em poder contribuir e ampliar os estudos sobre a Arquitetura Moderna e o bioclimatismo aplicado no Nordeste, mais especificamente no estado da Paraíba, podendo, ainda, discutir caminhos alternativos à arquitetura regional contemporânea.

**Palavras - Chave:** Arquitetura moderna; clima quente e úmido; Aspectos bioclimáticos; Análises computacionais.

## Abstract

The modern architecture of the early twentieth century emerges as an international style of the Northern Hemisphere to be reproduced and readapted worldwide. In the tropical Brazilian context, according to the historiography of modern architecture, these buildings were adjusted to regional climatic conditions in virtually all regions of the country between the 1930s and the 1980s. Brazilian northeast was one of the regions where such adjustment was recurrent. However, scholars of environmental comfort are opposed to these historiographical statements. They declare that these buildings were designed with low thermal performance and low bioclimatic quality, both partially due to the absence of technical information about environmental comfort at the time, as a design support for the accomplishment of a more appropriate architecture to the regional climate. Thus, this research aims to highlight strategies and different solutions proposed, regarding the suitability of bioclimatic and efficiency adopted by both modernist architects and precursors of this trend reproduced in the state of Paraíba between the 1950s and the 1980s, emphasizing João Pessoa city, capital of the state of Paraíba. This study is divided into two methodological steps: firstly, there was a qualitative and descriptive analysis based on literature review, definition of bioclimatic criteria for analysis and projectual reading; the next step involved the quantitative analysis of the climate performance of buildings and their surroundings through computer simulations (Autodesk Revit 2015 and Solar Analysis softwares). The relevance of the research is to contribute and to extend studies on Modern Architecture and bioclimatism applied in the Northeast region, specifically in the state of Paraíba, and may also discuss alternative possibilities to contemporary regional architecture.

**Key - Words:** Modern architecture; Bioclimatic aspects; Computational analysis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Interação da arquitetura com o clima no inverno e no verão. ....	11
Figura 2: À esquerda, Oca Cocamera tradicional Tangué, Peru. À direita, Oca da adeia Apolai, Parque Indígena de Tumucumaque – Pará, Brasil. ....	12
Figura 3: Principais elementos climáticos que influenciam no desenho arquitetônico. ....	15
Figura 4: A trajetória elíptica da Terra em torno do Sol diferenciando as estações do ano, os equinócios e solstícios. ....	17
Figura 5: Trajetória do Sol expressa no software Autodesk Ecotect.....	17
Figura 6: Trocas térmicas que o homem realiza com o meio que o cerca.....	24
Figura 7: Carta Bioclimática adotada para o Brasil. ....	27
Figura 8: Trocas de calor através de paredes opacas. ....	29
Figura 9: Trocas de calor através de fechamentos transparentes ou translúcidos. ....	30
Figura 10: Verificação da eficiência da loggia em la Cité Radieuse de Marseille ....	39
Figura 11: La Cité Frugès - Pessac (1924) e Unité d'habitation (1947) .....	40
Figura 12: Gráficos da variação da temperatura no verão e inverno do MEC.....	42
Figura 13: Res. Roberval da Cunha Guimarães (1951?) e Res. Alberto Diniz (1951?), respectivamente. Primeiras residências de caráter modernista adaptadas ao meio pessoense. ....	44
Figura 14: A autora constatou que, além da eficiente orientação da residência no lote, o arquiteto faz uso de diferentes elementos vazados que contribuem tanto para a composição volumétrica como para melhores condições de conforto térmico da construção – análise da residência Cassiano Ribeiro Coutinho (1958)....	45
Figura 15: corte esquemático ilustrando o possível comportamento da ventilação predominante dentro dos ambientes da casa - análise da residência Josemar Meireles da Cunha (1972).....	48
Figura 16: o espaçamento entre o forro e as telhas permite a livre circulação dos ventos que resfriam os ambientes do pavimento superior – análise da residência Major Adolpho Fernandes Lyra Maia (1974).....	49
Figura 17: corte esquemático com destaque do pergolado e shed – análise na residência Edísio Souto (1978) .....	50

Figura 18: Análise projetual de Conforto Ambiental da Residência Cassiano Ribeiro Coutinho realizada por Aristóteles Cordeiro e Nelci Tinem e concluída em 2012.....	51
Figura 19: Regiões Bioclimáticas segundo a classificação de Wladimir Köppen .....	71
Figura 20: Rosa dos Ventos para a cidade de João Pessoa.....	73
Figura 21: A Carta Bioclimática de João Pessoa gerada a partir do programa CBI5220 pelas pesquisadoras Oliveira e Leder.....	75
Figura 22: Diagrama do caminho do sol representado em 3D. ....	88
Figura 23: Seleção de um período a ser simulado em dezembro de 1970 .....	88
Figura 24: Estudo de insolação e sombreamento das fachadas de um modelo hipotético e o quadro resumo com os resultados.....	89
Figura 25: Interface da simulação de incidência solar nas superfícies de um modelo digital com o software Solar Analysis. ....	89
Figura 26: Legendas do mapeamento de radiação .....	90
Figura 27: Gráfico gerado a partir do arquivo CSV extraído do software Solar Analysis .....	91
Figura 28: Quadro com os valores das médias; gráfico gerado com o valor total do estudo de insolação de cada fachada. ....	91
Figura 29: Exemplo de um quadro com detalhamento de esquadria e elemento protetor.....	92
Figura 30: Recorte do entorno da residência Otacílio Vieira Campos. ....	95
Figura 31: Quadro com o resultado das diferenças de estimativas de eficiência bioclimática em um caso hipotético .....	97
Figura 32: Diagrama do método proposto para a pesquisa. ....	98
Figura 33: Localização das três residências modernas selecionadas para o estudo .	99
Figura 34: Integração da residência com a paisagem. Figura 35: O lago artificial. .	101
Figura 36: Vista da área de lazer da residência.....	102
Figura 37: Localização da residência Cassiano Ribeiro Coutinho em João Pessoa .	102
Figura 38: Implantação da residência Cassiano Ribeiro Coutinho no lote. ....	103
Figura 39: Setorização dos níveis 1 e 2 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.....	104
Figura 40: Setorização dos níveis 3 e 4 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.....	104
Figura 41: Corte em perspectiva com visualização dos 4 níveis da residência Cassiano Ribeiro Coutinho .....	105
Figura 42: Orientação da Residência referente à ventilação natural e insolação...	106

Figura 43: Panos de vidro da fachada Leste – residência Cassiano Ribeiro Coutinho. .....	107
Figura 44: Elementos de proteção solar da fachada Oeste - residência Cassiano Ribeiro Coutinho.....	107
Figura 45: Insolação da Fachada Norte no solstício de inverno às 9hs em 1970 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho. ....	108
Figura 46: Insolação da Fachada Norte no solstício de verão às 9hs em 1970 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho. ....	109
Figura 47: Fachada Sul sombreada no inverno às 9hs em 1970 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho. ....	109
Figura 48: Insolação da Fachada Leste no solstício de verão às 15hs em 1970 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho. ....	110
Figura 49: Insolação da Fachada Oeste no solstício de Inverno às 15hs em 1970 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho. ....	110
Figura 50: Estudo da radiação solar na fachada Norte da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.....	112
Figura 51: Estudo da radiação solar na fachada Sul na residência Cassiano Ribeiro Coutinho, no período de outubro a dezembro de 1970. ....	113
Figura 52: Estudo da radiação solar na fachada Sul da residência Cassiano Ribeiro Coutinho, no período de janeiro a março de 1970.....	114
Figura 53: Estudo da radiação solar na fachada Leste da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.....	115
Figura 54: Estudo da radiação solar na fachada Oeste da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.....	117
Figura 55: Incidência solar ocorrida durante as manhãs no térreo da fachada Leste - Residência Cassiano Ribeiro Coutinho.....	121
Figura 56: Incidência solar ocorrida durante as manhãs na fachada Leste da residência Cassiano Ribeiro Coutinho. ....	122
Figura 57: Sombreamento das aberturas utilizadas na fachada Sul da residência Cassiano Ribeiro Coutinho. ....	124
Figura 58: Incidência solar na fachada Norte da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.....	127
Figura 59: Radiação solar direta recebida através dos sheds da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.....	128

Figura 60: Zonas de alta e baixa pressão e a canalização da ventilação dentro do lote da residência Cassiano Ribeiro Coutinho .....	130
Figura 61: A distribuição do fluxo de ar no interior dos dormitórios da Residência Cassiano Ribeiro Coutinho .....	132
Figura 62: Passagem dos ventos pelos vários níveis da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.....	133
Figura 63: Ventilação natural penetrando pela frente Sul da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.....	134
Figura 64: Vegetação que circundava a residência Cassiano Ribeiro Coutinho, 1978. ....	136
Figura 65: Planta do paisagismo de Burle Marx para residência Cassiano Ribeiro Coutinho.....	136
Figura 66: Modelo 3d da residência Cassiano Ribeiro Coutinho e seu entorno em 1978. ....	137
Figura 67: Simulação da radiação nas superfícies de base no Modelo 3d da residência Cassiano Ribeiro Coutinho e seu entorno em 1978.....	137
Figura 68: Áreas sombreadas e a baixa radiação próximo à vegetação circundante à residência Cassiano Ribeiro Coutinho. ....	138
Figura 69: Modificações no entorno da residência Cassiano Ribeiro Coutinho em 2015.....	139
Figura 70: Ensaio computacionais no entorno da residência Cassiano Ribeiro Coutinho, em 2015.....	140
Figura 71: Ensaio computacionais no entorno da residência Cassiano Ribeiro Coutinho em um cenário futuro. ....	141
Figura 72: Matéria publicada sobre a residência Otacílio Vieira Campos.....	146
Figura 73: À esquerda, demolição da residência Otacílio Vieira Campos em 2005. À direita, uso atual do lote.....	146
Figura 74: Localização da residência Otacílio Vieira Campos em João Pessoa.....	147
Figura 75: Implantação da residência Otacílio Vieira Campos no lote.....	148
Figura 76: Corte com detalhe do setor íntimo elevado da residência Otacílio Vieira Campos.....	148
Figura 77: Marcação em planta dos setores da residência Otacílio Vieira Campos	149
Figura 78: Orientação da residência Otacílio Vieira Campos referente à ventilação natural.....	150

Figura 79: A) Maquete: terraço, acesso e abrigo; B) Abrigo de veículos; C) Acesso principal; D) Terraço e pátio social. ....	150
Figura 80: Insolação da Fachada Norte no solstício de inverno às 10hs em 1970 da residência Otacílio Vieira Campos.....	151
Figura 81: Insolação da fachada Sul, simuladas pela tarde no ano de 1970 da residência Otacílio Vieira Campos.....	152
Figura 82: Insolação das fachadas Leste e Oeste, simuladas pela manhã e tarde no ano de 1970 da residência Otacílio Vieira Campos .....	152
Figura 83: Estudo da radiação solar na fachada Norte da residência Otacílio Vieira Campos.....	153
Figura 84: Estudo da radiação solar na fachada Sul da residência Otacílio Vieira Campos.....	154
Figura 85: Estudo da radiação solar na fachada Leste da residência Otacílio Vieira Campos.....	156
Figura 86: Estudo da radiação solar na fachada Oeste da residência Otacílio Vieira Campos.....	157
Figura 87: A pouca iluminação da a sala de estar da residência Otacílio Vieira Campos.....	161
Figura 88: Sombreamento das venezianas utilizadas na fachada Leste da residência Otacílio Vieira Campos.....	163
Figura 89: Corredor principal e penetração da insolação pelas esquadrias translúcidas .....	164
Figura 90: Marcação da esquadria de canto e seteira da fachada Leste da residência Otacílio Vieira Campos.....	164
Figura 91: A sala de refeições e o corredor principal .....	166
Figura 92: Seteira da cozinha .....	167
Figura 93: Esquadria bay window protegida da insolação por persianas.....	167
Figura 94: O ambiente interno e externo do escritório .....	168
Figura 95: Potencial da ventilação dentro do terreno da residência Otacílio Vieira Campos.....	169
Figura 96: Ineficiência da ventilação cruzada nos dormitório da residência Otacílio Vieira Campos.....	170
Figura 97: Ineficiência da ventilação cruzada nos ambientes internos da residência Otacílio Vieira Campos.....	171

Figura 98: Massa edificada em torno da residência Otacílio Vieira Campos em 1976 .....	172
Figura 99: Modelo 3d da residência Otacílio Vieira Campos e seu entorno em 1976. .....	173
Figura 100: Comportamento da ventilação no entorno da residência Otacílio Vieira Campos.....	173
Figura 101: Comportamento das superfícies do entorno estudado frente à radiação solar.....	174
Figura 102: Cenário atual com as modificações do entorno e o centro comercial edificado no terreno onde existiu a residência Otacílio Vieira Campos.....	174
Figura 103: Ensaio computacionais no entorno da residência Otacílio Vieira Campos no cenário atual.....	175
Figura 104: Ensaio computacionais no entorno da residência Otacílio Vieira Campos em um cenário futuro.....	176
Figura 105: Implantação da residência Edísio Souto no terreno.....	182
Figura 106: Localização da residência Edísio Souto Edísio Souto em João Pessoa ..	182
Figura 107: Setorização dos ambientes da residência Edísio Souto.....	183
Figura 108: Orientação da residência Edísio Souto em relação à ventilação dominante .....	184
Figura 109: Simulação da insolação na fachada Norte em 21 de junho de 1978 às 10hs da residência Edísio Souto .....	184
Figura 110: Simulação da insolação na fachada Sul em 21 de dezembro de 1978 às 15hs da residência Edísio Souto .....	185
Figura 111: Simulação da insolação nas fachadas Leste e Oeste da residência Edísio Souto .....	185
Figura 112: Estudo da radiação solar na fachada Norte da residência Edísio Souto .....	187
Figura 113: Estudo da radiação solar na fachada Sul da residência Edísio Souto....	188
Figura 114: Estudo da radiação solar na fachada Leste da residência Edísio Souto	189
Figura 115: Estudo da radiação solar na fachada Oeste da residência Edísio Souto .....	190
Figura 116: Probabilidade de incidência solar promovida pela abertura zenital da residência Edísio Souto .....	196

Figura 117: Probabilidade de movimentação de ar dentro do lote e da residência Edísio Souto. ....	198
Figura 118: Probabilidades de ventilação cruzada promovida pelas aberturas zenitais da residência Edísio Souto .....	199
Figura 119: Lote em que seria construída a residência Edísio Souto nos anos seguintes e seu possível entorno. ....	200
Figura 120: Modelo 3d da residência Edísio Souto e seu possível entorno em 1978. ....	201
Figura 121: Ensaios computacionais no entorno da residência Edísio Souto em 1978. ....	201
Figura 122: Modificações no entorno da residência Edísio Souto em 2015.....	202
Figura 123: Ensaios computacionais no entorno da residência Edísio Souto em 2015 .....	202
Figura 124: Índices urbanísticos para a área em estudo. ....	203
Figura 125: Ensaios computacionais no entorno da residência Edísio Souto em um cenário futuro. ....	203
Figura 126: Soluções complementares no setor íntimo da residência Edísio Souto ..	206

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Caracterização dos climas tropicais segundo estudo de Romero. ....	21
Tabela 2: Elementos do clima a serem controlados pelo desenho urbano.....	22
Tabela 3: Descrição do bioclima 3dth .....	72

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Seleção de residências modernas citadas por Amaral (2004).....	53
Quadro 2: Seleção de residências modernas citadas por Pereira (2008). ....	54
Quadro 3: Seleção de residências modernas citadas por Tinem et al. (2005). ....	56
Quadro 4: Seleção de residências modernas citadas por Chaves (2012). ....	57
Quadro 5: Seleção de residências modernas citadas por Melo (2013).....	60
Quadro 6: Seleção de residências modernas citadas por Tinem e Cotrim (2014). ....	62
Quadro 7: Seleção de residências modernas citadas por Xavier (2011).....	63
Quadro 8: Seleção de residências modernas citadas por Araújo (2010).....	66
Quadro 9: Residências modernas adaptadas ao clima de João Pessoa segundo as principais pesquisas já realizadas sobre esta produção. ....	68
Quadro 10: Residências modernas que atendem aos critérios avaliativos da pesquisa .....	69
Quadro 11: Residências modernas mais citadas entre as pesquisas examinadas. ....	70
Quadro 12: Objetos empíricos de estudo. ....	70
Quadro 13: Aspectos da análise do edifício .....	77
Quadro 14: Aspectos da análise do urbano .....	79
Quadro 15: Parâmetros bioclimáticos para a análise do edifício e seu entorno .....	81
Quadro 16: Parâmetros bioclimáticos – Critérios avaliativos .....	83
Quadro 17: Os parâmetros analíticos da obra .....	87
Quadro 18: Critérios para análise da forma. ....	87
Quadro 19: Critérios para análise da pele.....	92
Quadro 20: Resumo do estudo das aberturas e protetores da pele para as residências. ....	93
Quadro 21: Critérios para análise do interior do edifício.....	93
Quadro 22: Quadro com estudo da probabilidade de ventilação cruzada encontrada nas residências estudadas.....	94
Quadro 23: Critérios para análise do entorno do edifício.....	95
Quadro 24: Média bioclimática da construção .....	96
Quadro 25: Insolação e Sombreamento das fachadas da Residência Cassiano Ribeiro Coutinho.....	111

Quadro 26: Resumo das análises das superfícies expostas das fachadas - Residência Cassiano Ribeiro Coutinho .....	118
Quadro 27: Tipologia das aberturas da fachada Leste, Residência Cassiano Ribeiro Coutinho.....	120
Quadro 28: Tipologia das aberturas da fachada Sul, Residência Cassiano Ribeiro Coutinho.....	123
Quadro 29: Tipologia das aberturas da fachada Oeste, Residência Cassiano Ribeiro Coutinho.....	125
Quadro 30: Tipologia das aberturas da fachada Norte, Residência Cassiano Ribeiro Coutinho.....	126
Quadro 31: Resumo do estudo das aberturas e protetores da pele da residência Cassiano Ribeiro Coutinho .....	129
Quadro 32: Comportamento da ventilação natural diante das esquadrias abertas e fechadas, residência Cassiano Ribeiro Coutinho.....	131
Quadro 33: Probabilidade de ventilação cruzada na residência Cassiano Ribeiro Coutinho.....	135
Quadro 34: Índices urbanísticos para a área em estudo.....	140
Quadro 35: Probabilidade de ventilação natural no entorno da residência Cassiano Ribeiro Coutinho nos anos 1970, 2015 e em um cenário futuro estimado.....	142
Quadro 36: Comparativo das justificativas dos autores que mencionaram aspectos de adaptabilidade da Residência Cassiano Ribeiro Coutinho com os resultados da análise.....	144
Quadro 37: Insolação predominante e Sombreamento das fachadas da Residência Otacílio Vieira Campos .....	153
Quadro 38: Resumo das análises das superfícies expostas das fachadas - Residência Otacílio Vieira Campos .....	158
Quadro 39: Tipologia das aberturas da fachada Norte - Otacílio Vieira Campos ...	160
Quadro 40: Tipologia das aberturas da fachada Leste - Otacílio Vieira Campos ....	162
Quadro 41: Tipologia das aberturas da fachada Oeste - Otacílio Vieira Campos...	165
Quadro 42: Resumo do estudo das aberturas e protetores da pele da residência Cassiano Ribeiro Coutinho .....	168
Quadro 43: Probabilidade de ventilação cruzada na residência Otacílio Vieira Campos.....	172

Quadro 44: Probabilidade de ventilação natural no entorno da residência Otacílio Vieira Campos nos anos 1970, 2015 e em um cenário futuro estimado. ....	177
Quadro 45: Comparativo das justificativas dos autores que mencionaram aspectos de adaptabilidade da Residência Otacílio Vieira Campos com os resultados da análise.....	179
Quadro 46: Resumo do estudo dos períodos de insolação predominante e sombreamento da residência Edísio Souto. ....	186
Quadro 47: Resumo das análises das superfícies expostas das fachadas - Residência Edísio Souto .....	191
Quadro 48: Tipologia das aberturas da fachada Norte, Residência Edísio Souto ....	193
Quadro 49: Tipologia das aberturas da fachada Sul, Residência Edísio Souto .....	194
Quadro 50: Tipologia das aberturas da fachada Leste, Residência Edísio Souto .....	195
Quadro 51: Tipologia das aberturas da fachada Oeste, Residência Edísio Souto....	196
Quadro 52: Resumo do estudo das aberturas e protetores da pele da residência Edísio Souto .....	197
Quadro 53: Probabilidade de ventilação cruzada na residência Edísio Souto.....	199
Quadro 54: Probabilidade de ventilação natural no entorno da residência Edísio Souto nos anos 1970, 2015 e em um cenário futuro estimado. ....	204
Quadro 55: Comparativo das justificativas dos autores que mencionaram aspectos de adaptabilidade da Residência Edísio Souto com os resultados da análise.....	207
Quadro 56: Resultado das diferenças de estimativas de eficiência bioclimática nas três residências modernas analisadas. ....	212

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Norte da residência Cassiano Ribeiro Coutinho. ....	112
Gráfico 2: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Sul nos meses de outubro a dezembro de 1970 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho. ....	113
Gráfico 3: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Sul nos meses de janeiro a março de 1970 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho. ....	114
Gráfico 4: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Leste nos meses de janeiro a dezembro de 1970 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho. ....	116
Gráfico 5: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Oeste nos meses de janeiro a dezembro de 1970 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho. ....	117
Gráfico 6: Total dos valores de estudo de insolação das superfícies das Fachadas – Residência Cassiano Ribeiro Coutinho. ....	118
Gráfico 7: Média anual de insolação das bases do entorno da residência Cassiano Ribeiro Coutinho nos anos 1978, 2015 e um cenário futuro estimado. ....	141
Gráfico 8: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Norte da residência Otacílio Vieira Campos. ....	154
Gráfico 9: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Sul da residência Otacílio Vieira Campos. ....	155
Gráfico 10: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Leste da residência Otacílio Vieira Campos. ....	156
Gráfico 11: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Oeste da residência Otacílio Vieira Campos. ....	157
Gráfico 12: Total dos valores de estudo de insolação das superfícies das Fachadas – Residência Otacílio Vieira Campos. ....	159
Gráfico 13: Média anual de insolação das bases do entorno da residência Otacílio Vieira Campos nos anos 1970, 2015 e um cenário futuro estimado. ....	176
Gráfico 14: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Norte da residência Edísio Souto. ....	187
Gráfico 15: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Sul nos meses de janeiro a fevereiro de 1978 da residência Edísio Souto. ....	188

Gráfico 16: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Sul nos meses de outubro a dezembro de 1978 da residência Edísio Souto .....	189
Gráfico 17: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Leste nos meses de janeiro a dezembro de 1978 da residência Edísio Souto .....	190
Gráfico 18: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Oeste nos meses de janeiro a dezembro de 1978 da residência Edísio Souto .....	191
Gráfico 19: Total dos valores de estudo de insolação das superfícies das Fachadas – Residência Edísio Souto .....	192
Gráfico 20: Média anual de insolação das bases do entorno da residência Edísio Souto nos anos 1978, 2015 e um cenário futuro estimado. ....	204
Gráfico 21: Percentual médio de eficiência bioclimática nas três residências analisadas. ....	213

# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA – CONCEITUAL</b> .....	10
1.1 Arquitetura e Clima: A Arquitetura Bioclimática.....	10
1.2 O Clima: Caracterização e Definição.....	13
1.2.1 Os efeitos da Radiação Solar.....	15
1.2.2 A Temperatura do Ar.....	18
1.2.3 A Umidade do Ar.....	19
1.2.4 Os Movimentos de Ar.....	19
1.2.5 Os Climas Tropicais.....	20
1.2.6 Características gerais do Clima Quente e Úmido.....	22
1.3 O Conforto Ambiental.....	23
1.3.1 O Conforto Térmico.....	24
1.3.2 Clima Quente e Úmido e Conforto Térmico.....	25
1.4 O Comportamento Térmico da Construção.....	27
1.4.1 Trocas de Calor através de Paredes Opacas.....	28
1.4.2 Trocas de Calor através dos Fechamentos Transparentes ou Translúcidas.....	29
<b>2. ADENTRANDO NO OBJETO DE ESTUDO: A ARQUITETURA MODERNA E O BIOCLIMATISMO</b> .....	31
2.1 O discurso Historiográfico.....	31
2.2 O discurso dos arquitetos bioclimáticos.....	37
2.3 O discurso na produção Moderna de João Pessoa.....	43
2.4 Objeto Empírico de Estudo: Três residências modernas.....	52
2.4.1 O recorte temático e temporal da pesquisa.....	52
2.4.2 A seleção dos exemplares.....	53
<b>3. CONSTRUINDO MÉTODOS E PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE</b> .....	71
3.1 Universo de Análise: João Pessoa-PB.....	71
3.1.1 Caracterização Climática de João Pessoa.....	71
3.1.2 Ano Climático de Referência de João Pessoa – PB.....	73
3.1.3 Zona de Conforto para João Pessoa – PB.....	74

3.1.4 Estratégias Bioclimáticas para João Pessoa - PB .....	74
3.2 Parâmetros bioclimáticos para a análise do edifício e seu entorno .....	75
3.2.1 Os elementos unânimes: o método utilizado por Romero .....	76
3.2.2 Utilizando e adaptando o método .....	79
3.2.3 Critérios Avaliativos: Seleção dos Parâmetros bioclimáticos a serem avaliados .....	82
3.3 As Ferramentas de Análise de Desempenho do Edifício e seu Entorno .....	83
3.3.1 A ferramenta BIM: Autodesk Revit .....	85
3.4 As Etapas de Análise .....	86
3.4.1 A Obra .....	86
3.4.2 Análise da Categoria <b>FORMA</b> .....	87
3.4.3 Análise da Categoria <b>PELE</b> .....	91
3.4.4 Análise da Categoria <b>INTERIOR</b> .....	93
3.4.5 Análise da Categoria <b>ENTORNO</b> .....	94
<b>4. ANÁLISE APLICADA ÀS OBRAS</b> .....	<b>99</b>
4.1 Obra produzida na década de 1950: Residência Cassiano Ribeiro Coutinho (1956).....	100
4.1.1 A Obra .....	100
4.1.2 Análise da Categoria Forma .....	106
4.1.3 Análise da Categoria Pele .....	119
4.1.4 Análise da Categoria Interior .....	129
4.1.5 Análise da Categoria Entorno.....	135
4.1.6 Análise dos Resultados - Residência Cassiano Ribeiro Coutinho .....	142
4.2 Obra produzida na década de 1960: Residência Otacílio Vieira Campos (1966).....	145
4.2.1 A Obra .....	145
4.2.2 Análise da Categoria Forma .....	149
4.2.3 Análise da Categoria Pele .....	159
4.2.4 Análise da Categoria Interior .....	169
4.2.5 Análise da Categoria Entorno.....	172
4.2.6 Análise dos Resultados - Residência Otacílio Vieira Campos .....	177
4.3 Obra produzida na década de 1970: Residência Edísio Souto (1978) .....	180
4.3.1 A Obra .....	180
4.3.2 Análise da Categoria Forma .....	183
4.3.3 Análise da Categoria Pele .....	192

4.3.4 Análise da Categoria Interior .....	197
4.3.5 Análise da Categoria Entorno.....	200
4.3.6 Análise dos Resultados - Residência Edísio Souto .....	204
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	208
Sugestões para trabalhos futuros.....	214
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	215
<b>APÊNDICES</b> .....	221



## INTRODUÇÃO

A presente dissertação, centra-se na análise bioclimática e ambiental em exemplares de habitações unifamiliares da arquitetura moderna de João Pessoa-PB, Brasil, as quais norteiam e conceituam o trabalho em questão. Desde sua criação na Europa, a arquitetura moderna surge na voz de críticos, historiadores de arquitetura e arquitetos como tendo, entre suas principais qualidades, a correta adequação ao meio. Em paralelo, contrariando esta linha de pesquisadores surgem os estudiosos contrários a este pensamento devido, em alguns casos, à não observância de aspectos de conforto ou mesmo a desconsideração das características do lugar como determinante do projeto, sobretudo intensificados em dois principais polos: a Europa e os EUA.

A questão da adaptabilidade da arquitetura moderna ao seu meio é abordada pela historiografia brasileira como aquela que os arquitetos teriam respeitado o contexto local durante o período de inserção dessa produção no país, ou seja, as adaptações ao clima foram realizadas respeitando tradições e incentivando soluções vernáculas.

No Brasil, os debates sobre a adaptação da arquitetura moderna às regiões tropicais iniciam-se com a visita de Le Corbusier em 1929. A partir daí, Lúcio Costa tornaria a ser o principal mediador entre a nova arquitetura e o clima tropical do Brasil.

O interesse em desenvolver uma pesquisa sobre o tema proposto teve início com o estudo das disciplinas Conforto Ambiental II e Teoria e História da Arquitetura e Urbanismo III, no Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário de João Pessoa (CAU/UNIPÊ). Essas disciplinas me permitiram o aprofundamento dos estudos sobre arquitetura moderna e o bioclimatismo.

Em Conforto Ambiental II, ainda no quarto semestre, despertou-me o interesse pela técnica e experimentos da área do conforto térmico e iniciou-se o contato com os primeiros conhecimentos sobre o mundo bioclimático no meio construído. A partir deste momento já se traçava uma linha de pesquisa a ser trabalhada no futuro. Foi no sétimo semestre que a disciplina Teoria e História da Arquitetura e Urbanismo III

definiu o objeto a que se pretendia analisar – a arquitetura moderna – As lições de aprofundamento da historiografia da arquitetura moderna e contemporânea e as discussões das teorias que fundamentavam e legitimavam a produção arquitetônica moderna internacional e brasileira realizada desde fins dos anos 1950 até os dias atuais, levaram-me a questionamentos que mais tarde se tornariam em uma problemática de pesquisa.

A aproximação entre as duas disciplinas, sempre esteve presente, principalmente quando o debate sobre a adequação climática, discutida durante as aulas, recaía sobre o modelo de construção moderna. Esta aproximação se tornou determinante para o desenvolvimento de um trabalho que estreitamente vinculava-se às questões que envolvem estas disciplinas.

Os primeiros estudos começaram no fim da graduação com o Trabalho Final de Graduação do curso de Arquitetura e urbanismo (LIMA, 2013). Foi a partir deste estudo que se verificou a necessidade de alcançar soluções quantitativas usando métodos experimentais mais precisos. O trabalho também foi importante para se delinear a presente abordagem, por mostrar que ainda há muito o que se estudar sobre o bioclimatismo na Arquitetura Moderna.

Diante do exposto, esta pesquisa discute a premissa da adaptabilidade da arquitetura moderna às condições climáticas sob o olhar da historiografia, bem como essa discussão se reflete no meio técnico dos arquitetos especialistas em conforto ambiental.

Para Serra (1989), Arquitetura Bioclimática é aquela que aperfeiçoa, no seu próprio desenho arquitetônico, suas relações com o entorno e o meio ambiente. Nos estudos mais recentes o bioclimatismo é tratado como estratégia para adequar a edificação ao lugar (ROMERO, 2000). Portanto, o projeto aqui proposto fundamenta-se nas abordagens sobre o bioclimatismo na Arquitetura Moderna, sobretudo no Nordeste, produção arquitetônica que a partir da década de 1940 difundiu uma nova<sup>1</sup> forma de projetar e construir, lançando reflexos sobre o conforto ambiental nas construções em climas tropicais, a exemplo do Brasil. Desde então, estes reflexos representaram obstáculos com os quais a Arquitetura Moderna brasileira deveria lidar.

---

<sup>1</sup> "Nova" no aspecto das inovações desenvolvidas durante o período de produção dessa arquitetura.

A pesquisa trata da investigação das estratégias bioclimáticas encontradas por pesquisadores dessa produção na cidade de João Pessoa-PB e tem seu recorte temporal estabelecido para estudo compreendido entre os anos 1950 e 1980. Trata-se de um período arquitetônico que se caracterizou, conforme Ficher e Acayaba (1982, p. 26) pela produção mais fértil e unitária da Arquitetura Moderna brasileira; Zein e Bastos (2011, p. 26) acreditam que neste momento vivenciou-se o desejo de representar uma "brasilidade" e colocar-se entre os aspectos culturais relevantes da "identidade nacional".

Atualmente, diversos autores se destacam diante dos estudos climáticos em edifícios que tratam da arquitetura bioclimática e sustentabilidade, dentre eles situam-se os trabalhos de Romero (2000; 2001), Frota e Schiffer (2003), Gonzalo (2003), Brown e Dekay (2004), Bittencourt (2004), Lamberts (2005), Higuera (2006), Corbella e Yannas (2009), Corbella e Corner (2011). Tais trabalhos enfatizam uma preocupação com o edifício e seu desempenho perante os elementos climáticos e são de extrema importância por guiar e balizar a pesquisa com conceitos teóricos. É válido também destacar os trabalhos de Mascaró (1991) e Rivero (1986), relevantes para a pesquisa.

Os estudos de Romero (2001) estabelecem princípios de desenho urbano que consideram as inter-relações meio-físico-espaço construído e contribui para a construção de espaços adequados ambientalmente. Evidenciam a questão da dimensão ambiental no espaço público e são de fundamental importância para o trabalho, por conter método de análise bioclimática para um edifício. Este tipo de procedimento metodológico foi aplicado na análise das obras modernas selecionadas para esta pesquisa.

Frota e Schiffer (2003), Gonzalo (2003), Brown e Dekay (2004), discutem sobre o conhecimento das exigências humanas de conforto térmico e do clima, associados às premissas genéricas para a concepção do projeto arquitetônico adequado ao clima local, proporcionando condições de projetar edifícios e espaços urbanos cuja resposta térmica atenda às exigências de conforto térmico.

Para entender o comportamento da arquitetura nas regiões tropicais, é de extrema importância considerar os apontamentos de Corbella e Yannas (2009), Corbella e Corner (2011), que relatam as análises feitas em edificações para determinar seus atributos de conforto. O estudo mostra como usar os conceitos naturais na

arquitetura e porque se devem empregar determinadas estratégias para que o projeto em clima tropical proporcione conforto térmico.

A sustentabilidade do espaço edificado abrange o adequado aproveitamento de elementos climáticos como a ventilação e a luminosidade natural nas edificações. Em climas quentes, o sombreamento se constitui em estratégia bioclimática relevante. Nestes casos, o projeto de protetores solares eficientes se constitui em parte importante, tanto aos aspectos ligados ao conforto ambiental, como no que se refere ao aspecto plástico das construções. A publicação de Bittencourt (2004) tem relevância nesta pesquisa por tratar das informações relativas à natureza dos raios solares e da geometria do movimento da Terra em torno do Sol e por descrever, também, o processo de construção das cartas solares e apresentar as diversas formas de utilização das mesmas.

É possível citar ainda o trabalho de Armando de Holanda (1976) "Roteiro para construir no Nordeste", que sugere importantes soluções arquitetônicas visando proporcionar desempenho climático satisfatório nas edificações localizadas em regiões de clima quente e úmido da faixa litorânea da região Nordeste do Brasil.

Em vista do exposto, a presente dissertação insere-se na crítica sobre Arquitetura Moderna e o clima brasileiro, principalmente no clima do Nordeste e no grupo de pesquisas que analisa o aproveitamento dos recursos naturais em edificações e a adequação da Arquitetura diante do clima local. Além disso, o trabalho segue a linha de estudos de Mascarello (2005) na cidade de Porto Alegre - RS, Fonseca et al. (2009) no Rio de Janeiro - RJ, Neves (2006) em Manaus -AM, Silva et al. (2007) em Recife - PE, Silveira et al. (2009) em Teresina - PI, os quais abordam a temática da Arquitetura Moderna para a realidade climática brasileira e buscam identificar o desempenho térmico ambiental e estratégias bioclimáticas em obras modernas. Esses estudos refletem sobre as contribuições da Arquitetura Moderna brasileira produzida entre as décadas de 1950 e 1980, observando de que forma foram tratadas as propostas projetuais e construtivas para a solução das condicionantes climáticas das respectivas regiões de inserção.

Deste modo, a relevância da pesquisa aqui proposta consiste em poder suprir a lacuna existente no Estado da Paraíba, Brasil e colaborar para ampliar o universo de estudo sobre o tema no Nordeste, como também em contribuir com métodos de análise bioclimática para edifícios que possibilitem em resultados confiáveis.

Sendo assim, o **principal objetivo** desta pesquisa é analisar as estratégias bioclimáticas de acordo com quatro parâmetros: FORMA, PELE, INTERIOR e ENTORNO, utilizados em três residências unifamiliares modernas, por meio da identificação, descrição de funcionamento e análise de desempenho das soluções encontradas nos três casos estudados (nas décadas de 1950, 1960 e 1970). Esta análise aborda conceitos bioclimáticos relacionados à busca de adaptação ao contexto e clima da cidade de João Pessoa; aos materiais de construção empregados; às soluções utilizadas para obtenção de conforto térmico, como a implantação e forma do edifício e dispositivos para controle da radiação solar, entre outros. Para isso foram selecionadas três residências modernas produzidas entre os anos 1950 a 1980 em João Pessoa: residência Cassiano Ribeiro Coutinho, projetada em 1956 e Otacílio Vieira Campos em 1966 pelo arquiteto Acácio Gil Borsoi, e a residência Edísio Souto, projetada em 1978 pela dupla de arquitetos Amaro Muniz de Costa e Armando Ferreira de Carvalho. O conjunto de tais residências é tomado como **objeto empírico** de estudo deste trabalho.

À seleção do objeto empírico desta pesquisa – as residências – utilizou-se três critérios principais: ter sido alvo de discussão acerca de sua adaptabilidade ou inadequação aos condicionantes ambientais locais, estar em seu estado original de construção, pelo menos graficamente, e possuir material necessário para as análises: plantas, cortes, fachadas, modelo geométrico, etc. Para isso o trabalho encontrou suporte nas pesquisas e produções realizadas no Laboratório de Pesquisa Projeto e Memória (LPPM).<sup>2</sup>

Com os **objetivos específicos**, buscou-se: **reunir** termos e conceitos encontrados na bibliografia clássica que engloba a arquitetura e suas relações com o clima e a partir disto obter um embasamento teórico que seja concreto e válido para a pesquisa; **Caracterizar** o clima de João Pessoa e identificar quais são as estratégias bioclimáticas de projeto para obtenção de conforto na cidade; **Confrontar** o discurso sobre adaptabilidade da arquitetura moderna no meio historicista e técnico do conforto ambiental refletido fora e dentro do Brasil, especialmente em João Pessoa; **Filtrar**, dentre os exemplares residenciais modernos de João Pessoa, aqueles que irão compor o objeto empírico de estudo e **Identificar** por meio da

---

<sup>2</sup> Laboratório de Pesquisa Projeto e Memória do Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Paraíba, home-page: <<http://www.lppm.com.br/>>

literatura especializada, parâmetros metodológicos de análise para o edifício e seu entorno imediato.

Não se pretende com essa pesquisa provar se a arquitetura moderna carrega, desde sua gênese, características bioclimáticas. Entretanto, os levantamentos iniciais investigados a partir da literatura permitiram chegar nas seguintes **questões**: *qual é, de fato, o desempenho bioclimático das três edificações modernas separadas para a pesquisa? Existe um bom comportamento climático nessas construções?*

O pressuposto que se faz sobre estas questões está ancorado no ponto de vista técnico do conforto ambiental: que as adaptações sofridas pela arquitetura moderna deixam a desejar, e com a conclusão deste trabalho, pressupõe-se que as obras modernas possuem baixo desempenho bioclimático.

Assim sendo, a síntese da abordagem teórica aqui exposta partiu do entendimento de algumas produções tidas como essenciais para o desenvolvimento da pesquisa proposta. A partir do entendimento gerado por elas, foi possível traçar ferramentas para a análise pretendida.

De maneira geral, este trabalho se insere no âmbito teórico da Arquitetura Moderna e suas relações com o clima, e da Arquitetura Bioclimática, sendo esta também campo experimental dos estudos de conforto ambiental. Para tanto, foram utilizados, inicialmente, três procedimentos metodológicos: A pesquisa bibliográfica, a investigação documental e a pesquisa de campo. Para desenvolvimento do estudo, a metodologia constitui-se em dois momentos de análise: A análise qualitativa e a análise quantitativa.

A **pesquisa bibliográfica** consiste no levantamento de toda a bibliografia que infere sobre os diversos aspectos do tema estudado. Todo material bibliográfico coletado foi fichado e analisado para a posterior elaboração do texto da dissertação. Para melhor organização o material foi também dividido da seguinte forma:

- A Arquitetura Moderna e o Bioclimatismo – Estes estudos deram uma visão panorâmica das principais discussões sobre a Arquitetura Moderna diante do clima nos trópicos. Foram analisados desde os primeiros estudos relevantes até os mais recentes, nos quais podem-se destacar as pesquisas realizadas no Nordeste do Brasil.

- Arquitetura Moderna e o Bioclimatismo na produção Moderna de João Pessoa – Compreende os estudos de autores que abordaram a trajetória Moderna na cidade de João Pessoa e que de alguma forma trataram sobre a suposta adequação desta arquitetura ao clima da região.
- Os estudos de Arquitetura, Conforto e Clima – Trata-se de todos os títulos que direcionaram o tema escolhido, considerando-se os conceitos teóricos gerais de arquitetura, conforto e clima e os estudos efetuados a esse respeito.
- Universo de análise: João Pessoa – Consta em estudos referentes à área da pesquisa em seus aspectos climáticos. Foram reunidas todas as informações pertinentes para elaborar uma síntese climática da cidade de João Pessoa e também levantamento de séries de dados climáticos (insolação, nebulosidade, radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa do ar e ventilação);
- As Obras em Análise: Trata de todo texto, pesquisa, levantamento e estudos referentes aos objetos empíricos de estudo;
- Parâmetros de Análise – Consiste em trabalhos experimentais da área de conforto térmico em edificações que deram suporte para os procedimentos de análise. Os métodos, procedimentos, técnicas, softwares e cálculos utilizados nos trabalhos encontrados, sendo estes positivos ou negativos, serviram de parâmetros para o estudo em questão.

A **investigação documental** consistiu na busca, em diversos arquivos, pela documentação que incidisse diretamente sobre o objeto de estudo, sejam os documentos gráficos (plantas, levantamentos arquitetônicos, elevações) e não-oficiais (Jornais, revistas, entre outros). Inicialmente, foram previstos os seguintes locais para pesquisa:

- Arquivo central da Prefeitura Municipal de João Pessoa;
- Acervo Paraibano da Biblioteca Central da UFPB;

Contudo o LPPM deu o suporte necessário como mencionado anteriormente.

No que se refere à **pesquisa de campo**, pode-se apontar que ela foi extremamente importante no intuito de analisar o cenário de entorno atual das edificações em estudo e recorrer primeiramente a levantamentos fotográficos, a fim de atualizar os dados contidos em plantas e possibilitar a análise em questão.

A **análise qualitativa** buscou parâmetros obtidos em literatura especializada e realizou-se por meio de leitura de projeto e descrição dos elementos constantes encontrados no edifício.

A **análise quantitativa**, realizada por meio de softwares computacionais, investigou o desempenho dos parâmetros FORMA e ENTORNO, em suas categorias de orientação e superfícies expostas e influência da massa edificada. O software permitiu simular os caminhos do sol por meio de carta solar e a quantidade de radiação recebida nas superfícies externas e de base das obras por meio da construção tridimensional das residências selecionadas. As ferramentas de análise escolhidas foram os programas desenvolvidos pela Autodesk: Revit versão 2015 e a ferramenta de simulação Solar Analysis.

Todas as informações obtidas a partir dos procedimentos metodológicos propostos foram cruzadas e analisadas e posteriormente foram utilizadas para a redação da dissertação. As ferramentas metodológicas deram consistência à pesquisa e após a análise pretendida, os resultados obtidos foram apontados e discutidos.

Diante do exposto, a dissertação estruturou-se, além da introdução e conclusão, em quatro capítulos:

No **Capítulo 1** são delineadas algumas considerações sobre os estudos antecedentes e a fundamentação teórica relativa à temática de arquitetura bioclimática, breve histórico sobre os estudos pertinentes ao clima e ao conforto ambiental e obtenção de parâmetros para a realização da análise por meio do referencial metodológico. É nesta parte que se desenvolveram as diretrizes necessárias para o resultado final do estudo.

No **Capítulo 2** são confrontadas as discussões dos historiadores e estudiosos do conforto ambiental acerca da temática arquitetura moderna e o clima, como também os estudos de autores sobre a arquitetura moderna de João Pessoa, apontando possíveis adequações ou relação desta produção com o clima da cidade. Este capítulo teve como principal objetivo, separar e justificar o objeto de estudo.

Com o objeto de estudo delimitado em tempo e lugar, no **Capítulo 3** fez-se necessário caracterizar a área de estudo (João Pessoa), em seus aspectos climáticos e geográficos. Também neste capítulo é apresentada a metodologia adotada nesta pesquisa, através da descrição das técnicas utilizadas para o

levantamento dos dados e demais informações, para sua posterior análise. Também são descritos e detalhados os procedimentos utilizados.

No **Capítulo 4** são apresentados os resultados referentes à definição e análise do objeto empírico de estudo, com a identificação e classificação dos respectivos desempenhos bioclimáticos. Na sequência, serão discutidos os resultados das análises e simulações.

Por fim, a última parte da pesquisa – **as considerações finais** - trata das conclusões e discussões dos objetivos do trabalho e os significados dos resultados alcançados com recomendações para trabalhos futuros.

## 1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA – CONCEITUAL

Neste capítulo buscou-se reunir termos e conceitos, encontrados na bibliografia clássica que engloba a arquitetura e suas relações com o clima, e a partir disto obter um embasamento teórico que fosse concreto e válido para essa pesquisa. O trabalho em questão, portanto, baseou-se nesses estudos e conceitos para definir os métodos de análise a serem utilizados.

### 1.1 Arquitetura e Clima: A Arquitetura Bioclimática

Trabalhar em harmonia com o que a natureza tem a oferecer e adaptar as construções ao clima que são inseridas, ou seja, corresponder características arquitetônicas à determinadas zonas climáticas é o processo lógico e fundamental de concepção da *Arquitetura Bioclimática*. Esta, que mantém em sua essência a obtenção de uma relação harmônica entre a paisagem e o edifício construído e que minimiza os impactos resultantes de uma intervenção ao meio.

Além da preocupação de adequação do edifício ao meio climático da região, a *Arquitetura Bioclimática* visa o conforto térmico, acústico e visual do usuário. Trata o envelope da construção como uma membrana reguladora entre o interior e o exterior da edificação (CORBELLA; CORNER, 2011).

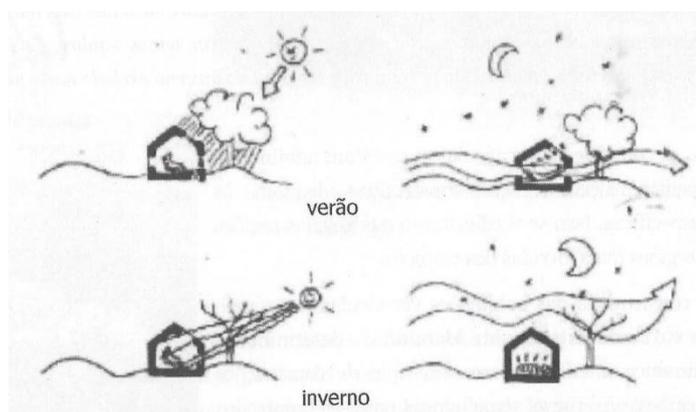
É tratando da otimização do desenho ao meio que Romero (2001), declara:

Para Serra (1989), arquitetura bioclimática é aquela que aperfeiçoa, no seu próprio desenho arquitetônico, suas relações energéticas com o entorno e o meio ambiente. Aproveita o sol no inverno e evita-o no verão, utiliza os benefícios da ventilação para combater a umidade e para extrair o ar quente, vale-se do isolamento para reduzir as trocas térmicas com o exterior, especialmente as perdas de calor em épocas frias. Nessa arquitetura, as superfícies envidraçadas orientam-se em direção ao sol de inverno e nas horas de escuridão fecham-se com proteções noturnas especiais para reduzir as perdas de calor. Em outras orientações, as fachadas e a forma do edifício buscam uma adequação maior em relação ao frio e ao vento. Ao mesmo tempo, todo o edifício faz-se mais pesado para amortecer as oscilações da temperatura interna e também adaptar-se às características do entorno, relevo, vegetação, etc., utilizando todos esses elementos sem deixar de aproveitar ao máximo as vantagens

da luz natural, da proteção do sol no verão e da visão da paisagem (ROMERO, 2001, p.25).

Portanto, o conhecimento do comportamento dos materiais a serem utilizados na construção e, sobretudo das variáveis climáticas externas (Figura 1), são critérios que devem ser levados em consideração no momento de projetar um edifício (CORBELLA; CORNER, 2011).

Figura 1: Interação da arquitetura com o clima no inverno e no verão.



Fonte: Corbella e Corner (2001, p.15).

O momento prelúdio dos estudos relacionados à arquitetura, clima e homem foi exposto em uma série de artigos nos anos 50 pelos irmãos Aladar e Victor Olgyay, que consistiam em uma interpretação sistemática do bioclimatismo aplicado ao desenho do edifício, mas que somente foi consolidado em 1963 com a expressão "projeto bioclimático" (MARAGNO, 2010, p. 138). Esta terminologia estava relacionada à arquitetura que busca satisfazer as exigências de conforto por meio de técnicas e materiais disponíveis, de acordo com as condições climáticas locais (NEVES, 2006, p.21).

Este princípio retornou ao debate<sup>3</sup> arquitetônico com maior intensidade na década de 1970, devido à crise do petróleo, quando motivou o aparecimento de novos

<sup>3</sup> Corbella e Yannas (2009) explicam este fato: com a enorme expansão das técnicas construtivas, após a Segunda Guerra Mundial e com abundância de combustível barato, a tecnologia dos engenheiros foi ultrapassando uma série de atribuições dos arquitetos. O conforto térmico e lumínico de um edifício eram agora tarefa do engenheiro térmico e electricista que deixavam de lado a preocupação com o entorno. O grande aumento do consumo de energia necessário para solucionar os problemas criados por este tipo de arquitetura não era levado em conta devido a seu custo irrisório. [...] a primeira crise de energia, produzida pelo grande aumento do preço do petróleo, em 1973, impulsionando o que foi chamado de arquitetura solar. Esta se preocupou fundamentalmente em incorporar

trabalhos que preocupavam-se com a incorporação dos fatores climáticos ao desenho para obtenção da economia de energia (ROMERO, 2000, p.14), e movimentos que se voltavam para a consciência ambiental de interação da arquitetura ao clima local. A partir disto surgia uma forma especial de projetar – a Arquitetura Bioclimática – diferentemente da arquitetura comum, por recuperar aspectos arquitetônicos esquecidos no tempo (CORBELLA; CORNER, 2011).

Percebe-se assim que a Arquitetura Bioclimática é um campo relativamente novo, enraizada no empirismo das regras de nossos antepassados – a arquitetura vernácula – que serve de exemplo com suas respostas adequadas do homem às exigências do meio ambiente, ou seja, a inexistência de tecnologias que respondessem às necessidades de esfriamento ou aquecimento e de iluminação forçaram a construção a se inserir no clima circundante, fazendo uso das técnicas naturais. É de se notar que nessa altura já se fazia Arquitetura Bioclimática.

As edificações vernáculas, sejam em qualquer clima, utilizam materiais e técnicas locais e aproveitam todos os recursos disponíveis para a criação de sua construção adequada ao meio. Exemplos deste tipo de construção (Figura 2) podem ser verificadas tanto em regiões geladas polares quanto em regiões tórridas dos trópicos (CORBELLA; CORNER, 2011).

Figura 2: À esquerda, Oca Cocamera tradicional Tangué, Peru. À direita, Oca da adeia Apolai, Parque Indígena de Tumucumaque – Pará, Brasil.



Fonte: Corbella e Corner (2011, p.17).

---

a energia solar aos edifícios para contribuir à sua calefação, poupando o consumo de energia convencional. Pouco a pouco foi renascendo uma arquitetura preocupada na sua integração com o clima local, visando à habitação centrada sobre o conforto ambiental do ser humano e sua repercussão no planeta, a Arquitetura Bioclimática (CORBELLA; YANNAS, 2009, p.19).

Deste modo, a Arquitetura Bioclimática encontra aporte na vernácula para produzir uma arquitetura inserida no clima e contexto sociocultural locais, equilibrada harmonicamente com a topografia e o seu entorno, que aproveita os materiais e recursos naturais disponíveis na região, como também é confortável termicamente, além de garantir apropriada acústica e iluminação interior reduzindo as necessidades de usos elétricos. É a arquitetura preocupada com o bem estar de seus usuários integrada às preocupações ambientais (NEVES, 2006, p. 22). *“Aquellas estructuras que, en un entorno determinado, reducen tensiones innecesarias aprovechando todos los recursos naturales que favorecen el confort humano, pueden catalogarse como ‘climáticamente equilibradas’ (OLGYAY, 1998, p.32).”*

## 1.2 O Clima: Caracterização e Definição

O estudo do clima torna-se imprescindível quando o assunto a que se trata é a Arquitetura Bioclimática, sendo o clima o ingrediente fundamental para a concepção do projeto arquitetônico, logo é importante para o entendimento dos fatores físicos que devem ser controlados no ambiente a fim de se obter resultados benéficos no objeto arquitetônico inserido em determinados sítios. É com um profundo conhecimento do clima e de seus efeitos sobre os elementos construídos, argumenta Romero (2001), que se consegue otimizar os ambientes internos de uma edificação, portanto o define como uma resultante de diversos fatores geomorfológicos e espaciais (latitude, altitude ventos, massas de terra e água, topografia, vegetação, solo, etc.) (ROMERO, 2001, p.18).

Para o entendimento do que deve ser controlado no ambiente, dos fatores e os processos que determinam as particularidades dos diferentes climas, a fim de se obter os resultados esperados durante o projeto, é preciso estudar individualmente os elementos que interferem e caracterizam o clima (a radiação solar, a temperatura, o vento e a umidade), estas variáveis climáticas devem ser dominadas antes de iniciar qualquer projeto de edificações (LAMBERTS ET AL, 1998; ROMERO, 2001).

O pioneiro nesses estudos, Olgyay (1963), pronuncia que o conjunto de todas as variáveis meteorológicas é o compêndio da climatologia e seus elementos aparecem em combinação em todo momento. Sua obra tem o objetivo geral de

estudar as sensações do conforto humano, sendo assim, discute os elementos que mais afetam este conforto – temperatura do ar, o efeito da radiação e o vento – as consequências da umidade são tratadas de forma diferenciada, sendo estas a chuva, névoa, neve, geada e pressão de vapor.

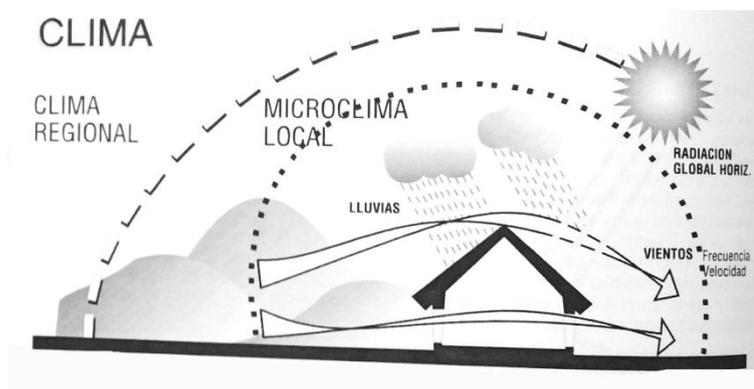
Koenigsberger *et al* (1977), definiram o clima a partir do dicionário Oxford: Clima (em grego, Klima) define o dicionário de Oxford como " região com certas condições de temperatura, aridez, vento, luz, etc. (KOENIGSBERGER ET AL, 1977, p. 20).

Rivero (1986) entende por clima a reunião de fenômenos meteorológicos que definem a atmosfera de uma determinada região, sendo os valores dos parâmetros que o determinam sempre diferentes, ou seja, não existem duas zonas com o mesmo clima.

Mascaró (1991) define o clima como a feição característica e permanente do tempo, num lugar, em meio as suas infinitas variações. Classifica estas variáveis em fatores estáticos, as quais relacionam com a posição geográfica e o relevo, e os fatores dinâmicos que são a temperatura, umidade movimento do ar e radiação. Com base ao exposto, o clima é classificado pela autora como o elemento-chave na execução de um projeto arquitetônico desde a antiguidade.

Gonzalo (2003), não muito diferente dos demais autores bioclimáticos, afirma que o clima é o resultado absoluto das alterações do tempo, para uma determinada região ao longo de muitos anos. Para o autor os principais elementos climáticos influenciadores no projeto arquitetônico são as precipitações, os ventos e a radiação conforme ilustrado na Figura 3 a seguir.

Figura 3: Principais elementos climáticos que influenciam no desenho arquitetônico.



Fonte: Gonzalo (2003, p. 112).

Seguindo os mandamentos de Olgyay, Givoni (1976), para cada região o clima é estabelecido pelo padrão das modificações e combinações de seus elementos climáticos, destacando os principais a serem considerados na idealização das edificações: a radiação solar, o comprimento de onda da radiação, temperatura do ar, umidade, ventos e precipitações.

As variáveis climáticas que mais podem interferir no desempenho térmico em ambientes edificados de um determinado clima local, são apontadas por Frota e Schiffer (2003), tais como a oscilação diária e anual da temperatura e umidade relativa, a quantidade de radiação solar incidente, o grau de nebulosidade do céu, a predominância de época e o sentido dos ventos e índices pluviométricos.

Feita toda a definição e classificação do clima e suas variáveis pode-se, a título de informação, analisar cada um dos elementos climáticos em separado, isto é, aqueles mais relevantes para caracterizar cada tipo de clima: a radiação, a temperatura, a umidade do ar e os movimentos de ar.

### 1.2.1 Os efeitos da Radiação Solar

A influência dominante nos climas é o sol (KOENIGSBERGER ET AL, 1977, p. 20), sendo este a principal fonte energética para todos os processos climáticos (GONZALO, 2003, p. 112). Quase toda essa energia é recebida pela Terra em forma de radiação. Olgyay (1998) descreve todo o processo de absorção da energia solar pela Terra:

A superfície ao nível do solo recebe uma quantidade consideravelmente menor devido a uma série de perdas que

são causadas pela luz solar atravessar a atmosfera da Terra. Parte da radiação incidente é refletida sobre a superfície das nuvens, e parte é absorvida pelos componentes atmosféricos. Uma certa quantidade está espalhada pelas moléculas na atmosfera, mas parte dela é recuperada como radiação difusa. Parte da radiação incidente sobre o chão é refletida pela superfície da terra, mas a maior parte desta energia é absorvida, transformada em calor e aumenta a temperatura do ar, do solo e dos objetos que se encontram ao seu redor. A intensidade da radiação incidente na superfície da Terra aumenta com a altura acima do nível do mar e há menos perdas para a atmosfera (OLGYAY, 1998, p. 32).

Portanto a maior influência da radiação solar é na distribuição da temperatura do globo. As quantidades de radiação variam em função da época do ano e da latitude (FROTA E SCHIFFER, 2003, p. 53-54), para melhor compreensão deste tema, ou fenômeno as autoras recomendam a apreciação do movimento aparente do Sol em relação à Terra.

Ao longo dos dias o Sol movimenta-se em torno do globo terrestre e a radiação solar varia de acordo com sua inclinação em função da hora e da época do ano, isto para um observador situado na Terra (FROTA E SCHIFFER, 2003, p.54). A energia que alcança qualquer local do planeta depende, sobretudo, da posição do Sol no céu, independentemente de sua latitude, esta posição define a altura solar em relação aos observadores na superfície da Terra (GARROCHO, 2005, p. 11).

A Terra promove uma trajetória elíptica durante seu movimento de translação em um plano inclinado de  $23^{\circ}27'$ , Lamberts *et al* (1998), afirma que as estações do ano são definidas por este movimento: a trajetória elíptica em torno do Sol diferencia o outono, a primavera, o inverno e o verão que são caracterizados pelos solstícios de verão e de inverno e pelos equinócios de primavera e de outono (Figura 4). Nos equinócios definidos pelas datas 22/03 e 23/09, os dias têm a mesma duração que as noites, o que não ocorre nos solstícios, os quais ocorrem em 22/06 e 22/12. As regiões que mais recebem a radiação solar localizam-se entre os trópicos: Câncer, no hemisfério norte e Capricórnio, no hemisfério sul (LAMBERTS ET AL, 1998, LAMBERTS, 2005; GARROCHO, 2005).

Figura 4: A trajetória elíptica da Terra em torno do Sol diferenciando as estações do ano, os equinócios e solstícios.

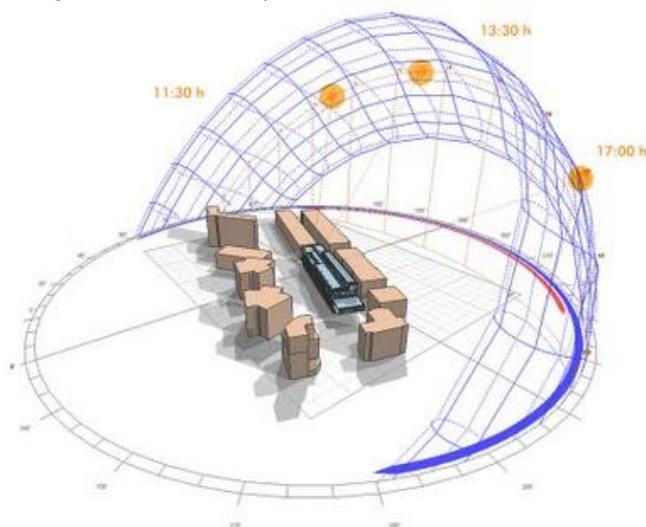


Disponível em: <http://www.alunosonline.com.br/geografia/movimento-translacao.html>

Acesso em: 16 de outubro de 2014

A posição do Sol na abóbada celeste pode ser definida por meio dos ângulos de altitude solar ( $\gamma$ ) e de azimute solar ( $\alpha$ ), estes ângulos podem variar de acordo com a hora do dia e o período do ano. A radiação solar é o comportamento mais conhecido dentre as variáveis climáticas, bastando plotar a altitude e o azimute do sol em uma carta solar para saber onde está o sol em determinado período do ano (Figura 5), isto de acordo com Szokolay (1980) e Fonseca (1983).

Figura 5: Trajetória do Sol expressa no software Autodesk Ecotect



Disponível em: <http://doyoucity.com/proyectos/entrada/2065>

Acesso em: 16 de outubro de 2014

## 1.2.2 A Temperatura do Ar

Como foi visto, o Sol ilumina desigualmente as várias superfícies da Terra, conseqüentemente a distribuição de energia solar também é desigual. Isto acontece devido aos diferentes coeficientes de absorção da radiação solar nos distintos planos de água e solo. (ROMERO, 2000). Portanto em um determinado local a temperatura do ar vai depender da quantidade de calor ganho ou perdido pela superfície da Terra e do movimento das massas de ar (CORBELLA; CORNER, 2011).

Rivero (1986) descreve que a temperatura do ar não é decorrência da ação direta dos raios solares, isso se explica porque o ar é transparente a todos os comprimentos de ondas eletromagnéticas. Todo o processo acontece indiretamente, ou seja, a radiação solar alcança o solo onde é absorvida em parte e transformada em calor. Deste modo, a temperatura do solo aumenta e, por convecção, aquece o ar.

Os valores da temperatura podem variar entre noite e dia, no decorrer das estações do ano, com a latitude, com a quantidade de céu aberto ou coberto pelas nuvens e com o vento informam Corbella e Corner (2011). Olgay (1998) expõe o assunto sobre as variações da temperatura quando apresenta:

A variação de temperatura diurna depende do estado do céu. Em dias claros, a grande quantidade de radiação solar recebida e a expansão livre da mesma originam uma ampla gama de variações térmicas, enquanto nos dias nublados a margem é inferior. Com base nas mudanças de estação, esta afirmação se mantém: no verão dias claros são mais quentes por receber uma maior radiação solar; no inverno, um dia sob as mesmas condições é geralmente mais frio que um nublado e durante o período noturno – mais amplo que o diurno – o calor produzido pela radiação escapa mais facilmente ao encontrar uma atmosfera clara (OLGAY, 1998, p. 32).

É válido ressaltar que para climas tropicais, melhor abordado no tópico 1.2.5, estas variações discutidas por Olgay apresentam-se diferentes, como por exemplo, em climas quente e úmido no verão as mudanças de valores da temperatura durante o dia e a noite são mínimas.

Outra grande influência exercida na temperatura discutida entre os autores estudados é a topografia, verifica-se que quanto maior a altura topográfica menor será a temperatura, é o que Koenigsberger et al (1977, p. 50) afirmam: “A topografia tem um influencia notável na temperatura do ar; uma diferença de 7 a 8 metros de altura pode diferenciar a temperatura do ar de 5 a 6°[...]”.

### 1.2.3 A Umidade do Ar

A umidade do ar é o resultado da evaporação natural da água, que pode estar contida nos mares, rios, lagos, e nos vegetais Lamberts *et al* (1998). Contudo a umidade relativa vai depender tanto da temperatura quanto da quantidade de vapor d'água contido no ar Koenigsberger *et al* (1977).

Deste modo, segundo Lamberts *et al* (1998), a uma certa temperatura é possível que o ar contenha uma determinada porção de água. Assim sendo, quanto maior é a temperatura do ar, menor será sua densidade. Sobre o exposto Lamberts *et al* (1998), resume ainda:

A umidade relativa tende a aumentar quando há diminuição da temperatura e a diminuir quando há aumento da temperatura. Nos locais com alta umidade, a transmissão de radiação solar é reduzida porque o vapor de água e as nuvens a absorvem e redistribuem na atmosfera, refletindo uma parte de volta ao espaço. [...] em locais úmidos, as temperaturas extremas tendem a ser atenuadas. A umidade do ar atua diretamente na capacidade da pele de evaporar o suor. Deve-se compreender que em altas umidades relativas temos mais dificuldades em evaporar o suor, aumentando a sensação de desconforto térmico. É importante ao arquiteto observar este par de informações – temperatura e umidade – e seu comportamento conjugado ao longo do ano (LAMBERTS ET AL, 1998, p. 34).

### 1.2.4 Os Movimentos de Ar

Os deslocamentos de massas de ar são decorrentes das diferenças de pressão atmosférica, produzidas essencialmente por diferenças de absorção solar, verificadas pela influência direta da temperatura do ar. Altera em frequência, em direção e em velocidade. É importante citar que sua predominância em climas tropicais é mais suave durante o período da noite do que durante o dia (ROMERO, 2000; CORBELLA E CORNER, 2011).

Os movimentos de ar podem ocorrer de forma horizontal e vertical. Quando acontece horizontalmente é originário das diferenças térmicas tanto num sentido global do planeta quanto num sentido local, das diferenças de temperaturas em terra firme. Dentre estes valores locais, que intervêm na formação do movimento do ar, pode-se destacar o relevo do solo como aquele que desvia, altera ou canaliza as massas de ar. Quando o deslocamento é vertical, este ocorre dentro da

troposfera, e o ar movimenta-se em função do perfil da temperatura que se processa, ou seja, o ar quente move-se para a faixa do equador, caminha para os polos, onde é resfriado e tende a descer (ROMERO, 2000, p. 42-43).

Rivero (1986), lembra que o domínio sobre o conhecimento das movimentações de ar permite aproveitar as vantagens e descartar seus efeitos quando estes forem desfavoráveis ao ambiente. Perante este argumento, Rivero (1986), exemplifica:

No verão, nos momentos em que a temperatura exterior é menor que a interior, a ventilação dos espaços é necessária, efetuando-se mediante elementos móveis adequados. Esta situação se apresenta durante todo o ano no trópico úmido onde as variações estacionais e diárias da temperatura do ar são pequenas[...] (RIVERO, 1986, p. 78).

### 1.2.5 Os Climas Tropicais

Durante estudo, Romero (2000), localiza três tipos de clima para as regiões tropicais: Clima quente-seco; Clima quente-úmido e Clima mais ameno dos planaltos (tropical de altitude). A Tabela 1 a seguir expõe as principais características do clima tropical, verificados nos espaços construídos das cidades e no seu entorno imediato segundo Romero (2000).

Tabela 1: Caracterização dos climas tropicais segundo estudo de Romero.

<b>QUENTE ÚMIDO</b>	<b>QUENTE SECO</b>	<b>TROPICAL DE ALTITUDE</b>
<b>Pequenas variações de temperatura durante o dia. Amplitude das variações diurnas fracas. Dias quentes e úmidos. A noite, a temperatura é mais amena e com umidade elevada.</b>	Grandes amplitudes de temperatura durante o dia. No período seco, durante o dia, as máximas alcançam valores extremos, enquanto à noite decrescem as temperaturas, alcançando valores mínimos pela madrugada.	As amplitudes diárias podem alcançar valores apreciáveis. Desconforto pela temperatura elevada do dia, minorado a noite; a temperatura pode baixar aquém dos limites de conforto.
<b>Duas estações: verão e inverno, com pequena variação de temperatura entre elas; o período das chuvas é indefinido com maiores precipitações no verão.</b>	Duas estações: uma seca e outra de chuva. No período de chuva estas não alcançam os valores de umidade característico das regiões tropicais úmidas.	Duas estações: quente-úmida, que se inicia no verão, e seca no inverno. Temperatura média entre 19° e 26° durante o dia, caindo a noite. Forte perda de radiação noturna no período seco.
<b>Radiação difusa muito intensa. O conteúdo de vapor de água das nuvens evita a radiação direta intensa.</b>	Pouca radiação difusa em virtude de umidade baixa. Radiação direta intensa.	Radiação difusa intensa no verão e menor no inverno. Radiação direta acentuada no verão, mais forte que igual latitude no nível do mar.
<b>Alto teor de umidade relativa do ar.</b>	Baixo teor de umidade relativa do ar.	Pelo teor de umidade, é considerado seco.
<b>Localização geográfica: entre os trópicos de Câncer (23°27'N) e de Capricórnio (23°27'S).</b>	Localização geográfica: entre os trópicos de Câncer (23°27'N) e de Capricórnio (23°27'S).	Localização geográfica: este clima se dá predominantemente entre 400 e 1.200m de altitude, entre 14° e 16° latitude sul.
<b>Ventos fracos, direção dominante sudeste.</b>	Massas de ar quente conduzindo partículas de pó em suspensão nos seus deslocamentos no período seco.	Ventos sudestes e leste no inverno seco e noroeste no verão chuvoso.
<b>Semelhança sensível dos dados climáticos de uma localidade para outra.</b>	Diferenças marcadas quanto aos dados climáticos de uma localidade para outra.	

Fonte: Adaptado pela autora conforme Romero (2000)

Como já mencionado, os elementos do clima devem ser controlados para que se possam obter os resultados esperados durante o projeto Romero (2000). A Tabela 2 a seguir demonstra a relação existente entre os elementos climáticos e os tipos de clima.

Tabela 2: Elementos do clima a serem controlados pelo desenho urbano

Elementos a controlar	Estações quente-úmidas	Estações quente-secas	Clima ameno dos planaltos
<b>Temperatura</b>	Reduzir a transmissão de calor (diminuir a temperatura) Procurar a perda de calor pela evaporação e pela convecção.	Reduzir a transmissão de calor devido a condução e convecção dos impactos externos.	Reduzir a produção de calor na época seca diurna.
<b>Ventos</b>	Incrementar o movimento do ar	Nas regiões sem inverno: diminuir o movimento do ar durante o dia e ventilar à noite. Nas regiões com inverno: diminuir o movimento do ar.	Incrementar o movimento do ar no período úmido e no período seco sem pó.
<b>Umidade</b>	Evitar a absorção de umidade e diminuir a pressão de vapor. Promover a evaporação.	Aumentar a umidade com a introdução de superfícies de água.	Aumentar a umidade na época seca diurna e noturna.
<b>Radiação</b>	Reduzir a absorção de radiação.	Nas regiões sem inverno: reduzir a absorção de radiação e promover sua perda. Nas regiões com inverno: reduzir as perdas de calor por radiação à noite.	Reduzir a absorção de radiação no urbano, permitindo a radiação nos edifícios principalmente nos períodos secos.
<b>Chuvas</b>	Máxima proteção nos espaços públicos.	Mínima proteção de espaços públicos.	

Fonte: Adaptado pela autora conforme Romero (2000)

### 1.2.6 Características gerais do Clima Quente e Úmido

Clima que ocorre na região próxima à linha do equador é caracterizado pela forte incidência da radiação solar, que é mais acentuada quando o céu está sem a presença de nuvens e mais difusa com o aparecimento destas. Durante o dia, na sombra, a temperatura média do ar varia entre 27 e 32 °C e à noite entre 21 e 27 °C, sendo os intervalos de variações térmicas diária e anual muito estreitos. Os ventos

movimentam-se com velocidades normalmente baixas de uma a duas direções predominantes e as precipitações variam entre 2000 mm a 5000 mm por ano. A umidade relativa do ar se mantém alta durante todo o tempo com 75%, mas também pode variar de 55% a 100% (KOENIGSBERGER et al., 1977).

### 1.3 O Conforto Ambiental

Proporcionar a satisfação plena dos usuários de uma construção, deve ser o principal objetivo de um arquiteto, e o Conforto Ambiental está ligado à este assunto por garantir a uma edificação as condições de habitabilidade necessárias. Isto significa que, o projeto de um edifício deve corresponder fisicamente e conceitualmente às necessidades e condicionantes ambientais do seu entorno natural, além dos aspectos sociais e culturais de cada região. Assim sendo, conclui-se que o Conforto Ambiental compreende nos estudos que relacionam-se com a adequação dos princípios físicos e necessidades ambientais – condições térmicas, acústicas, lumínicas e energéticas – aos projetos construtivos.

Corbella e Corner (2011), afirmam que uma pessoa sente-se confortável no interior de um ambiente quando percebe-o sem preocupação ou incômodo, isto é, sente-se neutra em relação a este lugar. Contudo para esta sensação de conforto, alguns parâmetros do seu meio ambiente devem ser levados em consideração.

Os parâmetros físicos para o bem-estar térmico, segundo Corbella e Corner (2011), relacionam-se com as sensações do corpo humano e as variações dos aspectos bioclimáticos:

A radiação solar – seja direta, refletida ou difusa, produz um efeito de aquecimento da pele (ou da roupa) atingida por ela;

A temperatura do ar – se a temperatura for muito baixa, há grande perda de calor e sente-se frio; ao contrário, se ela estiver alta, sente-se calor;

A temperatura resultante média – calculada pela média da temperatura ambiente com as temperaturas das superfícies vizinhas ao corpo (ponderadas com as áreas);

A umidade relativa – quando a umidade relativa aumenta, diminui ou inibe a perda de calor por evaporação, por isso sente-se mais calor;

O movimento do ar – produz um efeito de aquecimento ou resfriamento conforme a temperatura e a umidade relativa do ar, e facilita a renovação do ar saturado de umidade em torno da pele;

O nível geral de iluminação – quando muito elevado, pode causar ofuscamento ou, quando muito baixo, dificulta a visão, em ambos os casos impedindo a realização das tarefas desejadas;

O brilho – direto ou indireto (refletido), se excessivo, dificulta a visão por ofuscamento;

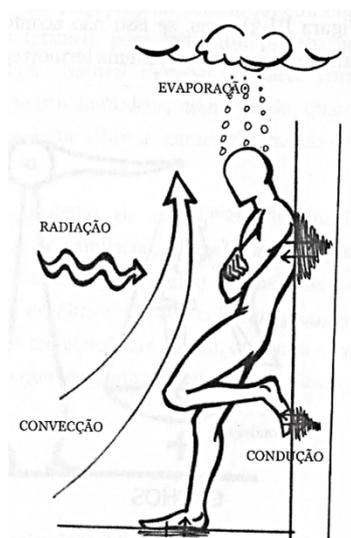
O ruído (som que incomoda) – interfere no conforto, seja ele proveniente do exterior ou do interior (CORBELLA E CORNER, 2011, p. 26).

### 1.3.1 O Conforto Térmico

A temperatura do ar, a radiação solar, o movimento do ar e a umidade, são os principais elementos que afetam de forma negativa ou positiva no conforto térmico das pessoas. Em um momento de conforto térmico, o corpo humano se mantém a uma temperatura equilibrada e constante de aproximadamente 35°C (OLGYAY, 1998; KOENIGSBERGER ET AL, 1977; CORNELLA E CORNER, 2011).

O corpo humano, por produzir continuamente calor, realiza trocas térmicas com o seu meio, ou seja, ganha ou perde calor do ambiente a seu redor. Estas trocas podem ser realizadas por convecção, radiação, evaporação e em menor quantidade por condução, como ilustra a Figura 6 (KOENIGSBERGER ET AL, 1977). Caso a pessoa receba mais calor do que perca, se afastará da sensação de conforto, pois a temperatura da pele subiu. Se perder mais calor que ganhar, sentirá frio, pois a temperatura da pele estará baixa (CORNELLA E CORNER, 2011).

Figura 6: Trocas térmicas que o homem realiza com o meio que o cerca.



Fonte: Corbella e Corner (2011, p. 27).

A transferência térmica ocorrida por convecção acontece por meio de um fluido, que no espaço arquitetônico é o ar. As perdas de calor por convecção aumentam de acordo com o movimento do ar, caso este se encontre mais rápido, com a temperatura do ar, se esta permanece baixa e com a temperatura da pele mais elevada (KOENIGSBERGER ET AL, 1977; CORNELLA E CORNER, 2011).

A perda de calor por radiação depende da temperatura da superfície do corpo humano e da temperatura das superfícies opostas a ele. Então, para que ocorra a radiação, as superfícies precisam ter as suas temperaturas diferentes. A troca de energia térmica é realizada em forma de ondas eletromagnéticas (KOENIGSBERGER ET AL, 1977; CORNELLA E CORNER, 2011).

A troca térmica proveniente da evaporação ocorre quando o suor do corpo humano passa do estado líquido para o gasoso ou vapor de água no ar, que por sua vez, depende da umidade do ar (KOENIGSBERGER ET AL, 1977; CORNELLA E CORNER, 2011).

A condução acontece por meio da transferência térmica entre superfícies que se encontram em contato direto, como por exemplo o corpo humano e uma parede, ocorrerá, tão-somente, se estas apresentarem temperaturas diferentes (KOENIGSBERGER ET AL, 1977; CORNELLA E CORNER, 2011).

Em resumo ao exposto, Lamberts *et al* (1998), apresentam o conceito de conforto térmico de acordo com a American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers - ASHRAE:

É um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa. Se o balanço de todas as trocas de calor a que está submetido o corpo for nulo e a temperatura da pele e suor estiverem dentro de certos limites, pode-se dizer que o ser humano sente conforto térmico (LAMBERTS *et al*, 1998, p. 41).

Vale lembrar que, os parâmetros explicados até aqui, isto é, as sensações de conforto ou desconforto do usuário na edificação, não serão avaliados neste estudo, visto que o foco do trabalho direciona-se, unicamente, ao desempenho térmico do edifício (neste caso, a arquitetura moderna) e não ao seu usuário. As definições foram expostas a título de informação.

É possível ainda mencionar que, diversos métodos de avaliação do desempenho térmico das pessoas foram desenvolvidos por pesquisadores bioclimáticos, podendo-se citar o método usado por Olgyay (1998) - a carta psicométrica - que limitadamente, funciona de guia para estimar os efeitos presumíveis nas diferentes condições ambientais de um cômodo interior (MASCARÓ, 1991, p.16).

### 1.3.2 Clima Quente e Úmido e Conforto Térmico

Em sensação pegajosa e a constante presença da umidade que impede a evaporação do suor, são características definidas do clima quente e úmido, sendo

estes fatores primordiais que causam o desconforto térmico, isto porque a umidade se mantém elevada durante todo o ano e a sensação de calor é sempre alta (KOENIGSBERGER ET AL, 1977). Os autores também destacam que a temperatura nesse clima permanece moderadamente elevada, entre 21 e 32°C, com pequenas variações entre o dia e a noite.

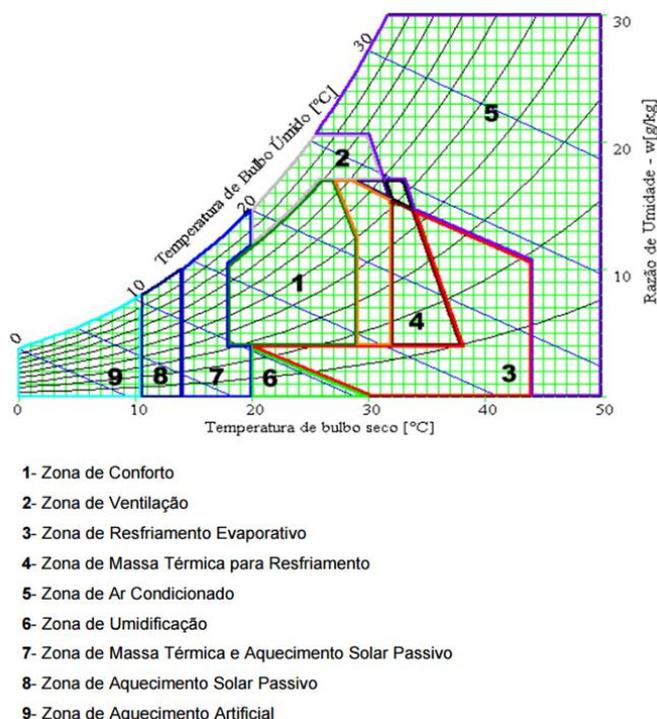
Deste modo, eliminar as sensações de calor e o suor são estratégias para proporcionar o conforto térmico aos usuários nesse tipo de clima. Neste caso, a atuação dos ventos é extremamente adequada, já que acelera a evaporação do suor e promove as trocas de calor por convecção, reduzindo então o desconforto causado pelo de calor. Como afirmam Bittencout *et al* (2003) para se alcançar conforto térmico por vias passivas em climas quente e úmidos, a ventilação natural é a estratégia bioclimática mais eficiente.

Baseado em temperaturas internas do edifício e na aclimação das pessoas em climas quente e úmidos, Givoni (1992), corrigiu e adaptou a carta bioclimática desenvolvida por Olgyay, a qual era aplicada usando dados do clima externo. A metodologia adotava maiores limites de velocidade do ar para temperaturas elevadas, coesos com a realidade de países de climas quentes. A partir do exposto, Goulart *et al.* (1994), revisaram estudos voltados para a bioclimatologia aplicada à arquitetura com intuito de selecionar uma metodologia bioclimática que fosse adotada para o Brasil. Após a avaliação concluíram que o trabalho de Givoni, realizado em 1992, é o mais adequado às condições climáticas brasileiras (GOULART *et al.*, 1994; LAMBERTS *et al.*, 1998).

Nas condições delimitadas pela zona de conforto da carta de Givoni, identificou-se que para o clima quente-úmido as temperaturas devem estar entre 18°C e 29°C, e em limites de umidade relativa máxima de 19g/kg percebeu-se que o corpo humano encontra-se confortável entre 20 e 80%. Na zona de ventilação aplicou-se a temperatura exterior até o limite de 32°C e a linha de umidade relativa foi estendida até 100%, para o ar interior, Givoni sugeriu uma velocidade máxima do vento de 2,00 m/s (GOULART *et al.*, 1994; LAMBERTS *et al.*, 1998).

Diante o exposto, é possível traçar critérios de conforto térmico para o interior de um edifício situado em região de clima quente e úmido, em suas quantidades máximos e mínimas conforme a carta bioclimática de Givoni (1992) ilustrada na Figura 7 a seguir e a análise de Goulart *et al.* (1994).

Figura 7: Carta Bioclimática adotada para o Brasil.



Fonte: Goulart et al (1998).

Contudo, as informações extraídas da carta de Givoni, segundo Lamberts et al. (1998), não são suficientes para a aplicação de estratégias bioclimáticas em construções de localidades específicas, por ter uma visão panorâmica sobre o clima brasileiro. Para isso a análise do local desejado deve ser realizada a partir dos dados climáticos disponíveis. Isto aplica-se à cidade de João Pessoa, contexto onde a pesquisa em questão se insere. As informações necessárias a este tema encontram-se no tópico 1.6 deste trabalho, as quais são amplamente discutidas.

## 1.4 O Comportamento Térmico da Construção

O desempenho térmico de uma edificação também pode ser afetado pelos fatores dinâmicos do clima, sejam eles, a temperatura, os movimentos de ar, a radiação e a umidade, de acordo com Mascaró (1991).

O Sol, importante fonte de calor, incide sobre o edifício representando sempre um certo ganho de calor, que será função da intensidade da radiação incidente e das características térmicas dos paramentos do edifício (FROTA e SCHIFFER, 2003, p. 41). Portanto, a construção e seus elementos, quando expostos aos raios solares, estes podendo ser diretos ou difusos, recebem alta temperatura de radiação. Segundo as

autoras, os elementos da edificação classificam-se como opacos, transparentes ou translúcidos, os quais vão se comportar termicamente em função de suas propriedades térmicas como afirmam Lamberts et al. (2014).

A radiação transmitida para o interior de uma edificação é a principal responsável pelos ganhos térmicos em ambientes e, caso os ganhos sejam altos, atua diretamente no desconforto causado pelo calor.

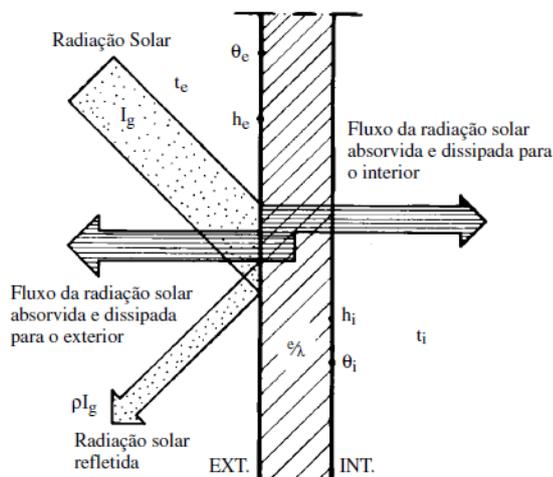
#### 1.4.1 Trocas de Calor através de Paredes Opacas

Em uma parede opaca exposta à radiação solar, a transmissão de calor para o ambiente interno da construção vai acontecer quando as temperaturas de suas superfícies externas e internas são diferentes. O calor sempre vai seguir o sentido do fluxo da superfície mais quente para a superfície mais fria o que ocorre, em climas tropicais, mais frequentemente no período do verão (FROTA e SCHIFFER, 2003; LAMBERTS et al., 2014).

Lamberts et al. (2014) afirmam que a inércia térmica é outra característica importante dos fechamentos opacos, por conseguirem conduzir o calor para o outro extremo, isso quando existe diferença de temperatura. Portanto, quanto maior a inércia térmica, maior o calor absorvido, que também pode ser dissipado para o interior da construção. Os mecanismos de troca podem ser observados na Figura 8 a seguir.

Por isso é de extrema importância dar atenção especial à fechamentos opacos voltados para o Oeste, pois a radiação solar direta exposta nestas superfícies atuam nos períodos mais críticos de temperatura do ar e o fluxo de calor transmitido do lado externo para o interno da construção também é mais intenso.

Figura 8: Trocas de calor através de paredes opacas.



Fonte: Frota e Schiffer (2003, p. 42).

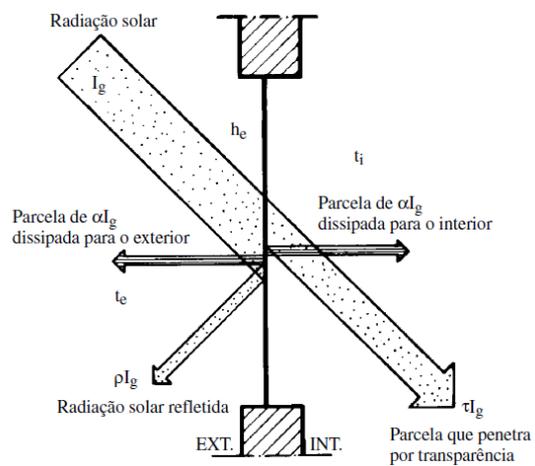
#### 1.4.2 Trocas de Calor através dos Fechamentos Transparentes ou Translúcidas

Não diferente da parede opaca, os fechamentos transparentes ou translúcidos, quando expostos à radiação, vão transmitir calor de um ambiente a outro se sujeitos a uma determinada diferença de temperatura entre os ambientes por eles separados. São responsáveis pelas principais trocas térmicas em uma construção, sendo elas a condução, convecção e radiação (FROTA e SCHIFFER, 2003; LAMBERTS et al., 2014).

Quando acontece as trocas térmicas por condução ou convecção o comportamento ocorre da mesma forma que nos fechamentos opacos, descritos anteriormente, entretanto a única diferença é que nos transparentes ou translúcidos existe a possibilidade de controlar as trocas de calor abrindo-os ou fechando-os, conforme explicam Lamberts et al (2014).

Na radiação o calor é transmitido diretamente para o interior, processo inexistente nos fechamentos opacos, e o principal problema nos períodos quentes é controlar as parcelas de radiação solar que são transmitidas diretamente e absorvidas, como também reemitida para o interior. Estes mecanismos de trocas podem ser observados na Figura 9.

Figura 9: Trocas de calor através de fechamentos transparentes ou translúcidos.



Fonte: Frota e Schiffer (2003, p. 43).

## 2. ADENTRANDO NO OBJETO DE ESTUDO: A ARQUITETURA MODERNA E O BIOCLIMATISMO

**E**ste capítulo discute a gênese e a difusão da adaptabilidade da Arquitetura Moderna às condições locais no Brasil e na cidade de João Pessoa, por meio de escritos de historiadores e arquitetos. Mostra como esse discurso também foi absorvido e difundido na voz de pesquisadores do conforto ambiental, bem como a forma como essa noção se reflete na produção e no discurso de alguns arquitetos nacionais. Os estudos e considerações achados na literatura pesquisada definiram e delimitaram o objeto de estudo que será avaliado neste trabalho.

### 2.1 O discurso Historiográfico

A arquitetura moderna apresenta-se nas décadas 1920 e 1930 como aquela que deu origem a princípios que hoje são conhecidos como ecológicos e sustentáveis (PORTEOUS 2002 apud SOBREIRA 2009). Esta relação com o meio ambiente apontada pelo autor é propagada, principalmente, na adaptabilidade desta arquitetura em diferentes contextos locais, foi o que caracterizou a obra de Frank Lloyd Wright, Alvar Aalto, e Le Corbusier, além da Arquitetura Moderna Brasileira (SOBREIRA, 2009, p. 6).

A historiografia que aborda Arquitetura Moderna brasileira afirma a ocorrência de uma adequação dos princípios da arquitetura moderna com origem europeia às características climáticas e tecnológicas do país, podendo ser lido na produção internacional de Goodwin (1943) e Mindlin (1999), dos autores Ficher e Acayaba (1982), Segawa (1999), Bruand (2000), Tinem (2002), dentre outros. Essa nova arquitetura<sup>4</sup> encontrou soluções incorporadas aos conceitos bioclimáticos da arquitetura colonial e vernacular que foram utilizadas para proteger o interior das condições climáticas externas<sup>5</sup>, sendo a grande contribuição atribuída às

---

<sup>4</sup> Termo utilizado por Bruand (2000), quando se referiu à arquitetura moderna que surgia no Brasil.

<sup>5</sup> SILVA, Paula Maciel; LUNA, Romena; LUCENA, Alex. Metodologia para análise do desempenho térmico de edificações residenciais verticais em regiões de clima quente-úmido. Exemplos da arquitetura moderna de Pernambuco. In: MOREIRA, Fernando Diniz

inovações destinadas a evitar o calor e os reflexos luminosos em superfícies de vidro, por meio de quebra-luzes externos, isso de acordo com Goodwin (1943, p. 84 - 85) que também destaca a arquitetura produzida no Brasil naquele momento, como a que tinha descoberto seus próprios recursos de controle climático e lumínico. Para Tinem (2002, p. 81), as soluções incorporadas pelos arquitetos caracterizam-se não somente como recursos técnicos que buscam o conforto ambiental, mas também de uma possibilidade estética conseguida em decorrência do tema climático.

Seguindo essa mesma linha historiográfica, contudo inserida no contexto nordestino, foi indispensável abdicar parte do repertório racionalista europeu e acomodar a Arquitetura Moderna às características socioculturais e climáticas da região no Nordeste (Ficher e Acayaba, 1982). Essas adequações foram importantes no amadurecimento da arquitetura local onde o processo de difusão do modernismo deveu-se a brasileiros migrantes e estrangeiros imigrantes que adaptaram os princípios modernos usados no Sudeste do país e na Europa às condições climáticas e construtivas da região<sup>6</sup>, chegando a produzir um desenvolvimento autônomo às linguagens paulista e carioca (BRUAND, 2000).

Partindo do princípio, o tema da adaptabilidade da arquitetura moderna ao meio brasileiro começa a ser discutido ao longo do século XX e apresenta-se de forma repetitiva entre historiadores de arquitetura e arquitetos, como favorável e adequada ao contexto climático e ambiental do Brasil, sendo estas de acordo com estes profissionais, as principais características daquela produção (CORREIA, 2009). Ganha representatividade por ter um modo particular de traduzir o ideal moderno internacional diante dos condicionantes locais (MELO, 2004), e consegue reinterpretar o legado paradigmático modernista da Europa com reflexos do contexto no qual foi inserida (CAVALCANTI, 2001).

Em 1929 o arquiteto Le Corbusier visitou o país e iniciou palestras sobre a "nova arquitetura brasileira", o que ocasionou na abertura de debates a respeito da adaptação do modernismo arquitetônico às regiões tropicais (CARMO, 2005). A

---

(Org.). *Arquitetura moderna no Norte e Nordeste do Brasil: universalidade e diversidade*. 1º ed. Recife-PE: FASA, 2007, v. p. 279 -289.

<sup>6</sup> MOREIRA, Fernando Diniz. *Arquitetura moderna no norte e nordeste: uma estratégia de reconciliação*. In: MOREIRA, Fernando Diniz (Org.). *Arquitetura moderna no Norte e Nordeste do Brasil: universalidade e diversidade*. 1º ed. Recife-PE: FASA, 2007, v. p. 7 -12.

partir de então, estudiosos de diversas áreas<sup>7</sup> passaram a se preocupar e questionar sobre esta adequação (CORREIA, 2005).

O novo modo de pensar e fazer arquitetura introduzida nas primeiras décadas do século XX pronunciada de acordo com os cinco pontos principais de Le Corbusier trouxe consigo um desafio: repensar como a arquitetura lidaria com as consequências das novas atitudes projetuais para o conforto ambiental (BRUAND, 2000).

A modernidade arquitetônica adequada ao meio penetra profundamente no discurso dos arquitetos brasileiros a partir da década de 1930, criando um cenário de atributos mais valorizados por esta classe e pela crítica de arquitetura. Aparece então, uma estratégia discursiva importante nos debates entre os adeptos da arquitetura moderna (CORREIA, 2009). Correia (2009) resume ainda:

Paulatinamente, entretanto, o argumento da adaptabilidade da arquitetura ao meio foi recebendo ênfase no debate modernista. Entre nós, mais que a beleza das formas e o diálogo com a paisagem, a arquitetura se legitimou pela busca de soluções originais de expressão das condições locais, sejam elas climáticas, sejam socioeconômicas (CORREIA, 2009, p. 147).

O autor americano Philip Goodwin (1943, p. 102-103) sintetiza este momento de adequação da Arquitetura Moderna brasileira com três pontos fundamentais existentes nesta produção:

Primeiro, traz o caráter do próprio país e dos artistas que a lançaram; em segundo lugar, se ajusta ao clima e aos materiais de que dispõem. Em particular, a proteção contra o calor e aos reflexos da luz forte foi corajosamente encarada e brilhantemente resolvida. E, em terceiro lugar, tudo isso acarretou à evolução completa do movimento alguns passos no sentido das ideias lançadas tanto na Europa como na América, antes da Guerra de 1914" (GOODWIN, 1943, p. 102-103).

---

<sup>7</sup> Nesta mesma época no Rio de Janeiro, o médico pernambucano, Aluízio Bezerra Coutinho, apresentou como tema em sua tese de doutorado, "O problema da habitação higiênica nos países quentes em face da 'arquitetura viva'", uma proposta para uma arquitetura nos trópicos, inspirando-se nas teorias de Le Corbusier ao defender o conforto ambiental e a funcionalidade como elementos primordiais para a nova arquitetura (GOMES, 1988; LIMA, 2002).

Surge então, no período de 40 e 50 um número significativo de obras modernas no Brasil, adaptadas às condições climáticas do local e com inovadores e avançados desenhos que surpreenderam o próprio Le Corbusier (HARRIS, 2002).

O cenário nacional da Arquitetura Moderna consolida-se nos anos 1950, sendo adotada como linguagem projetual por arquitetos que se espalharam pelo Brasil. O arquiteto Henrique Mindlin escreveu em 1956 sobre uma chamada "arquitetura do sol". Ele definia a produção moderna brasileira daquela época, dizendo:

“O roteiro da nova arquitetura no Brasil já se acha traçado. Como nos outros países, onde o trabalho dos bons arquitetos, evoluindo do estrito funcionalismo de vinte anos atrás, se caracteriza hoje por um regionalismo sadio, assim também entre nós os arquitetos emancipados estão criando uma nova visão, uma nova linguagem arquitetural. Não se trata de um estreito nacionalismo, e sim, de uma adaptação profunda à terra e ao meio [...] os novos arquitetos do Brasil estão criando a arquitetura do sol [...] (MINDLIN, 1999, p. 172).

Mindlin continuou em seu texto, explicando que classificou esta produção como do sol, porque foi no estudo do fato primário da luz no controle da insolação - ou o uso inovador do “brise soleil”<sup>8</sup> que se assentaram as primeiras realizações concretas da nossa arquitetura.

Diante deste contexto, os princípios da arquitetura bioclimática e de adequação ao clima do local foram um diferencial no desenvolvimento da Arquitetura Moderna no Brasil. Além dos cinco pontos principais do estilo internacional, preconizados por Le Corbusier, os arquitetos brasileiros procuraram incorporar também outros elementos, como os cobogós, as marquises, as varandas, as venezianas e treliças de madeira, visando a correta adequação ao clima tropical Silveira et al. (2009),

Sob este aspecto os autores Cavalcanti & Lago argumentam:

A incorporação de elementos de proteção ao sol, ou de soluções arquitetônicas que favorecem a circulação de ar para amenizar o calor, legitimam o modernismo nos trópicos. Os brise-soleil, versões modernas dos muxarabis, e as largas varandas, vão dar às obras modernas nos países de clima quente características diferenciadas das obras do modernismo heróico na Europa. Como o Brasil foi um dos primeiros a adotar

---

<sup>8</sup> Em sua forma moderna, foi inicialmente proposto por Le Corbusier, mas utilizado pela primeira vez no projeto do Ministério da Educação e Saúde Pública, projeto comissionado pelo governo, tendo Lúcio Costa como coordenador da equipe e que contava com Oscar Niemeyer, entre outros (COSTA, 2009).

a arquitetura moderna, esses componentes são freqüentemente identificados como “brasileiros”. Apesar da ampla utilização do ar condicionado, a partir dos anos 1960, eles continuam a ser utilizados para o controle da luz, e em projetos mais atentos a questões ecológicas (CAVALCANTI & LAGO, 2005, p. 80 – 81).

Diante deste contexto, Lúcio Costa aparece como o principal protagonista e ideólogo entre a nova arquitetura e o clima tropical do Brasil, o responsável pelo casamento dialético entre o velho e o novo, o qual lança o alicerce do discurso da adaptação da arquitetura ao meio, como uma possibilidade que a arquitetura moderna brasileira, mais que qualquer outra, poderia realizar. A noção de ajustes ao meio inspiraria outros projetos modernistas desde então. (BRUAND, 2000; CORREIA, 2005; CAVALCANTI; LAGO, 2005).

Sobre a influência de Lúcio Costa na produção de outros arquitetos Correia (2005), discute:

Enquanto alguns arquitetos simpatizantes do “estilo internacional” – como Rino Levi e Warchavichik - adotam um discurso justificativo baseado nas idéias de praticidade, economia e comodidade, Lucio Costa procura focar a arquitetura moderna sob um viés particular, situando-a como expressão de adaptação ao meio. Tal discurso não só haveria de se tornar hegemônico, como provavelmente teve influências na própria produção de arquitetura. Seja como preocupação genuína ou como forma de legitimar a ação projetual, julgamos que esta noção teve impactos profundos na prática de alguns dos mais reconhecidos arquitetos modernistas nacionais. Ao longo do século XX, o discurso da adaptação ao meio nunca perdeu sua força como norteador e legitimador de opções projetuais (CORREIA, 2005, p. 11-12).

Com essa hipótese, a autora constrói um resumo de exemplos simbólicos que buscaram soluções inovadoras de adequação ao clima, sendo facilmente reconhecíveis nas obras arquitetônicas que se alinham a essas ideias, como os projetos de Serra do Navio e Vila Amazonas, realizados a partir de 1955 pelo escritório do arquiteto Oswaldo Bratke; a experiência conduzida pela equipe chefiada por Acácio Gil Borsoi em Cajueiro Seco, no início da década de 1960, em Pernambuco; a magnífica obra de Armando Holanda em Pernambuco e de Severiano Porto no Amazonas; na obra dos arquitetos do grupo chamado Arquitetura Nova - Sérgio Ferro, Flávio Império e Rodrigo Lefèvre.

O modernismo recifense foi o grande influente da arquitetura moderna encontrada no Estado da Paraíba, principalmente na cidade de João Pessoa, que recebeu profissionais de Recife, os quais começam a atuar na capital no início dos anos

1950. Amorim (2001) classifica a arquitetura moderna produzida em Recife como aquela que formulou paradigmas e dentre eles, o que interessa a esta discussão, é o paradigma ambiental citado pelo autor. Amorim (2001), portanto, destaca que a necessidade de adequar a arquitetura moderna às peculiaridades do clima quente e úmido estava presente desde os anos 30 em obras de muitos arquitetos, que faziam uso em conjunto do limitado conhecimento técnico-científico com o experimentalismo, incentivado pela avaliação intuitiva nas propostas arquitetônicas realizadas.

Este experimentalismo e inventividade foram verificados por Amorim (2001) na produção moderna de Recife da seguinte forma:

- A sobreposição de telha canal sobre a laje em concreto armado, tinha o objetivo de diminuir os efeitos da insolação, infiltrações, etc. Esta técnica foi tão conveniente que se tornou usual assim como a alvenaria de tijolos;
- A laje dupla como solução de isolamento térmico de construções;
- Os painéis cerâmicos como revestimento das superfícies opacas continuando a tradição oitocentista;
- Os diferentes tipos de aberturas com sistemas fixos e móveis a exemplo do brise-soleil, peitoril ventilado e dos elementos vazados, sendo estes utilizados em fachadas menos ventiladas com intuito de permitir a saída do ar e em fachadas voltadas para o poente controlando a incidência direta solar.

O paradigma ambiental discutido acima, pode ser observado no acervo de soluções arquitetônicas encontradas na cidade de João Pessoa. Este tema é melhor debatido no tópico 2.3 deste estudo.

De fato, se percebeu entre os historiadores, de maneira suscita ou mais abrangente, que houve uma preocupação, por parte dos arquitetos atuantes nas primeiras décadas do século XX, em ajustar os preceitos modernos ao meio cultural e realidade climática brasileira e, a partir disto, é também apresentada como o berço de muitos dos princípios arquitetônicos hoje difundidos como ecológicos, verdes ou sustentáveis.

## 2.2 O discurso dos arquitetos bioclimáticos

É com a internacionalização da arquitetura moderna, o conhecido “*international style*”<sup>9</sup>, que surgem questionamentos referentes à adequação dessa produção às condições ambientais de cada lugar onde seria inserida. Logicamente que esta foi uma reação dos pesquisadores do conforto ambiental, os quais abordavam experiências relacionadas ao bioclimatismo na arquitetura. Um discurso contraditório ao que já foi exposto anteriormente. Defendiam o posicionamento arquitetônico quanto às adequações climáticas particulares de cada sítio e afirmavam que as construções deveriam aproveitar as vantagens e evitar as desvantagens do clima de acordo com os recursos locais. Era a formação da ideia de uma arquitetura regionalista que tem o trabalho de Victor Olgyay: “*Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism*” (1963), como um dos primeiros estudos. Abordavam, além disso, a relação homem-meio ambiente, cabendo destacar também os trabalhos clássicos de Fanger<sup>10</sup> e Givoni<sup>11</sup>, nos quais destacam uma preocupação com a edificação e seu desempenho perante aos elementos climáticos. Tais estudos, segundo Romero (2000), tiveram início após a Segunda Guerra Mundial e contribuíram para inúmeros trabalhos posteriores, como os de Koenigsberger et al (1977), Izard e Guyot (1978), Mazria (1980), Serra (1999), dentre outros.

Sobre o Estilo Internacional Lamberts et al (1998), conclui:

[...] revolucionando por completo os conceitos da arquitetura. Le Corbusier lançou ideias como o esqueleto estrutural, o terraço-jardim, a planta livre, os pilotis e o MODULOR, que relacionava as proporções entre o homem e o espaço arquitetônico projetado. Poucos profissionais possuíam as habilidades de Le Corbusier, e se traíram quando limitaram a arquitetura funcionalista a um mero jogo de motivos em fachadas ou a uma luta pela conquista de vãos cada vez maiores em concreto armado. Paralelamente, os avanços de áreas particulares do processo de construção da arquitetura

---

<sup>9</sup> O *International Style* foi um movimento que se desenvolveu pela dispersão das ideias dos arquitetos modernos, considerados importantes de sua classe, como Walter Gropius, Mies van der Rohe, Frank Lloyd Wright e Le Corbusier. As características de volume, regularidade em oposição à simetria, elegância dos materiais, perfeição técnica e proporções equalizadas em contraponto à ornamentação estavam presentes na arquitetura de todos estes arquitetos e representavam a forma de reconhecimento da arquitetura moderna (COSTA, 2009, p.82).

<sup>10</sup> FANGER, P. O. Thermal comfort. New York: McGraw-Hill Book Co. 1972.

<sup>11</sup> GIVONI, Baruch. Man, climate and architecture. Londres: Applied Science Publisher, 1976.

(entre elas o conforto ambiental) não eram mais assimilados pelos arquitetos. Mies Van der Rohe, com suas cortinas de vidro, criou um verdadeiro ícone de edifícios de escritórios. Seu formalismo clean foi seguido por várias gerações de profissionais que internacionalizaram o que era distinto para algumas economias. O conseqüente edifício "estufa" foi então exportado como símbolo de poder, assim como sistemas sofisticados de ar condicionado e megaestruturas de aço e concreto, sem sofrer readaptações às características culturais e climáticas do local de destino. A arquitetura estava se prostituindo... (LAMBERTS et al., 1998, p.17-18).

Nesta ocasião, Olgyay (1963) alerta quanto a ideia de uma revolução global da arquitetura e abre um parêntese relacionando o que se produzia nos Estados Unidos naquela época. O autor afirma que mesmo com variedades climáticas no país as habitações produzidas tinham pouca ou nenhuma relevância para o seu efeito sobre o conforto humano. Sem nenhum caráter regional, eram modelos implantados por uma classe de profissionais migrante.

Com os avanços tecnológicos foi possível inserir a arquitetura moderna em qualquer local, sem a necessidade de considerar os condicionantes ambientais de cada sítio. A partir das maiores e baratas disponibilidades energéticas, os edifícios passaram a ser acondicionados artificialmente. É diante deste contexto que Mascaró(1983) debate o seguinte:

Liberada a envolvente do edifício de sua função de controle do clima (assumida agora pelos aquecedores), as janelas se multiplicam adotando formas e tamanhos diversos. Isto acontecerá lenta e seguramente com a edificação em geral a moderna arquitetura está amplamente relacionada com espaços climatizados com energia operante (MASCARÓ, 1983, p.14).

Ainda conforme a autora supracitada, antes mesmo de ocorrer a crise do petróleo<sup>12</sup>, já existiam arquitetos que procuravam adotar uma nova linguagem que recuperasse a preocupação com o clima, sendo estes, Rino Levi e Afonso Reidy, alguns exemplos no âmbito nacional e a nível internacional, Le Corbusier, com o seu

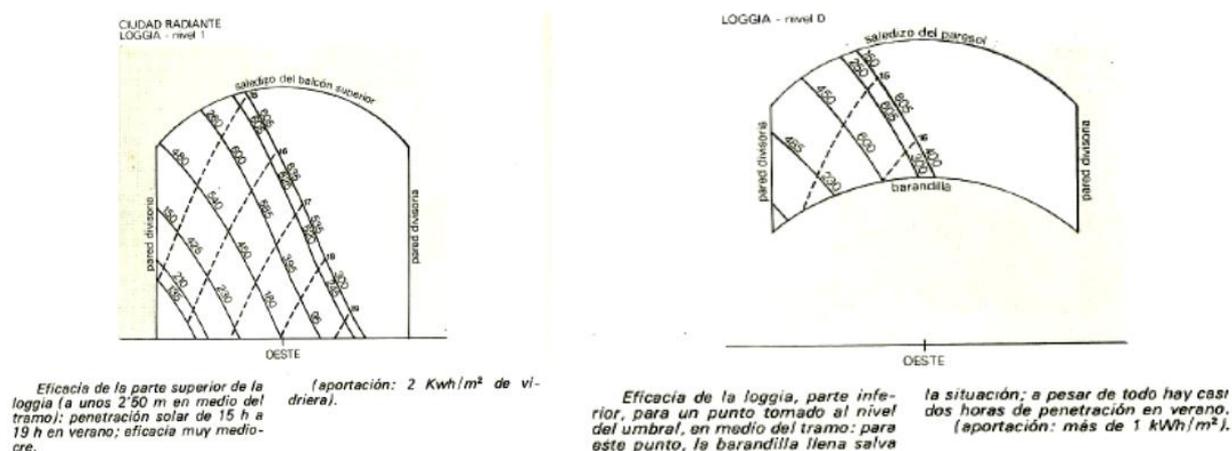
---

<sup>12</sup> Com a crise de petróleo em 1973, nos países mais desenvolvidos (e mais antigos), surgiram movimentos que voltavam seu olhar para a interação entre a arquitetura e os climas locais e, posteriormente, pela consciência da devastação ecológica e ambiental. Assim desenvolveu-se uma forma especial de projetar – a arquitetura bioclimática – que, na realidade, se diferencia da "arquitetura comum" pela recuperação de parâmetros arquitetônicos que haviam sido esquecidos no tempo (CIRBELLA & CORNER, 2011, p.20).

invento de quebra-sol<sup>13</sup>, este redescobre o clima como uma das determinantes de projeto (MASCARÓ, 1983).

Izard e Guyot (1978), tratam a arquitetura moderna como “nuevos modelos” que, climaticamente adaptados não poderiam ser transportados a outros climas, assim afirmam que construir com o clima é a essência do bioclimatismo. É tratando-se de proteção solar que apresentam experimentos sobre a eficiência de “parasol” e “loggias” em dois edifícios modernos projetados por Le Corbusier – Convento de la Tourette e la Cité Radieuse de Marseille. Em estudos nessas obras, os autores descobriram a ineficiência dos protetores, como mostra, por exemplo a Figura 10, tanto no inverno como no verão e descrevem os resultados afirmando que a penetração solar, que é para ser controlada no verão, não acontece nas horas cruciais, enquanto que no inverno, período em que esta insolação é bem vinda, é ocultada totalmente o que faz da proteção insignificante (IZARD & GUYOT, 1978, p. 164 -167).

Figura 10: Verificação da eficiência da loggia em la Cité Radieuse de Marseille



Fonte: Izard e Guyot (1978, p. 166)

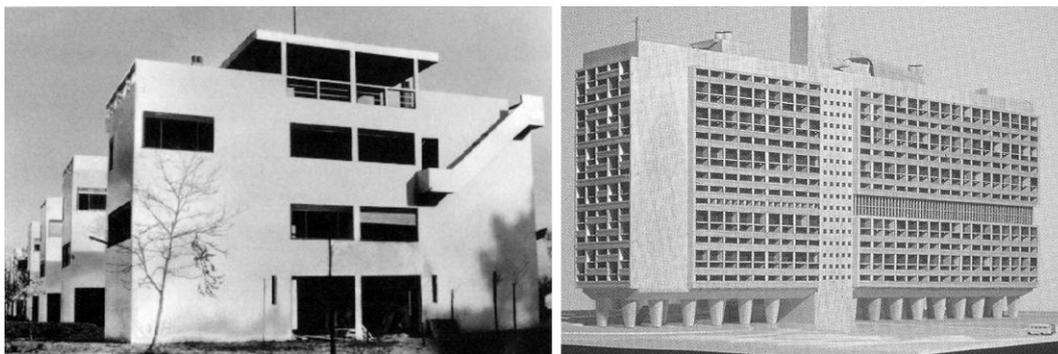
A adaptação é um princípio essencial da arquitetura, a qual deve se manifestar de acordo com as particularidades e características de cada região, ou seja, um edifício desenhado para o Egito tem o estilo diferente do que na Espanha, Porto ou Roma (POLIÃO, 1999, p.143).

<sup>13</sup> O quebra-sol pode ser considerado como um invento magistral, uma das poucas inovações estruturadas e criadas neste século para o controle do ambiente (MASCARÓ, 1983, p.14).

Em 1982, os autores Adriano Cornoldi e Sergio Los definem uma relação bastante estreita entre as características do clima e os edifícios mais antigos como também os produzidos naqueles tempos. Afirmam que a cultura arquitetônica do início do século XX conhece o valor fundamental entre o edifício e o contexto, entretanto nas décadas seguintes negligenciou os componentes climáticos e energéticos (CORNOLDI & LOS, 1982).

O grande interesse de estudo dos autores supracitados é dirigido por uma relação correta entre fatores climáticos e soluções de arquitetura e encontram na arquitetura moderna aspectos contraditórios a partir deste ponto de vista. A progressiva insatisfação em termos de habitabilidade dos projetos de Le Corbusier como Pessac e Unité d'habitation (Figura 11) exemplificam seus argumentos.

Figura 11: La Cité Frugès - Pessac (1924) e Unité d'habitation (1947)



Fonte: Acervo dos autores (2014)

Higueras (2010), seleciona oito páginas do seu livro para tratar do julgamento do bioclimatismo na arquitetura moderna. Afirmar que foram os arquitetos do movimento moderno os primeiros que se mostraram preocupados em fazer com que as suas construções fossem ensolaradas [natural que o sol é bem vindo na Europa] o que resultou em construções de baixa qualidade térmica.

Para os pesquisadores da linha bioclimática brasileira, a arquitetura que se preocupou pela adaptação ao clima foi a vernácula, construída pelo colono e pelos emigrantes. Manteve-se no Brasil durante um longo período e foi expressa na arquitetura funcional (arquitetura moderna) das décadas de 1930 e 1940. Após esse período distanciou-se da harmonia climática, devido à dependência de novas tecnologias e energias abundantes e baratas disponíveis naquela época (CORBELLA & CORNER, 2011).

Diante este contexto Goulart et al. (1998) declara:

Nos últimos anos, observa-se a tendência de projetar edificações sem considerar adequadamente o clima do local. O chamado “estilo internacional” da arquitetura teve grande influência no surgimento de edifícios envidraçados nos mais diversos lugares, indiferentes às condições climáticas (GOULART et al., 1998, p.1).

Muito mais grave que a atração excessiva pelos materiais novos e novas tecnologias, são as influências culturais do exterior e o impacto que elas representam em relação às formas e às expressões arquitetônicas. Tais novidades, muitas vezes cópias mal adaptadas, pouco têm a ver com a realidade climática e cultural dos países tropicais (HERTZ, 1998).

Nos anos de 1960, Armando de Holanda, arquiteto pernambucano preocupou-se com o crescente processo de internacionalização da arquitetura brasileira, o que poderia produzir edifícios inadequados ao clima dos trópicos, especialmente na região Nordeste do Brasil. O autor passou a pesquisar sobre a adaptação da nova arquitetura ao clima tropical e levou o interesse adiante com a publicação do livro intitulado “*Roteiro para construir no Nordeste: Arquitetura como lugar ameno nos trópicos ensolarados*” publicado em 1976. Diante deste contexto Holanda (1976) argumenta:

“Livremo-nos dessa dependência cultural em relação aos países mais desenvolvidos, que já retardou em demasia a afirmação de uma arquitetura decididamente à vontade nos trópicos brasileiros. Desenvolvamos uma tecnologia da construção tropical, que nos forneça os meios necessários para o atendimento da enorme demanda de edificações das nossas populações, não só em termos de quantidade, mas também de qualidade. Trabalhemos no sentido de uma arquitetura livre e espontânea, que seja uma clara expressão de nossa cultura e revele uma sensível apropriação de nosso espaço; trabalhemos no sentido de uma arquitetura sombreada aberta, contínua, vigorosa, acolhedora e envolvente, que, ao nos colocar em harmonia com o ambiente tropical, nos incite a nele viver integralmente”. (HOLANDA, 1976, p. 43).

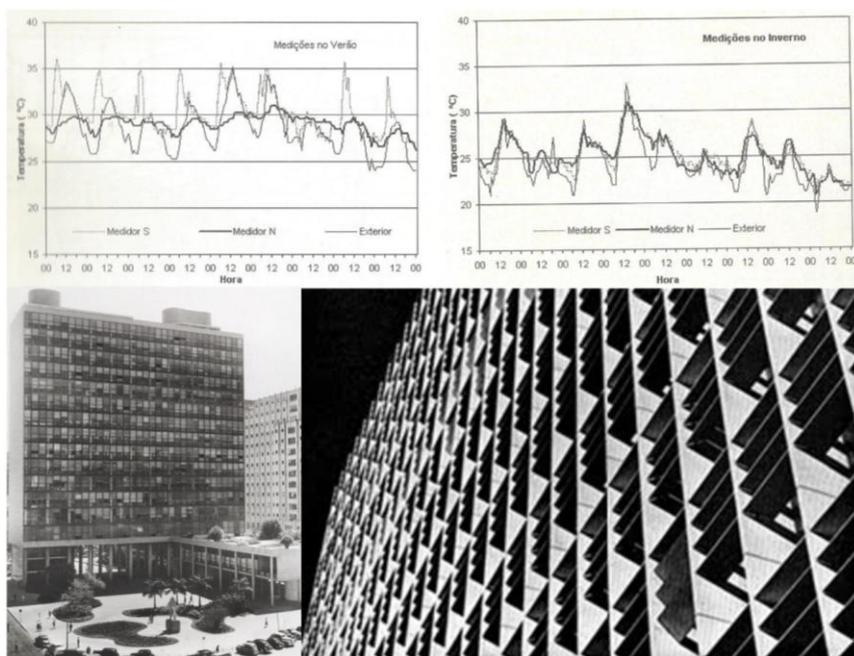
Bittencourt (2004) considerou a arquitetura moderna como uma aberração: “Por incrível que pareça, essa aberração bioclimática, se alastrou do Norte ao Sul do território brasileiro, e conquistou muitos adeptos” (BITTENCOURT, 2004, p.21).

O médico, professor e literário, Afrânio Peixoto, defendia em seu discurso que a arquitetura moderna era inadequada às nossas realidades:

“Agora estão fazendo casas ‘modernas’, de Paris ou Nova York: o vidro, para a luz, aqui onde a luz sobra... os andares superpostos, aqui onde o terreno não mingua... A consequência é que precisamos usar óculos negros dentro de casa (...) ou andar de capa, chapéu de sol, sempre cá fora na rua, porque a casa é só para dormir e comer, como nos minúsculos apartamentos de nossos fura-céus (...)” (PEIXOTO, 1938, p. 239).

Em estudo, Corbella e Yannas (2009), avaliam bioclimaticamente edifícios de diferentes épocas construídos na cidade do Rio de Janeiro. Dentre os prédios analisados alguns são do período moderno e foram projetados por arquitetos de renome como Affonso E. Reidy e Lúcio Costa. Foram avaliados os desempenhos térmico e lumínico das construções, por meio de medições in loco e simulações computacionais, em dias de pouco vento durante o verão e o inverno. Os resultados encontrados para o edifício do MEC (1943), atual Palácio Gustavo Capena, de Lúcio Costa, mostraram-se insuficientes. A fachada Norte, protegida da radiação solar com brises-soleils, horizontais, móveis, os quais garantiram limites de conforto nos ambientes internos, contudo a falta de proteção na frente Sul comprometeu o conforto térmico em épocas do ano em que a radiação solar é mais direta (Figura 12).

Figura 12: Gráficos da variação da temperatura no verão e inverno do MEC.



Fonte: Corbella e Yannas (2009, p. 64-65) editado pela autora.

É visível no discurso técnico do bioclimatismo diante a arquitetura moderna, que a busca por soluções bioclimáticas deve ser feita com equilíbrio entre o moderno e o

vernacular, entre o que vem de fora e o local, preocupando-se com a contextualização da sua aplicação, para evitar desta forma a perda da sua identidade cultural e sobretudo obter índices satisfatórios de conforto ambiental.

### 2.3 O discurso na produção Moderna de João Pessoa

As discussões acerca do bioclimatismo ou adaptações da arquitetura moderna ao meio pessoense foram localizadas no trabalho de arquitetos historiadores e pesquisadores acadêmicos<sup>14</sup> que, de alguma forma, ao citarem sobre a trajetória dessa produção na cidade de João Pessoa perceberam uma preocupação com o clima local por parte de seus idealizadores em obras analisadas. Entre estes estudos destacam-se os trabalhos de Amaral (2004), Tinen et al. (2005), Pereira (2008), Araújo (2010), Xavier (2011), Chaves (2012), Melo (2013) e Tinem e Cotrim (2014). Compartilham da abordagem de uma produção moderna em João Pessoa, que foi desenvolvida dentro de um recorte temporal que corresponde ao intervalo das décadas de 1950 a 1980, o mesmo adotado nesta pesquisa.

Nesse sentido, as investigações a seguir concentram-se na produção residencial moderna da cidade de João Pessoa, de forma que seja possível identificá-la quanto à adequabilidade ou inadequabilidade diante dos condicionantes climáticos da região.

Durante o fim da década de 40 e início de 50, a arquitetura de João Pessoa encontrava-se em período de transição. Manifestava-se a renovação das residências locais em direção à modernidade e tinha os arquitetos Roberval Guimarães e Acácio Gil Borsoi como os pioneiros em introduzir a arquitetura moderna na cidade nos anos 1950, sobretudo com vestígios de adaptação climática, como aponta Pereira (2008, p.84).

---

<sup>14</sup> Pesquisadores estabelecidos nos programas de pós-graduação das universidades brasileiras, principalmente Universidade Federal da Paraíba (Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo/UFPB), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo/UFRN) e Universidade de São Paulo - São Carlos (Escola de Engenharia de São Carlos (EESC)).

A contribuição de Guimarães para o cenário arquitetônico moderno<sup>15</sup> (Figura 13) não se prolongou além da década de 50, sendo a sua atuação na capital sucedida pela de Borsoi (PEREIRA, 2008, p. 86). Naquele momento, Borsoi toma espaço importante dentre os novos profissionais atuantes em João Pessoa e sua produção ganha destaque relevante no cenário local a partir dos anos 1950, como defendido por Chaves (2012, p. 125), [...] *sua obra identifica-se a partir de um novo vocabulário arquitetônico apoiado em novos métodos construtivos, em novas propostas espaciais, em renovadas preocupações de adequação climática e em uma nova proposta formal (CHAVES, 2012).*

Figura 13: Res. Roberval da Cunha Guimarães (1951?) e Res. Alberto Diniz (1951?), respectivamente. Primeiras residências de caráter modernista adaptadas ao meio pessoense.



Fonte: Pereira (2008, p. 85)

A arquitetura de Borsoi foi recentemente examinada por Melo (2013), diante sete parâmetros principais<sup>16</sup> e dentre eles a adequação ao clima local. De oito residências analisadas, seis estão localizadas em João Pessoa e duas no sertão da Paraíba<sup>17</sup> e, em todos os casos, foi verificado pela autora constante preocupação com o clima por parte do arquiteto (Figura 14). Melo (2013), declara que:

Isso se manifestou claramente por meio da forma de ocupação dos lotes e uma implantação adequada, com os ambientes sociais e íntimos orientados predominantemente a

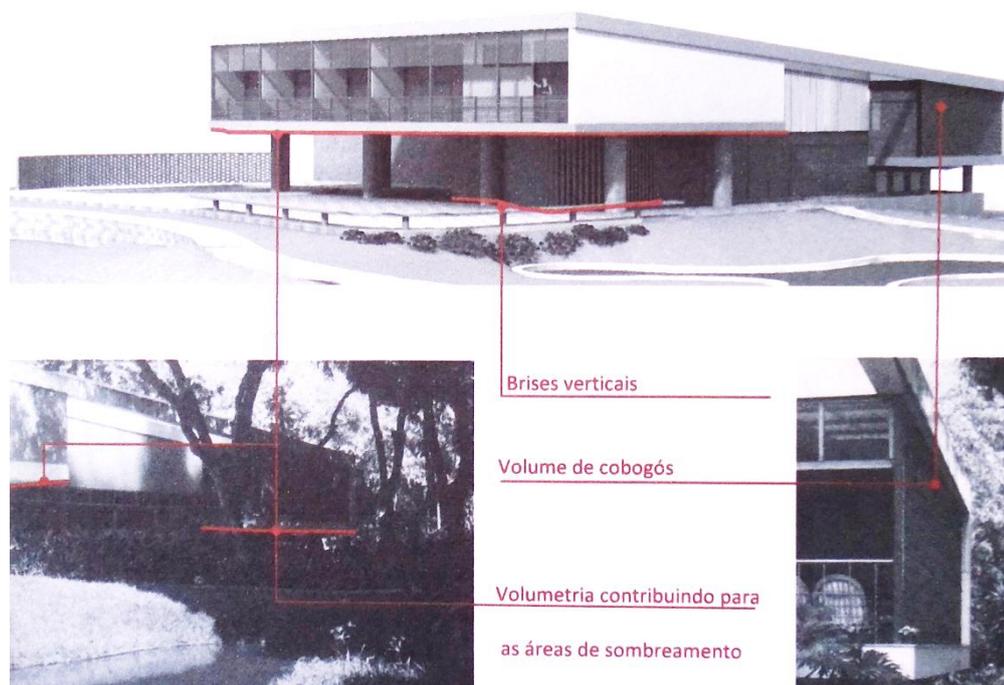
<sup>15</sup> Segundo depoimento do próprio arquiteto, sua produção residencial não foi muito além dos exemplares mencionados (in PEREIRA, 2008, p.85), segundo Chaves (2012).

<sup>16</sup> A autora analisou individualmente as residências a partir das características dos parâmetros analíticos: Projeto e contexto, Acessos e circulação, Setorização, Volumetria, Adequação climática, Estrutura e Materiais.

<sup>17</sup> O interior da Paraíba viveu um momento de renovação arquitetônica a partir da segunda metade da década de 1950 o que levou a atuação de Acácio Gil Borsoi em municípios do alto sertão. Sua obra pôde ser encontrada em Cajazeiras e Patos, sendo as residências Nabor Wanderley (195?) e José Cavalcanti (1966), respectivamente suas representantes. Para melhor aprofundamento ver em Melo (2013, p. 160 – 184).

leste e sul e os de serviço a oeste. Possuem os ambientes de estar quase sempre se comunicando com o exterior através de grandes panos de vidros, porém sempre protegidos por brises, terraços e varandas [...] Outro aspecto recorrente é o aproveitamento da ventilação natural proporcionada através das esquadrias com venezianas, treliças nas varandas, cobogós (MELO, 2013, p.191).

Figura 14: A autora constatou que, além da eficiente orientação da residência no lote, o arquiteto faz uso de diferentes elementos vazados que contribuem tanto para a composição volumétrica como para melhores condições de conforto térmico da construção – análise da residência Cassiano Ribeiro Coutinho (1958).



Fonte: Melo (2013, p. 76)

O tema da adequação climática na obra de Borsoi também foi discutido por Amaral (2004) em sua pesquisa de mestrado intitulada "Um olhar sobre a obra de Acácio Gil Borsoi: obras e projetos residenciais 1953-1970". A autora classifica o trabalho do arquiteto segundo três diferentes códigos<sup>18</sup> arquitetônicos, sendo o primeiro deles – o código racionalista – o que faz referência desta produção ao uso dos elementos da linguagem corbuseriana na sua versão nacional expostos diante dos aspectos climáticos, tecnológicos, econômicos e cultural brasileiro (AMARAL, 2004, p.56).

<sup>18</sup> Amaral (2004) apresenta uma interessante análise e classifica a obra de Borsoi segundo três diferentes códigos arquitetônicos: o código racionalista, o código regionalista e o código estruturalista.

Sobre a obra de Borsoi em João Pessoa, Tinem et al (2005), declaram:

Na grande maioria dos projetos de Borsoi, executados em João Pessoa, observam-se características modernas adaptadas ao lugar, como as varandas salientes e as janelas diferenciadas para proteger os edifícios da insolação e da chuva excessivas e para direcionar os ventos. Essa preocupação com o conforto climático vem sempre aliada ao cuidado com a harmonia e a beleza, da mesma forma que o apelo plástico dos grandes vãos e balanços possibilitados pelo concreto armado é traduzido por edificações simples e leves (TINEM, et al. 2005).

Nessa mesma década, novos arquitetos influenciados pela obra de Borsoi passam a atuar em João Pessoa e entre eles destaca-se o trabalho de Mário Glauco Di Lascio<sup>19</sup>, o qual, a partir de 1957<sup>20</sup>, construiu sua produção arquitetônica baseada em diretrizes projetuais que reafirmavam os preceitos modernos integrados ao meio o que demonstrou um critério importante de orientação ao projeto: o climático (CHAVES, 2012).

Tratando-se da produção arquitetônica do arquiteto Mario Glauco di Lascio, Tinem et al (2005), afirmam:

Nos exemplares de sua arquitetura espalhados pela cidade, nota-se a preocupação com a funcionalidade e o conforto dos ambientes. Seus projetos, como os de seus mestres, seguem os pressupostos modernos, adaptando-os às necessidades climáticas e culturais do lugar (TINEM, et al. 2005).

Vários são os arquitetos que contribuíram para a formação do cenário moderno residencial em João Pessoa, entre as décadas 1950 e 1980, os quais podem ser encontrados resumidamente na pesquisa de Pereira (2008, p. 36). Entretanto, constatou-se grande participação de engenheiros na criação de moradias de pequeno e médio porte (PEREIRA, 2008), colaborando com uma produção classificada por Chaves (2012): *em geral, de formas livres de qualquer referência historicista e soluções que demonstram preocupação com a adequação climática (ventilação e iluminação naturais)*(CHAVES, 2012, p. 148-149).

Nos anos de 1960 Borsoi ainda se encontrava atuante na produção de residências modernas em João Pessoa, no entanto com menos intensidade que na década de

---

<sup>19</sup> Mário Di Lascio acompanhou muitas construções da obra de Acácio Gil Borsoi em João Pessoa, essa experiência resultou em reflexos na sua própria produção (PEREIRA, 2008).

<sup>20</sup> Pereira (2008, p. 39).

1950. A contribuição da sua obra se concentrou nos anos seguintes a 1960 e início de 1970 (CHAVES, 2012, p. 150).

Em análise à Residência Otacílio Vieira Campos, projetada por Borsoi no ano 1966, Chaves (2012, p. 163) abrevia:

A preocupação com a melhor orientação para captação dos ventos e proteção térmica continua presente na obra de Borsoi: os quartos orientados para sudeste, a zona de serviços para poente e recursos de proteção solar correspondem às exigências de cada fachada (brise-soleil, elementos vazados, redução da superfície envidraçada, amplos beirais, etc.). No entanto, o posicionamento do gabinete voltado para o poente com uma esquadria de vidro fixo recebendo o sol da tarde sem qualquer abertura para circulação dos ventos, provavelmente possa ser visto como um equívoco [consciente]. (CHAVES, 2012, p. 163).

É válido ressaltar que, os artifícios de adequação climática na arquitetura de Borsoi produzida durante os anos 1950 e 1968 foram também identificados na pesquisa recente de Melo (2013). A autora afirma que a preocupação com o clima se manifesta a partir da ocupação do lote e implantação dos principais ambientes voltados para Leste e Sul, sempre protegidos por brises, terraços e varandas. Outro aspecto encontrado foi o aproveitamento da ventilação natural.

Entretanto, o trabalho de Costa e Lima (2005) afirma a possibilidade de a obra de Acácio Gil Borsoi, a residência Otacílio Vieira Campos projetada em 1966, estar inserida inadequadamente no contexto de João Pessoa. Costa e Lima (2005) explicam:

Após vários anos de utilização do edifício, pôde ser verificado que, aqui, a laje plana e os amplos panos de vidro têm maior significado simbólico que funcional e remetem a uma imagem importada de modernidade. Devido às condições climáticas locais, estes elementos, em lugar de contribuir, passaram a comprometer a utilização dos espaços – restringindo a permanência dos usuários a determinados horários ou tornando necessário o uso de artifícios complementares, para torná-lo confortável ou garantir maior privacidade a quem o utiliza (COSTA e LIMA, 2005, pág. 20).

Juntamente a Borsoi, o arquiteto Mario De Lascio, teve bastante participação nesta década com uma produção que não seguia de forma única e bem definida (PEREIRA, 2008, p. 153), contudo elementos de proteção climática ou preocupação com os condicionantes ambientais foram identificados na sua obra desenvolvida nos anos 60 (PEREIRA, 2008; CHAVES, 2012).

O arquiteto Carlos Alberto Carneiro da Cunha participou de maneira intensa no repertório residencial que surgia neste momento em João Pessoa. Em sua trajetória arquitetônica na capital identificou-se a influência de outros arquitetos com quem ele mantinha relações diretas, neste caso, Mario De Lascio. Isso pôde ser percebido nas soluções adotadas para laje protegida por telhas cerâmicas tipo canal e recursos que visavam o conforto térmico, aos quais se somavam em largos beirais e varandas (PEREIRA, 2008; CHAVES, 2012).

Diferentes nomes de arquitetos e engenheiros, além dos já citados, foram mencionados na pesquisa de Pereira (2008) e Chaves (2012) como responsáveis na formação da arquitetura moderna de João Pessoa, contudo não se encontrou registros observados pelos autores de adaptabilidade desta produção ao meio climático da cidade.

Sob esse aspecto, é na década de 60 que a orla marítima passa a ser incorporada como contexto de implantação do moderno na capital paraibana, sendo o trabalho de Xavier (2011), o mais significativo nesse sentido. A pesquisadora faz análise em dez residências modernas localizadas na orla de João Pessoa e identifica que seus criadores, divididos entre arquitetos e engenheiros, ora preocupam-se em adaptar a construção ao meio como mostra a Figura 15, ora não apresentam esse cuidado, Figura 16. O estudo foi realizado com exemplares modernos de 1960 a 1974.

Figura 15: corte esquemático ilustrando o possível comportamento da ventilação predominante dentro dos ambientes da casa - análise da residência Josemar Meireles da Cunha (1972).



Fonte: Xavier (2011, p. 131)

Figura 16: o espaçamento entre o forro e as telhas permite a livre circulação dos ventos que resfriam os ambientes do pavimento superior – análise da residência Major Adolpho Fernandes Lyra Maia (1974).



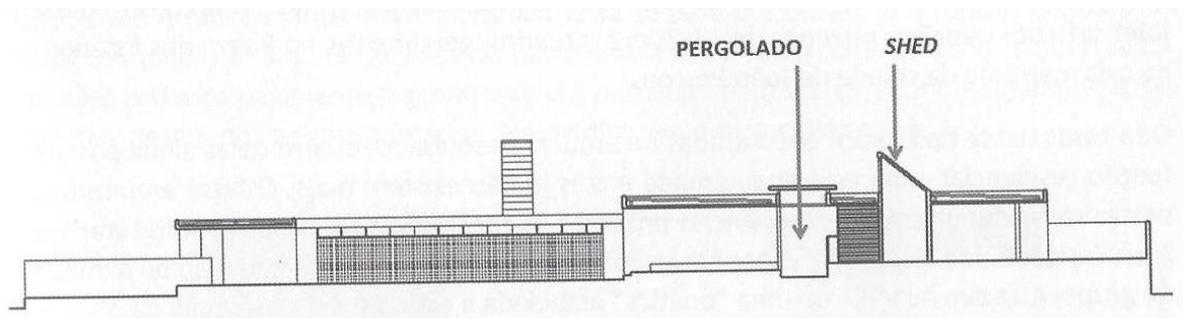
Fonte: Xavier (2011, p. 188)

Segundo Spadoni (2003), existiu um período de transição na produção da arquitetura brasileira da década de 1970, que estava dividida entre manter o vínculo com experiências modernas dos anos interiores (1950 a 1960) e as tendências contemporâneas. Em João Pessoa, conforme expressa Aldrigue (2012), a produção residencial deste momento se aproximou das proposições da arquitetura praticada em São Paulo fazendo uso do concreto armado e aparente, contudo conectados a terraços e varandas, herança cultural extremamente marcante na região - além dos benefícios climáticos a eles associados.

Ao investigar a trajetória residencial da arquitetura moderna em João Pessoa nos anos 70, Araújo (2010) identificou cinco formas de expressão formal moderna<sup>21</sup> e dentre elas verificou-se uma que contempla as experiências associadas ao controle climático das construções, as quais eram conseguidas por meio do uso de jardins internos cobertos por pérgolas, sheds, elementos vazados, brises verticais e horizontais, beirais generosos e elementos vazados (Figura 17). Isso foi observado em diversos projetos encontrados durante a pesquisa do autor.

<sup>21</sup> As residências analisadas foram originalmente classificadas em cinco categorias definidas por seus atributos formais e técnicos: (1) Experiências associadas ao legado moderno, (2) Experiências associadas à expressão do concreto aparente, (3) Experiências associadas ao controle climático, (4) Experiências associadas ao uso de elementos pré-fabricados e (5) residências "híbridas" (que utilizam elementos que evocam um passado "colonioso"). Melhor aprofundamento ver Araújo (2010).

Figura 17: corte esquemático com destaque do pergolado e shed – análise na residência Edísio Souto (1978)



Fonte: Araújo (2010, p. 133)

Sobre o aspecto climático da produção dos anos 1970, Araújo (2010) complementa:

Outra característica da experiência moderna presente nas residências pesquisadas é a preocupação com o controle climático. Segundo Bruand (1981) o desafio dos primeiros arquitetos modernos que se instalaram no nordeste brasileiro foi o desenvolvimento de experiências que pudessem controlar o clima quente e úmido da região litorânea. Esse problema é contornado com a utilização do ar condicionado ou com a captação da ventilação natural facilitada pela regularidade das temperaturas médias e pela brisa marinha em um edifício bem orientado. A despreocupação dos arquitetos nordestinos com o frio permite, por exemplo, experimentar as paredes que não chegam até o teto, deixando o ar passar livremente sem comprometer a intimidade dos interiores (ARAÚJO, 2010, p. 95).

Em recente trabalho Tinem e Cotrim (2014) reuniram 17 textos elaborados por pesquisadores que tratam especificamente da arquitetura moderna na Paraíba, dentre eles há os que mencionem a adaptação climática dessa arquitetura para a região paraibana, sobretudo pessoense, além de estudos já mencionados como os de Fúlvio Pereira e Ricardo Araújo, já destacados e comentados. O texto de Aristóteles Cordeiro e Nelci Tinem intitulado "Residência Cassiano Ribeiro Coutinho: características de uma residência moderna", por exemplo, trata do registro documental dessa mesma obra. Na análise de projeto contemplada pelos pesquisadores descobriu-se que o arranjo espacial da construção foi elaborado frente às características climáticas do clima quente e úmido do litoral nordestino. Segundo os autores, os ambientes internos são confortáveis devido a boa orientação do prédio que facilita a absorção da ventilação predominante da região garantindo a exaustão dos cômodos. São protegidos da insolação por brises, cobogós, varandas e longos beirais como pode ser visualizado na Figura 18.

Figura 18: Análise projetual de Conforto Ambiental da Residência Cassiano Ribeiro Coutinho realizada por Aristóteles Cordeiro e Nelci Tinem e concluída em 2012.



Fig. 16: Perspectiva frontal da fachada leste no solstício de inverno, dia 22 de julho às 10h00. O sol não atinge os brises de madeira no térreo mesmo nesta posição mais ao norte em sua trajetória.



Fig. 17: Perspectiva frontal da fachada Norte, voltada para a rua. O volume à esquerda é do setor íntimo no nível 4.40 m e o da direita é da varanda de inverno no nível 2.85 m. No centro, o pano de vidro da sala está no nível 1.30 m e o hall de entrada no nível 0.10 m.

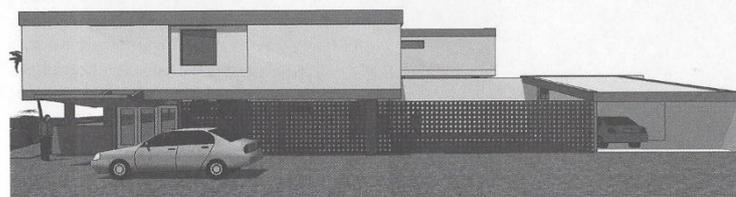


Fig. 18: Perspectiva frontal da fachada Oeste. A parede exposta à insolação no pavimento superior tem espessura dupla. No térreo o muro de cobogós delimita o pátio de serviço e separa a entrada principal à esquerda, da garagem à direita.

Fonte: Tinem e Cotrim (2014, p. 248-265)

Diante deste breve panorama, de adaptação da arquitetura moderna defendida pelos historiadores assim como a sua inadequação discutida pelos técnicos bioclimáticos, não se consegue, de fato, chegar a uma consonância entre as duas áreas de estudo e sim a mais questionamentos. A arquitetura moderna, diante toda a sua magnitude, com seus brises, cobogós, beirais extensos, varandas, enfim, toda a sua adequação mencionada na história, sobretudo na produção de João Pessoa, conseguiu ser eficiente bioclimaticamente? A inadequação afirmada pelos bioclimáticos foram corretamente verificadas? Somente um estudo mais direcionado com métodos de avaliação precisos conseguiriam, talvez, responder a tais questões, sobretudo, pontuadas em obras isoladas. É válido também lembrar que o esforço dos arquitetos da época em proporcionar soluções correspondentes ao clima tinha um obstáculo que era a falta de embasamento técnico-científico. As obras eram concebidas dentro de uma avaliação intuitiva por base do experimentalismo que somente teve um grande desenvolvimento no século XXI.

## 2.4 Objeto Empírico de Estudo: Três residências modernas

### 2.4.1 O recorte temático e temporal da pesquisa

Diante da vasta e numerosa presença de obras modernas da cidade de João Pessoa, até hoje, catalogadas e organizadas por pesquisadores, necessitou-se fazer um recorte específico de modo que viabilizasse esta pesquisa.

As pesquisas sobre a arquitetura moderna na capital paraibana exploraram a produção das décadas de 1950 até fins de 1980, conforme discutido no tópico anterior, o que inclui um grande número de projetos. O recorte foi necessário para permitir um maior aprofundamento nas análises bioclimáticas sobre um número reduzido de exemplares.

Para realizar o recorte, quatro critérios foram considerados importantes sobre a obra moderna pessoense, o primeiro, ser uma residência unifamiliar, o segundo, ter sido alvo de discussão acerca de sua adaptabilidade ou inadequação aos condicionantes ambientais locais, o terceiro, estar em seu estado original de construção, pelo menos graficamente, e quarto, possuir material gráfico necessário para as análises, sendo este o ponto mais importante para a realização da pesquisa.

Uma vez decidido o recorte temático - o tema residencial - por ser o que mais se destaca na produção moderna de João Pessoa, e como selecioná-lo no meio de tantas obras, partiu-se para o recorte temporal. Deste modo, como já exposto na revisão da historiografia, o marco inicial do recorte temporal é o ano de 1950 e se estenderá até os fins dos anos 1970. Tanto o recorte temático quanto o temporal foram baseados nas pesquisas mais significativas sobre a arquitetura moderna em João Pessoa, também já mencionadas anteriormente, tais sejam Amaral (2004), Tinem et al. (2005), Pereira (2008), Araújo (2010), Xavier (2011), Chaves (2012), Melo (2013) e Tinem e Cotrim (2014), como também o estudo de Costa e Lima (2004) mencionado na análise da residência Otacílio Vieira Campos.

Portanto, esta pesquisa segue o seguinte recorte temático e temporal: avaliar bioclimaticamente projetos residenciais unifamiliares de João Pessoa, desde 1950 (década dos primeiros projetos modernos na cidade e momento muito discutido por pesquisadores) até fins de 1970 (momento até onde se pesquisou, sistematicamente, sobre esta produção em João Pessoa).

## 2.4.2 A seleção dos exemplares

A princípio consideraram-se todos os projetos residenciais mencionados nas pesquisas, construídos ou não, em João Pessoa dentro do período definido de 1950-1970, e a partir disto, foram organizados em quadros de acordo o critério avaliativo de recorte temático: *ter sido alvo de discussão acerca de sua adaptabilidade ou inadequação aos condicionantes ambientais locais*. Os exemplares modernos descobertos foram separados por cada estudo afim de serem filtrados e desta forma, obter-se os objetos de estudo. O conjunto de obras pesquisadas estão expostas a seguir, seguindo a ordem cronológica de produção moderna da cidade.

A pesquisa de Amaral (2004), concentra-se entre os anos 1953 e 1970. Foram encontradas oito residências modernas localizadas em João Pessoa, dentre elas a autora cita duas que possuem elemento de adequação ao clima. No (Quadro 1) está destacada a principal estratégia apontada pela autora nas duas casas.

Quadro 1: Seleção de residências modernas citadas por Amaral (2004).

Residências Modernas encontradas	Autora cita sobre adequação ou inadequação climática?	Estratégia de adequação ou inadequação ao clima citada pela autora
1950	<b>Res. Pompeu Maroja (1954)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Rua Diogo Velho, Centro.	Sim
	<b>Res. Cassiano Ribeiro Coutinho (1955)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Epitácio Pessoa.	Sim
	<b>Res. Joaquim Augusto da Silva (1957)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Epitácio Pessoa.	Não
	<b>Res. Renato Ribeiro Coutinho (1958)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Epitácio Pessoa.	Não
	<b>Res. Austregésilo de Freitas (1958?)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Cabo Branco.	Não
1960	<b>Res. Otacílio Vieira Campos (1966)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Epitácio Pessoa.	Não
	<b>Res. Antônio de Pádua (1966)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Rua Giacomoto Porto.	Não

**"Os terraços com fechamentos de treliça permitem a ventilação e o sombreamento dos ambientes internos e principalmente oferecem a possibilidade de composições livres nas fachadas. Nos projetos de Borsoi (residências Lisanel M. Motta, Luciano Costa, Cassiano R. Coutinho, Pompeu Maroja), como em vários projetos nacionais, os terraços substituem as janelas corridas, mantendo o efeito estético da fachada livre, com estrutura recuada." (p. 59)**

1 9 7 0	<b>Res. Humberto Soares de Azevedo (1970)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Cabo Branco.	Não	
------------------	---	-----	--

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

Pereira (2008), tratou da propagação da arquitetura moderna em João Pessoa, sendo seu trabalho bastante significativo para esta pesquisa. Dos setenta projetos de residências modernas construídas em João Pessoa entre os anos 1950 e 1974 identificados pelo autor, sintetizou-se, no

Quadro 2, apenas dezoito. Oito projetos tiveram preocupação com a adequação climática verificados por Pereira (2008). O autor destaca as estratégias de conforto, encontradas nas casas, desde a implantação que facilitava a captação dos ventos dominantes, o uso de varandas e elementos vazados como proteção da chuva e radiação solar, etc.

Quadro 2: Seleção de residências modernas citadas por Pereira (2008).

Residências Modernas encontradas	Autora cita sobre adequação ou inadequação climática?	Estratégia de adequação ou inadequação ao clima citada pelo autor	
1 9 5 0	<b>Res. Alberto Diniz (1951?)</b> – Arquiteto Roberval Guimarães. Centro.	<b>Sim</b>	" [...] na Residência Alberto Diniz ([1951?]), o programa foi decomposto em volumes prismáticos, independentes entre si, recortados por amplas janelas de madeira e <b>implantados conforme a orientação climática mais favorável</b> [...] " (p. 84)
	<b>Res. Roberval da Cunha Guimarães (1951?)</b> - Arquiteto Roberval Guimarães. Av. Camilo de Holanda, Torre.	Não	
	<b>Res. Pompeu Maroja (1954)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Rua Diogo Velho, Centro.	<b>Sim</b>	"Os quartos, delimitados num volume autônomo, se <b>orientavam para os ventos predominantes (vindos do Sudeste)</b> . As áreas sociais, com <b>equivalentes requerimentos de conforto</b> , possuíam um maior contato com o exterior, graças às varandas e a disposição das aberturas em distintas orientações [...] " (p.86)
	<b>Res. Cassiano Ribeiro Coutinho (1955)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Eptácio Pessoa.	<b>Sim</b>	" <b>A suave declividade natural do terreno e os critérios de conforto guiaram a distribuição dos ambientes</b> , resolvida em quatro níveis intermediários [...] o mais baixo, voltado para oeste, se destina às áreas de serviços; o segundo, integrado ao terraço de lazer e <b>dirigido aos ventos predominantes</b> , se destinava aos ambientes sociais; o terceiro abrigava usos sociais e, muito provavelmente, uma parcela dos serviços, como a cozinha; o nível mais elevado, <b>dirigidos aos ventos predominantes (sudeste)</b> , continha os quartos. (p. 87-88)
	<b>Res. Joaquim Augusto da Silva (1957)</b> – Arquiteto Acácio Gil	<b>Sim</b>	"O equilíbrio entre plástica e funcionalidade parecia nessa obra atingir seu limite, em favor

	Borsoi. Av. Epitácio Pessoa.		daquela, <b>a exemplo da ausência de proteção contra a insolação ou a chuva nas aberturas dos quartos superiores</b> , reflexo da solução formal adotada. (p.93)
	<b>Res. Renato Ribeiro Coutinho (1958)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Epitácio Pessoa.	Sim	"[...] apesar da unidade do edifício, sua decomposição em blocos independentes continuava a indicar as diferenças funcionais ao passo que <b>as varandas compensam a menor continuidade com o exterior, além de resguardar as aberturas contra a insolação e as chuvas.</b> " (p. 94)
	<b>Res. Austregésilo de Freitas (1958?)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Cabo Branco.	Não	
	<b>Res. Lourenço de Miranda Freire (1958)</b> – Arquiteto Mário Di Lascio	Sim	" <b>Salas e quartos se voltaram para os ventos predominantes: sudeste.</b> Os desenhos das esquadrias, soltas do teto e com venezianas em seus peitoris, <b>favoreceram a ventilação contínua</b> sem afetar os preceitos modernos da transparência e integração entre interior e exterior. <b>Brise soleil ou varandas protegeram da insolação a maioria das aberturas.</b> Mesmo a ligação entre cozinha e salas, situada em região mais interiorizada, teve a <b>ventilação e a iluminação naturais asseguradas por meio de pérgula.</b> " (p. 146)
1 9 6 0	<b>Res. Otacílio Vieira Campos (1966)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Epitácio Pessoa.	Sim	"[...] as fachadas também receberam tratamentos distintos, segundo suas orientações climáticas, sem afetar a integridade da composição." (p. 141)
	<b>Res. João Cavalcante (1960)</b> – Arquiteto Mário Di Lascio. Av. Francisca Moura, Torre.	Não	
	<b>Res. Roberto Granville (1960)</b> – Arquiteto Mário Di Lascio. Cabo Branco	Não	
	<b>Res. Everaldo Vieira dos Santos (1969)</b> – Arquiteto Mário Di Lascio. Av. Epitácio Pessoa.	Não	
	<b>Res. Adrião Pires Bezerra (1963)</b> – Arquiteto Carlos Carneiro/ Mário Di Lascio. Av. Epitácio Pessoa.	Sim	" Localizada sobre um amplo promontório com visão do mar, de onde <b>provinham os ventos predominantes</b> , seus dormitórios e ambientes sociais se voltavam para essa paisagem. "  " O edifício foi concentrado praticamente num único nível e definido por uma ampla cobertura em duas águas, com pequena inclinação, protegida por telha canal e apoiada em estrutura independente de concreto armado. [...] <b>Com esse artifício eliminavam-se os forros, o madeiramento da cobertura, criavam-se espaços internos com cobertas em planos inclinados e os vazios entre as telhas e a laje deixavam circular o ar e, portanto, funcionavam como isolante térmico.</b> " (p.153)
	<b>Res. Renato Macário de Brito (1965)</b> – Engenheiro Walter vinagre. Av. Epitácio Pessoa.	Não	
	<b>Res. Antônio de Pádua (1966)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Rua Giacomo Porto.	Não	
1 9 7 0	<b>Res. José Farias Neves (1973)</b> – Arquiteto Mário Glauco De Lascio. Av. Epitácio Pessoa.	Não	
	<b>Res. José Waldomiro Ribeiro Coutinho (1974)</b> – Arquitetos Carlos Carneiro/ Mário Di Lascio.	Não	

	Cabo Branco		
	<b>Res. Manoel Gaudêncio (1972)</b> – Arquiteto Tertuliano Dionísio.	Não	

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

Tinem et al. (2005), citam quatro residências modernas produzidas na capital paraibana entre os períodos de 1950 e 1960, as quais, segundo as autoras, usaram estratégias de adequação ao clima da região (Quadro 3). As características de

Quadro 3: Seleção de residências modernas citadas por Tinem et al. (2005).

Residências Modernas encontradas	Autoras citam sobre adequação ou inadequação climática?	Estratégia de adequação ou inadequação ao clima citada pelas autoras
<b>1950</b> <b>Res. Pompeu Maroja (1954)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Rua Diogo Velho, Centro.	<b>Sim</b>	“Na grande maioria dos projetos de Borsoi, executados em João Pessoa, <b>observam-se características modernas adaptadas ao lugar</b> , como as varandas salientes e as janelas diferenciadas para proteger os edifícios da insolação e da chuva excessivas e para direcionar os ventos. <b>Essa preocupação com o conforto climático</b> vem sempre aliada ao cuidado com a harmonia e a beleza, da mesma forma que o apelo plástico dos grandes vãos e balanços possibilitados pelo concreto armado é traduzido por edificações simples e leves. “  “A Casa da Diogo Velho é um exemplo de utilização de pilotis, de grandes varandas e, principalmente, de elementos vazados, que são partes integrantes da proposta estético-formal do edifício, <b>além de proporcionar conforto aos usuários.</b> “ (p. 12)
<b>Res. Cassiano Ribeiro Coutinho (1955)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Ep. Pessoa.	Não	
<b>Res. Austregésio de Freitas (1958)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Cabo Branco.	<b>Sim</b>	“As residências possuem esquadrias de madeira e vidro e/ou veneziana, <b>de forma a privilegiar a ventilação dos quartos</b> , com as paredes recuadas formando uma grande varanda. É importante ressaltar havia uma preocupação fundamental com a iluminação, tornando os ambientes funcionais e agradáveis. A Pousada Olho d’Água, antiga residência, <b>apresenta um amplo terraço junto aos quartos que privilegia a ventilação e adapta a edificação as especificidades climáticas.</b> “ (p. 14)
<b>Res. Lourenço de Miranda Freire (1958)</b> – Arquiteto Mário Di Lascio, Av. Getúlio Vargas	<b>Sim</b>	“Na Residência Ângela Miranda a entrada principal se abre para um amplo terraço; sobre o qual ficam os quartos. <b>As grandes aberturas com esquadrias de madeira e vidro, proporcionam iluminação natural farta e a ventilação necessária ao conforto térmico dos ambientes.</b> Com o mesmo objetivo, as vedações não sobem até a laje ou o forro, permitindo a passagem da luz e do vento. “ (p. 16)
<b>Res. Joaquim Augusto da Silva (1957)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Ep. Pessoa.	Não	
<b>1</b> <b>Res. Antônio de Pádua (1966)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Rua Giacomio Porto, Miramar.	Não	

9 6 0	<b>Res. João Cavalcanti (1960)</b> , Av. Francisca Moura, Torre. Mário Di Lascio.	Não	
	<b>Residência José Pinheiro (1960)</b> Av. João Maurício. Arq. Mário Glauco di Lascio.	Não	
	<b>Res. Creusa Pires (1963)</b> – Arquiteto Carneiro da Cunha/ Mário Di Lascio. Av. Ep. Pessoa	Não	
	<b>Res. Otacílio Vieira Campos (1966)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Ep. Pessoa.	Sim	“O registro minucioso dessa casa em trabalho disciplinar (Costa & Lima, 2004) realizado na Universidade no semestre passado, se não resolve essa perda irreparável, pelo menos garante a memória desse exemplar moderno, testemunho dos erros e acertos dessa produção que, mesmo criticada, mal compreendida e alvo de argumentos inconsistentes, não deixa dúvidas sobre o seu caráter nacional e internacional, com pressupostos fortes e ao mesmo tempo flexíveis para resistir às adaptações e aclimações técnicas e culturais necessárias a <b>acomodação ao lugar</b> .” (p. 20)

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

O trabalho de Chaves (2012), também teve bastante fundamento para a pesquisa, já que a autora, por diversas vezes, menciona a preocupação dos arquitetos atuantes em João Pessoa com a questão climática, sobretudo nos anos de 1950, onde foram citados nove exemplares. Nos anos de 1960 Chaves (2012), fala de três residências projetadas com a mesma preocupação. No Quadro 4, estão destacadas as estratégias de conforto ambiental apontadas pela autora.

Quadro 4: Seleção de residências modernas citadas por Chaves (2012).

Residências Modernas encontradas	Autora cita sobre adequação ou inadequação climática?	Estratégia de adequação ou inadequação ao clima citada pela autora	
1 9 5 0	<b>Res. Alberto Diniz (1951?)</b> – Arquiteto Roberval Guimarães. Centro.	Não	
	<b>Res. Roberval da Cunha Guimarães (1951?)</b> - Arquiteto Roberval Guimarães. Av. Camilo de Holanda, Torre.	Não	
	<b>Res. Pompeu Maroja (1954)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Centro.	Sim	“[...] a exemplo da planta em ‘U’, do solo livre a partir do uso de pilotis, do espaço social com pé direito duplo – tornando o espaço mais fluido e permitindo diversidade de perspectivas internas – <b>e preocupação com o conforto ambiental</b> que condiciona a organização da planta e, por consequência, a solução plástica, temas caros à arquitetura moderna.” (p.126)
	<b>Res. Cassiano Ribeiro Coufinho (1955)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Ep. Pessoa.	Sim	“Na arquitetura, o discurso local incentiva a escolha por um repertório de formas sem adornos e decorações, pela racionalização estrutural e o uso do concreto armado, pela distribuição lógica das funções, a adequação climática e a tentativa de criar espaços internos/externos mais fluidos, conectados, iluminados e ventilados [salubres].” (p.132)

		<p>"A obra projetada por Borsoi mostra que o arquiteto esteve atento a esses critérios e que procurou possibilitar a circulação permanente de ventos (através de venezianas, brise-soleil e aberturas na cobertura), a iluminação natural (aberturas na cobertura e amplas esquadrias de vidro), tomando cuidado para que não fosse excessiva e protegendo os interiores do sol poente (varandas, elementos vazados, treliças de madeira e brise-soleil), e a preocupação em conter a radiação de calor (colchões de ar entre a laje de cobertura e as telhas, varandas e terraços). As aberturas voltam-se, predominantemente para o leste como a varanda do bloco social mais íntimo (nível 3), o bloco dos quartos – sendo este protegido por uma varanda e grandes esquadrias de madeira com venezianas –, e a área de projeção desse último bloco, onde se localiza o terraço de lazer, uma área contínua à sala de estar (nível 2), a qual está protegida da insolação por brise-soleils verticais de madeira. As demais aberturas concentram-se na porção sul." (p.141)</p>
<b>Res. Renato Ribeiro Coutinho (1955-58)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Ep. Pessoa.	Sim	<p>"Esse repertório estava alinhado a preceitos canônicos da arquitetura moderna tributários dos ensinamentos de Le Corbusier (planta e fachada livres, uso de pilotis para liberação do solo, uso do concreto armado e racionalização estrutural relacionados aos itens anteriores, o volume prismático, a "promenade architectural" e a "fenêtre en longueur") e a traços característicos de uma dada arquitetura moderna brasileira imbuída das coordenadas lançadas por Lúcio Costa, como o uso de elementos advindos da tradição colonial brasileira: os muxarabis, os telhados inclinados de telha cerâmica e <b>uma constante preocupação com a adaptação climática</b> [...] (p.129)</p>
<b>Res. Joaquim Augusto da Silva (1957)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Ep. Pessoa.	Sim	
<b>Res. Austregésilo de Freitas (1958?)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi.	Sim	
<b>Res. Ivan Cavalcante (1957)</b> – Arquiteto Mário Di Lascio	Não	
<b>Res. Lourenço de Miranda Freire (1958)</b> – Arquiteto Mário Di Lascio	Sim	<p>"Espaços fluidos também presentes entre cozinha e sala de jantar, onde a separação entre esses dois ambientes apenas se insinua pela presença de uma pérgola, que demonstra outro critério que orienta o projeto: <b>o climático</b>. A pérgola favorece a iluminação e ventilação natural entre sala de jantar e cozinha, mas sua presença talvez seja fundamental para iluminar e ventilar o lavabo que se encontra entre esses ambientes. Essa preocupação orienta a localização da área social e íntima [salas e quartos] na direção dos ventos predominantes [sudeste]. Outro recurso que favorece a ventilação contínua são esquadrias com venezianas em sua parte inferior e que não tocam a laje do pavimento superior [salas]. Esses elementos de vedação, que em sua maioria estão protegidos da insolação por varandas ou brise-soleil, reafirmam os preceitos modernos de transparência e integração entre interior e exterior." (p.144)</p>
<b>Res. Clodoaldo Soares de Oliveira (1958)</b> – Arquiteto Mário Di Lascio	Não	
<b>Res. Flávio Ribeiro Coutinho (1954)</b> - Escritório de Arquitetura e Construção Ferreira & Jucá (RJ).	Sim	<p>"[...] reproduzem um conjunto de elementos que surgem na cena local nos primeiros anos da década de 1950: caixa prismática que, em geral, define a fachada de acesso à residência; planos de vedação com elementos vazados; delgadas colunas presentes nas fachadas ora definindo o terraço de acesso social ora como suporte da</p>
<b>Res. de Veraneio Hermes Pessoa (1957)</b> - eng. Oswaldo Pontes	Sim	
<b>Res. Sebastião Aires de Queiroz?</b>	Sim	

	(1959) - Desconhecido		cobertura sobre as varandas dos quartos, em programas com pavimento superior; em geral, formas livres de qualquer referência historicista e <b>soluções que demonstram preocupação com a adequação climática (ventilação e iluminação naturais).</b> " (p.148-149)
1 9 6 0	<b>Res. Otacílio Vieira Campos (1966)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi.	Sim	"A preocupação com a melhor orientação para captação dos ventos e proteção térmica continuou presente na obra de Borsoi: os quartos orientados para sudeste, a zona de serviços para poente e recursos de proteção solar correspondem às exigências de cada fachada (brise-soleil, elementos vazados, redução da superfície envidraçada, amplos beirais, etc.). No entanto, o posicionamento do gabinete voltado para o poente com uma esquadria de vidro fixo recebendo o sol da tarde sem qualquer abertura para circulação dos ventos, provavelmente possa ser visto como um equívoco [consciente]. " (p.163)
	<b>Res. Antônio de Pádua (1972)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi.	Não	
	<b>Res. de veraneio Renato Macário Brito (1965)</b> - Eng. Walter Vinagre	Não	
	<b>Res. José Waldomiro Ribeiro Coutinho (19??)</b> – Arquiteto Carlos Alberto Carneiro da Cunha. Av. Cabo Branco.	Não	
	<b>Res. João Cavalcanti (1960?)</b> , Av. Epitácio Pessoa. Mário Di Lascio. Av. Francisca Moura, Torre.	Sim	"[...] o programa é resolvido em dois pavimentos, desta vez sem mezanino, e através da articulação entre setores funcionais (serviço, social e íntimo) define-se a planta e a volumetria. Os quartos estão reservados no pavimento superior, cujo volume trapezoidal está apoiado sobre pilotis, os quais definem uma ampla varanda. <b>Esse conjunto, dormitórios e salas, é privilegiado pela recepção dos ventos predominantes [sudeste]</b> e o arquiteto optou por unir laje de piso e cobertura em um desenho contínuo. " (p.165)
	<b>Res. Roberto Granville (1960)</b> . Av. Cabo Branco, Cabo Branco. Arq. Mário Di Lascio.	Não	
	<b>Res. Mário Glauco Di Lascio (196-?)</b> . Av. Monsenhor Walfredo Leal, Tambiá. Arq. Mário Di Lascio	Não	
	<b>Res. José Pinheiro (1960)</b> . Av. Cabo Branco, Cabo Branco. Arq. Mário Di Lascio.	Não	
	<b>Res. Mário Grissi Faracco (1960)</b> . Av. João Maurício, Manaíra. Arq. Mário Di Lascio.	Não	
	<b>Res. Luiz Carrilho (1962?)</b> . Av. João Maurício, Manaíra. Arq. Tertuliano Dionísio	Não	
	<b>Res. Maurílio Augusto de Almeida (1961)</b> . Av. Cabo Branco, Cabo Branco. Arq. Mário Di Lascio	Não	
	<b>Res. José Bronzeado Sobrinho (1963)</b> . Av. Cabo Branco, Cabo Branco. Arq. Mário Di Lascio	Não	
<b>Res. Adrião Pires (1963)</b> . Av. Epitácio Pessoa, 3955, Miramar. Arq. Carneiro da Cunha (co-autoria: Mário Di Lascio).	Sim	"[...] o que pode ser percebido na solução da laje de cobertura inclinada dupla de duas águas protegida por telhas cerâmicas tipo canal. <b>Recursos que visavam o conforto térmico</b> e aos quais se somavam largos beirais e varandas. " (p.170) Os diversos setores funcionais articulam-se em distintos níveis, acessíveis através de escadas. A área íntima, em volume independente apoiado	

			sobre pilotis, foi posicionada de forma a beneficiar-se dos ventos predominantes [sudeste]" (p.171)
	<b>Res. Renaldo Rangel (1964).</b> Av. Quintino Bocaiúva, Torre. Arq. Mário Di Lascio	Não	
	<b>Res. Jorge Ribeiro Coutinho (1965).</b> Av. Cabo Branco, Cabo Branco. Arq. Carlos Alberto Carneiro	Não	
	<b>Res. Danilo Souto Maior Rosas (1967).</b> Tambaú. Arq. Mário Di Lascio	Não	
	<b>Res. Everaldo Vieira dos Santos (1969).</b> Torre. Arq. Mário Di Lascio	Não	
	<b>Res. Humberto Soares de Azevedo, 1968-70(?),</b> av. Cabo Branco, arquiteto Acácio Gil Borsoi	Não	
	<b>Res. Humberto Clodoaldo Oliveira (196?)</b> , arquiteto Acácio Gil Borsoi???	Não	
	<b>Res. Manoel Pires Bezerra (1964),</b> Av. Ep. Pessoa, Miramar, arq. Carlos Alberto Carneiro da Cunha	Não	

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

Os recentes trabalhos de Melo (2013) e Tinem e Cotrim (2014), destacam residências modernas em sua maioria dos anos 1950 e 1960. Melo (2013), encontrou na obra do arquiteto Acácio Gil Borsoi uma inteira preocupação climática e afirma que todas as obras analisadas por ela possuíam adaptação ao meio onde foram inseridas (Quadro 5).

Quadro 5: Seleção de residências modernas citadas por Melo (2013).

Residências Modernas encontradas	Autora cita sobre adequação ou inadequação climática?	Estratégia de adequação ou inadequação ao clima citada pela autora
<b>1950</b> <b>Res. Pompeu Maroja (1954)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Rua Diogo Velho, Centro.	<b>Sim</b>	"Afora a lógica de localização dos setores no terreno, Borsoi faz uso de algumas <b>estratégias que facilitam a circulação da ventilação natural oriunda dos quadrantes leste e sul</b> ao longo do ano. Na fachada leste, para a qual os quartos se abrem, o arquiteto utiliza esquadrias de madeira com persianas que, quando abertas, filtram a luz permitindo a passagem contínua de ar. Na fachada Norte, outros elementos filtram a incidência da luz do sol da tarde ao tempo em que permitem a passagem do ar, como a parede perfurada, descolada da parede da cozinha, formando um bolsão de ar, o "respiro" na parede e a área e serviço, e até mesmo o próprio lago artificial, são exemplos importantes de tentativas de melhorar as condições climáticas dentro do lote. Outro ponto a ser considerado é a solução do pé-direito duplo na sala de jantar[...]. Este espaço promove o aproveitamento tanto da ventilação como a iluminação natural." (p.143-144)

	<p><b>Res. Cassiano Ribeiro Coutinho (1955)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Epiitácio Pessoa.</p>	<p>Sim</p>	<p>"[...] a casa foi implantada isolada no lote com os ambientes sociais para o quadrante nordeste e os íntimos para leste o que favoreceu o aproveitamento da iluminação e ventilação naturais. No caso dessas fachadas (norte e leste) o arquiteto minimizou os efeitos da radiação solar direta fazendo uso dos recuos dos planos verticais em relação aos horizontais. <b>Esta estratégia pode ser percebida por meio do balanço correspondente à projeção do primeiro pavimento que protege grande parte da fachada envidraçada das salas do pavimento térreo na fachada norte.</b></p> <p>Os pilotis, por sua vez, geram uma grande área aberta nas laterais e sombreada, impedindo que os raios solares penetrem na sala de estar. Neste caso, os brises verticais têm papel importante. " (p.76-77)</p>
	<p><b>Res. Joaquim Augusto da Silva (1957)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Epiitácio Pessoa.</p>	<p>Sim</p>	<p><b>"Entre as principais estratégias para melhorar o desempenho térmico da casa,</b> podemos citar a sua adequada orientação: ao sul a área social, a leste a íntima e a oeste as áreas de serviço. Apesar de, aparentemente, pouco eficazes não se pode desconsiderar os brises – anteriormente comentados – ligados aos pilares inclinados, visando à proteção da sala de jantar na fachada oeste (figura 74). Outro aspecto que merece destaque é o cuidado com a iluminação natural por meio de sheds no corredor dos quartos e de esquadrias (sul e norte) que acompanham os ângulos da cobertura "asa de borboleta", garantindo uma boa distribuição a luz natural nas salas. Para amenizar a penetração do calor pela cobertura, o arquiteto utilizou as telhas em madeirite com superfície em alumínio sobre a laje de concreto, que refletem o calor e impediam em parte sua absorção. " (p.95)</p>
	<p><b>Res. Austregésilo de Freitas (1958)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Cabo Branco.</p>	<p>Sim</p>	<p>"[...] com relação à implantação da edificação no lote e a localização dos seus setores: os ambientes sociais e íntimos orientados a leste e sul, bem como, os de serviço para oeste. A diferença aqui consiste no fato de deliberadamente aproximar a casa do seu limite norte, orientando todo o lazer para a porção leste do terreno. <b>Borsoi ainda recua algumas partes do pavimento térreo em relação ao superior, criando zonas de proteção contra a insolação direta,</b> esse artifício pode ser percebido a partir do balanço correspondente ao primeiro pavimento do bloco frontal. Assim como já foi comentado, os painéis de venezianas da varanda dos quartos orientados a leste garantiam a entrada da ventilação e protegiam os quartos da insolação direta do sol da manhã. " (p.158-159)</p>
<p>1 9 6 0</p>	<p><b>Res. Otacílio Vieira Campos (1966)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Epiitácio Pessoa.</p>	<p>Sim</p>	<p>"A casa foi implantada de modo que os quartos tivessem suas aberturas para leste, parte das áreas sociais para leste e norte e os serviços voltados para oeste. [...] a preocupação do arquiteto em garantir o aproveitamento da iluminação e da ventilação natural <b>favorecendo o conforto ambiental da edificação.</b> " (p. 112)</p>
	<p><b>Res. Antônio de Pádua (1966)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Rua Giacomio Porto.</p>	<p>Sim</p>	<p><b>"As soluções para melhorar o desempenho térmico</b> da edificação vão desde um adequado posicionamento da edificação no lote com a área íntima e os ambientes sociais orientados em sua maior parte para leste e os serviços para oeste. Para aperfeiçoar as trocas de ar e aproveitar a iluminação natural, utiliza os sheds em pontos estratégicos como sala de estar, closet e banheiros, proporcionando, deste modo,</p>

			<p>uma melhor distribuição e uniformidade da iluminação natural." (p. 127-128)</p> <p>"Outro recurso aplicado pelo arquiteto para o aproveitamento da luz natural foi o uso de pérgulas (solário) no corredor íntimo e na suíte do casal. Já as grandes aberturas da sala de jantar foram protegidas por brises verticais fixos. Neste caso, porém sua eficiência é questionável, uma vez que, na fachada oeste a incidência solar ocorre de forma perpendicular permitindo a penetração dos raios solares no local." (p.128)</p>
--	--	--	---

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

Nos textos reunidos por Tinem e Cotrim (2014), esta preocupação climática continua nos anos 1950, não é citada nas obras estudadas da década de 60, contudo apreciada na residência Edísio Souto construída em 1978, como mostra o Quadro 6.

Quadro 6: Seleção de residências modernas citadas por Tinem e Cotrim (2014).

Residências Modernas encontradas	Autores citam sobre adequação ou inadequação climática?	Estratégia de adequação ou inadequação ao clima citada pelos autores	
1950	<b>Res. Cassiano Ribeiro Coufinho (1955)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Ep. Pessoa.	Sim	"[...] a) todos os cômodos contavam com iluminação e ventilação natural; quando não era possível proporcionar estas condições através de aberturas nas paredes Borsoi lançava mão de aberturas no telhado, utilizando iluminação e ventilação zenitais; b) foram utilizadas paredes mais espessas, provavelmente compostas por duas paredes de meia vez com colchão de ar entre elas, nas fachadas que recebem maior insolação, como é o caso da parede voltada para oeste no setor social e na parede voltada para norte no quarto principal do setor íntimo; c) a configuração espacial dos espaços contínuos do setor social, dispostos em vários níveis sem separação entre eles e com aberturas dispostas no eixo norte-sul que resultou não só em um grande volume de ar, devido aos pés-direitos mais altos, como em uma renovação constante do ar através da ventilação cruzada permanente das aberturas posicionadas em lados opostos." (p.260)
	<b>Res. Joaquim Augusto da Silva (1957)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Ep. Pessoa.	Não	
	<b>Res. Austregésilo de Freitas (1958)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Cabo Branco.	Não	
	<b>Res. Lourenço de Miranda Freire (1958)</b> – Arquiteto Mário Di Lascio	Não	
1960	<b>Res. Otacílio Vieira Campos (1966)</b> – Arquiteto Acácio Gil Borsoi. Av. Ep. Pessoa.	Não	
	<b>Res. João Cavalcanti (1960?)</b> , Av. Francisca Moura, Torre. Mário Di Lascio.	Não	
1970	<b>Residência Ferdinando Bezerra Paraguay (1973)</b> - Av. Cabo Branco. Arquiteto Carlos Alberto Carneiro da Cunha.	Não	
	<b>Res. Edísio Souto (1978)</b> –	Sim	"Na Residência Edísio Souto, de 1978, projeto dos

0	Arquitetos Amaro Muniz de Castro e Armando Ferreira de Carvalho. Rua Osiris de Belli, Cabo Branco.		arquitetos Amaro Muniz de Castro e Armando Ferreira de Carvalho, <b>os elementos voltados para o controle climático definem uma proposta formal e uma volumetria marcadamente horizontal</b> , que são os diferenciais desse exemplar." (p. 53)
---	--	--	---

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

A pesquisa de Xavier (2011), tem seu recorte temporal estabelecido para as décadas de 1960 e 1970. Entre as residências abordadas ou achadas a autora cita adequação climática em três residências dos anos 60 e oito dos anos 70 (Quadro 7).

Quadro 7: Seleção de residências modernas citadas por Xavier (2011)

Residências Modernas encontradas	Autora cita sobre adequação ou inadequação climática?	Estratégia de adequação ou inadequação ao clima citada pela autora	
1 9 6 0	<b>Residência José Pinheiro (196?)</b> Av. Cabo Branco. Mario Glauco di Lascio.	Não	
	<b>Residência Maurílio de Almeida Pinheiro (1961)</b> Av. Cabo Branco. Arq. Mario Glauco di Lascio.	Sim	"[...] na casa do médico patologista Maurílio Augusto de Almeida, construída em 1961 para moradia permanente, o arquiteto adota o mesmo esquema de implantação <sup>100</sup> . <b>Usa níveis intermediários para distribuição de ambientes; e jardim interno com sistema pergolado, para melhorar o conforto térmico.</b> " (p.70)
	<b>Residência da Família Zaccara (1968)</b> , na Av. Tamandaré – Tambaú	Não	
	<b>Residência Antônio Waldir Bezerra Cavalcanti (1960)</b> , Av. Tamandaré, Engenheiro Civil Carlos Pereira Andrade	Não	
	<b>Residência Luiz Carrilho (1963)</b> , Av. João Maurício, arquiteto Tertuliano Dionísio	Não	
	<b>Residência Cel. Renato Macário de Brito (1965)</b> , engenheiro Walter Vinagre	Não	
	<b>Residência José Carlos Ayres (1967)</b> - Av. Epitácio Pessoa, Engenheiro Civil Giovane Gyoia Filho	Sim	"[...] Na Casa José Carlos Ayres (1967 - Av. Epitácio Pessoa) o Engenheiro Civil Giovane Gyoia Filho, a implantação ocupa uma das laterais do lote, colando no muro do vizinho, tanto no térreo como no primeiro pavimento. <b>As marquises em placas de concreto protegem as janelas, e os elementos vazados permitem a livre circulação do ar no interior da residência.</b> " (p. 73)
	<b>Residência José Pinheiro (1960)</b> Av. João Maurício. Arq. Mario Glauco di Lascio.	Não	
	<b>Residência Dagberto Victor de Miranda – Vila Zula Miranda (1961)</b> - Av. Antônio Lira, Tambaú. Eng. Civil Newton Maia	Sim	"[...] <b>A distribuição dos setores desconsidera a captação favorável de ventos para a área social, os ambientes que recebem melhor ventilação no pavimento térreo são os de serviço.</b> No pavimento superior, as aberturas acompanham o vão do pilar do térreo. Na área da circulação dos quartos, é adotado uma solução com fechamento semi-opaco de tijolos assentados alternadamente, para criar uma parede de exaustão do ar." (p.108)
<b>Residência Fernando Amaral</b>	Não		

<b>Marinho (1971)</b> - Av. Cabo Branco, <b>Residência Valdez Juval da Silva (1972)</b> - Manaíra	Não	
<b>Residência Manoel Gaudêncio (1972)</b> - Manaíra, arquiteto Tertuliano Dionísio	Sim	"[...]assim na execução a madeira foi substituída por alumínio e vidro. Nas esquadrias inteiriças, <b>foi necessário usar cortinas para evitar que o aquecimento interno nos ambientes, especialmente nos quartos onde a claridade incomodava desde as primeiras horas da manhã</b> ". (p.76)
<b>Residência Eliete Queiroz Gurjão (1973)</b> - arquiteto Renato Azevedo Peryllo Ramos Borba	Não	
<b>Residência Jorge Ribeiro Coutinho (1972)</b> , Av. Tamandaré, arquitetos Carlos Alberto Carneiro da Cunha/ Dinauro Esteves	Sim	"Os ambientes de permanência prolongada, como sala de estar e quartos tem aberturas voltadas para sudeste. Nas direções de menor incidência de ventos, como noroeste e sudoeste, o arquiteto localiza preferencialmente os ambientes de serviço. O ambiente do atelier, apesar de indicar um local de maior permanência, está voltado para noroeste, com poucas aberturas e um grande pano de parede a captar a irradiação solar. Soluções de exaustão do ar quente: caixas de escadas do setor de serviços, com janelas pequenas aumentam a velocidade do vento no interior da casa". (p.138)
<b>Residência Israel Aureliano da Silva (1974)</b> Av. Cabo Branco, arquitetos Carlos Alberto Carneiro da Cunha/Adolfo Jorge de Miranda Cordeiro	Não	
<b>Residência Ronald Queiroz (1974)</b> Av. Cabo Branco, arquiteto Carlos Alberto Carneiro da Cunha	Não	
<b>Residência Fernando Furtado (1974)</b> Av. Tamandaré, arquiteto Carlos Alberto Carneiro da Cunha	Não	
<b>Residência Virgínia e Adolpho Fernandes Lira Maia (1974)</b> Av. Cabo Branco, arquiteta Maria Graziela	Não	
<b>Residência Maria Berenice Fraga do Amaral e Antônio José do Amaral e Silva (1974)</b> Av. Marcionília da Conceição, Cabo Branco, arquitetos Maria Berenice Fraga do Amaral e Antônio José do Amaral e Silva	Sim	"Os espaços de estar recebem ventilação pelo pátio dos fundos; os quartos voltados para sudeste são ventilados através da galeria pergulada. No setor de serviço os ambientes são ventilados pelo pátio, que capta os ventos da direção sudeste. Vazios deixados entre o teto e as paredes divisórias dos quartos permitem a renovação constante do ar nos ambientes de estar. É utilizada a ventilação cruzada e mecanismos de exaustão do ar quente, com o shed e os sistemas de pergulados de larguras diferenciadas, o espaço entre a parede da divisa do lote e as aberturas dos quartos, é maior na direção sudeste (2,50 m), e o espaço de abertura das pérgulas na direção noroeste é mais estreito (0,80 m), esta estratégia permite aumentar a velocidade dos ventos e retirar mais rapidamente o ar quente de dentro da casa; porém tem inconvenientes: nem sempre a velocidade de vento na área era suficiente para realizar o mecanismo de exaustão, e em dias de pouco vento o sol que refletia no interior da residência através das aberturas do teto, contribuía para aumentar o ar quente que era produzido no interior da habitação, que somados a tramitância térmica dos materiais da coberta, piso e paredes, fazia com que a casa ficasse muito quente, nos dias de chuva o mesmo mecanismo de entrada de ventos permitia que

		se molhasse o interior da residência. <b>Segundo a proprietária a chuva e o calor incomodavam os usuários, de modo que foi necessário se providenciar soluções posteriores para este problema".</b> (p.162)
<b>Residência Lourenço Bezerra de Melo (197?)</b> , arquiteta Berenice Fraga do Amaral	Não	
<b>Residência Waldemar Gomes de Arruda (1970)</b> - Av. Atlântica, Praia de Tambaú. Eng. Civil Álvaro Monteiro	<b>Sim</b>	<b>"Essa delimitação com muitas paredes e poucas aberturas desconsidera a questão de captação da ventilação favorável para as áreas social, os ambientes que recebem melhor ventilação são os de serviço".</b> (p.117)
<b>Residência Josemar Meireles da Cunha (1972)</b> - Av. Epitácio Pessoa. Arquitetos Antonio José do Amaral e Berenice Amaral	Não	
<b>Residência Ferdinando Bezerra Paraguay (1973)</b> - Av. Cabo Branco. Arquiteto Carlos Alberto Carneiro da Cunha	<b>Sim</b>	"Quanto às questões de conforto os ambientes são posicionados, com os setores social e íntimo recebendo ventilação direta. Esses ambientes tem aberturas voltadas para frente sudeste, e estão posicionados em diagonal em relação a testada lateral do lote. O lote recebe ventilação pela divisa lateral, porém o formato estreito e comprido, dificulta a captação dos mesmos; o arquiteto Carlos Alberto Carneiro da Cunha implanta a edificação na diagonal, aumentando assim a distância entre o muro do vizinho e as esquadrias. O mezanino e as exaustões na laje através da iluminação zenital dos banheiros, provocam a ventilação cruzada, aumentando o conforto interno. <b>A coberta em três águas sobrepondo-se a laje, contribui para a formação de um colchão de ar, com ventilação permanente através das telhas canal, retardando a tramitância térmica no ambiente interno".</b> (p.151)
<b>Residência Casa Gilson Espínola Guedes (1974)</b> - Av. Cabo Branco. Arquiteto Mário Glauco di Lascio	<b>Sim</b>	"O lote tem uma orientação favorável à captação dos ventos, o arquiteto abre os ambientes sociais e íntimos para as direções que mais recebem ventos (SE/NE). Os quartos de empregados também tem aberturas voltadas para uma direção favorável a ventilação. <b>Como mecanismos de adequação ao clima, o arquiteto usa o beiral generoso e a coberta em telhas canal. Soluções tradicionais e adequadas ao clima do Nordeste".</b> (p.173)
<b>Residência Major Adolpho Fernandes Lyra Maia (1974)</b> - Av. Cabo Branco. Arquiteta Maria Grasiela de Almeida Dantas.	<b>Sim</b>	"Os ambientes foram localizados preferencialmente na direção nordeste, para frente do lote, e paisagem da praia, como já informado anteriormente. Na caixa de escada, no gabinete (pavimento térreo), e no primeiro quarto do pavimento superior <b>a arquiteta posiciona as janelas na direção sudeste.</b> No pavimento superior elementos vazados são usados na parte superior das paredes divisórias entre quarto e corredor, para permitir a livre circulação dos ventos". (p.183)
<b>Residência José Valdomiro Ribeiro Coutinho (1974)</b> - Av. Cabo Branco. Arquitetos Carlos Alberto Carneiro da Cunha e Dinauro Esteves Filho	<b>Sim</b>	"Os ambientes do setor social e os quartos foram localizados preferencialmente na direção NE/SE na porção frontal do lote, favorecendo a captação dos ventos predominantes. <b>Além da orientação os Arquitetos Carneiro da Cunha e Dinauro Esteves, usam a ventilação cruzada e mecanismos de exaustão do ar, através de saídas localizadas na coberta".</b> (p.196)

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

A pesquisas de Araújo (2010), trata especialmente da produção arquitetônica moderna de João Pessoa realizada nos anos 1970. Das obras investigadas por

Araújo (2010), foi encontrado um grande número de residências desse ano de produção e dentre elas três são apontadas pelo autor por possuírem elementos de adaptação ao clima de João Pessoa, (

Quadro 8).

Quadro 8: Seleção de residências modernas citadas por Araújo (2010).

Residências Modernas encontradas	Autor cita sobre adequação ou inadequação climática?	Estratégia de adequação ou inadequação ao clima citada pelo autor	
1 9 7 0	<b>Res. Dr. Francisco Xavier Sobrinho (1975)</b> – arquiteto Mário Glauco De Lascio. Rua Antônio Lira, Tambaú.	Não	
	<b>Res. Virgínio Veloso Freire Filho (1979)</b> – arquiteto Regis de Albuquerque Cavalcanti. Av. São Paulo, Bairro dos Estados.	Não	
	<b>Res. Laureano Casado da Silva (1977)</b> - arquiteto Mário Glauco De Lascio. Av. Ruy Carneiro, Tambauzinho.	Não	
	<b>Res. Haroldo Coutinho de Lucena (1979)</b> – Arquiteto Expedito Arruda. Av. Campos Sales, Bessa.	Sim	“O tratamento formal dado à cobertura está justificado pelo fato de que o terreno situa-se de frente para sul/sudeste, orientação dos ventos dominantes e, conseqüentemente, da chuva. <b>A grande cobertura, plana e suspensa, não define apenas o ‘grande abrigo’, como também representa um elemento funcional que protege as aberturas (caixilhos de madeira com tabiques móveis e panos de vidro temperado) da ação direta de forças naturais.</b> A ideia do grande abrigo, como na Residência Haroldo Coutinho de Lucena, vai incorporar algumas preocupações, em sua concepção espacial e formal, relativas ao controle climático apontadas por Armando Holanda (1976)”. (p.125)
	<b>Res. Edísio Souto (1978)</b> – Arquitetos Amaro Muniz de Castro e Armando Ferreira de Carvalho. Rua Osiris de Belli, Cabo Branco.	Sim	“A experiência moderna marcante deste projeto está relacionada ao controle climático, a partir de um esquema de implantação que favorece a entrada do vento e da iluminação natural. <b>Seu esquema de implantação em ‘U’ é um recurso favorável à distribuição do vento e da luz natural numa casa de configuração horizontal.</b> Os arquitetos decidiram pela utilização de elementos construtivos que assegurassem conforto térmico também no interior da construção: um jardim interno protegido por um pergolado situado entre o setor social e íntimo da casa; e um <i>shed</i> que acompanha o alinhamento de banheiros. A escolha de elementos deste tipo garante a ventilação cruzada”. (p.132-133)
	<b>Res. Luis Carlos Carvalho (1975)</b> – Arquitetos Antônio José do Amaral e Silva e Maria Berenice Fraga do Amaral. Av. Guarabira, Manaíra.	Não	
	<b>Res. Luis Régis Pessoa de Farias (1975)</b> – Arquitetos Antônio José do Amaral e Silva e Maria Berenice Fraga do Amaral. Bairro dos estados.	Não	
<b>Res. João Wanderley (1975)</b> –	Não		

Arquitetos Antônio José do Amaral e Silva e Maria Berenice Fraga do Amaral. Tambaú.		
<b>Res. José Maria de Araújo Dantas (1976)</b> – Arquitetos Antônio José do Amaral e Silva e Maria Berenice Fraga do Amaral. Cabo Branco.	Não	
<b>Res. Rinaldo Souza e Silva (1975)</b> – Arquitetos Antônio José do Amaral e Silva e Maria Berenice Fraga do Amaral. Cabo Branco. Tambauzinho.	Não	
<b>Res. Potengi Holanda de Lucena (1975)</b> – Arquitetos Antônio José do Amaral e Silva e Maria Berenice Fraga do Amaral. Cabo Branco. Manaíra.	Não	
<b>Res. Noêmia Beltrão (1976)</b> – Arquitetos Antônio José do Amaral e Silva e Maria Berenice Fraga do Amaral. Cabo Branco. Manaíra.	Não	
<b>Res. Marinaldo Barbosa (1976)</b> – Arquitetos Antônio José do Amaral e Silva e Maria Berenice Fraga do Amaral. Cabo Branco. Bessa.	Não	
<b>Res. Antônio Queiroga Lopes (1976)</b> – Arquitetos Getúlio Pereira Nóbrega e Luiz Nazário Medeiros Cavalcanti. Bairro dos Estados.	Sim	"Sua implantação está favorável à captação da ventilação natural, sem obstáculos circunvizinhos, permitiu que os arquitetos posicionassem a sala de estar e o setor íntimo da mesma de modo a captarem a ventilação dominante. [...] <b>A preocupação com o clima quente e úmido do lugar é outra experiência moderna que também podem ser associadas estes tipos de casas</b> ". (p.146)

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

Em resumo, foram 28 residências citadas nas pesquisas sobre arquitetura moderna de João Pessoa, 10 exemplares produzidos nos anos de 1950, 7 em 1960 e 11 nos anos 1970 (Quadro 9), e segundo os pesquisadores são construções que se acomodaram às características socioculturais e climáticas da região nordeste, sobretudo, na cidade de João Pessoa.

Quadro 9: Residências modernas adaptadas ao clima de João Pessoa segundo as principais pesquisas já realizadas sobre esta produção.

Residências Modernas encontradas		Amaral	Pereira	Tinem et al.	Chaves	Melo	Tinem e Cotrim	Xavier	Araújo
1 9 5 0	Res. Alberto Diniz (1951)		X						
	Res. Pompeu Maroja (1954)	X	X	X	X	X			
	Res. Cassiano Ribeiro Coutinho (1955)	X	X		X	X	X		
	Res. Joaquim Augusto da Silva (1957)		X		X	X			
	Res. Austregésilo de Freitas (1958)			X	X	X			
	Res. Lourenço de Miranda Freire (1958)		X	X	X				
	Res. Renato Ribeiro Coutinho (1958)		X		X				
	Res. Flávio Ribeiro Coutinho (1954)				X				
	Res. de Veraneio Hermes Pessoa (1957)				X				
	Res. Sebastião Aires de Queiroz? (1959)				X				
1 9 6 0	Res. João Cavalcanti (1960)				X				
	Res. Otacílio Vieira Campos (1966)		X	X	X	X			
	Res. Antônio de Pádua (1966)					X			
	Res. Adrião Pires Bezerra (1963)		X		X				
	Residência Maurílio de Almeida Pinheiro (1961)							X	
	Residência José Carlos Ayres (1967)							X	
1 9 7 0	Residência Dagberto Victor de Miranda – Vila Zula Miranda (1961)							X	
	Res. Edísio Souto (1978)						X		X
	Residência Jorge Ribeiro Coutinho (1972)							X	
	Residência Maria Berenice Fraga do Amaral e Antônio José do Amaral e Silva (1974)							X	
	Residência Waldemar Gomes de Arruda (1970)							X	
	Residência Manoel Gaudêncio (1972)							X	
	Residência Ferdinando Bezerra Paraguay (1973)							X	
	Residência Casa Gilson Espínola Guedes (1974)							X	
	Residência Major Adolpho Fernandes Lyra Maia (1974)							X	
	Residência José Valdomiro Ribeiro Coutinho (1974)							X	
Res. Haroldo Coutinho de Lucena (1979)								X	
Res. Antônio Queiroga Lopes (1976)								X	

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

Estas mesmas residências foram inseridas no Quadro 10 a seguir, relacionadas com os quatro critérios lançados para o recorte temático de pesquisa, já mencionados. Percebe-se que o número de exemplares que atendem a estes critérios é bem menor, 9 no total.

Quadro 10: Residências modernas que atendem aos critérios avaliativos da pesquisa

Residências Modernas encontradas	Autor cita a preocupação com adequação climática?	Material necessário encontrado para estudo	Residência se encontra em seu estado original graficamente?
1950	Res. Alberto Diniz (1951)	X	
	<b>Res. Pompeu Maroja (1954)</b>	X	X
	Res. Cassiano Ribeiro Coutinho (1955)	X	X
	Res. Joaquim Augusto da Silva (1957)	X	X
	Res. Austregésilo de Freitas (1958)	X	X
	Res. Lourenço de Miranda Freire (1958)	X	X
	Res. Renato Ribeiro Coutinho (1958)	X	
	Res. Ivan Cavalcante (1957)	X	
	Res. Clodoaldo Soares de Oliveira (1958)	X	
	Res. Flávio Ribeiro Coutinho (1954)	X	
1960	Res. de Veraneio Hermes Pessoa (1957)	X	
	Res. Sebastião Aires de Queiroz? (1959)	X	
	<b>Res. João Cavalcanti (1960)</b>	X	X
	<b>Res. Otacílio Vieira Campos (1966)</b>	X	X
	<b>Res. Antônio de Pádua (1966)</b>	X	X
	Res. Adrião Pires Bezerra (1963)	X	
	Res. Maurílio de Almeida Pinheiro (1961)	X	
	Res. José Carlos Ayres (1967)	X	
	Res. Dagberto Victor de Miranda – Vila Zula Miranda (1961)	X	
	1970	<b>Res. Edísio Souto (1978)</b>	X
Res. Jorge Ribeiro Coutinho (1972)		X	
Res. Maria Berenice Fraga do Amaral e Antônio José do Amaral e Silva (1974)		X	
Res. Waldemar Gomes de Arruda (1970)		X	
Res. Manuel Gaudêncio (1972)		X	
Res. Ferdinando Bezerra Paraguay (1973)		X	
Res. Casa Gilson Espínola Guedes (1974)		X	
Res. Major Adolpho Fernandes Lyra Maia (1974)		X	
Res. José Valdomiro Ribeiro Coutinho (1974)		X	
Res. Haroldo Coutinho de Lucena (1979)		X	
Res. Luís Régis de Pessoa de Farias (1975)		X	
Res. João Wanderley (1975)		X	
Res. José Maria de Araújo Dantas (1976)		X	
Res. Rinaldo Souza e Silva (1975)		X	
Res. Polengí Holanda de Lucena (1975)		X	
Res. Noêmia Beltrão (1976)		X	
Res. Marinaldo Barbosa (1976)		X	
Res. Antônio Queiroga Lopes (1976)		X	

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

Com intuito de afinar mais ainda a seleção das obras a serem examinadas, usou-se um quinto critério, a importância das construções citadas em cada pesquisa, ou seja, quantas pesquisas mencionaram a mesma casa devido a seus aspectos climáticos. Com este critério conseguiu-se 1 exemplar para cada ano do recorte temporal (Quadro 11).

Quadro 11: Residências modernas mais citadas entre as pesquisas examinadas.

Residências Modernas encontradas	Autor cita sobre adequação ou inadequação climática?	Material necessário encontrado para estudo	Residência se encontra em seu estado original graficamente?	Foi citada por sua preocupação climática em quantas pesquisas?	
1950	Res. Pompeu Maroja (1954)	X	X	X	5
	Res. Cassiano Ribeiro Coutinho (1955)	X	X	X	6
	Res. Joaquim Augusto da Silva (1957)	X	X	X	5
	Res. Austregésilo de Freitas (1958)	X	X	X	4
	Res. Lourenço de Miranda Freire (1958)	X	X	X	3
1960	Res. João Cavalcanti (1960)	X	X	X	2
	Res. Otacílio Vieira Campos (1966)	X	X	X	4
	Res. Antônio de Pádua (1966)	X	X	X	3
1970	Res. Edísio Souto (1978)	X	X	X	1

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

Portanto, chega-se aqui a três objetos empíricos de estudo (Quadro 12), válidos para análise bioclimática pretendida nesta pesquisa.

Quadro 12: Objetos empíricos de estudo.

Objetos Empíricos de Estudo			
1950	Res. Cassiano Ribeiro Coutinho (1956)		
1960	Res. Otacílio Vieira Campos (1966)		
1970	Res. Edísio Souto (1978)		

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

### 3. CONSTRUINDO MÉTODOS E PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE

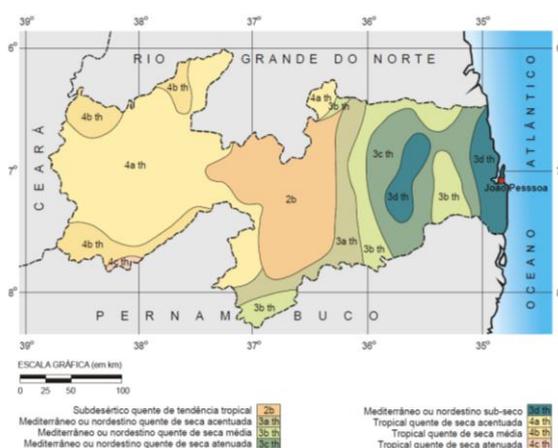
Este capítulo inicia-se com uma breve descrição da caracterização climática da cidade de João Pessoa – PB e apresenta os procedimentos e métodos utilizados para a obtenção e coleta dos dados, com base no referencial teórico apresentado no Capítulo 1 e nas questões de pesquisa que norteiam este trabalho. Trata-se da construção e reunião de métodos de análise úteis para identificar o desempenho bioclimático das três edificações modernas selecionadas para esta pesquisa e a influência do seu entorno.

#### 3.1 Universo de Análise: João Pessoa-PB

##### 3.1.1 Caracterização Climática de João Pessoa

Atualizada, a classificação bioclimática de Köppen (1884), afirma que o clima de João Pessoa é do tipo Mediterrâneo ou Nordestino Sub-seco. Tem essa classificação por a cidade se encontrar na faixa climática  $As'$  e bioclima  $3d\ th$  (Figura 19), descrita como Tropical chuvosa de classe A referente ao clima quente e úmido.

Figura 19: Regiões Bioclimáticas segundo a classificação de Wladimir Köppen



Fonte: Atlas Geográfico do Estado da Paraíba (1985).

Ainda conforme Köppen (1884), o clima da capital paraibana caracteriza-se com temperaturas médias anuais elevadas, sempre acima dos 20°C, índice pluviométrico

concentrado entre os meses maio, junho e julho variando entre 1500 e 1700mm, e com alta umidade relativa do ar em torno de 80% (Tabela 3).

Tabela 3: Descrição do bioclima 3dth

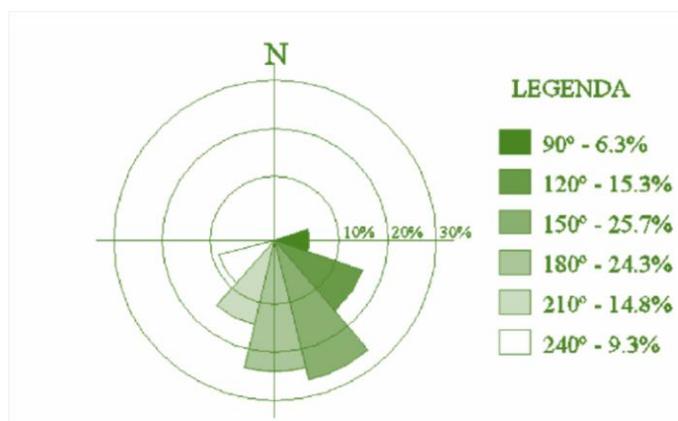
Bioclima	Denominação brasileira	Altitude	Latit.	Longit.	Características do Bioclima
<b>3d th</b>	Mediterrâneo ou Nordestino Sub-seco	5m	7° 08' S	34° 53' W	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Umidade relativa do ar em torno de 80%;</li> <li>▪ Estação seca curta (de 1 a 3 meses);</li> <li>• Médias térmicas anuais em torno de 25°C;</li> <li>• Variações pluviométricas entre 1500 a 1700mm no litoral;</li> </ul>

Fonte: Atlas Geográfico do Estado da Paraíba (1985).

A situação geográfica de João Pessoa, próxima a linha do Equador, corresponde a uma área propícia aos ventos alísios do sudeste, dos quais sopram nos meses menos quentes com maior frequência e velocidade, mas que, com a chegada dos meses mais quentes tem a sua frequência alterada através dos ventos de leste e de nordeste, vindos das áreas equatoriais na corrente de deslocamento, em direção sul da Zona de Convergência Tropical Interna (ZCIT), é o que afirmam Silva (1999), Duarte (2010) e Sousa (2010).

Segundo Silva (1999), a ventilação é predominantemente diária, característica das zonas costeiras, é distribuída com velocidade que varia de 0 a 9m/s e média de 3,6m/s no quadrante sudeste entre os rumos 150° e 180°, conforme é mostrado na Figura 20 a seguir.

Figura 20: Rosa dos Ventos para a cidade de João Pessoa.



Fonte: Sousa (2010, p.73), editada pela autora.

Também por causa de sua localização, a cidade recebe radiação solar de quantidade aproximada de 3000 horas anuais (DUARTE, 2010; SOUSA, 2010). Assim, em resumo, a temperatura do ar em João Pessoa apresenta-se elevada durante todo o ano, com rebaixamento térmico nos meses do outono e do inverno. A temperatura média do ar oscila entre 24,1°C e 27,2°C, e a média das máximas podem ser superiores a 30°C com extremos para os meses de dezembro (32,8°C), janeiro (32,8°C), fevereiro (33°C) e março (33,6°C), período do verão, apresentando temperaturas mais baixas nos meses de junho e julho com valores de 25,2°C e 24,2°C, respectivamente, período correspondente ao outono e inverno no hemisfério Sul, é o que foi registrado por Pereira et al (2012).

### 3.1.2 Ano Climático de Referência de João Pessoa – PB

Para se compreender as variáveis climáticas de um local e, conseqüentemente, controlar as características projetuais de uma construção, é necessário realizar a análise bioclimática a partir de dados climáticos disponíveis dessa região. Oliveira e Leder (2014) afirmam que, estudando os dados climáticos de um determinado local é possível identificar quais são os períodos de desconforto térmico e, deste modo, encontrar quais estratégias são mais adequadas para acomodar o desenho arquitetônico ao meio. Utilizar os dados climáticos do *Test Reference Year* – TRY ou Ano Típico de Referência, é o mais aconselhável pelos estudiosos do clima no Brasil como Goulart et al. (1994), Lamberts et al. (1998), Oliveira e Leder (2014), etc.

É por meio do Ano Climático de Referência, que encontram-se os valores horários de temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, umidade relativa do

ar, direção e velocidade dos ventos, nebulosidade, pressão barométrica e radiação solar, estes dados podem ser inseridos diretamente sobre a carta bioclimática, obtendo-se assim as estratégias mais adequadas para cada período do ano (LAMBERTS et al., 1998).

Tratando-se especificamente da cidade de João Pessoa, o Ano Típico de Referência disponível – 2008 – foi concebido por Roriz (2012), a partir de dados horários, registrados em 411 estações climatológicas do INMET entre os anos de 2000 e 2010. Os dados climáticos contidos no arquivo TRY de Roriz, serviram de base para os estudos de Oliveira e Leder (2014), que montaram o perfil climático da capital paraibana, assim como, sua carta bioclimática, a qual determinou as principais estratégias de condicionamento passivo para o clima de João Pessoa.

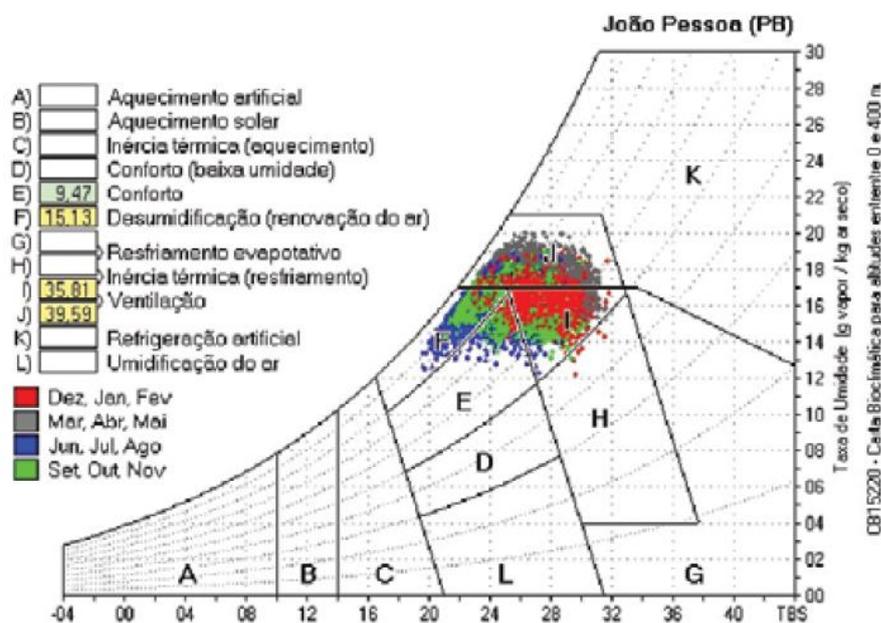
### 3.1.3 Zona de Conforto para João Pessoa – PB

Dentre os seis municípios do estado da Paraíba avaliados por Oliveira e Leder (2014), João Pessoa é o que possui menor amplitude térmica. As autoras constataram o intervalo médio de 5°C entre as temperatura mínimas e máximas durante todo o ano. As temperaturas mínimas a partir de 21°C, acontecem nos meses de junho, julho e agosto, sendo a mínima absoluta de 19,60°C ocorrendo em junho e agosto. Dentre as temperaturas mínimas encontradas não observou-se desconforto causado pelo frio. As temperaturas médias máximas acontecem entre 27°C e 31°C, sendo a máxima absoluta de 31,80°C ocorrendo em fevereiro. Portanto, em ambientes internos a temperatura máxima de conforto em João Pessoa pode ser estendida até 28°C, acima deste limite ocorre o desconforto que foi observado em oito meses, ou seja, a maior parte do ano.

### 3.1.4 Estratégias Bioclimáticas para João Pessoa - PB

Extraídas da Carta Bioclimática para a cidade de João Pessoa (), das três estratégias encontradas no estudo de Oliveira e Leder (2014) percebeu-se que a maior parte das horas do ano está concentrada na zona de ventilação com percentual de 39,59%, nos meses quentes de dezembro, janeiro e fevereiro e a umidade média varia em torno de 70 e 75%. As zonas de conforto estão distribuídas entre os meses de junho, julho e agosto e o período de setembro a novembro com 9,47% das horas, apenas. A carta sugere a inercia térmica para o resfriamento com percentual de 35,81% das horas.

Figura 21: A Carta Bioclimática de João Pessoa gerada a partir do programa CB15220 pelas pesquisadoras Oliveira e Leder.



Fonte: Oliveira e Leder (2014, p. 146).

### 3.2 Parâmetros bioclimáticos para a análise do edifício e seu entorno

O edifício e seu entorno podem apresentar diferentes abordagens temáticas dentro da concepção bioclimática, as quais refletem-se em diversos tratamentos abordados na literatura. A comparação e a síntese dos elementos mais pertinentes encontrados nos estudos que consideram os condicionantes ambientais de uma edificação como também do seu entorno, permitem uma possível compreensão do tratamento desse edifício e seu meio. É importante investigar a maneira pela qual a construção arquitetônica e o seu meio urbano tem sido observado nos estudos que enfocam o clima e a arquitetura. As categorias que fazem parte dos diversos estudos sobre esses temas serviram de guia para elaborar a proposta de análise ambiental do edifício e o espaço urbano utilizada por Romero (2001). O objetivo desta análise constituiu-se em descrever os elementos encontrados na bibliografia e descobrir os elementos unânimes entre os autores e cuja presença e obrigatoriedade são considerados essenciais no tratamento do edifício e do seu entorno.

### 3.2.1 Os elementos unânimes: o método utilizado por Romero

Dentre os diferentes autores que abordam o edifício como elemento controlador do clima, Romero (2001) destaca Givoni (1988), Carmona (1988), Mazria (1985), Olgay (1963, 1968) e Serra (1989) como aqueles que sintetizam as principais características de desenho, as quais visam conforto e se relacionam harmonicamente com o ambiente.

Esses autores apontam particularidades que deveriam ser empregadas nas construções dos edifícios e, ainda segundo Romero (2001), propõem normas de desenho urbano e arquitetônico para melhor converter a edificação num elemento de controle do clima.

A autora supracitada apresenta em seu estudo algumas constantes dos elementos que são relevantes na análise ambiental do edifício. Para isso foi criado um quadro onde apresenta variáveis que devem ser levadas em consideração, segundo a especificidade de cada projeto e no momento de realizar uma análise. As constantes foram agrupadas em três grandes categorias, *forma*, *pele* e *interior*. Cada categoria possui seus elementos unânimes os quais foram citados pelos autores pesquisados por Romero, podendo ser observadas no Quadro 13.

Quadro 13: Aspectos da análise do edifício

Aspectos		Givoni	Carmona	Mazria	Olgay	Serra
F O R M A	Forma, superfícies expostas, compacidade	X	X	X	X	X
	Porosidade					X
	Esbeltez					X
	Orientação	X	X	X	X	X
P E L E	Janelas/aberturas	X	X	X	X	X
	Pisos/assentamentos				X	X
	Tipologia/ grau de adjacência				X	X
	Transparência/opacidade				X	X
	Isolamento					X
	Tensão					X
	Paredes/robustez				X	X
	Cores	X	X		X	X
	Elementos protetores da pele		X		X	X
	Textura			X	X	X
	Variabilidade					X
I N T E R I O R	Pátio	X	X			X
	Interior/membranas		X	X	X	X
	Entrada		X			
	Fachada ao Norte		X	X		
	Cobertura	X			X	
	Propriedade dos materiais	X			X	
	Ventilação			X	X	

Fonte: Autora, 2015 adaptado de (ROMERO, 2001 pag.147)

As principais características de desenho sintetizadas por cada autor, segundo Romero (2001), passam a existir como constantes no quadro 13. As constantes estão representadas pela marcação da letra X.

A unanimidade entre os autores, observada por Romero, pode ser destacada de acordo com os elementos seguintes:

O sítio selecionado pelas vantagens microclimáticas é projetado para maximizá-las;

Localização, forma, volume e configuração geométrica do edifício. Compacidade, superfície exposta, aproveitamento do volume. Tipos de moradia, individuais, coletivas, em altura, compacidade ante os ganhos e perdas de calor. Inclui-se aqui a solução da fachada, o tipo de cobertura, a melhor localização das zonas de serviço e a altura do piso ao teto;

Cobertura, sua importância relativa é dada segundo o impacto da radiação, a ventilação, o volume de radiação solar, marquises, a reflexibilidade e a emissividade dos materiais;

Orientação. A massa do edifício seria configurada e orientada para a maximização desejada, minimizando as exposições negativas, incluindo as fachadas principais;

Plantas, compacidade, grau de liberdade (circulação de ar), superfícies expostas, localização dos serviços, elementos para receber radiação controlada: terraços e solário;

Tamanho, localização e detalhes das janelas;

Propriedades físicas e térmicas dos materiais de construção;

Cores das superfícies externas. Tonalidades e sua relação com a radiação (absorção, brilhos e ofuscamentos);

Dispositivos de proteção e ganho solar. Incluem-se neste item as proteções naturais no exterior, como pátios internos, domos, beirais, balanços, pórticos e brises, sombreamento das janelas, tetos e muros. São também relevantes as membranas externas que oferecem o fechamento do edifício e que seriam selecionadas pela transparência ou pela opacidade com relação às forças ambientais específicas (ROMERO, 2001 pag.144-145).

Entre as categorias acima mencionadas, Romero considera como fundamentais e importantes a forma, e a *pele*<sup>22</sup> do edifício. E entre os elementos, a autora destaca os protetores<sup>23</sup> da *pele*, sendo estes capazes de proteger a envoltura da construção da radiação solar, permitindo a ventilação e, em certos casos, a visão e a passagem de luz.

O mesmo raciocínio é utilizado para a análise do urbano ou do entorno do edifício, já que a autora visa obter, na escala urbana, o que a arquitetura bioclimática consegue com o edifício.

Para Romero (2001), poucos autores tem tratado do espaço urbano, pois a maioria dedica seus estudos ao tema exclusivo do edifício. Constatou essa deficiência durante a construção de um método que tratasse o espaço público dentro de uma concepção bioclimática.

Assim como para o edifício, a autora sintetizou autores em que seus trabalhos se destacam por apresentarem o processo necessário para a obtenção de um desenho adequado ao lugar, sendo estes Oliveira (1988), Romero (1988), Givoni (1989), Serra (1989) e Olgyay (1968). E a partir deles apresenta as constantes da análise ambiental que cuida do urbano agrupadas em quatro grandes categorias:

---

<sup>22</sup> A pele, também chamada envoltura ou envolvente, é formada por um conjunto de barreiras e conectores energéticos (radiantes, de ar ou térmicos) entre o exterior e o interior.

<sup>23</sup> Os protetores citados por Romero(2001) são: beirais ou marquises, anteparos, toldos ou cortinas exteriores, vegetação, lâminas, vidros de cor ou refletantes e persianas. Diante ao exposto, é possível ainda considerar os cobogós ou combogós como elementos de proteção da pele do edifício, muito utilizados na arquitetura moderna, objeto de análise desta pesquisa.

a forma, o traçado, a superfície e o entorno, conforme mostrado no Quadro 14 a seguir.

Quadro 14: Aspectos da análise do urbano

Atributos do Urbano		Olgay	Oliveira	Romero	Givoni	Serra
F O R M A	Esbeltez/rugosidade/altura tamanho da área construída	X	X	X	X	X
	Compacidade/espacamento/densidade/Adjacência	X	X	X	X	X
	Porosidade/transparência/perfuração/profundidade		X			X
T R A Ç A D O	Uso e ocupação do solo	X	X		X	
	Orientação: sol, ventos, som, equilíbrio da radiação e luz natural	X	X	X	X	X
	Ruas: orientação, tamanho, alinhamento		X	X		
	Subdivisão de lotes: orientação, forma, tamanho	X	X	X		
	Tamanho dos espaços públicos: umidade, albedo, luminosidade, materiais superficiais	X		X	X	
S U P E R F Í C I E	Detalhes edificatórios que afetam as condições externas	X		X	X	
	Textura	X	X			X
	Propriedades físicas dos materiais	X	X	X	X	
	Cor	X	X	X	X	X
E N T O R N O	Paisagismo: variedade topográfica, direção da trama, regularidade	X		X	X	X
	Vegetação: parques e áreas verdes	X		X	X	X
	Obstruções sólidas/anteparos	X		X		X
	Localização na região	X		X		X
	Topografia: pendente, orientação, presença de água	X		X	X	X

Fonte: Autora, 2015 adaptado de (ROMERO, 2001 pag.152)

### 3.2.2 Utilizando e adaptando o método

Para esta pesquisa propõe-se um método de análise do edifício sob a ótica bioclimática e para isso tomou-se o método descrito anteriormente e empregado por Romero (2001). Contudo, apoiando-se, além nos autores referidos por ela, nos autores conexos com a linha de estudo do clima e do edifício como também nos autores mais recentes que abordam o mesmo tema. Nesse contexto foram sintetizados autores nacionais como Holanda (1976), Rivero (1986), Mascaró (1991), Lamberts et all (2005), Frota e Schiffer (2003), Corbella e Yannas (2009), Romero (2000, 2011), Corbella e Corner (2011), e autores internacionais como Koenigsberger et all (1977), Iazard e Guyot (1978), Mazria (1980), Olgay (1998), Serra (1999), Gonzalo (2003), Brown e Dekay (2004), Higuera (2006). Ver apêndices.

Esses autores destacam, em seus trabalhos, os elementos que auxiliam no desenvolvimento do desenho arquitetônico adequado ao lugar. No *Quadro 15* apresentam-se comparativamente as constantes da análise ambiental do edifício e seu entorno demonstradas mediante os conceitos encontrados nos estudos dos autores anteriormente citados (VER APÊNDICE). Os elementos unânimes encontrados, aqui definidos como “Parâmetros Bioclimáticos”, estão agrupados em três grandes categorias: a FORMA, a PELE e o INTERIOR, dando ênfase ao tratamento do edifício e, em apenas uma categoria: o ENTORNO, referindo-se ao meio urbano onde a construção foi edificada.

É válido ressaltar que o quadro é abrangente, e a utilização ou não de cada uma ou do conjunto dessas categorias temáticas dependerá das necessidades específicas do projeto que será analisado.

A preocupação na elaboração de um quadro de elementos constantes a partir do método de Romero (2001) foi considerar os parâmetros bioclimáticos do edificado e do espaço exterior a ele, sendo os temas que tratam da FORMA, da PELE, do INTERIOR e do ENTORNO bastante pertinentes. Quanto ao entorno foram relevantes os aspectos que se referem à Influência da vegetação e massa edificada. Já em relação aos atributos das categorias que tratam do edifício, todos eles são relevantes para este trabalho.

Quadro 15: Parâmetros bioclimáticos para a análise do edifício e seu entorno

### 3.2.3 Critérios Avaliativos: Seleção dos Parâmetros bioclimáticos a serem avaliados

Os parâmetros bioclimáticos a serem avaliados na pesquisa são as quatro categorias absorvidas da literatura pesquisada, a FORMA, a PELE, o INTERIOR, no âmbito do edifício e o ENTORNO em relação ao meio urbano. Nas categorias estão agregados os principais elementos constantes que interferem no desempenho ambiental do edifício e seu entorno e seus critérios avaliativos, também extraídos dos estudos dos autores analisados.

Deste modo, para a categoria da FORMA, os elementos constantes superfícies expostas e orientação foram os mais relevantes e mais mencionados entre os autores investigados. Em sua maioria, destacam que a forma arquitetônica do edifício está diretamente ligada, sobretudo, à quantidade de calor que as superfícies externas podem receber e à orientação de suas fachadas. Em climas tropicais tem-se como objetivo principal evitar o ganho térmico nos ambientes interiores da construção. Para isso, os estudiosos aconselham desenvolver soluções construtivas compactas com menores superfícies expostas à radiação solar e que estejam bem orientadas em relação aos ventos predominantes do local.

Para a PELE, os elementos constantes aberturas e elementos protetores da pele foram indicados com maior importância na literatura. Para os autores, as aberturas podem garantir a movimentação de ar nos cômodos internos da construção. Aconselham posicioná-las nas fachadas de entrada (pressão positiva) e de saída (pressão negativa) para promover a ventilação cruzada. Devem ser amplas e de abertura completa. Entretanto, é necessário protegê-las da radiação solar direta de modo que as soluções de proteção não sejam obstáculos para os ventos.

Na categoria INTERIOR, possui o elemento constante ventilação. Para os climas quentes verificou-se que os autores recomendam o favorecimento das correntes de vento dentro das edificações. Deste modo, a localização estratégica das aberturas em relação aos ventos dominantes é um fator fundamental para a ocorrência da ventilação cruzada. Portanto, devem-se existir aberturas de entrada e saída do ar.

A categoria ENTORNO, apresentou os elementos influência da vegetação e massa edificada como os mais citados entre os autores. Dentro desse contexto, os autores afirmam que a massa construída e a vegetação podem contribuir para as

modificações das características do entorno. Sobretudo, As massas edificadas, que originam microclimas diferenciados e em cada ponto dentro da área urbana podem alterar a quantidade de radiação incidente nas superfícies e a direção e velocidade da ventilação local.

Os elementos constantes selecionados estão sintetizados no Quadro 16 a seguir.

Quadro 16: Parâmetros bioclimáticos – Critérios avaliativos

Parâmetros Bioclimáticos	Elementos Constantes	Critérios avaliativos (atributos)	
<b>E D I F Í C I O</b>	<b>F O R M A</b>	Orientação:	Orientação das paredes e aberturas; A massa do edifício seria configurada e orientada para a maximização desejada, minimizando as exposições negativas, incluindo as fachadas principais.
		Superfícies expostas:	Quantidade de calor que as superfícies do prédio recebem durante o ano.
	<b>P E L E</b>	Aberturas:	Tamanho, localização e detalhes das janelas; localização das aberturas em zonas de alta e baixa pressão;
		Elementos protetores da pele:	Incluem-se neste item as proteções naturais no exterior, como pátios internos, domos, beirais, balanços, pórticos e brises, sombreamento das janelas, tetos e muros. São também relevantes as membranas externas que oferecem o fechamento do edifício e que seriam selecionadas pela transparência ou pela opacidade com relação às forças ambientais específicas;
	<b>I N T E R I O R</b>	Ventilação:	Posicionamento da edificação em relação aos ventos dominantes; Considerar a orientação em relação aos ventos predominantes; Disposição das aberturas em zonas de alta e baixa pressão; Possibilidade de ventilação cruzada nos ambientes interiores da construção.
<b>U R B A N O</b>	<b>E N T O R N O</b>	Influência da vegetação e Massa edificada	Sua distribuição nas áreas abertas; Bloqueio da ventilação; influência da insolação nas superfícies de base.

Fonte: Elaborado pela autora ,2015 e adaptado de (ROMERO, 2001)

### 3.3 As Ferramentas de Análise de Desempenho do Edifício e seu Entorno

De acordo com Corbella e Corner (2011), quando utilizado por um arquiteto, um programa de simulação computacional deve ser simples no manuseio, contudo exigir conhecimento de conceitos claros na área de conforto ambiental. Deve

permitir a obtenção de respostas, que levem a modificações do projeto que o aprimorem, ou diminuam o consumo de energia elétrica, sem necessariamente demandar conhecimentos específicos da área de engenharia.

Existem diversos softwares de simulação disponíveis relacionados ao comportamento térmico do projeto arquitetônico, todos baseados num modelo geométrico que representa a edificação. Attia et al (2009) divulgaram em pesquisa que dentre os programas os mais empregados em simulações nos últimos anos por arquitetos são: IES-VE, HEED, eQUEST, DesignBuilder, ECOTECT, GreenBuildingStudio, EnergyPlus e Energy10.

Em uma análise qualitativa realizada pelos autores, descobriu-se que para simulações solares o programa Autodesk ECOTECT é a ferramenta mais adequada. Para simulações térmicas e energéticas o DesignBuilder é consideravelmente mais intuitivo em termos de operação e modelagem.

Corbella e Corner (2011) verificam programas de simulação referentes ao conforto ambiental do edifício e seu entorno e destacam: LESOCOOL, CLA (Clima, Lugar y Arquitectura), CLACA, BREEZE, CpCALC, COMFORT, FCHART, Luz Do Sol, SUNCHART, TropLux e DAYLIGHT.

A nova geração de ferramentas, combina algoritmos sofisticados, interface mais amigáveis e recursos de modelagem tridimensional. Além do mais, a quantidade e precisão de análises e simulações que podem ser realizadas pela mesma ferramenta aumentou significativamente, tendo em vista a integração entre módulos com diferentes abordagens como iluminação, ventilação, energia, etc. (LIMA, 2012).

A característica entre os softwares selecionados é a modelagem do objeto de estudo dentro da ferramenta. Para cada simulação existe um programa específico que, para tanto, gera um modelo do edifício com propriedades específicas. Diante disto as incompatibilidades acontecem frequentemente dificultando a migração do modelo geométrico da construção entre estas ferramentas, o que resulta em um trabalho cansativo de diversas modelagens do mesmo edifício.

Neste contexto, a ferramenta BIM (*building information modeling*), sobretudo a desenvolvida pela Autodesk – Revit - surgiu como solução para a compatibilidade

entre ferramentas. O modelo desenvolvido a partir do software BIM pode ser analisado dentro do programa sem precisar ser exportado evitando a perda de informação, sendo isso possível com o software Solar Analysis<sup>24</sup>.

Então, para obter os resultados de desempenho das residências modernas selecionadas para este estudo, a ferramenta BIM Revit em conjunto com o software Solar Analysis mostraram-se mais confiáveis. Outro fator importante para a definição das ferramentas foi a disponibilidade de licença educacional gratuita para a realização da pesquisa. É válido também salientar, que a escolha das ferramentas não se baseou em experiência ou conhecimento dos aplicativos, visto que, não se possuía habilidade prévia em nenhum dos softwares levantados, sendo este um processo desenvolvimento no decorrer dos estudos.

### 3.3.1 A ferramenta BIM: Autodesk Revit

O software BIM adotado como ferramenta para modelagem tridimensional deste estudo foi o Autodesk Revit versão 2015. Conforme Gaspar e Lorenzo (2015), com este programa é possível desenvolver um modelo arquitetônico completo em 3D. Do edifício virtual podem ser extraídas a documentação das pranchas e todas as informações construtivas do modelo. Deste modo, Gaspar e Lorenzo (2015) afirmam:

O Revit foi projetado para ser um software de modelagem paramétrica integrada para Arquitetura, de modo que todos os objetos que compõem um modelo, além de saberem o que são (paredes, vigas, colunas, lajes, etc), também sabem como devem se comportar em relação aos demais; dessa maneira, o sistema consegue induzir o usuário a reduzir (ou até mesmo eliminar) redundâncias, diminuindo retrabalho (GASPAR e LORENZO, 2015, pág. 18).

Goes e Santos (2011) afirmam em um modelo virtual BIM pode estar embutida toda a informação necessária à documentação técnica e gráfica de um projeto, desde as fases iniciais até após a conclusão da obra, incluindo todo o ciclo de vida do edifício, integrando as disciplinas de projeto em um modelo único.

---

<sup>24</sup> A Autodesk desenvolveu uma nova ferramenta com atualizações constantes, a qual começa a ganhar confiança entre os antigos usuários do Ecotect e Vasari – Solar Analysis. A partir de maio de 2015 foi inserida como ferramenta de análise para a pesquisa.

Ainda conforme os autores supracitados dentro de uma ferramenta BIM os componentes do edifício são objetos digitais codificados que os descrevem e representam virtualmente assim como são na realidade. Tomando como exemplo o objeto digital parede, entende-se que na ferramenta este objeto tem propriedades próprias de paredes e possui as relações e as informações de uma parede. É representado com dimensões reais e possui propriedades gráficas parametrizáveis como os materiais, especificações, fabricante etc.

Para o trabalho em questão foram elaborados os três modelos geométricos das residências modernas, objetos de estudo, no Revit 2015. Após a modelagem BIM das casas, estas foram avaliadas dentro da ferramenta Solar Analysis.

### 3.4 As Etapas de Análise

Neste tópico são comentadas e exemplificadas as etapas que se configuram para a avaliação bioclimática das três residências modernas selecionadas para esta pesquisa segundo os parâmetros: FORMA, PELE, INTERIOR e ENTORNO. A análise segue um método qualitativo baseada em leitura de projeto, sendo mostrada nos tópicos 3.4.1./3.4.3/3.4.4/3.4.5. No tópico 3.4.2 apresentam-se as explicações de como foram realizadas as análises quantitativas do trabalho, sendo estas promovidas por meio do software Solar Analysis. Para isto foi imprescindível o suporte dado nos tutoriais do programa fornecido em fóruns da internet e no site da ferramenta<sup>25</sup>, como também orientações via e-mail com um de seus desenvolvedores.

#### 3.4.1 A Obra

Nesta primeira etapa da análise apresenta-se a leitura individual de cada uma das três obras selecionadas para esta dissertação. Esta etapa apoiou-se no uso da análise observacional a partir dos desenhos e material gráfico levantado das obras, como também pesquisas existentes sobre as residências. Com as informações extraídas chegou-se a três parâmetros analíticos, sendo estes: contexto e projeto, implantação e localização, setorização, resumidos no Quadro 17 a seguir.

---

<sup>25</sup> Disponível em: <https://beta.autodesk.com/home.html>

Quadro 17: Os parâmetros analíticos da obra

CONTEXTO E PROJETO	
Parâmetros Analíticos das Obras	Análise Observacional (análise de projeto)
Implantação e Localização	Localização da obra na cidade de João Pessoa, área da construção e implantação no lote.
Setorização	Leitura da distribuição dos ambientes.

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

### 3.4.2 Análise da Categoria **FORMA**

Para a realização desta etapa, dois elementos constantes, discutidos anteriormente, foram avaliados segundo os critérios expostos no Quadro 18. Os elementos são: superfícies expostas e orientação.

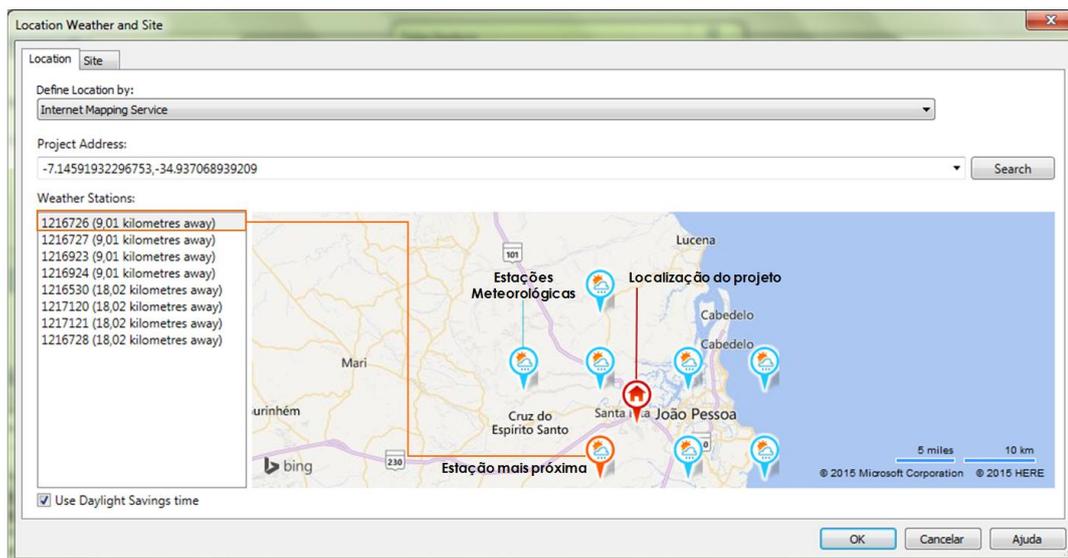
Quadro 18: Critérios para análise da forma.

EDIFÍCIO	
Elementos Constantes	Critérios Avaliativos
Orientação:	Orientação do prédio; Estudos de sombra e reflexão solar.
Superfícies expostas:	Quantidade de calor que as superfícies do prédio recebem durante o ano.

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

A **orientação** adequada de um edifício é configurada para a maximização desejada da construção, minimizando as exposições negativas ao sol em suas principais fachadas. Para avaliar esses critérios nos objetos de estudo desta pesquisa, as coordenadas (latitude e longitude) de João Pessoa foram manipuladas dentro do programa Autodesk Revit. A partir disto o software localiza as estações meteorológicas mais próximas, assim como está ilustrado na Figura 22.

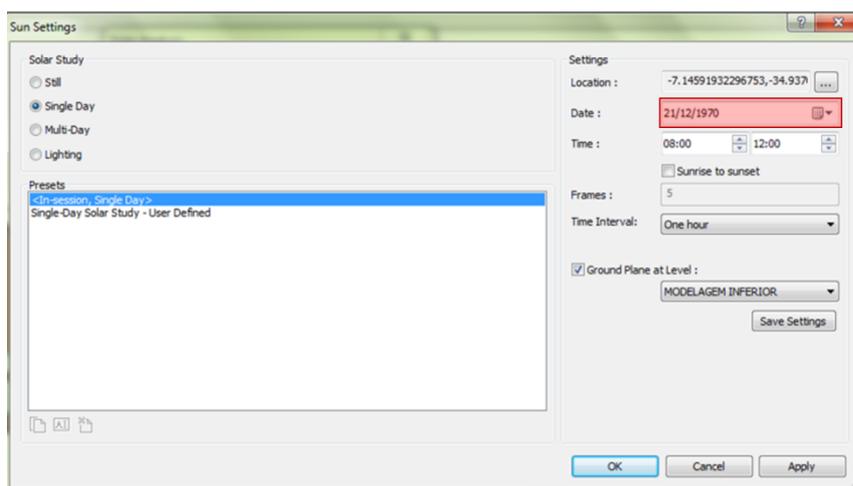
Figura 22: Diagrama do caminho do sol representado em 3D.



Fonte: Extraído do Revit 2015, 2015.

Com o projeto localizado e os dados climáticos selecionados o modelo encontra-se pronto para as análises. É válido destacar que o banco de dados meteorológicos mais antigo encontrado no programa é de 1970 (Figura 23), portanto as residências construídas nos anos anteriores a esta década, Cassiano Ribeiro Coutinho projetada em 1956 e Otacílio Vieira Campos em 1966, foram simuladas nos períodos dessa década fornecida.

Figura 23: Seleção de um período a ser simulado em dezembro de 1970

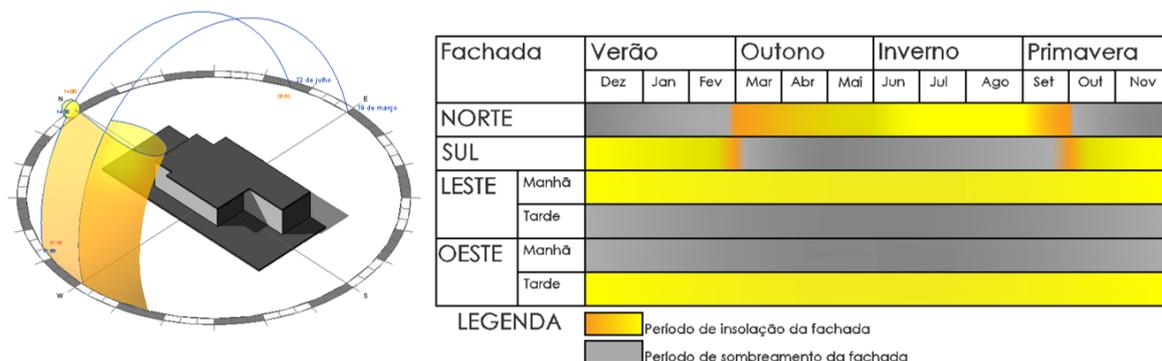


Fonte: Extraído do software Solar Analysis

A partir disto, o comportamento das fachadas Norte, Sul, Leste e Oeste, foram observadas quanto ao período de sombreamento e insolação. As frentes separadas para esse estudo foram aquelas que apresentaram grande número de aberturas. O

estudo foi resumido em um quadro comparativo com os resultados de cada fachada avaliada (Figura 24).

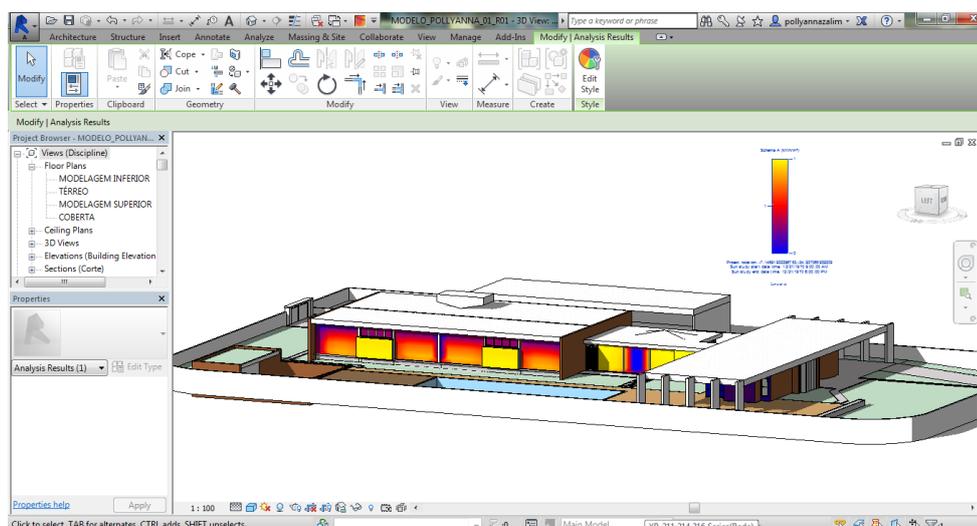
Figura 24: Estudo de insolação e sombreamento das fachadas de um modelo hipotético e o quadro resumo com os resultados



Fonte: editado pela autora, 2015.

Na análise das **superfícies expostas**, foi utilizado o método experimental com intuito de observar o comportamento dos modelos virtuais das residências dentro do software Solar Analysis, que pode quantificar os valores médios de exposição solar das superfícies do projeto. Os resultados são mapeados diretamente no modelo digital, como ilustra a Figura 25, e o impacto da energia solar local pode ser visualizado com facilidade.

Figura 25: Interface da simulação de incidência solar nas superfícies de um modelo digital com o software Solar Analysis.

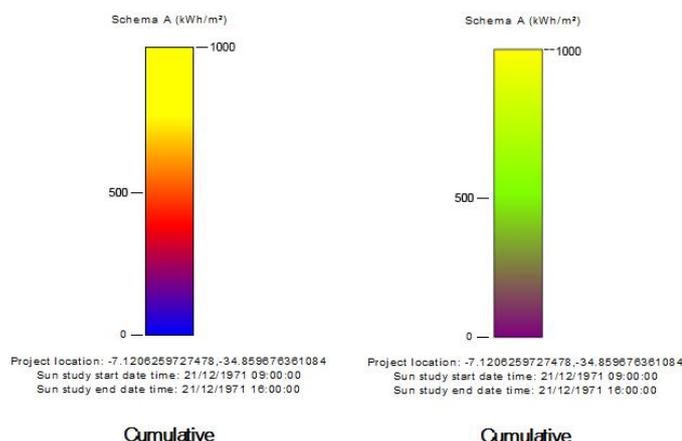


Fonte: Fonte: simulado pelo software Solar Analysis e extraído do Revit 2015.

A análise pode ser interpretada com a observação da quantidade de incidência solar em que cada fachada está submetida, ou extraindo os dados do programa em arquivos CSV.

Segundo David Scheer<sup>26</sup>, para a compreensão da quantidade de energia disponível em uma superfície solar é necessário simular o modelo no modo *cumulative* que é a quantidade de energia durante o período de tempo de análise em uma escala de quantidade de radiação aqui considerada de 0 a 1000kwh/m<sup>2</sup> (Figura 26). Também é válido destacar que com as várias atualizações do software durante o período de simulações as cores do mapeamento dos resultados expressos nas superfícies do modelo variaram.

Figura 26: Legendas do mapeamento de radiação

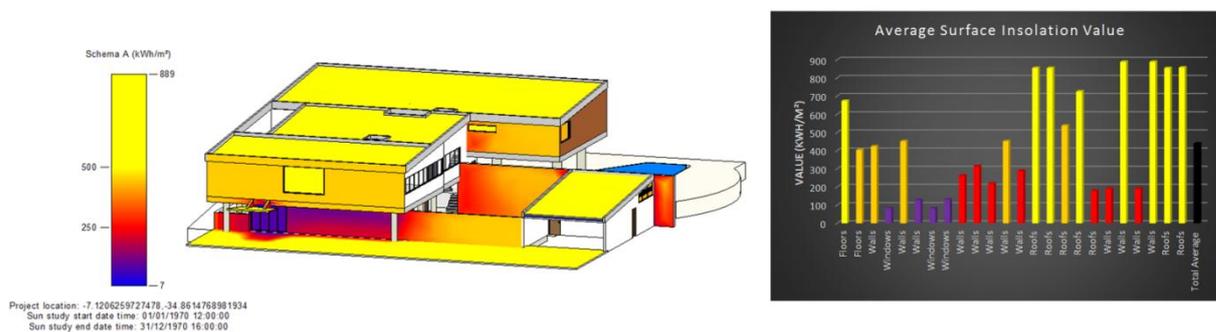


Fonte: extraídos do software Solar Analysis e editado pela autora, 2015.

No arquivo de análise gerado pelo programa estão os valores médios referentes à exposição solar de cada face selecionada da construção, ou o valor total do objeto simulado. Com posse desses dados foi possível gerar gráficos dentro do próprio Word com os resultados (Figura 27).

<sup>26</sup> David Scheer é um arquiteto especialista em análise de desempenho do edifício. Atualmente está trabalhando em projetos de ferramentas especiais compatíveis para softwares da Autodesk, inclusive o Revit.

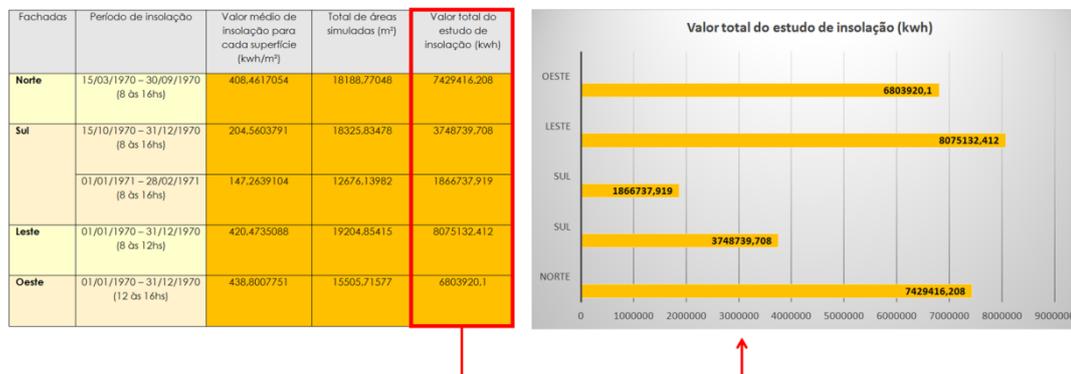
Figura 27: Gráfico gerado a partir do arquivo CSV extraído do software Solar Analysis



Fonte: editado pela autora, 2015.

Analisadas separadamente as médias encontradas para cada orientação foram resumidas em um quadro com todos os valores da análise. O valor total do estudo de insolação foi resumido em um gráfico comparativo com os resultados de cada fachada (Figura 28).

Figura 28: Quadro com os valores das médias; gráfico gerado com o valor total do estudo de insolação de cada fachada.



Fonte: editado pela autora, 2015.

### 3.4.3 Análise da Categoria **PELE**

A pele do edifício foi avaliada a partir da análise de seus principais elementos, sendo estes as aberturas e os elementos protetores da pele, segundo os critérios expostos no Quadro 19.

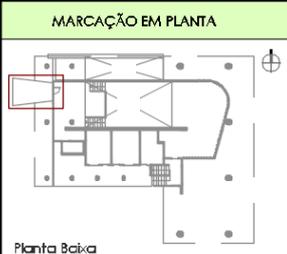
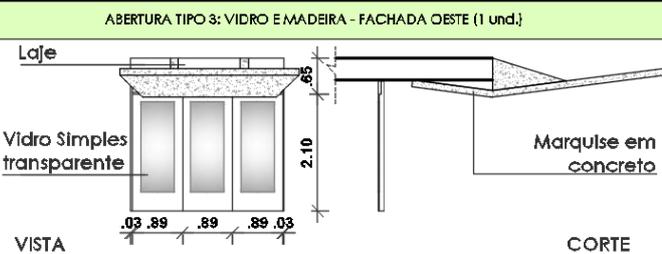
Quadro 19: Critérios para análise da pele.

EDIFÍCIO	
Elementos Constantes	Critérios Avaliativos
Aberturas:	Localização, tipo, material, tamanho e detalhes das janelas; localização das aberturas em zonas de alta e baixa pressão;
Elementos protetores da pele:	Incluem-se neste item a avaliação das proteções como beirais, balanços, pórticos e brises, sombreamento das janelas e tetos.

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

Após verificar o tipo de **aberturas** e de **elementos protetores** existentes nas construções, estes foram detalhados em um quadro contendo informações sobre a localização no projeto, o tipo, as dimensões e descrições de cada esquadria como exemplifica a Figura 29.

Figura 29: Exemplo de um quadro com detalhamento de esquadria e elemento protetor

MARCAÇÃO EM PLANTA	ABERTURA TIPO 3: VIDRO E MADEIRA - FACHADA OESTE (1 und.)	DESCRIÇÃO
 <p>Planta Baixa</p>	 <p>Laje</p> <p>Vidro Simples transparente</p> <p>Marquise em concreto</p> <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	<p>Portas de abrir de vidro e madeira e marquise de proteção</p>

Fonte: editado pela autora, 2015.

A eficiência desses elementos foi avaliada quanto a possibilidade de proteção da pele contra a insolação, foram classificadas como eficientes e ineficientes, como mostra o Quadro 20 a seguir.

Quadro 20: Resumo do estudo das aberturas e protetores da pele para as residências. Ribeiro Coutinho

Fachada	Nível	Aberturas	Quant.	Protetor Solar	Eficiência
<b>Norte</b>	Superior	Abertura Tipo 1	1	Terraço	*
	Superior	Abertura Tipo 2	3	Varanda	*
	Inferior	Abertura Tipo 3	1	Beiral	*
<b>Sul</b>	Superior	Abertura Tipo 1	1	Terraço	*
	Superior	Abertura Tipo 2	2	Varanda	*
	Inferior	Abertura Tipo 3	1	Beiral	*
<b>Leste</b>	Superior	Abertura Tipo 1	1	Terraço	*
	Superior	Abertura Tipo 2	2	Varanda	*
	Inferior	Abertura Tipo 3	1	Beiral	*
<b>Oeste</b>	Superior	Abertura Tipo 1	1	Terraço	*
	Superior	Abertura Tipo 2	1	Varanda	*
	Inferior	Abertura Tipo 3	1	Beiral	*
<b>TOTAL</b>		<b>12 tipos</b>	<b>16 aberturas</b>	<b>12 protetores</b>	<b>10* 2*</b>

LEGENDA	
*	Eficiente
*	Ineficiente

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

### 3.4.4 Análise da Categoria **INTERIOR**

O interior do edifício, definido por seu elemento constante – ventilação – será aqui analisado conforme os critérios avaliativos divulgados no Quadro 21.

Quadro 21: Critérios para análise do interior do edifício.

EDIFÍCIO	
Elementos Constantes	Critérios Avaliativos
Ventilação:	Posicionamento da edificação em relação aos ventos dominantes; Comportamento dos fluxos de ar dentro das edificações; verificação da possibilidade de ventilação cruzada.

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

A análise do desempenho da **ventilação** empregou o método qualitativo descritivo, e os resultados adquiridos foram interpretados a partir da observação do comportamento dos ventos dentro das três residências. Esta etapa se refere a uma avaliação simplificada, já que o tema da ventilação é bastante extenso.

Igualmente foram classificadas como eficientes e ineficientes quanto a probabilidade de ventilação cruzada dentro dos espaços internos das obras estudadas. Assim como ilustra o Quadro 22 seguinte.

Quadro 22: Quadro com estudo da probabilidade de ventilação cruzada encontrada nas residências estudadas.

Fachadas	Existência de abertura oposta	Possibilidade de ventilação cruzada
Aberturas da frente <b>Leste</b>	sim	*
Aberturas da frente <b>Sul</b>	sim	*
Aberturas da frente <b>Norte</b>	sim	*
Aberturas da frente <b>Oeste</b>	sim	*

LEGENDA	
*	Eficiente
*	Ineficiente

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

### 3.4.5 Análise da Categoria **ENTORNO**

A área de entorno refere-se à área da circunvizinhança máxima em torno dos objetos de estudo. Dessa forma toda a malha urbana que pertencer a essa área foi analisada. É válido destacar que as condições climáticas de uma superfície pequena correspondem ao que se conhece por microclima, é o que declara Carbonneau (1984). Assim sendo, para este estudo a área de entorno de cada obra moderna foi recortada segundo características de um limite microclimático.

Carbonneau (1984) considera que uma área correspondente a um microclima atinge superfícies da ordem de 10m a 100m, com base nisso o recorte do entorno microclimático deste estudo considerou a ordem máxima classificada pelo autor de 100m de diâmetro.

Os contextos recriados<sup>27</sup> basearam-se em fotografias das obras tiradas em épocas recentes às suas construções. A Figura 30, ilustra o entorno recortado da residência Otacílio Vieira Campos analisada neste estudo.

<sup>27</sup> É importante destacar que as residências em seus cenários originais foram modeladas por Adalberto Soares, o qual na época concluía seu curso de Arquitetura e Urbanismo na UFPB.

Figura 30: Recorte do entorno da residência Otacílio Vieira Campos.



Fonte: modelo extraído do Revit 2015

Os elementos constantes desta categoria, expostos no Quadro 23, seguiram com uma análise qualitativa, com o objetivo de descobrir o impacto, seja ele positivo ou negativo, que o entorno causava nas residências.

Quadro 23: Critérios para análise do entorno do edifício.

URBANO	
Elementos Constantes	Critérios Avaliativos
Influência da vegetação e massa edificada	Sua distribuição nas áreas abertas; Bloqueio da ventilação; influência da insolação nas superfícies de base.

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

A observação das modificações de ventilação, decorrentes das variações do entorno e análises das médias de radiação adquiridas nas bases do meio urbano foram avaliadas em conjunto por meio descritivo e quantitativo com o software Solar Analysis. Para isso, cenários originais, atuais e futuros com ocupação máxima estimada, balizados de acordo com o Plano Diretor do município de João Pessoa foram modelados para o estudo. Vale salientar que o ano da projeção futura não foi calculado nesse estudo e o resultado do adensamento urbano obtido se configura como uma hipótese de caso aproximado.

Os resultados das análises bioclimáticas para as residências Cassiano Ribeiro Coutinho (1956), Otacílio Vieira Campos (1966) e Edísio Souto (1978), realizadas de acordo com os quatro parâmetros metodológicos da pesquisa: FORMA, PELE, INTERIOR e ENTORNO, foram quantificados em média percentuais de acordo com a eficiência dos elementos constantes. A média bioclimática de uma construção hipotética seria de 80%, caso a eficiência de seus elementos constantes tivessem os

valores expressos no Quadro 24 a seguir. O peso considerado para cada parâmetro segue uma ordem de relevância seguindo a característica climática para a cidade de João Pessoa – PB, extraída da literatura, ou seja, aproveitar ao máximo a ventilação no edifício é recomendável, usar aberturas amplas sombreadas, direcionadas de forma a captar o vento, além de projetar as aberturas com proteções solares adequadas, adotar a estratégia de ventilação cruzada e ventilação vertical e construir espaços internos fluidos, etc. Deste modo, percebeu-se que o parâmetro bioclimático PELE tem a maior significância no estudo.

Quadro 24: Média bioclimática da construção

Parâmetros Bioclimáticos	Peso de acordo com a relevância do elemento constante	Valores da eficiência dos elementos constantes	Valor total da eficiência
FORMA	20	6	120
PELE	40	2	80
INTERIOR	20	4	80
ENTORNO	20	2	40
MÉDIA			80%

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

Os Valores da eficiência de cada elemento constante foram adquiridos com a soma dos resultados de eficiência, representados pelo símbolo \* destes elementos, conforme ilustra a Figura 33. Observa-se que a quantidade de \* quantifica a eficiência da construção em cada parâmetro bioclimático. Estes valores foram exportados para o Excel e ilustrados graficamente.

Figura 31: Quadro com o resultado das diferenças de estimativas de eficiência bioclimática em um caso hipotético

Parâmetros Bioclimáticos	Elementos Constantes	Residência 1				Residência 2				Residência 3					
		Norte	Sul	Leste	Oeste	Norte	Sul	Leste	Oeste	Norte	Sul	Leste	Oeste		
E D I F I C I O	F O R M A	Orientação:	*	*	*	*									
		Superfícies expostas:	*	*	*	*									
	P E L E	Aberturas e Elementos protetores da pele:	*	*	*	*									
I N T E R I O R	Ventilação:		*	*	*	*									
U R B A N O	E N T O R N O	Influência da vegetação e Massa edificada	1970/1978	*											
			2015	*											
			207	*											
RESULTADOS		FORMA	6*	2*											
		PELE	2*	2*											
		INTERIOR	4*	-											
		ENTORNO	2*	1*											

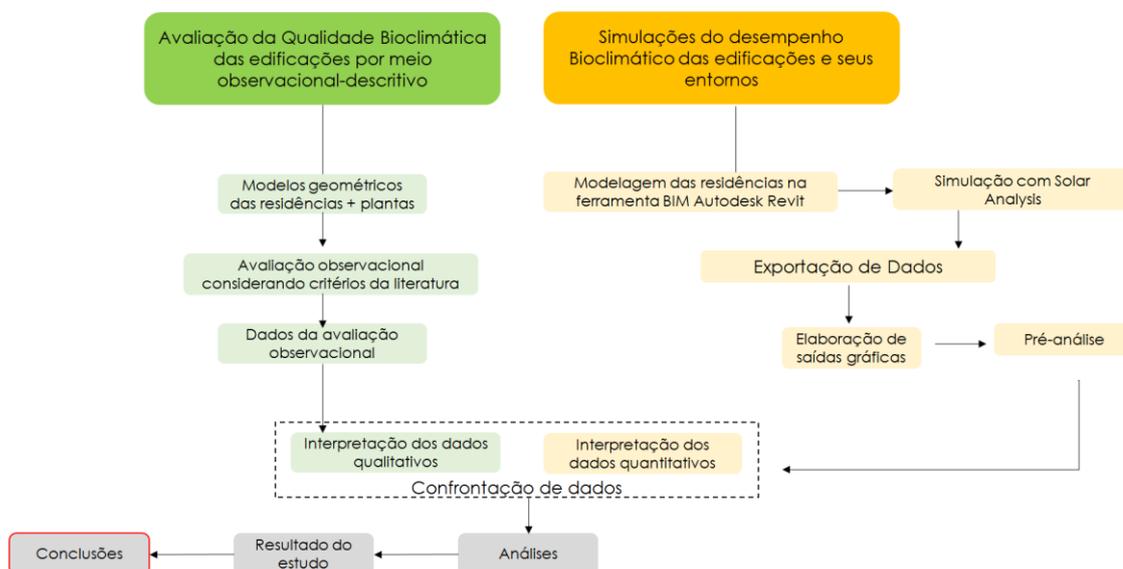
LEGENDA	
*	Eficiente
*	Ineficiente

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

A determinação do método mais adequado para avaliar o desempenho bioclimático das três residências modernas separadas para esta pesquisa, mediante o clima de João Pessoa – PB foi baseado nos procedimentos anteriormente descritos. Entretanto foi necessário adaptar alguns destes para aplicá-los na avaliação dos edifícios.

O método de pesquisa é composto de duas abordagens principais conforme diagrama da Figura 32 a seguir.

Figura 32: Diagrama do método proposto para a pesquisa.

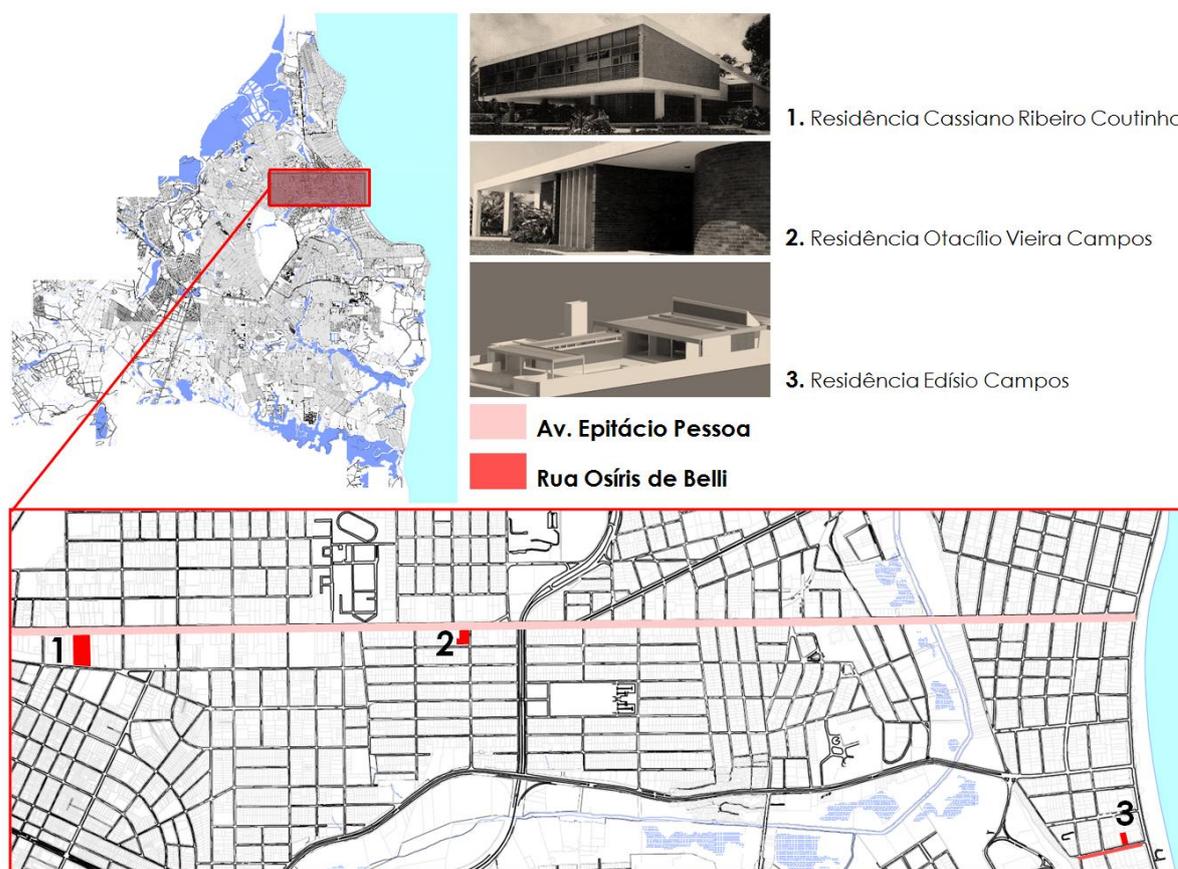


Fonte: Elaborado pela autora (2014)

## 4. ANÁLISE APLICADA ÀS OBRAS

Este capítulo apresenta as análises aplicadas às três residências modernas selecionadas para o estudo: *Cassiano Ribeiro Coutinho* (1956), *Otaclílio Vieira Campos* (1966), ambas do arquiteto Acácio Gil Borsoi e *Edísio Souto* (1978) da dupla de arquitetos Amaro Muniz de Costa e Armando Ferreira de Carvalho, localizadas na cidade de João Pessoa, como ilustra a Figura 33 a seguir. Na sequência, serão discutidos os resultados das análises e simulações.

Figura 33: Localização das três residências modernas selecionadas para o estudo



Fonte: editado pela autora, 2015.

#### 4.1 Obra produzida na década de 1950: Residência Cassiano Ribeiro Coutinho (1956)



Fonte: Revista AU, n. 84, jun. 1989 (imagem editada pela autora)

<b>Ficha Técnica</b>	
<b>Arquiteto</b>	Acácio Gil Borsoi
<b>Ano do projeto</b>	1956
<b>Ano de conclusão</b>	1958
<b>Área do terreno</b>	7.474m <sup>2</sup>
<b>Área de construção</b>	930m <sup>2</sup>
<b>Localização</b>	Avenida Eptácio Pessoa, nº1090
<b>Situação atual</b>	Modificada para uso comercial

##### 4.1.1 A Obra

#### Contexto e Projeto

Com o surgimento da Avenida Presidente Eptácio Pessoa, durante a década de 1950 na capital Paraibana, as famílias abastadas que moravam no centro da cidade passaram a ocupar a nova via. A residência Cassiano Ribeiro Coutinho,<sup>28</sup> que possui o nome do antigo proprietário, foi uma das inúmeras casas construídas ali. O projeto é do arquiteto carioca Acácio Gil Borsoi, o qual afirmou em entrevista à revista Edificar (2009), que se influenciou bastante na obra de Lúcio Costa e Oscar Niemeyer para projetar esta residência (EDIFICAR, 2009). Naslavsky (2004) e Amaral (2004), abordam em seus estudos que esta residência pertence a primeira fase

<sup>28</sup> Cassiano Ribeiro Coutinho era sócio das usinas São João e Santa Helena e foi em 1955 e 1962, eleito prefeito de Sapé/PB (PEREIRA, 2008).

projeto de Borsoi, a qual possui características da “escola carioca” e pertencida ao “código racionalista”.

Em pesquisa, Melo (2013) percebeu que nesta obra Borsoi integra os aspectos funcionais do projeto com seu entorno, ou seja, existe uma relação do interior da residência com o exterior. Isso é percebido a partir da implantação no lote com grandes recuos, possibilitando a passagem da luz e ventilação natural e integridade com o espaço.

A ampliação das áreas livres é compreendida por Pereira (2008), pelo uso de pilotis, projetado pelo arquiteto para elevar os pavimentos superiores e integrar a residência aos jardins circundantes. Essa relação se constitui pelo paisagismo de Burle Marx<sup>29</sup>, que buscava agregar os jardins por ele projetados à arquitetura (PEREIRA, 2008), o que pode ser percebido na Figura 34 e Figura 35.

Figura 34: Integração da residência com a paisagem. Figura 35: O lago artificial.



Fonte: Pereira, 2008, p.91

O arquiteto Raglan Gondim em entrevista à Revista edificar (2009) afirma:

Acácio Gil Borsoi promoveu a construção de um exemplar raro da arquitetura moderna nordestina, que se tornou um marco referencial na paisagem pessoense devido à presença das três qualidades - uma boa legibilidade, uma identidade própria e uma forte imageabilidade (REVISTA EDIFICAR, 2009, p. 54).

A Figura 36 a seguir, uma das poucas existentes da época da construção, retrata o que Gondim afirma acima.

<sup>29</sup> O projeto de Roberto Burle Marx tem os seguintes elementos: definição e separação setorial das funções sociais e de serviço, o uso de espaços de vivência como pátios e nichos, passeios sinuosos, a presença de piscina e espelho d'água e a vegetação tropical exuberante com bordaduras, arbustivas e árvores de grande porte na composição dos canteiros, jardineiras e jardins (REVISTA EDIFICAR, 2009, p. 55).

Figura 36: Vista da área de lazer da residência

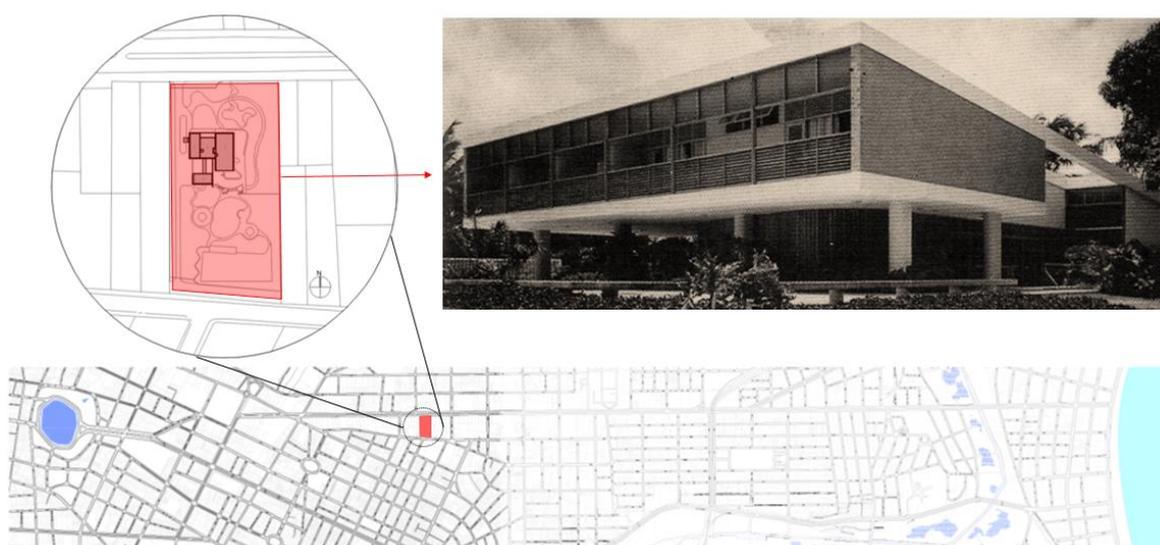


Fonte: Pereira, 2008, p. 89

### Implantação e Localização

Inserida livremente no lote com recuos generosos em todos os lados, a residência foi implantada transversalmente em toda a quadra, com frente de acesso principal para a Av. Epitácio Pessoa (Figura 37), e os fundos de acesso secundário para a Av. Júlia Freire, ligados por uma área de tráfego pavimentada no bairro da Torre. De acordo Melo (2013), sua construção foi iniciada em 1956 pela empresa de engenharia Figueiras e Jucá e concluída em 1958.

Figura 37: Localização da residência Cassiano Ribeiro Coutinho em João Pessoa



Fonte: Editado pela autora

Segundo Cordeiro e Tinem (2014) o terreno original tinha área de cerca de 7.400 m<sup>2</sup> e desnível de 1m no sentido Norte-Sul do lote. A construção ocupava 8,4% deste. Em 2 de junho de 1998, houve o desmembramento, gerando dois lotes: um com entrada pela Av. Epitácio Pessoa e o outro com acesso pela Av. Julia Freire. O lote desmembrado onde está a residência resultou numa área de 3.890 m<sup>2</sup> apenas (Figura 38).

Figura 38: Implantação da residência Cassiano Ribeiro Coutinho no lote.



Fonte: editado pela autora.

### Setorização

A casa possui quatro níveis e de acordo com Melo (20013), estes foram criados seguindo a suave declividade do terreno. o primeiro nível, tem função social e de serviço, como também acesso dos automóveis; o segundo é onde ficam salas de convívio social e no exterior a área de lazer os quais podem ser melhor visualizados na Figura 39 seguinte.

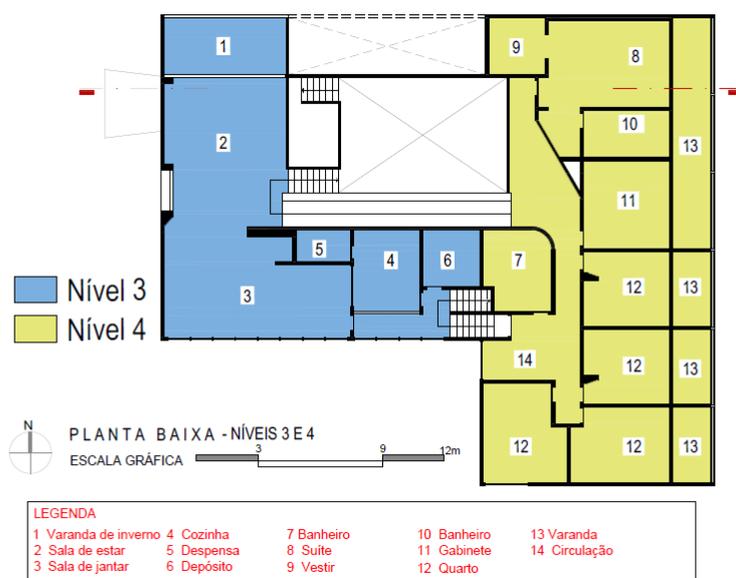
Figura 39: Setorização dos níveis 1 e 2 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: elaborado pela autora, 2015.

O terceiro nível compreende um setor social mais íntimo, de acordo com Cordeiro e Tinem (2014). Nesse mesmo nível encontravam-se parte do setor de serviço. Por fim, o último nível da residência localizava-se a área íntima da família com os dormitórios, gabinete e suas varandas privadas, marcados na Figura 40 a seguir.

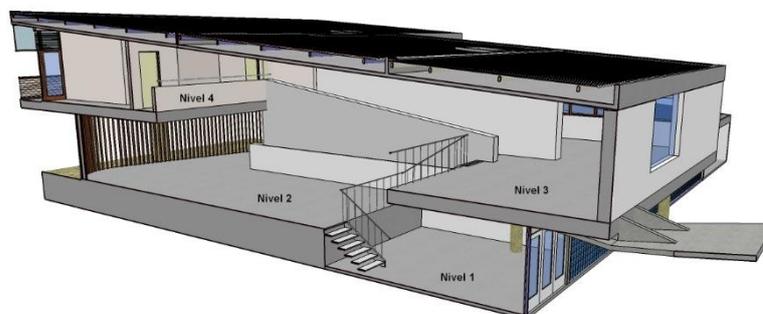
Figura 40: Setorização dos níveis 3 e 4 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: elaborado pela autora, 2015.

Todos os níveis acima descritos estão interligados por rampas e escadas, assim como um sistema estrutural apoiado em vigas e pilares, com a utilização de painéis livres de vedação nos dois primeiros pavimentos, Figura 41.

Figura 41: Corte em perspectiva com visualização dos 4 níveis da residência Cassiano Ribeiro Coutinho



Fonte: Modelo 3d elaborado pela primeira equipe de pesquisa do LPPM/UFPB e finalizado em 2012.

O primeiro edifício moderno paraibano a ser tombado pelo IPHAEP, a Residência Cassiano Ribeiro Coutinho, hoje pertencente a Aldenor Mendes, que ali residiu por cerca de nove anos. Após esse período, passou a alugá-la acarretando em várias alterações para as finalidades dos novos usos.

Com o tombamento o uso e as alterações serão monitorados e, sem prévia autorização do Instituto, não se poderá, na vizinhança, fazer construção que lhe impeça ou reduza a visibilidade (EDIFICAR, 2009).

Segundo dados do IPHAEP, constata-se que 75% da construção ainda estão conforme o projetado originalmente, mantendo o estilo modernista e a unidade potencial.

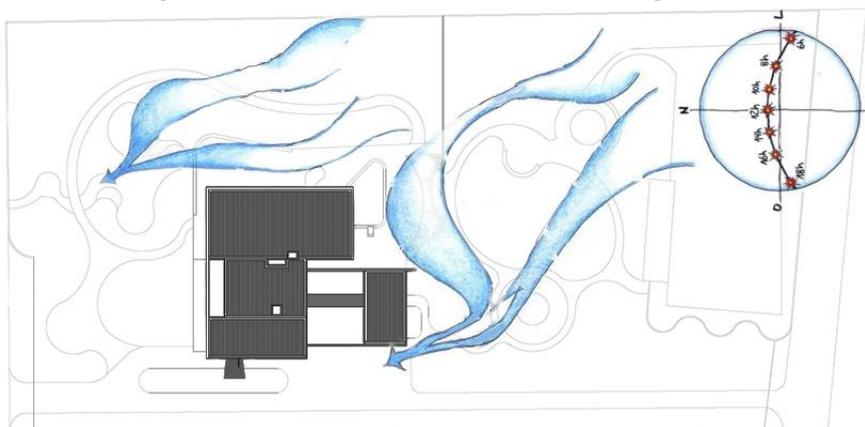
O material reunido para esta pesquisa, referente à residência Cassiano Ribeiro Coutinho, baseou-se em dados gráficos de trabalhos acadêmicos já realizados. Os trabalhos recentes de Melo (2013) e Cordeiro e Tinem (2014) mostraram-se os mais originais. Deste modo, por meio deles foram elaborados os estudos necessários para a realização da pesquisa.

#### 4.1.2 Análise da Categoria Forma

##### Orientação

Edificada em um lote generoso, a residência Cassiano Ribeiro Coutinho apresenta suas fachadas livres, distantes dos limites do lote, e favorável à exposição de ventilação natural como também da insolação Figura 42.

Figura 42: Orientação da Residência referente à ventilação natural e insolação.



Fonte: editada pela autora, 2015.

Após a análise dos estudos encontrados sobre a edificação e por meio do material gráfico fornecido: plantas, cortes e modelos geométricos, constata-se que a casa possuía um grande número de esquadrias em todas as suas fachadas: Norte, Sul, Leste e Oeste.

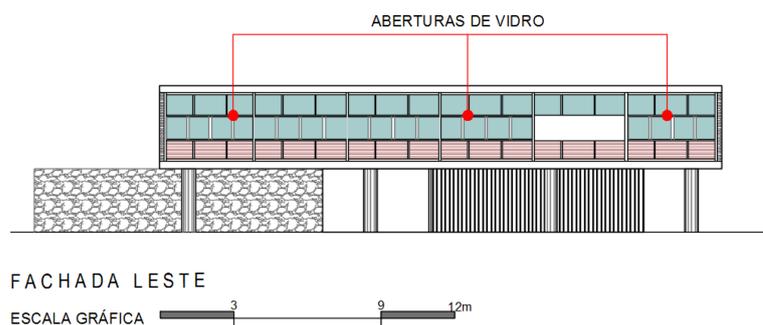
A fachada frontal desta edificação está orientada a Norte. É nesta frente onde se localiza a maior parte das aberturas, na qual Acácio Gil Borsoi empregou amplos panos de vidro, seguindo todo critério moderno da arquitetura.

Os ambientes que correspondem a fachada Norte dividem-se entre: hall de acesso no nível 1; uma sala ampla no nível 2; sala de estar com varanda de inverno no nível 3 e nível quatro a suíte principal e varanda.

Ao Sul, o arquiteto orientou os ambientes de serviço e dois dos quatro dormitórios superiores.

A fachada Leste possui 112,00 m<sup>2</sup> de área, sendo 78,00 m<sup>2</sup> composta de panos de vidro, como demonstra a Figura 43.

Figura 43: Panos de vidro da fachada Leste – residência Cassiano Ribeiro Coutinho.

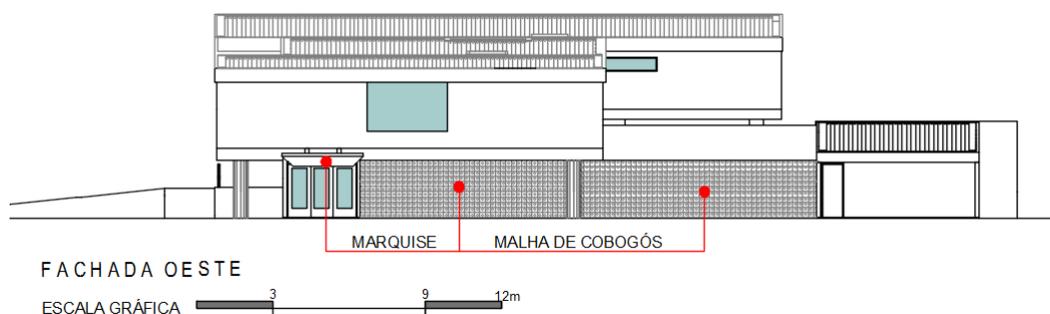


Fonte: Melo 2013, editada pela autora

As aberturas voltadas para Leste correspondem aos ambientes dos dormitórios e suas varandas e um gabinete localizados no último nível superior da residência. No segundo nível parte da parede vasada de brises fecha a sala social.

A fachada mais crítica da residência, a Oeste, é marcada pela malha de cobogós inserida por Borsoi como elemento de proteção solar, e pela generosa marquise que protege à abertura translúcida existente nessa frente (Figura 44).

Figura 44: Elementos de proteção solar da fachada Oeste - residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: Melo 2013, editada pela autora.

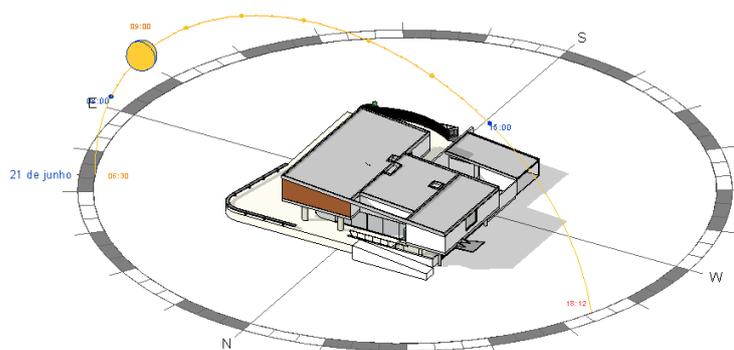
Os ambientes que marcam essa face da edificação são: todo o hall de acesso com lavabo no nível 1 e salas de estar e jantar com a varanda de inverno no nível 3. Estes ambientes correspondem a 128m<sup>2</sup> de fachada.

As discussões que se seguem são referentes ao comportamento das fachadas Norte, Sul, Leste e Oeste, quanto ao período de sombreamento e insolação decorrentes especificamente em cada face. Estes aspectos estão representados pelo estudo aparente do sol dessas frentes durante todo o ano de 1970, com

Latitude e Longitude para João Pessoa. As avaliações foram realizadas a partir do modelo 3d da residência Cassiano Ribeiro Coutinho na ferramenta BIM Autodesk Revit 2015 em conjunto com o software Solar analysis.

É possível observar que o período de insolação da fachada Norte é predominante durante o mês de março a setembro aproximadamente. A estação de maior intensidade solar para esta face é o inverno. Desde o mês de junho até agosto as grandes aberturas de vidro, existentes nessa fachada, recebem radiação solar desde os primeiros horários da manhã até os últimos da tarde com maior intensidade. A Figura 45 a seguir ilustra o momento de insolação da frente Norte da residência durante o solstício de inverno, exatamente às 9hs no ano de 1970.

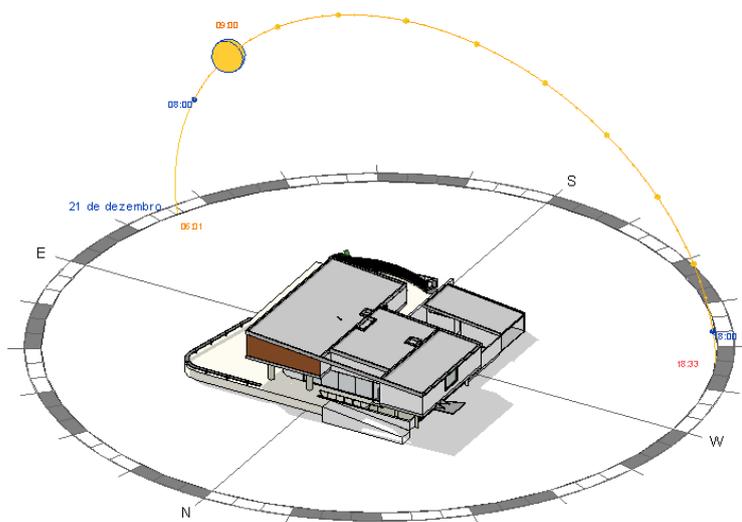
Figura 45: Insolação da Fachada Norte no solstício de inverno às 9hs em 1970 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: Extraído do software Revit 2015

Durante os períodos mais quentes do ano a fachada Norte permanece sombreada. Isso foi percebido a partir do mês de outubro até o fim de fevereiro de 1970. Durante todo o dia dos meses a face Norte da residência está protegida da insolação (Figura 46).

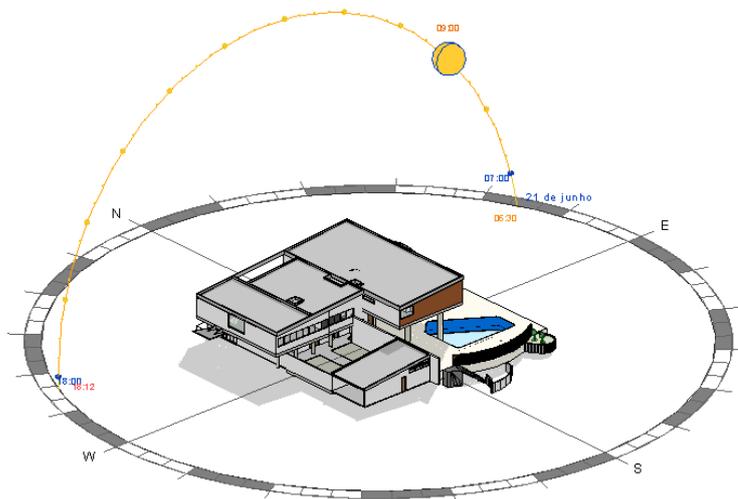
Figura 46: Insolação da Fachada Norte no solstício de verão às 9hs em 1970 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: Extraído do software Revit 2015.

A face Sul da residência tem seu período de insolação marcado do início de outubro até início de março de 1970. A partir do dia 15 de março até o fim de setembro permanece sombreada, Figura 47.

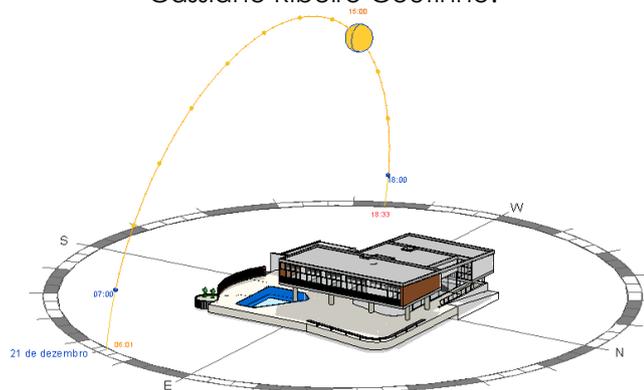
Figura 47: Fachada Sul sombreada no inverno às 9hs em 1970 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: Extraído do software Revit 2015.

A frente Leste recebe insolação durante os primeiros horários da manhã até às 12hs, aproximadamente, tanto no período de inverno como de verão. A insolação é direta ao longo de todo o ano. Nos horários pós meio dia a face permanece sombreada (Figura 48).

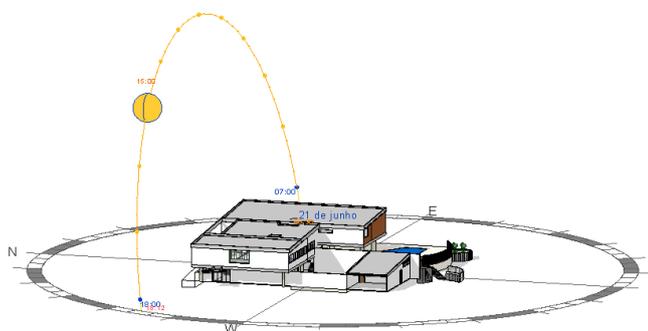
Figura 48: Insolação da Fachada Leste no solstício de verão às 15hs em 1970 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: Extraído do software Revit 2015.

A fachada Oeste recebe insolação nos períodos mais quentes do dia durante todo o ano. O período de incidência solar começa após as 12hs e segue até as 18hs aproximadamente, durante o verão e no inverno até antes às 18hs (Figura 49). A fachada permanece sombreada durante toda a manhã o ano inteiro.

Figura 49: Insolação da Fachada Oeste no solstício de Inverno às 15hs em 1970 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: Extraído do software Revit 2015.

Em resumo os períodos de insolação predominante e sombreamento de cada fachada da residência Cassiano Ribeiro Coutinho estão expostos no Quadro 25 seguinte.

Quadro 25: Insolação e Sombreamento das fachadas da Residência Cassiano Ribeiro Coutinho

FACHADA	VERÃO			OUTONO			INVERNO			PRIMAVERA			
	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	
Norte	[Sombreamento]			[Insolação]			[Sombreamento]			[Sombreamento]			
Sul	[Insolação]			[Sombreamento]			[Sombreamento]			[Insolação]			
Leste	Manhã	[Insolação]											
	Tarde	[Sombreamento]											
Oeste	Manhã	[Sombreamento]											
	Tarde	[Insolação]											

LEGENDA  Período de Insolação  
 Período de Sombreamento

Fonte: editado pela autora (2015).

Os períodos de insolação e sombreamento das fachadas Norte e Sul acontecem durante todo o dia nos meses destacados no quadro acima. As fachadas Leste e Oeste estão sombreadas ou ensolaradas durante todo o ano em horários específicos do dia.

### Superfícies Expostas

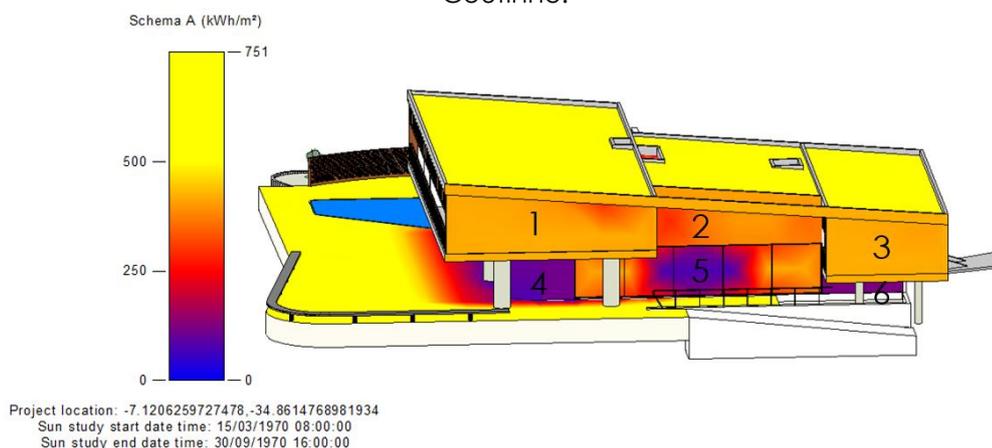
Para a análise da radiação solar recebida pelas faces já mencionadas, também foi usado o modelo em 3d da residência Cassiano Ribeiro Coutinho desenvolvido no Revit 2015. As simulações computacionais obtidas pelo software Solar Analysis foram realizadas nos horários de insolação considerados críticos para a época: entre 8 e 16 horas para cada mês simulado

De acordo com a análise feita anteriormente e os ensaios com a ferramenta de estudo, identificou-se que a fachada Norte está exposta à radiação solar a partir do dia 15 março até os últimos dias de setembro. Com base nisso as análises da exposição dessas superfícies foram simuladas do dia 15 de março à 30 de setembro de 1970 com Latitude e Longitude referentes à cidade João Pessoa.

Os maiores níveis de radiação foram percebidos nas superfícies 1, 2 e 3 da Figura 53 seguinte, atingindo níveis médios acima de 420 kWh/m<sup>2</sup>. As áreas envidraçadas e faces expostas dos pisos inferiores possuem níveis relativamente baixos de insolação, com médias que variam entre 90 e 270 kWh/m<sup>2</sup>. Isso devido ao generoso beiral de

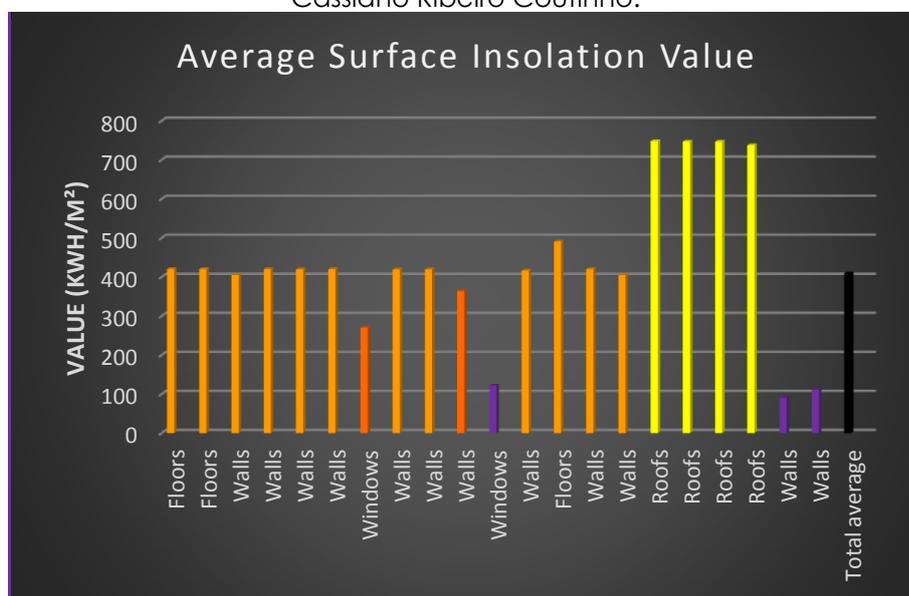
2,70m proposto por Borsoi para abrigar a grande abertura translúcida da fachada Norte. Em resumo, essa frente possui uma média total de radiação solar durante os meses estudados de 408,46 kWh/m<sup>2</sup>. Estes resultados podem ser visualizados no Gráfico 1.

Figura 50: Estudo da radiação solar na fachada Norte da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: simulado pelo software Solar Analysis e extraído do Revit 2015.

Gráfico 1: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Norte da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015.

As análises de radiação solar das superfícies voltadas para o Sul foram simuladas separadamente em dois períodos: 15 de outubro à 31 de dezembro e 01 de janeiro à 14 de março de 1970, das 08 às 16hs.

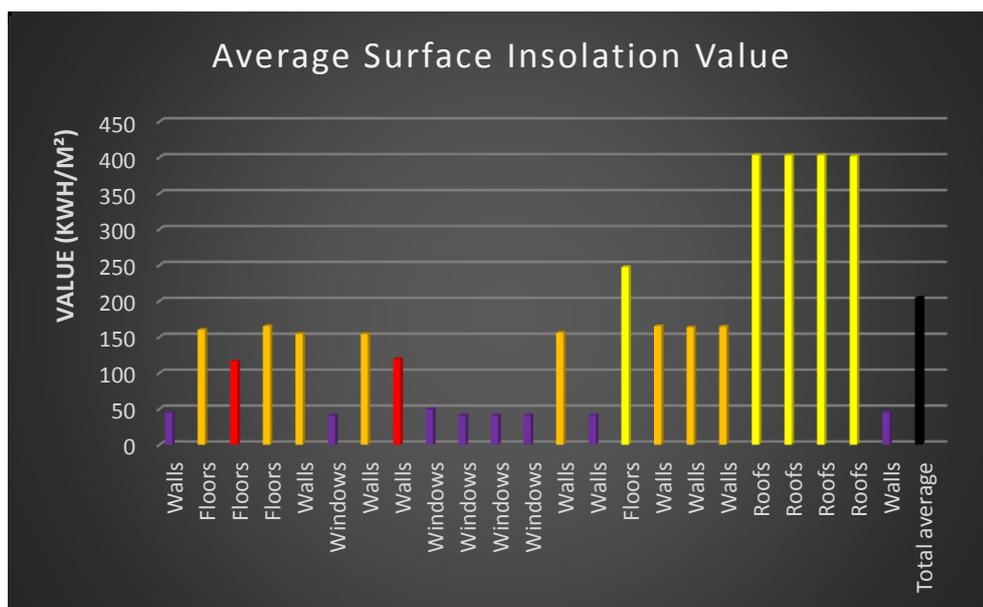
Durante os meses de outubro, novembro e dezembro constatou-se médias de radiação solar abaixo de 200 kwh/m<sup>2</sup> nas superfícies da fachada Sul. As faces resguardadas pelo volume superior da residência, 1, 2 e 3 na Figura 51, atingiram níveis máximos de 45 kwh/m<sup>2</sup>, aproximadamente. A média total de radiação do período avaliado foi de 204,56 kwh/m<sup>2</sup>. No Gráfico 2 é possível visualizar todas as médias de insolação da fachada estudada.

Figura 51: Estudo da radiação solar na fachada Sul na residência Cassiano Ribeiro Coutinho, no período de outubro a dezembro de 1970.



Fonte: simulado pelo software Solar Analysis e extraído do Revit 2015.

Gráfico 2: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Sul nos meses de outubro a dezembro de 1970 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015.

Os valores da radiação solar recebida na fachada Sul durante os meses de janeiro a início de março foram também abaixo de 200 kWh/m<sup>2</sup>. Os níveis mais baixos encontrados foram de 35 kWh/m<sup>2</sup> e a média total para esses meses foi de 147,26 kWh/m<sup>2</sup>. Estes valores podem ser melhor compreendidos na

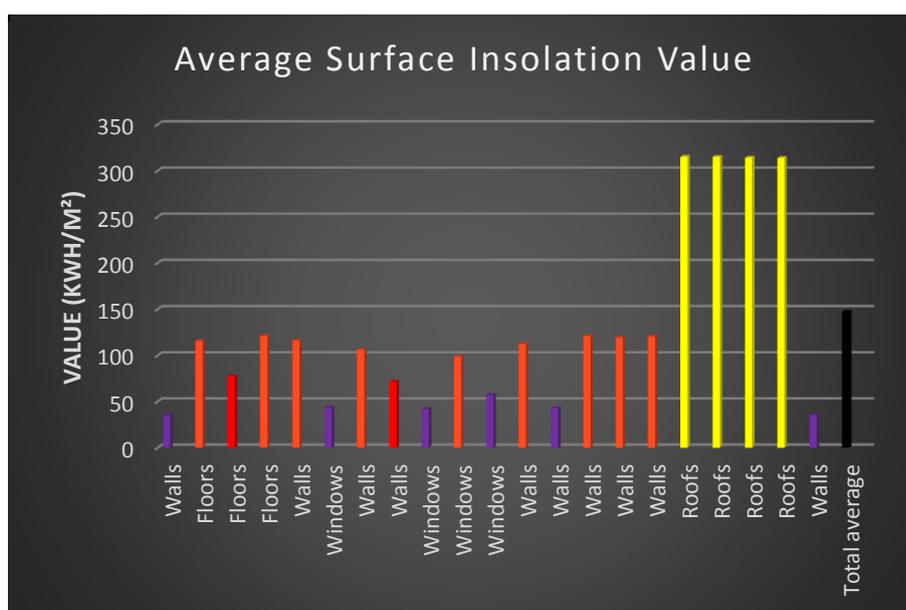
Figura 52 e Gráfico 3 a seguir.

Figura 52: Estudo da radiação solar na fachada Sul da residência Cassiano Ribeiro Coutinho, no período de janeiro a março de 1970.



Fonte: simulado pelo software Solar Analysis e extraído do Revit 2015.

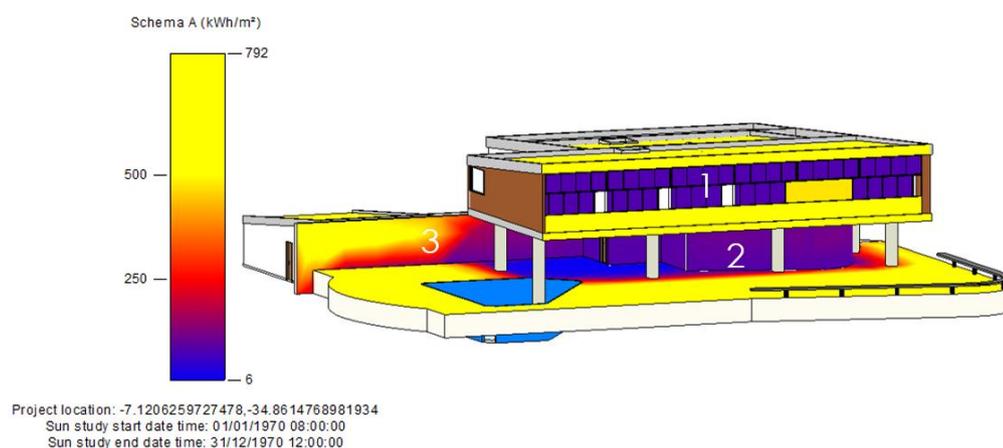
Gráfico 3: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Sul nos meses de janeiro a março de 1970 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015.

A fachada Leste foi estudada em seu momento mais crítico de insolação, nos horários de 8 às 12hs durante todo o ano de 1970. As superfícies dessa fachada recebem insolação direta da luz solar durante a manhã ao longo do ano. As faces translúcidas das esquadrias nos dormitórios e sobretudo as varandas no piso superior (1). Expostas aos raios solares, atingiram altos níveis de insolação. A sala de estar (2), composta por uma parede de brises, fica resguardada da incidência solar devido o volume superior estar suspenso por pilotis e conformar em um abrigo de mais de 4m de comprimento que a protege da radiação solar. Isto pôde ser comprovado diante das simulações computacionais que registraram médias máximas de 650 kwh/m<sup>2</sup>. Os ambientes protegidos da radiação tinham valores que variavam entre 79 a 95 kwh/m<sup>2</sup> (Figura 53).

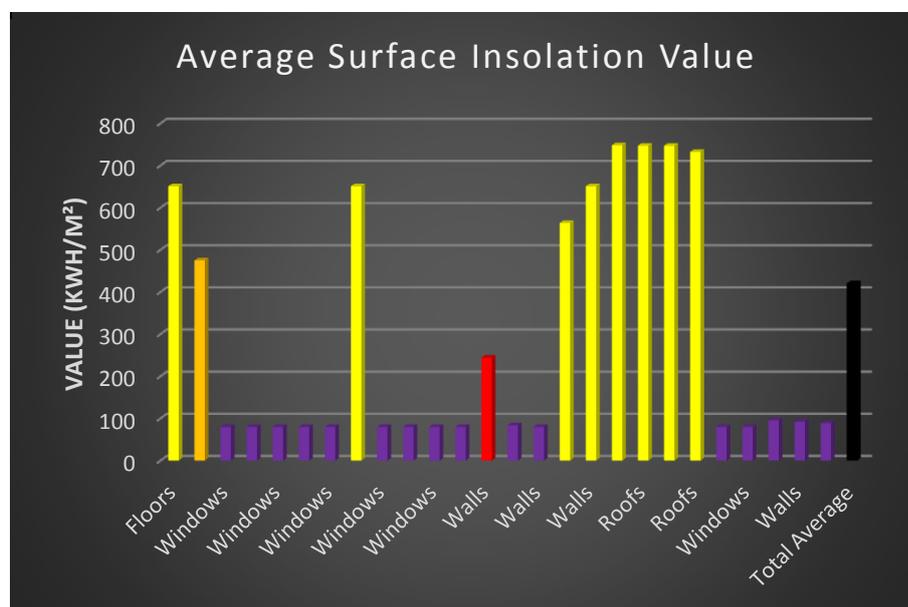
Figura 53: Estudo da radiação solar na fachada Leste da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: simulado pelo software Solar Analysis e extraído do Revit 2015.

Os valores dos estudos para a fachada Leste podem ser melhor compreendidos no Gráfico 4 a seguir. A média total do ano para as manhãs destas superfícies foi de 420,47 kwh/m<sup>2</sup>.

Gráfico 4: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Leste nos meses de janeiro a dezembro de 1970 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



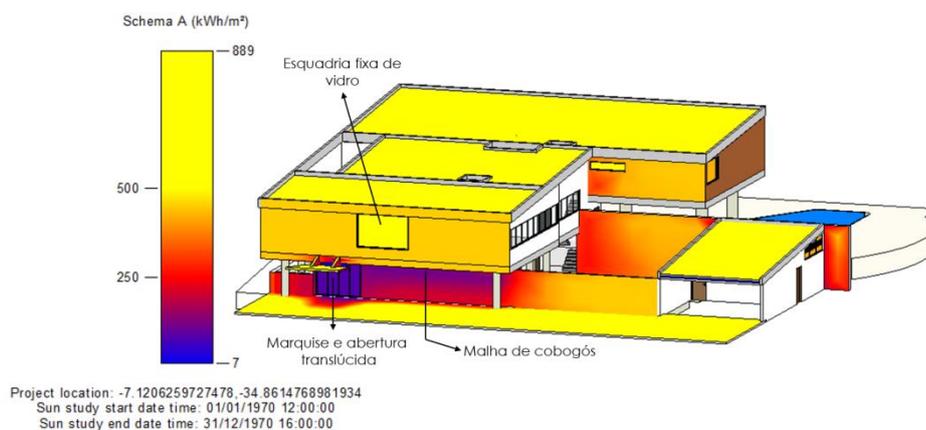
Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015.

O período de análise para a fachada Oeste foi estabelecido no horário mais crítico dessa frente: das 12 às 16hs durante todo o ano de 1970.

A fachada Oeste é marcada pela malha de cobogós inserida por Borsoi como elemento de proteção da incidência solar direta que recebe nos períodos da tarde e, pela generosa marquise que protege à abertura translúcida que possui essa frente no nível inferior. Foi percebida a eficiência desses elementos durante a análise, como expressos na Figura 54. A partir das 13hs parte da fachada passa a receber insolação durante todo o ano. Contudo a esquadria fixa de vidro, localizada no pavimento superior da fachada com 7,60m<sup>2</sup> de área, por não possuir proteção, recebeu insolação direta durante todos os horários e meses simulados o que garantiu sua ineficiência no estudo.

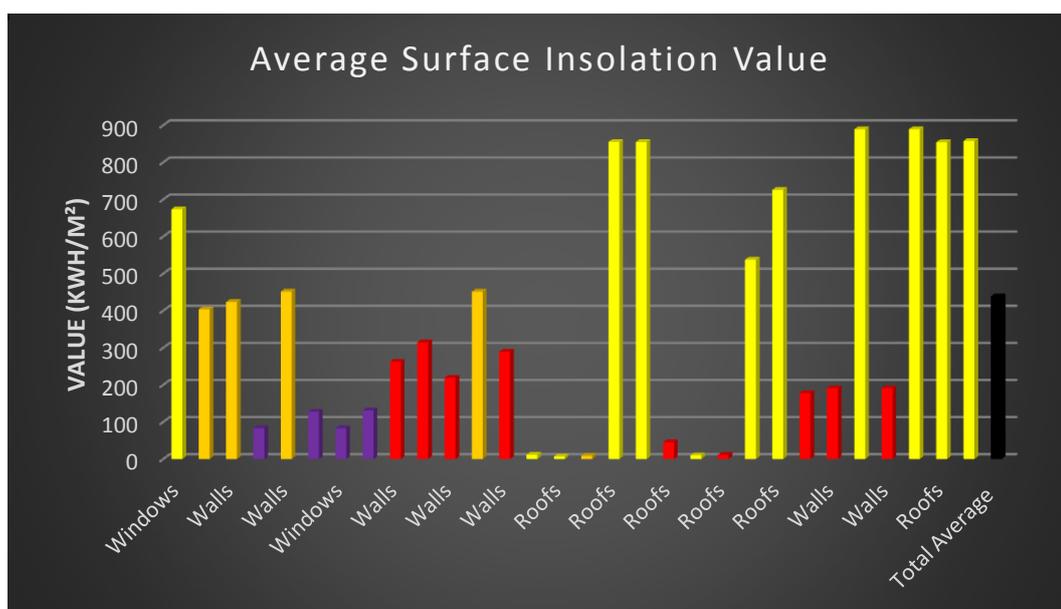
As médias máximas das frentes para essa fachada atingiram 889 kwh/m<sup>2</sup> e as mínimas de 82 kwh/m<sup>2</sup>. A média total do ano para as tardes destas superfícies foi de 438,80 kwh/m<sup>2</sup>. Estes valores estão melhor detalhados no Gráfico 5.

Figura 54: Estudo da radiação solar na fachada Oeste da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: simulado pelo software Solar Analysis e extraído do Revit 2015.

Gráfico 5: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Oeste nos meses de janeiro a dezembro de 1970 da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015.

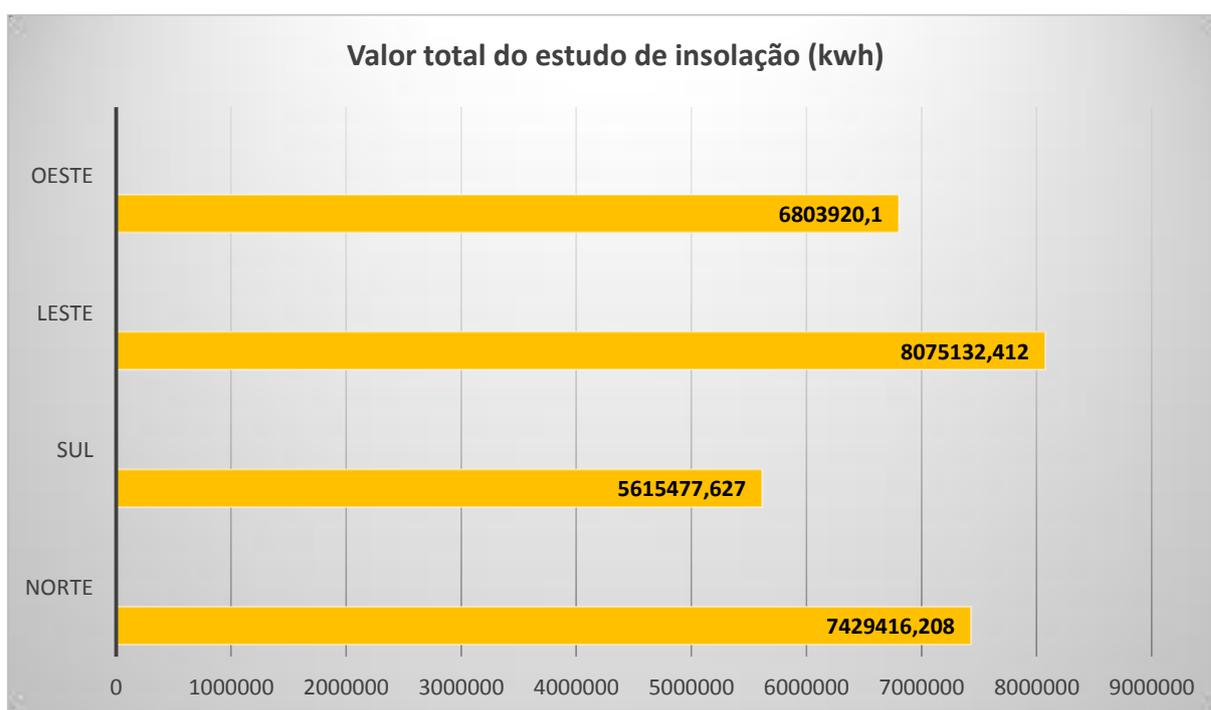
A insolação total de cada superfície avaliada para cada fachada está exposta no Quadro 26 a seguir. Estes valores foram extraídos das planilhas CSV do Software, Solar Analysis, utilizado no estudo.

Quadro 26: Resumo das análises das superfícies expostas das fachadas - Residência Cassiano Ribeiro Coutinho

Fachadas	Período de insolação	Valor médio de insolação para cada superfície (kwh/m <sup>2</sup> )	Total de áreas simuladas (m <sup>2</sup> )	Valor total do estudo de insolação (kwh)
<b>Norte</b>	15/03/1970 – 30/09/1970 (8 às 16hs)	408,4617054	18188,77048	7429416,208
<b>Sul</b>	15/10/1970 – 31/12/1970 01/01/1971 – 14/03/1970 (8 às 16hs)	175,91214475	18325,83478	5615477,627
<b>Leste</b>	01/01/1970 – 31/12/1970 (8 às 12hs)	420,4735088	19204,85415	8075132,412
<b>Oeste</b>	01/01/1970 – 31/12/1970 (12 às 16hs)	438,8007751	15505,71577	6803920,1

Fonte: editado pela autora (2015).

Gráfico 6: Total dos valores de estudo de insolação das superfícies das Fachadas – Residência Cassiano Ribeiro Coutinho



Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015.

Após análise percebe-se que as superfícies voltadas para Leste receberam a maior quantidade de radiação durante seu período de insolação. Como a fachada está exposta o ano inteiro e com pouca proteção de suas aberturas, atingiu o maior nível visto no Gráfico 6 anterior.

A frente Norte, do mesmo modo, atingiu altos níveis de radiação. Acredita-se que devido à grande quantidade de aberturas translúcidas inseridas na fachada também sem proteção.

O período de insolação mais crítico foi encontrado na fachada Oeste, entretanto as superfícies dessa face atingiram níveis menores que as frentes Norte e Leste. Isso devido à preocupação do arquiteto em protegê-la da radiação com elementos protetores, como foi percebido no nível inferior.

A fachada Sul em seus dois momentos de ensaio mostrou-se com os menores índices de radiação solar.

#### 4.1.3 Análise da Categoria Pele

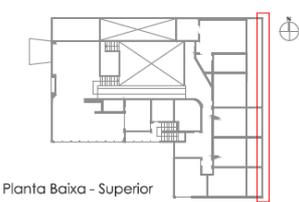
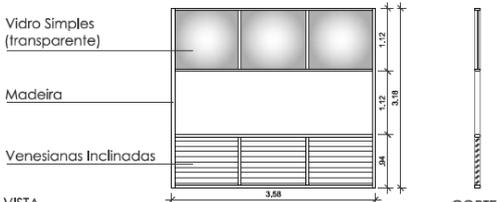
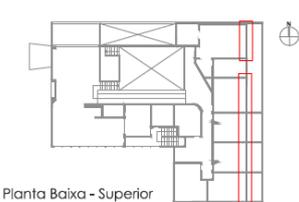
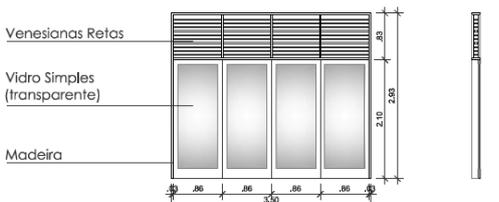
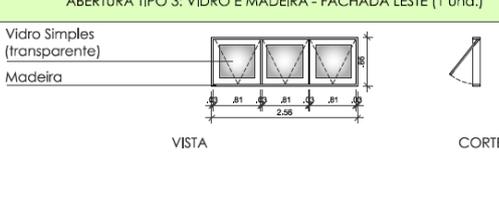
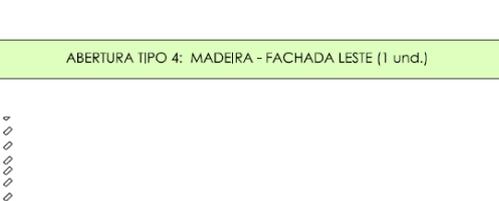
##### **Aberturas e Elementos Protetores da Pele**

Atualmente descaracterizadas, as aberturas da residência Cassiano Ribeiro Coutinho eram em sua maioria de madeira e vidro simples de alta transparência. Os protetores solares podiam ser encontrados na maioria das fachadas.

As aberturas voltadas para o nascente, localizadas no nível mais alto da construção e no setor social abaixo deste, eram de cinco tipologias, detalhadas no Quadro 27.

A análise das aberturas e protetores seguem a ordem segundo localidade nas fachadas de alta e baixa pressão. Sendo assim tem-se as fachadas Leste e Sul como as de alta pressão e Norte e Oeste de baixa pressão. Assunto melhor abordado no tópico 4.1.4.

Quadro 27: Tipologia das aberturas da fachada Leste, Residência Cassiano Ribeiro Coutinho.

MARCAÇÃO EM PLANTA	ABERTURA TIPO 1: VIDRO E MADEIRA - FACHADA LESTE (6 und.)	DESCRIÇÃO
 <p>Planta Baixa - Superior</p>	 <p>Vidro Simples (transparente)</p> <p>Madeira</p> <p>Venezianas Inclínadas</p> <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	<p>Esquadria fixa de madeira, vidro e venezianas inclinadas; Funciona como peitoril para a varanda</p>
 <p>Planta Baixa - Superior</p>	 <p>Venezianas Retas</p> <p>Vidro Simples (transparente)</p> <p>Madeira</p> <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	<p>Portas de vidro e madeira com quatro folhas de correr e bandeira com venezianas retas</p>
 <p>Planta Baixa - Superior</p>	 <p>Vidro Simples (transparente)</p> <p>Madeira</p> <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	<p>Janela Maxim-ar de vidro e madeira com eixo horizontal superior</p>
 <p>Planta Baixa - Inferior</p>	 <p>PLANTA BAIXA - BRISES SALA DE ESTAR</p>	<p>Brisés de madeira. Envolvem toda a sala de estar na fachada Leste</p>

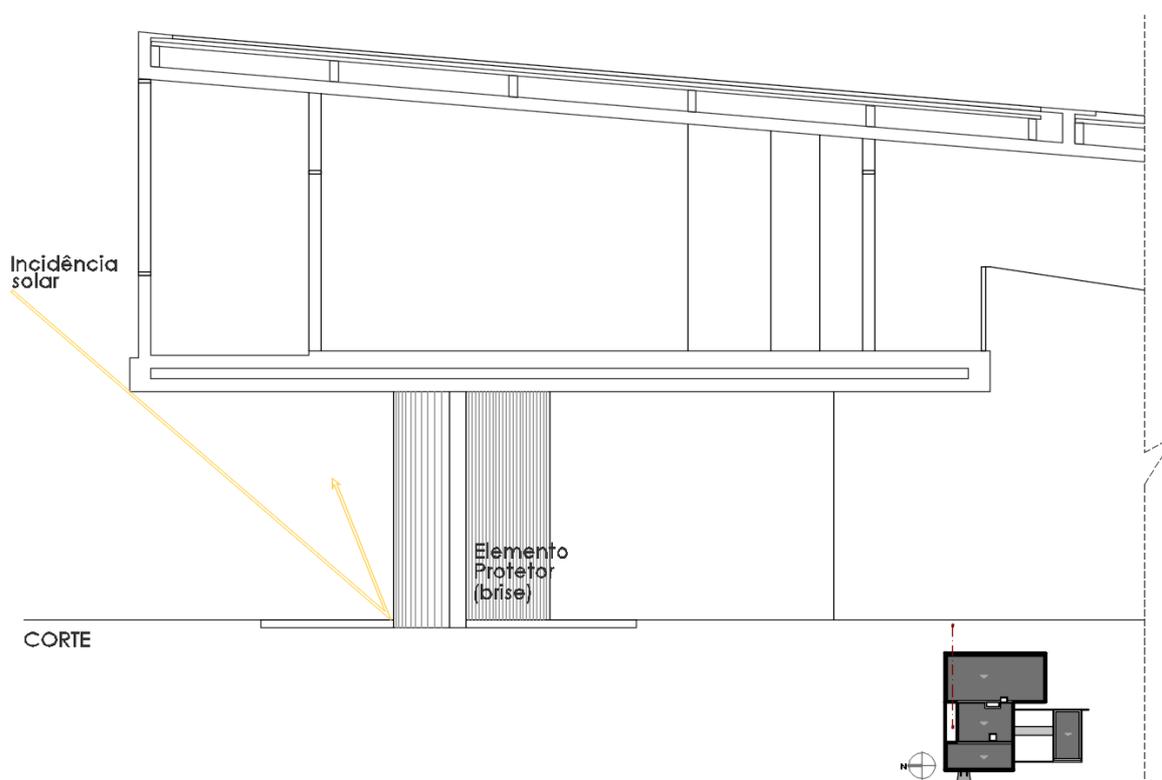
Fonte: Modelado pela autora, 2015.

As portas de correr, escolhidas para os dormitórios, generosas no tamanho, 3,50m, eram de vidro com venezianas de madeira. Com a intenção de proteger essas aberturas, devido à grande incidência de insolação recebida durante as manhãs, o arquiteto criou varandas de 2,00m nas quais continham venezianas no peitoril e vidro na parte superior.

Os tipos de venezianas utilizadas nessa fachada foram o inclinado na varanda e o reto como bandeira da porta de correr. Este tipo de solução para aberturas é indicado como elemento protetor em climas quentes, devido a possibilidade de controlar o vento, chuvas, raios solares, iluminação natural e privacidade do espaço interno. Entretanto, conforme avaliação das superfícies expostas anteriormente, esta estratégia de proteção solar não foi eficiente. A esquadria desenhada para a varanda, apesar de conter elementos que garantem o bloqueio solar, possui uma área de mais de dois metros livre para a passagem da radiação, sendo esta representada na Figura 56.

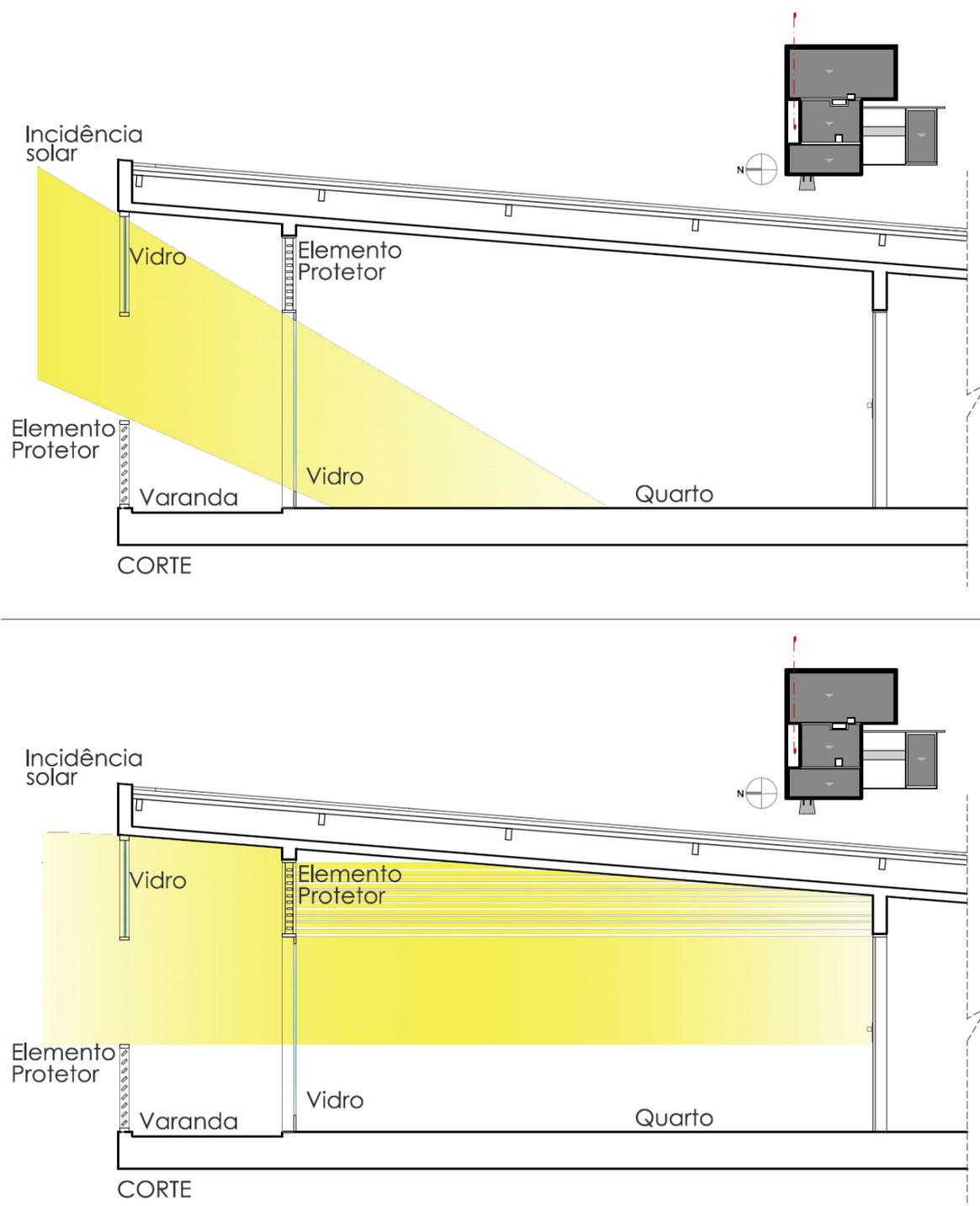
Ainda nesta fachada no térreo encontra-se uma parede vazada de brises de madeira, resguardada da incidência solar devido o volume superior estar suspenso por pilotis e conformar em um abrigo de mais de 4m de comprimento que protege os ambientes internos da insolação, Figura 55.

Figura 55: Incidência solar ocorrida durante as manhãs no térreo da fachada Leste - Residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: Editado pela autora, 2015.

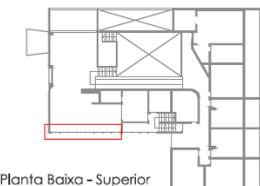
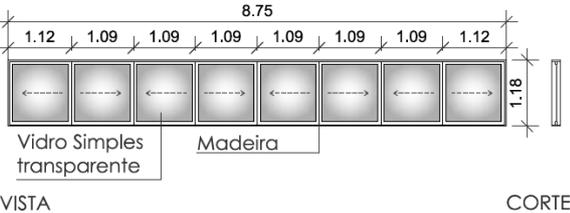
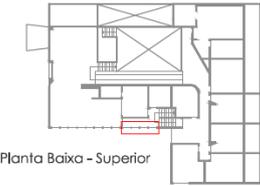
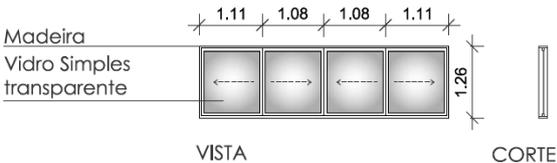
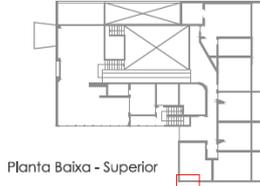
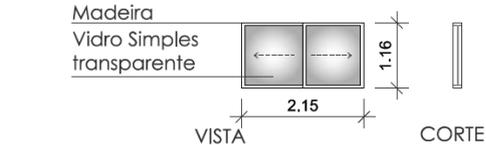
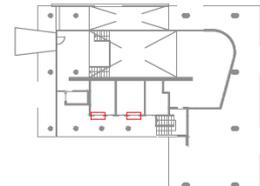
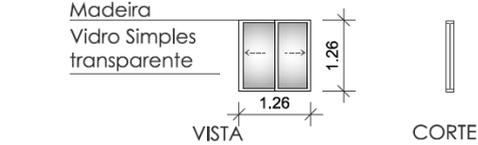
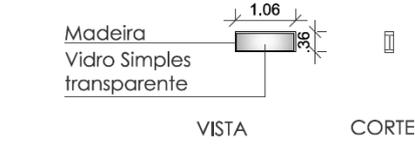
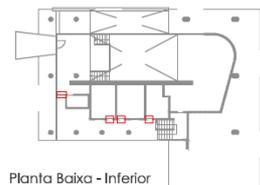
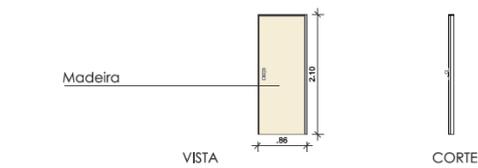
Figura 56: Incidência solar ocorrida durante as manhãs na fachada Leste da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: Editado pela autora, 2015.

O setor de serviço da residência tem seus ambientes voltados para o Sul. Nessa frente foram encontrados seis tipos de esquadrias, detalhadas no Quadro 28 seguinte.

Quadro 28: Tipologia das aberturas da fachada Sul, Residência Cassiano Ribeiro Coutinho.

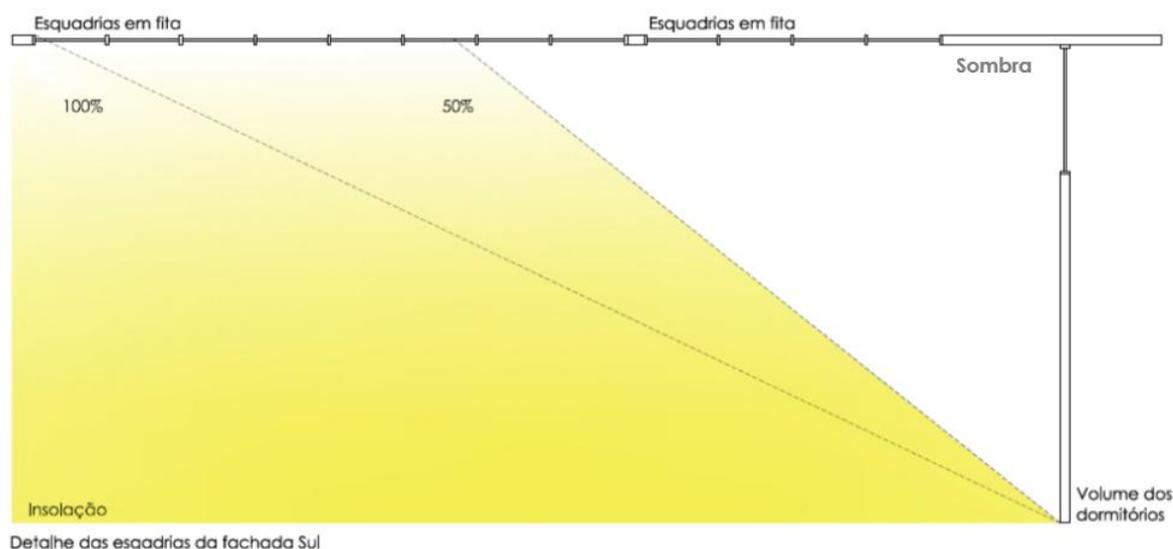
MARCAÇÃO EM PLANTA	ABERTURA TIPO 1: VIDRO E MADEIRA - FACHADA SUL (1 und.)	DESCRIÇÃO
 <p>Planta Baixa - Superior</p>	 <p>VISTA</p> <p>COORTE</p>	Esquadria em fita de correr em madeira e vidro
 <p>Planta Baixa - Superior</p>	 <p>VISTA</p> <p>COORTE</p>	Esquadria em fita de correr em madeira e vidro
 <p>Planta Baixa - Superior</p>	 <p>VISTA</p> <p>COORTE</p>	Esquadria de correr em madeira e vidro. Abertura presente no dormitório do nível superior
 <p>Planta Baixa - Inferior</p>	 <p>VISTA</p> <p>COORTE</p>	Esquadria de correr em madeira e vidro. Aberturas presentes nos quartos de serviço
 <p>Planta Baixa - Inferior</p>	 <p>VISTA</p> <p>COORTE</p>	Esquadria em madeira e vidro. Abertura presente no wc de serviço
 <p>Planta Baixa - Inferior</p>	 <p>VISTA</p> <p>COORTE</p>	Portas externas de madeira de abrir com eixo pivotante vertical

Fonte: Modelado pela autora, 2015.

Orientadas para o Sul, extensas janelas em fita, inseridas por Borsoi no nível superior, estavam expostas à radiação solar sem proteção. No entanto, o volume que

marcava os dormitórios proporcionava momentos de sombreamento quando a insolação se voltava para esta face Figura 57.

Figura 57: Sombreamento das aberturas utilizadas na fachada Sul da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



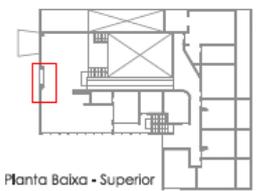
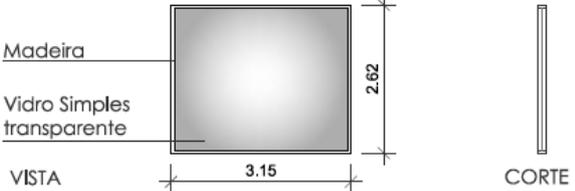
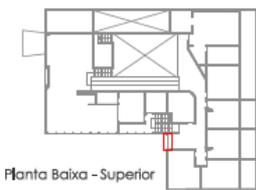
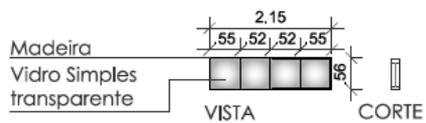
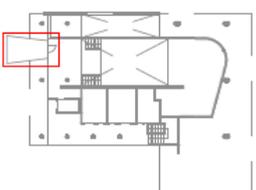
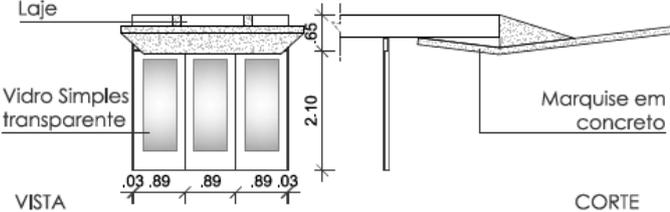
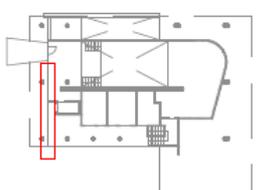
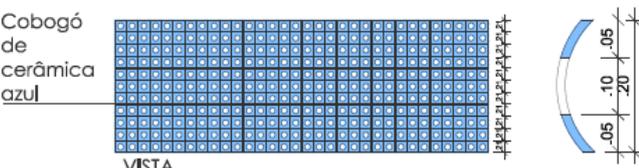
Fonte: Modelado pela autora, 2015.

O nível inferior da fachada Sul também era de serviço e suas aberturas estavam protegidas pelo generoso beiral criado pelo volume suspenso de pilotis. No nível social parte da parede vazada de brises de madeira estava também abrigada pelo volume prismático elevado da construção.

As aberturas a sotavento (fachada Oeste e Norte) distribuíam-se em esquadrias translúcidas e elementos de proteção solar (Quadro 29).

A face Oeste da residência tem seus cômodos térreos fechados por um muro vazado de cobogós cerâmicos e duas aberturas translúcidas, uma no nível térreo protegida da insolação por uma marquise de 5 metros e a outra no nível superior exposta e sem proteção. Como já visto no estudo de superfícies expostas essas estratégias escolhidas pelo arquiteto mostraram sua eficiência e contribuíram para evitar ganhos de calor no nível inferior da residência, enquanto que no superior os resultados foram negativos.

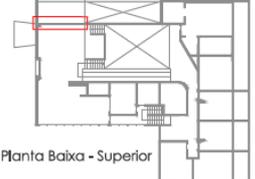
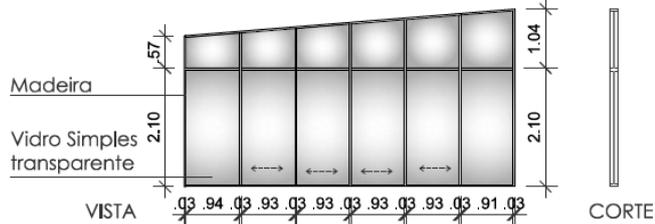
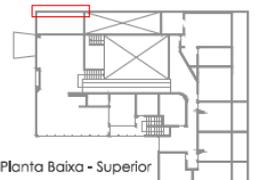
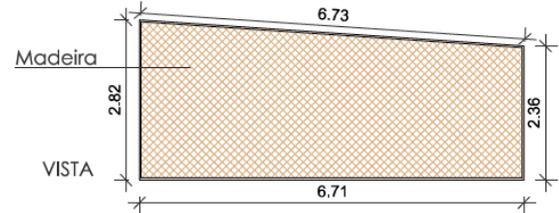
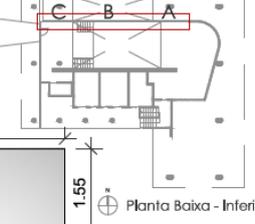
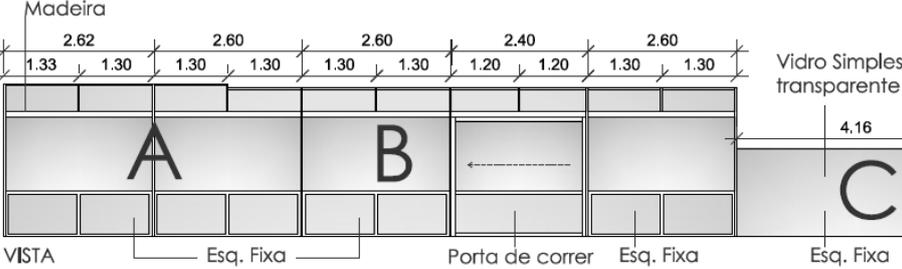
Quadro 29: Tipologia das aberturas da fachada Oeste, Residência Cassiano Ribeiro Coutinho.

MARCAÇÃO EM PLANTA	ABERTURA TIPO 1: VIDRO E MADEIRA - FACHADA OESTE (1 und.)	DESCRIÇÃO
 <p>Planta Baixa - Superior</p>	 <p>Madeira</p> <p>Vidro Simples transparente</p> <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	Esquadria fixa de madeira e vidro
 <p>Planta Baixa - Superior</p>	 <p>Madeira</p> <p>Vidro Simples transparente</p> <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	Esquadria em madeira e vidro. Abertura presente no hall de circulação do nível superior
 <p>Planta Baixa - Inferior</p>	 <p>Laje</p> <p>Vidro Simples transparente</p> <p>Marquise em concreto</p> <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	Portas de abrir de vidro e madeira e marquise de proteção
 <p>Planta Baixa - Inferior</p>	 <p>Cobogó de cerâmica azul</p> <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	Cobogós cerâmicos

Fonte: Modelado pela autora, 2015.

A maior quantidade de aberturas de vidro da construção está orientada a Norte (Quadro 30). É também nessa fachada onde foi locada uma treliça de madeira estilo muxarabi que resguardava o terraço das salas superiores. A composição da volumetria contribuiu para a proteção de parte das esquadrias inferiores (Figura 58).

Quadro 30: Tipologia das aberturas da fachada Norte, Residência Cassiano Ribeiro Coutinho.

MARCAÇÃO EM PLANTA	ABERTURA TIPO 1: VIDRO E MADEIRA - FACHADA NORTE (1 und.)	DESCRIÇÃO
 <p>Planta Baixa - Superior</p>	 <p>Madeira</p> <p>Vidro Simples transparente</p> <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	<p>Portas de correr em vidro e madeira. Presente no interior do terraço</p>
MARCAÇÃO EM PLANTA	ABERTURA TIPO 2: MADEIRA - FACHADA NORTE (1 und.)	DESCRIÇÃO
 <p>Planta Baixa - Superior</p>	 <p>Madeira</p> <p>VISTA</p>	<p>Treliça fixa em madeira</p>
ABERTURA TIPO 3 VIDRO E MADEIRA - FACHADA NORTE (1 und.)		
 <p>Planta Baixa - Inferior</p>	 <p>Madeira</p> <p>Vidro Simples transparente</p> <p>VISTA</p> <p>Esq. Fixa</p> <p>Porta de correr</p> <p>Esq. Fixa</p> <p>Esq. Fixa</p>	

Fonte: Modelado pela autora, 2015.

Figura 58: Incidência solar na fachada Norte da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.

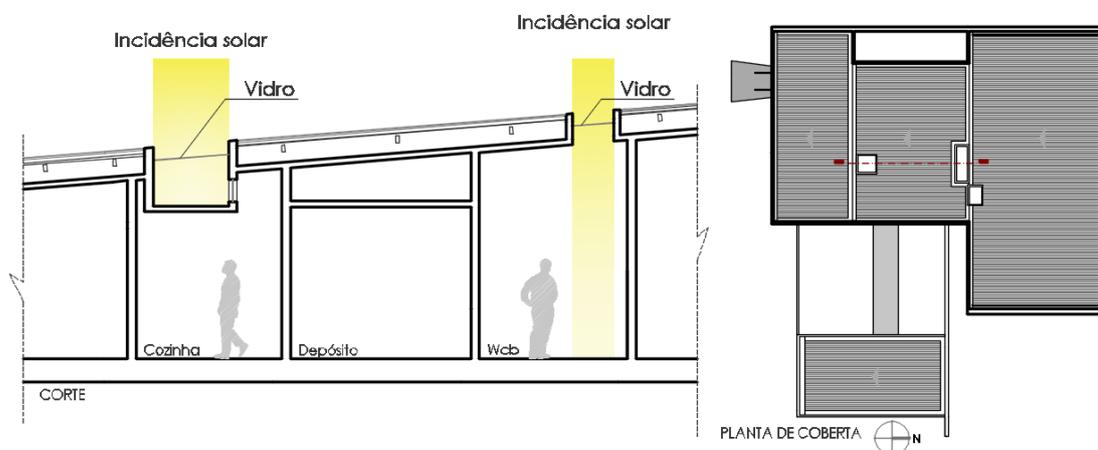


Fonte: Modelado pela autora, 2015.

É notável que esta frente é bem provida de iluminação natural devido à grande quantidade de aberturas, contudo isso também contribuiu para um alto nível de radiação solar dessas faces.

Acácio Gil Borsoi não se limitou em aberturas apenas nas paredes, nos ambientes desfavoráveis às condições externas adaptou aberturas zenitais. Estes espaços se encontram enclausurados e recebem iluminação por sheds. De acordo com o exposto, os cômodos possuem uma grande ineficiência térmica, já que, encontram-se expostos à radiação solar direta, (Figura 59) e são desprovidos de passagens de ar que podem diminuir as temperaturas internas.

Figura 59: Radiação solar direta recebida através dos sheds da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

As esquadrias e protetores da residência Cassiano Ribeiro Coutinho mostraram-se, em sua maioria, ineficientes quanto ao bloqueio solar. A avaliação das aberturas e elementos protetores da pele foram resumidos no Quadro 31 a seguir:

Quadro 31: Resumo do estudo das aberturas e protetores da pele da residência Cassiano Ribeiro Coutinho

Fachada	Nível	Aberturas	Quant.	Protetor Solar	Eficiência
<b>Norte</b>	Superior	Abertura Tipo 1	1	Terraço	*
	Superior	Abertura Tipo 2	1	Treliça	*
	Inferior	Abertura Tipo 3 - A	1	Beiral	*
		Abertura Tipo 3 - B	1	Não possui	*
		Abertura Tipo 3 - C	1	Beiral	*
<b>Sul</b>	Superior	Abertura Tipo 1	1	Momentaneamente o volume da edificação	*
	Superior	Abertura Tipo 2	1	Momentaneamente o volume da edificação	*
	Superior	Abertura Tipo 3	1	Não possui	*
	Inferior	Abertura Tipo 4	2	Beiral	*
	Inferior	Abertura Tipo 5	1	Beiral	*
	Inferior	Abertura Tipo 6	4	Beiral	*
<b>Leste</b>	Superior	Abertura Tipo 1	6	Veneziana inclinada	*
	Superior	Abertura Tipo 2	5	Varanda	*
	Superior	Abertura Tipo 3	1	Varanda	*
	Inferior	Abertura Tipo 4	1	Beiral	*
<b>Oeste</b>	Superior	Abertura Tipo 1	1	Não possui	*
	Superior	Abertura Tipo 2	1	Não possui	*
	Inferior	Abertura Tipo 3	1	Marquise	*
	Inferior	Abertura Tipo 4	1	Cobogós	*
		Aberturas da coberta	2	Não possui	*
<b>TOTAL</b>		<b>18 tipos</b>	<b>34 aberturas</b>	<b>13 protetores</b>	<b>8* 12*</b>

LEGENDA	
*	Eficiente
*	Ineficiente

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

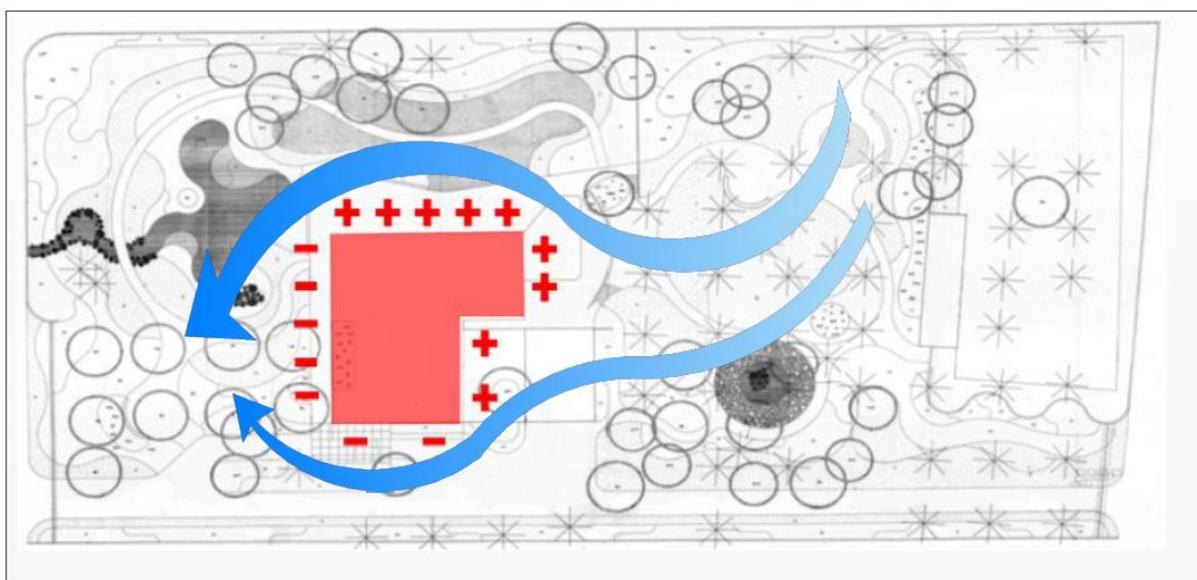
#### 4.1.4 Análise da Categoria Interior

##### Ventilação

A ventilação natural dos ambientes, imprescindível para o clima quente e úmido, foi trabalhada com atenção especial nas áreas sociais e íntimas da residência. A implantação rodeada de massa vegetativa e centralizada no grande lote contribuía para captação dos ventos dominantes, principalmente vindos do Sudeste (Figura 60).

As zonas de maior pressão localizadas na residência Cassiano Ribeiro Coutinho estão na fachada Sul e Leste, sendo a orientação Leste onde se encontra o maior número de aberturas dentre as duas. Deste modo considerada como fachada a barlavento. A fachada Oeste e Norte são regiões de pressão negativa por possuírem aberturas a sotavento. Estas frentes são marcadas pelos protetores solares inseridos por Borsoi, como uma malha de cobogós, marquise e treliça muxarabi de madeira, aos quais se tornaram elementos de destaque na composição arquitetônica da construção.

Figura 60: Zonas de alta e baixa pressão e a canalização da ventilação dentro do lote da residência Cassiano Ribeiro Coutinho



Fonte: Planta paisagística da residência editada pela autora, 2015.

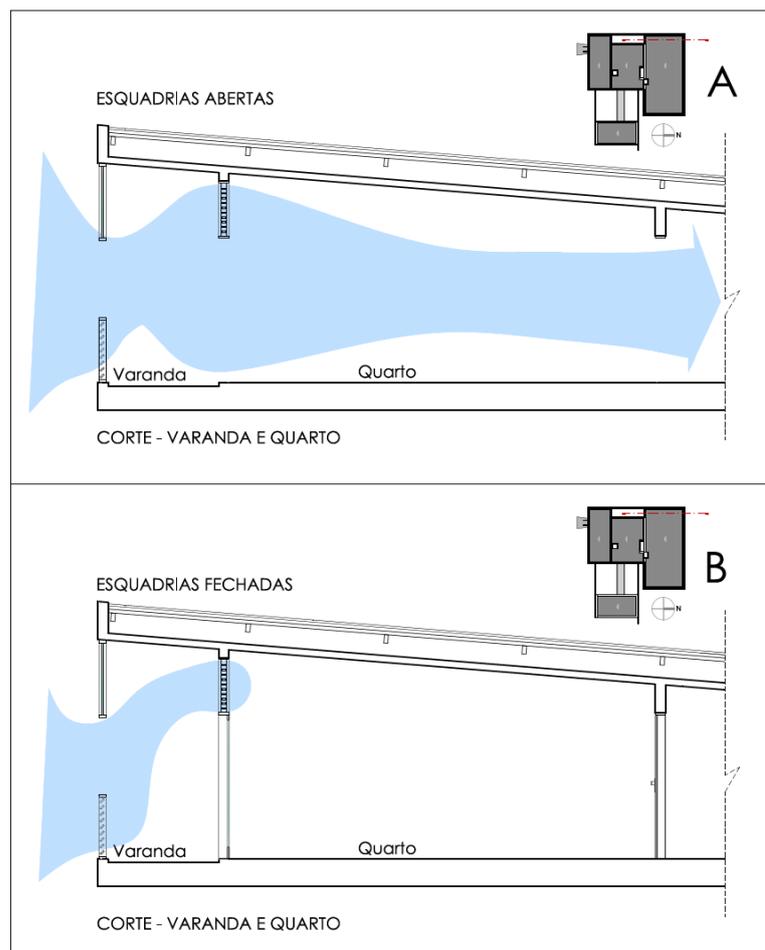
A área íntima de dormitórios está voltada para Leste, logo recebe incidências oblíquas dos ventos dominantes que são provenientes do Sudeste. O fluxo de ar pode ser bem captado devido a escolha que fez o arquiteto em empregar esquadrias horizontais com venezianas inclinadas nas varandas de cada quarto e portas de vidro com bandeira, que, neste caso, somente terão um bom funcionamento se usadas abertas, caso contrário não serão eficientes quanto à distribuição de boa ventilação no ambiente.

Para isso, verificou-se o comportamento da ventilação natural das esquadrias mencionadas em corte conforme Quadro 32, sendo estas usadas abertas e fechadas.

No desenho A, identifica-se que a pressão sobre as aberturas é maior e o fluxo de ar dirige-se para dentro do ambiente praticamente em linha reta.

No desenho B, vê-se como o fluxo de ar se comporta face à inexistência de abertura de saída, logo não há ventilação.

Quadro 32: Comportamento da ventilação natural diante das esquadrias abertas e fechadas, residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



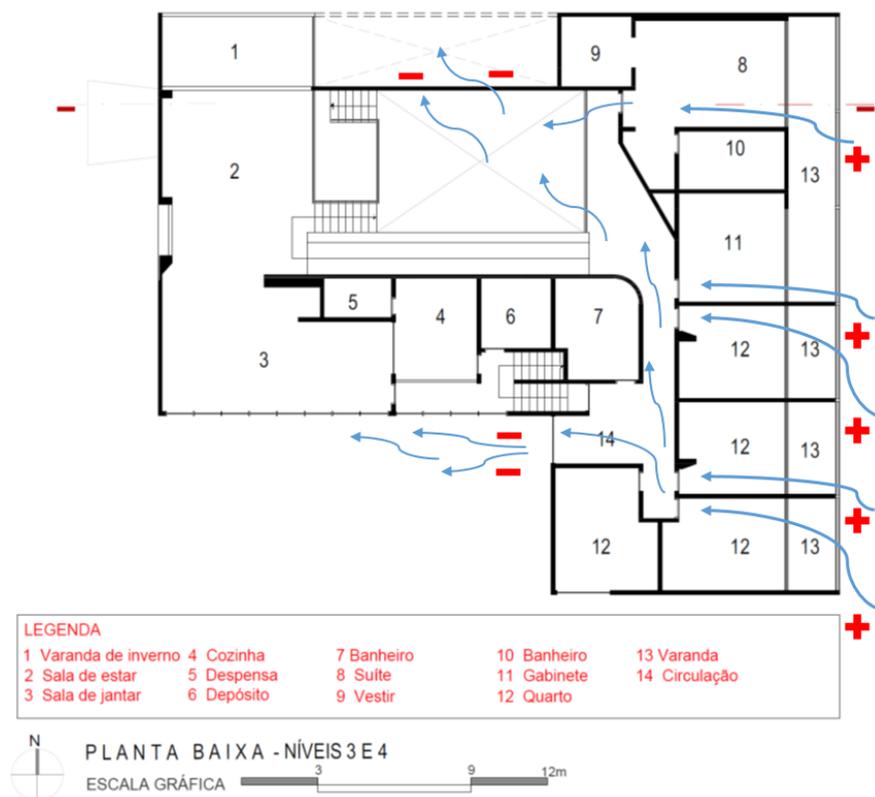
Fonte: Modelado pela autora, 2015.

Sob o aspecto de ventilação, a velocidade do ar é o determinante para a sensação de refrescamento e não o volume de ar renovado dentro do ambiente Mascaró (1991). Assim sendo, entradas de ar maiores que as saídas reduzem o fluxo de ar, porque parte da energia cinética é transformada em pressão estática ao redor das aberturas de saída (FAIREY; BETTENCOURT, 1981).

Deste modo quando a abertura de saída é maior que a de entrada, têm-se velocidades do ar mais elevadas ao nível do usuário (MASCARÓ, 1991), não sendo

este o caso do ambiente avaliado, onde a abertura de entrada do fluxo de ar é duas vezes maior que a abertura de saída, Figura 61.

Figura 61: A distribuição do fluxo de ar no interior dos dormitórios da Residência Cassiano Ribeiro Coutinho

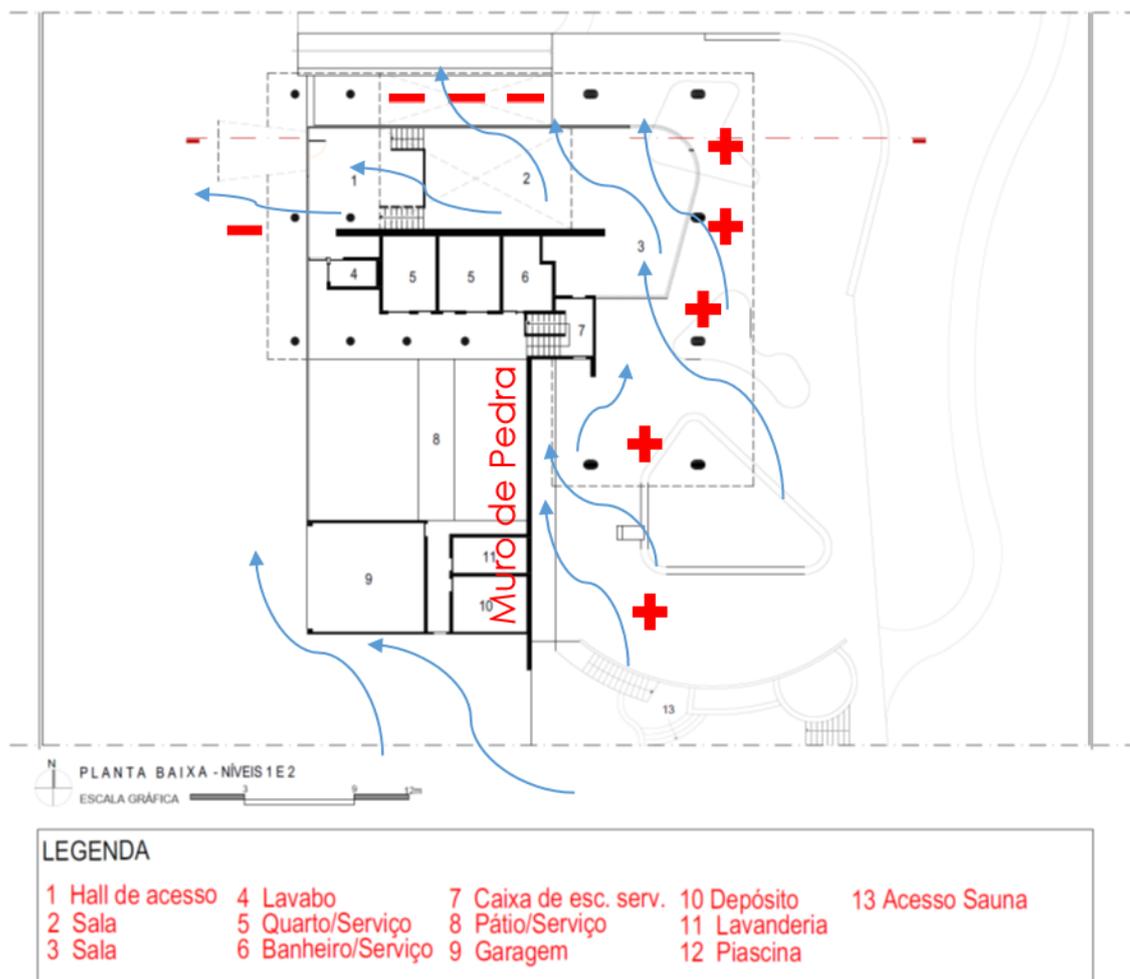


Fonte: autora, 2015.

Os Brises que compõem o fechamento da sala de estar promovem maior permeabilidade dos ventos e a composição curva a qual foi implantada facilita a passagem do fluxo de ar que é bem distribuído internamente devido a parede de cobogós, locada na outra extremidade do ambiente, a qual provoca a saída do ar. Os vários níveis e o pé direito duplo da sala de estar permitem que os ventos atinjam toda a área social da casa. Outro elemento que favorece a movimentação de ar dentro desses espaços é o muro de pedra inserido na área externa (Figura 62).

]

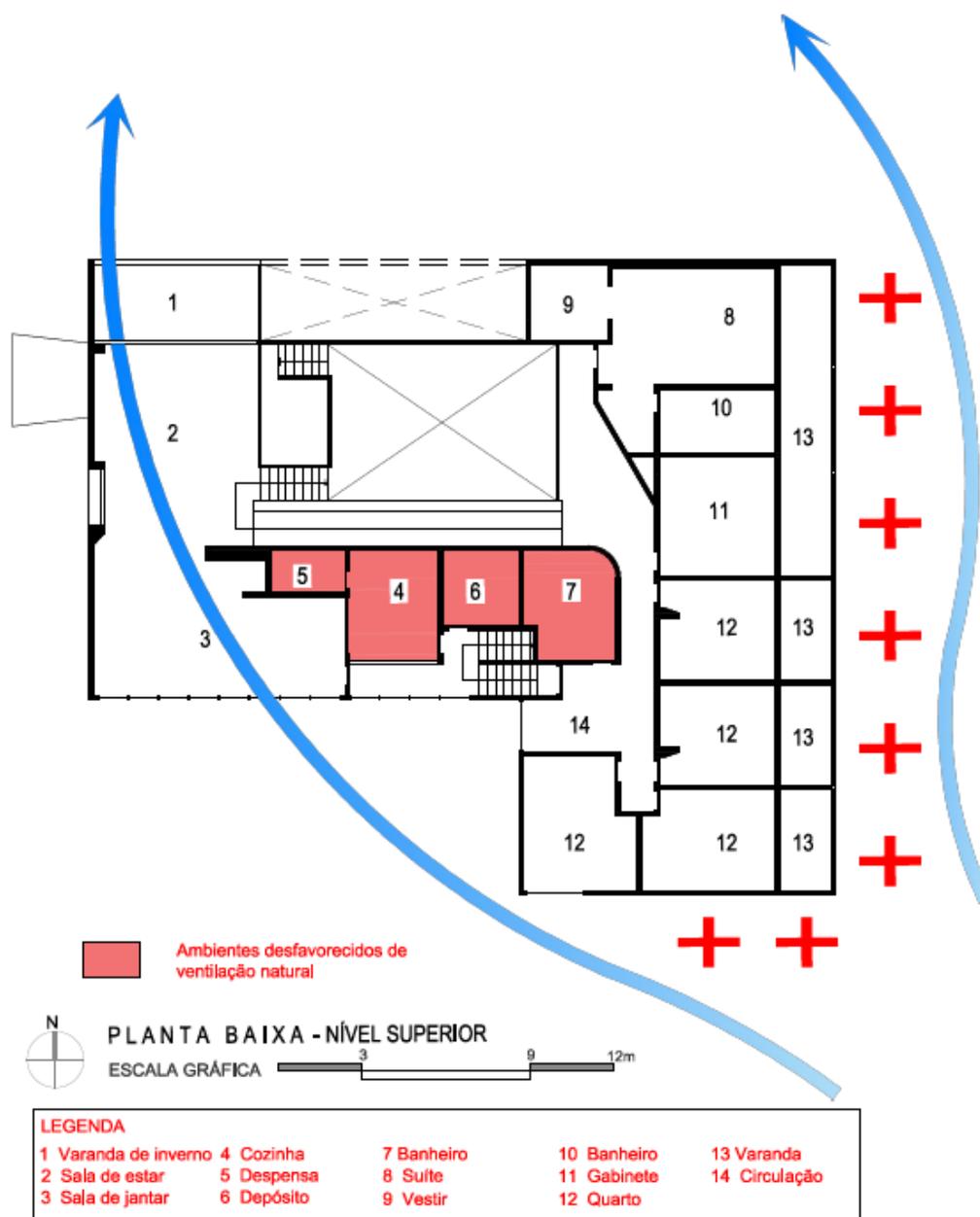
Figura 62: Passagem dos ventos pelos vários níveis da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: Corte elaborado por Pereira, 2008 e editado pela autora.

As aberturas orientadas a Sul contribuíam para a fluidez da ventilação dentro da residência no nível superior, como pode ser observado na. Os ambientes que receberam aberturas zenitais foram desfavorecidos no quesito ventilação. A inexistência de esquadrias voltadas para o exterior não garantia a circulação do ar internamente Figura 63.

Figura 63: Ventilação natural penetrando pela frente Sul da residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



Fonte: Modelado pela autora, 2015.

Dentre os elementos de proteção cabe destacar a malha de cobogós inserida por Borsoi. Este elemento vazado ganha importância para a arquitetura da residência, tanto esteticamente como funcionalmente por proporcionar permanente ventilação natural para os espaços internos da construção.

Percebe-se que as salas do primeiro e segundo pavimento estavam sempre beneficiadas por ventilação natural, por suas fachadas de entrada e saída do ar

possuírem elementos vazados que garantiam a permeabilidade dos ventos constantemente. A sala do terceiro nível recebia ventilação a partir da fachada Sul como também pela fachada Leste.

A diversidade e um número significativo de aberturas da residência em questão garantem espaços ventilados naturalmente, sendo este um dos pontos-chaves para a obtenção de importantes poupanças energéticas na edificação, na medida em que ao mantê-la com uma temperatura interna confortável evita-se o uso de sistemas mecânicos. Com isso, têm-se o resumo do estudo da ventilação natural expressa no Quadro 33, caracterizado pela possibilidade de ventilação cruzada dentro dos espaços internos da residência Cassiano Ribeiro Coutinho. Verificou-se a existência de aberturas opostas com condições de promover a ventilação cruzada.

Quadro 33: Probabilidade de ventilação cruzada na residência Cassiano Ribeiro Coutinho.

Fachadas	Existência de abertura oposta	Possibilidade de ventilação cruzada
Aberturas da frente <b>Leste</b>	sim	*
Aberturas da frente <b>Sul</b>	sim	*
Aberturas da frente <b>Norte</b>	sim	*
Aberturas da frente <b>Oeste</b>	sim	*

LEGENDA	
*	Eficiente
*	Ineficiente

Fonte: editada pela autora, 2015.

#### 4.1.5 Análise da Categoria Entorno

##### **Influência da Vegetação e Massa edificada**

O comportamento das áreas abertas na estrutura urbana dos arredores da residência Cassiano Ribeiro Coutinho foi estudado de acordo com a distribuição de vegetação e massa construída, com intuito de descobrir a influência destes elementos no desempenho bioclimático da construção em análise.

Na época de construção, ano 1958, observou-se que no entorno da residência não existiam barreiras naturais ou construtivas que induziam às modificações no sentido do vento ou contribuíssem para um baixo desempenho climático. As poucas residências existentes abriam espaço para a vegetação nativa da área. O

paisagismo circundante dentro do próprio lote, com uma quantidade considerável de vegetação, destacada na Figura 64 a seguir, protegia a casa da exposição solar e colaborava para um ambiente confortável, diminuindo a temperatura do ar no local. Como também podia promover seu próprio microclima.

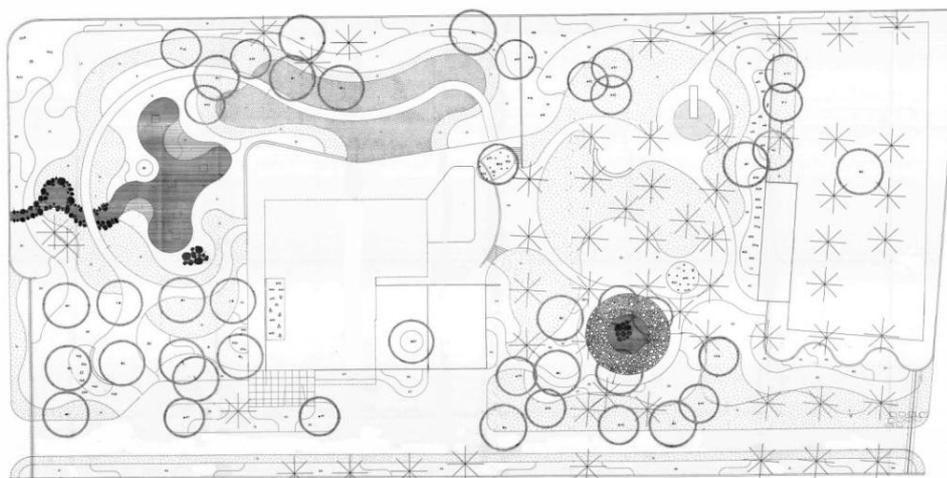
Figura 64: Vegetação que circundava a residência Cassiano Ribeiro Coutinho, 1978.



Fonte: Acervo da Prefeitura Municipal de João Pessoa, 2015.

Com um terreno generoso e o excelente projeto paisagístico de Burle Marx, Figura 65, pensado especialmente para a residência, é notável a preocupação dos projetistas em privilegiar a construção com vários tipos de vegetação.

Figura 65: Planta do paisagismo de Burle Marx para residência Cassiano Ribeiro Coutinho



Fonte: Instituto Burle Marx. Melo, 2013.

A partir disto, o modelo 3d da residência e seu entorno (Figura 66), recriados no software Revit 2015, com ajuda de fotografias aéreas da época de 1978, as únicas existentes, foi avaliado segundo as condições de exposição solar das superfícies de base e a ação dos ventos nos espaços abertos que circundam o prédio moderno em questão.

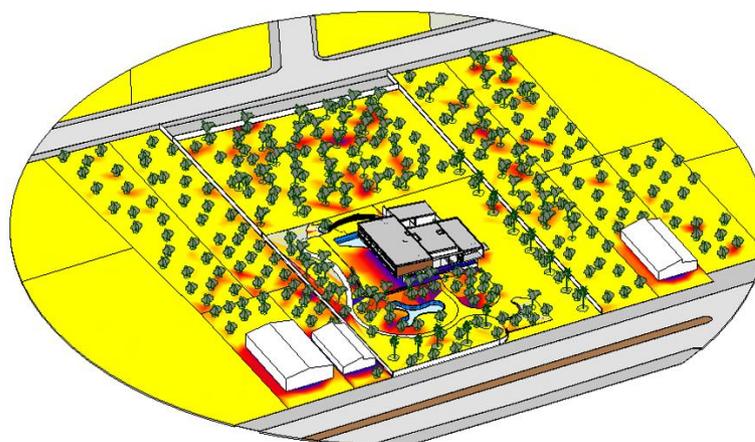
Figura 66: Modelo 3d da residência Cassiano Ribeiro Coutinho e seu entorno em 1978.



Fonte: Extraído do Revit 2015.

Em análise, junto com o Software Solar Analysis, foi possível perceber o desempenho da vegetação presente sobre as superfícies da base, tais como os pavimentos e o solo permeável (Figura 67).

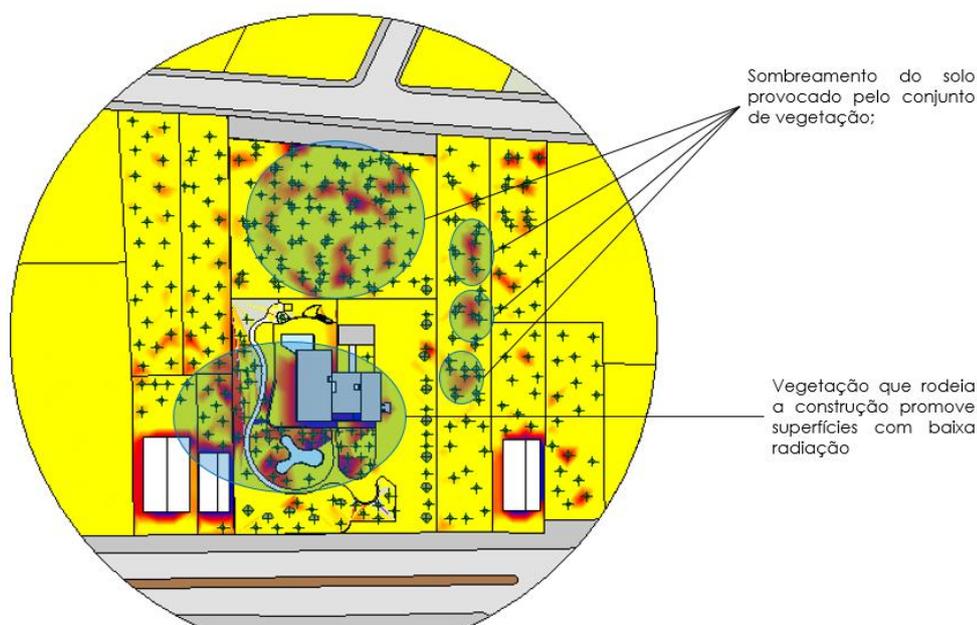
Figura 67: Simulação da radiação nas superfícies de base no Modelo 3d da residência Cassiano Ribeiro Coutinho e seu entorno em 1978.



Fonte: Extraído do Revit 2015.

As bases pavimentadas apresentaram-se com níveis médios de radiação solar acima de 570,00 kwh/m<sup>2</sup> naquele ano, a qual pode ser refletida para o entorno, contudo estão em um número reduzido comparado à quantidade de base verde (grama) e natural. Estas recebem a mesma quantidade de radiação, mas que pode ser absorvida. A mesma insolação avaliada diminui nas proximidades da vegetação que existia no entorno próximo da construção como também no entorno fora do lote. Entende-se que quanto mais agrupada a massa vegetativa mais a radiação incidente podia ser diminuída e com isso as áreas sombreadas sobre as superfícies aumentavam. É o que destaca a Figura 68 seguinte.

Figura 68: Áreas sombreadas e a baixa radiação próximo à vegetação circundante à residência Cassiano Ribeiro Coutinho.



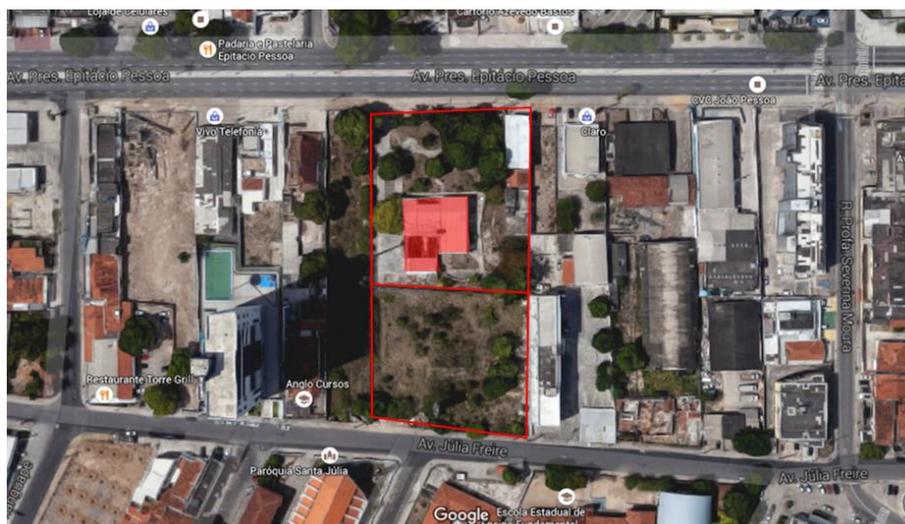
Fonte: Extraído do Revit 2015. Editado pela autora, 2015.

Não se sabe, com esse estudo, até que ponto era a densidade das árvores e o tamanho que alcançavam suas copas. A partir dos anos 1990, com o predomínio das atividades comerciais, as edificações desta área modificaram-se consideravelmente. A intensa urbanização aumentou o adensamento vertical no local e conseqüentemente modificações no microclima podem ter ocorrido.

Como pode ser visualizado na Figura 69, o lote em que está a residência Cassiano Ribeiro Coutinho encontra-se desmembrado e todo o paisagismo projetado por Burle Marx foi descaracterizado, enquanto que a abundante vegetação que havia

no entorno da construção foi retirada. Desde os últimos anos o imóvel está sob forte pressão por parte de construtoras e incorporadoras para que no seu terreno seja construída uma torre de escritórios (MELO, 2013, pág. 62). Logo adiante, no estudo em questão, serão avaliadas as possíveis alterações ocorridas no entorno da casa nos dias atuais e em um cenário futuro.

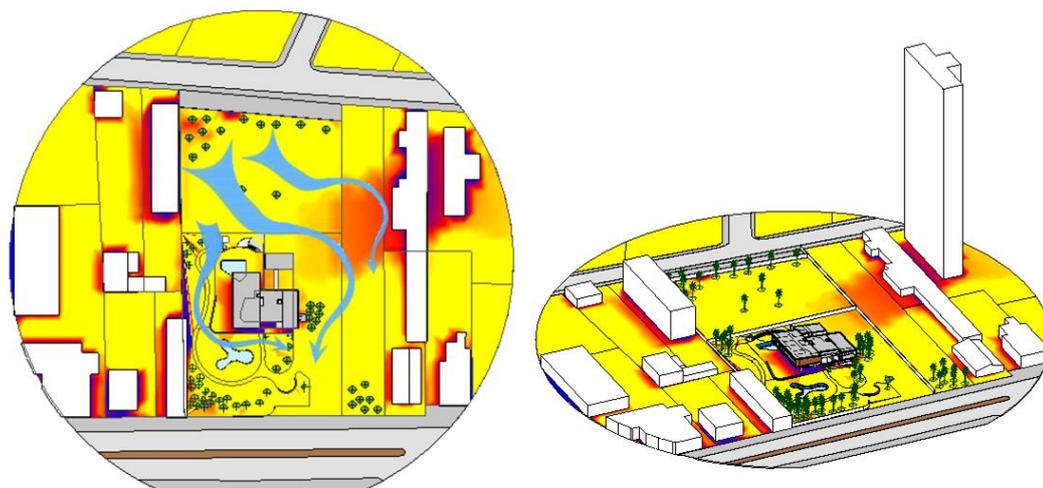
Figura 69: Modificações no entorno da residência Cassiano Ribeiro Coutinho em 2015.



Fonte: Extraído do Google Maps, 2015.

Os ensaios realizados por meio de simulação computacional e análise qualitativa da volumetria dos edifícios construídos no entorno da residência até os dias atuais, 2015 (Figura 70), mostraram que a casa recebe grande quantidade de radiação no lote, devido à ausência de vegetação. O valor médio de radiação que atinge a base do cenário atual da construção é de 608, 43 kwh/m<sup>2</sup>. Contudo ainda se encontra favorecido quanto aos ventos dominantes. As construções erguidas, ainda, não se tornaram uma barreira que modifica o sentido dos ventos no lote.

Figura 70: Ensaio computacionais no entorno da residência Cassiano Ribeiro Coutinho, em 2015.



Fonte: Extraído do Revit, 2015 e editado pela autora.

A área em estudo está inserida, segundo o Plano Diretor Físico do Município de João Pessoa, em uma Zona Axial (ZA1), sujeita aos índices urbanísticos resumidos no Quadro 34:

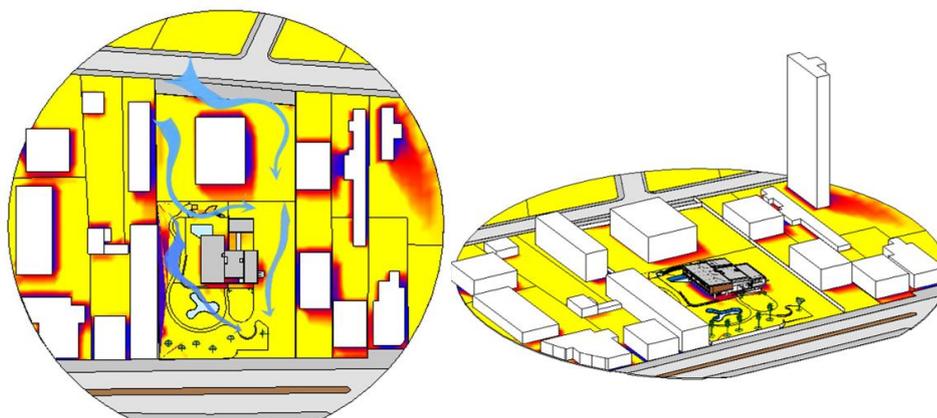
Quadro 34: Índices urbanísticos para a área em estudo.

ZONA AXIAL EPITÁCIO PESSOA (ZA1)							
USOS PERMITIDOS	LOTE		OCUPAC. MÁXIMA	ALTURA MÁXIMA (B)	EDIFICAÇÃO (A)		
	ÁREA MÍNIMA	FRENTE MÍNIMA			AFASTAMENTOS		
					FRENTE	LATERAL	FUNDOS
R1	450,00	15,00	50	-	5,00	1,50	3,00
R2	450,00	15,00	50	2 PV	5,00	1,50	3,00
R5 (1)	600,00	20,00	40	PL+ 4PV+CB	5,00	4,00	4,00
R6	900,00	30,00	40	-	6,00	3+(h/10)	3+(h/10)
CB=SB	600,00	20,00	70	PL+ 2PV ou 3 PV	6,00	TE =0,0 DE =2,00	2,00
CP=SP	600,00	30,00	TE+2 =70 DE =40	-	ATÉ 3º=6,0 DE =8,00	TE =0,0 ATÉ 2º= 2,00 DE =3+(h/10)	ATÉ 3º=2,0 DE=3+(h/10)
CP, SP/R6 (2)	600,00	20,00	TE+2 =70 DE =40	-	ATÉ 3º=6,0 DE =8,00	TE =0,0 ATÉ 2º= 2,00 DE =3+(h/10)	ATÉ 3º=2,0 DE=3+(h/10)
IR	600,00	20,00	50	-	5,00	2,00	3,00
IPP (3)	450,00	15,00	50	-	6,00	2,00	3,00

Fonte: Código de urbanismo da cidade de João Pessoa, julho de 2001.

Baseado nas regras do Código de urbanismo foi possível gerar um modelo para simulação do potencial climático construtivo dos lotes urbanos, dentro da área recortada para estudo, constituindo-se em um cenário urbano posterior (Figura 71). É válido salientar que o ambiente externo modelado reproduz uma situação real ou se aproxima de uma realidade que pode ocorrer. O ensaio mostra que o nível médio de insolação da base atinge o valor acima de 820,00kwh/m<sup>2</sup>.

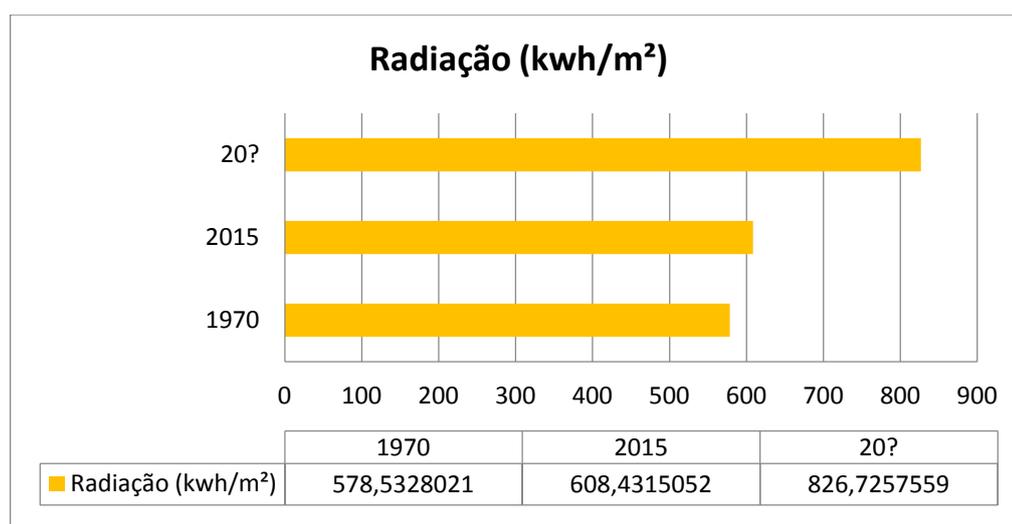
Figura 71: Ensaio computacionais no entorno da residência Cassiano Ribeiro Coutinho em um cenário futuro.



Fonte: Modelado pela autora, 2015.

Com o entorno construtivamente modificado, percebeu-se que a residência em estudo se encontra, nesse cenário, desfavorecida de boa parte da ventilação predominante. Os ensaios de radiação solar mostraram-se com níveis baixos próximos as construções. Caso a vegetação local continue sendo desprezada no desenho dos novos edifícios a incidência solar terá níveis cada vez mais altos. Os estudos acima descritos estão resumidos no Gráfico 7 e no Quadro 35 a seguir.

Gráfico 7: Média anual de insolação das bases do entorno da residência Cassiano Ribeiro Coutinho nos anos 1978, 2015 e um cenário futuro estimado.



Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015.

Quadro 35: Probabilidade de ventilação natural no entorno da residência Cassiano Ribeiro Coutinho nos anos 1970, 2015 e em um cenário futuro estimado.

Ano estudado	Probabilidade de Ventilação natural no entorno
1970	*
2015	*
20?	*

LEGENDA	
*	Eficiente
*	Ineficiente

Fonte: editado pela autora, 2015

#### 4.1.6 Análise dos Resultados - Residência Cassiano Ribeiro Coutinho

O projeto da residência Cassiano Ribeiro Coutinho mostra a preocupação de Acácio Gil Borsoi em adotar estratégias bioclimáticas propícias ao clima de João Pessoa. Sobre o parâmetro bioclimático da FORMA, atribuído como método de análise dessa pesquisa, percebeu-se que Borsoi procurou implantar o edifício de acordo com a trajetória solar e os ventos dominantes vindos principalmente do Sudeste. O jogo volumétrico do conjunto arquitetônico podia minimizar os efeitos da radiação em algumas fachadas e abrigar ambientes da insolação excessiva.

No parâmetro bioclimático PELE, observou-se que o arquiteto buscou proteger as aberturas contra a incidência direta da radiação solar usando elementos protetores na maioria das fachadas. Apesar disso, Borsoi inseriu também aberturas desprotegidas que recebiam insolação direta, neste caso, a esquadria translúcida na fachada Oeste.

Quanto ao estudo da ventilação natural, na avaliação do parâmetro bioclimático INTERIOR, a análise mostra que as intenções do arquiteto foram adequadas desde a orientação da construção no lote até a escolha das aberturas, por proporcionar ambientes fluidos que permitem a livre circulação do ar por meio de ventilação cruzada visando a climatização natural dos espaços internos.

Não se sabe exatamente que níveis de conforto atingem os ambientes internos da residência, já que a pesquisa não entrou nesse âmbito de estudo. Entretanto deve-se levar em consideração a quantidade de vegetação existente no lote que

poderia ter sido usada por Borsoi como uma estratégia bioclimática para melhorar o conforto interior. O estudo do parâmetro ENTORNO mostra como os jardins projetados promoviam o esfriamento dos espaços externos e com isso podem ter contribuído para um melhor conforto nos cômodos internos da edificação.

Uma crítica importante a ser destacada é em relação aos ambientes que se encontram enclausurados e desfavorecidos de ventilação natural. Uma questão que se coloca neste momento, no entanto, é qual o motivo que levou o arquiteto a projetar ambientes fechados em um projeto que apresenta claras preocupações com conforto por vias passivas e lote que permitia uma construção com excelentes níveis climáticos por meios naturais. Entretanto, existiu o cuidado ou uma pré-noção, por parte do projetista, em usar estratégias para minimizar os impactos negativos nesses espaços, optando assim por aberturas zenitais expostas à insolação direta. Do ponto de vista térmico ineficientes.

No caso da cobertura onde foi empregado o uso da telha sobre a laje formando um colchão de ar para evitar a insolação direta no concreto, também pode ser considerada como mais um artifício de adequação climática da obra.

Conclui-se que a obra pode ser destacada pela preocupação de Acácio Gil Borsoi em aplicar conceitos e estratégias bioclimáticas, ou premissas da arquitetura moderna às condições climáticas locais. Neste caso, pode caracterizá-la como uma obra moderna bioclimática. Os atributos de adaptação ao clima apontados por cada autor mostraram-se, por parte, relevantes na maioria das análises, o Quadro 36 mostra as justificativas de cada pesquisa que mencionou adequações da residência Cassiano Ribeiro Coutinho ao meio e compara com os resultados das análises.

Quadro 36: Comparativo das justificativas dos autores que mencionaram aspectos de adaptabilidade da Residência Cassiano Ribeiro Coutinho com os resultados da análise

Autor	Justificativa	Resultado da Análise
Amaral (2004)	"Os terraços com fechamentos de treliça permitem a ventilação e o sombreamento dos ambientes internos e principalmente oferecem a possibilidade de composições livres nas fachadas. (p. 59)	A autora se refere ao fechamento de treliça localizado no terraço do terceiro nível da Residência Cassiano Ribeiro Coutinho. Durante a análise verificou-se que funcionava como abertura para saída de ar. Os ventos provenientes do Sudeste eram captados pelas janelas localizadas a Sul e passava pelo terraço promovendo assim a ventilação cruzada dos espaços, como também podia sombrear o interior.
Pereira (2008)	"A suave declividade natural do terreno e os critérios de conforto guiaram a distribuição dos ambientes, resolvida em quatro níveis intermediários [...] o mais baixo, voltado para oeste, se destina às áreas de serviços; o segundo, integrado ao terraço de lazer e dirigido aos ventos predominantes, se destinava aos ambientes sociais; o terceiro abrigava usos sociais e, muito provavelmente, uma parcela dos serviços, como a cozinha; o nível mais elevado, dirigidos aos ventos predominantes (sudeste), continha os quartos. (p. 87-88)	Com a análise da ventilação natural na Residência Cassiano Ribeiro Coutinho observou-se que os ambientes mais ventilados da construção eram os sociais e íntimos estrategicamente voltados para os ventos predominantes do local.
Chaves (2012)	"Na arquitetura, o discurso local incentiva a escolha por um repertório de formas sem adornos e decorações, pela racionalização estrutural e o uso do concreto armado, pela distribuição lógica das funções, a adequação climática e a tentativa de criar espaços internos/externos mais fluidos, conectados, iluminados e ventilados [salubres]. " (p.132) "A obra projetada por Borsoi mostra que o arquiteto esteve atento a esses critérios e que procurou possibilitar a circulação permanente de ventos (através de venezianas, brise-soleil e aberturas na cobertura), a iluminação natural (aberturas na cobertura e amplas esquadrias de vidro), tomando cuidado para que não fosse excessiva e protegendo os interiores do sol poente (varandas, elementos vazados, treliças de madeira e brise-soleil), e a preocupação em conter a radiação de calor (colchões de ar entre a laje de cobertura e as telhas, varandas e terraços). As aberturas voltam-se, predominantemente para o leste como a varanda do bloco social mais íntimo (nível 3), o bloco dos quartos – sendo este protegido por uma varanda e grandes esquadrias de madeira com venezianas –, e a área de projeção desse último bloco, onde se localiza o terraço de lazer, uma área contínua à sala de estar (nível 2), a qual está protegida da insolação por brise-soleils verticais de madeira. As demais aberturas concentram-se na porção sul. " (p.141)	Chaves (2012), cita adequações climáticas inseridas por Borsoi na Residência Cassiano Ribeiro Coutinho, contudo durante as análises notou-se que muitas das soluções usadas pelo arquiteto eram ineficientes do ponto de vista climático. 1) as aberturas na cobertura não promoviam a circulação de ventilação natural, sendo estas expostas à insolação direta, causavam desconforto térmico nos ambientes internos; 2) as faces envidraçadas e desprotegidas do sol obtiveram grandes níveis de radiação, como por exemplo, a janela de vidro do terceiro nível voltada para o poente; 3) as aberturas das varandas dos quartos na fachada leste, mostraram-se ineficientes no quesito bloqueio solar.
Melo (2013)	"[...] a casa foi implantada isolada no lote com os ambientes sociais para o quadrante nordeste e os íntimos para leste o que favoreceu o aproveitamento da iluminação e ventilação naturais. No caso dessas fachadas (norte e leste) o arquiteto minimizou os efeitos da radiação solar direta fazendo uso dos recuos dos planos verticais em relação aos horizontais. Esta estratégia pode ser percebida por meio do balanço correspondente à projeção do primeiro pavimento que protege grande parte da fachada envidraçada das salas do pavimento térreo na fachada norte. Os pilotis, por sua vez, geram uma grande área aberta nas laterais e sombreada, impedindo que os raios solares penetrem na sala de estar. Neste caso, os brises verticais têm papel importante. " (p.76-77)	A forma de implantação da Residência Cassiano Ribeiro Coutinho dentro do lote é positiva em relação aos ventos dominantes. A análise realizada no entorno da casa encontrou resultados eficientes no que tange ao aproveitamento da ventilação natural no local. Melo (2013), menciona os extensos beirais desenhados por Borsoi como estratégia de proteção solar. Os beirais podiam resguardar da insolação os ambientes inferiores voltados para leste e sul. As superfícies envidraçadas da fachada norte, durante o momento de simulação, mostraram-se ineficientes quanto à proteção solar.
Tinem e Cotrim (2014)	"[...] a) todos os cômodos contavam com iluminação e ventilação natural; quando não era possível proporcionar estas condições através de aberturas nas paredes Borsoi lançava mão de aberturas no telhado, utilizando iluminação e ventilação zenitais; b) foram utilizadas paredes mais espessas, provavelmente compostas por duas paredes de meia vez com colchão de ar entre elas, nas fachadas que recebem maior insolação, como é o caso da parede voltada para oeste no setor social e na parede voltada para norte no quarto principal do setor íntimo; c) a configuração espacial dos espaços contínuos do setor social, dispostos em vários níveis sem separação entre eles e com aberturas dispostas no eixo norte-sul que resultou não só em um grande volume de ar, devido aos pés-direitos mais altos, como em uma renovação constante do ar através da ventilação cruzada permanente das aberturas posicionadas em lados opostos." (p.260)	A solução de aberturas zenitais, vedadas com vidro, não ocasionou em um resultado eficiente, principalmente, do ponto de vista térmico. Além de deixar os ambientes muito mais quentes não eram capazes de gerar passagem de ventilação natural.

Fonte: elaborado pela autora, 2015

## 4.2 Obra produzida na década de 1960: Residência Otacílio Vieira Campos (1966)



Fonte: Acervo da família 1968 (imagem editada pela autora)

<b>Ficha Técnica</b>	
<b>Arquiteto</b>	Acácio Gil Borsoi
<b>Ano do projeto</b>	1962
<b>Ano de conclusão</b>	1966
<b>Área do terreno</b>	2.200m <sup>2</sup>
<b>Área de construção</b>	472 m <sup>2</sup>
<b>Localização</b>	Avenida Epitácio Pessoa, nº2580
<b>Situação atual</b>	Demolida/centro comercial

### 4.2.1 A Obra

#### Contexto e Projeto

Poucos são os trabalhos que citam esta residência, sendo o estudo de Costa e Lima (2004) o material fundamental e com maior relevância na documentação detalhada dessa obra<sup>30</sup>. Foram por meio dos registros realizados pelos autores que se configuraram as análises aqui discutidas.

Construída oito anos após a residência Cassiano Ribeiro Coutinho, a casa que pertenceu ao industrial Otacílio Vieira Campos foi um dos exemplares que propagavam a continuação moderna residencial na cidade de João Pessoa. Citado por Pereira (2008), os anos de 1960 experimentaram um processo de modernização cada vez mais intenso na capital paraibana.

<sup>30</sup> De acordo com Melo (2013) não existe projeto original da residência no acervo da PMJP, tampouco com antigos proprietários.

A iniciativa de eleger um arquiteto moderno para a realização do projeto partiu do casal Vieira Campos, que escolheu Acácio Gil Borsoi como responsável pelo desenho arquitetônico e Sérgio Rodrigues para projetar os ambientes interiores. O resultado dessa parceria rendeu uma matéria sobre a obra em uma revista de circulação nacional Casa & Jardim no ano de 1967 (Figura 72).

Figura 72: Matéria publicada sobre a residência Otacílio Vieira Campos.



Fonte: Melo (2013)

A residência foi construída para abrigar o casal e seus filhos, que lá residiram até os anos de 2004. Manteve-se sem alguma alteração em sua configuração original por 39 anos. Por sua singularidade arquitetônica e por ter se mantido intacta durante tantos anos conservando inclusive boa parte do seu mobiliário, a casa, tornou-se uma referência na paisagem da cidade (MELO 2013, pág. 100).

O edifício foi demolido no ano 2005, após sua venda o lote onde estava locada a residência deu lugar a um centro comercial, como ilustra a Figura 73 a seguir.

Figura 73: À esquerda, demolição da residência Otacílio Vieira Campos em 2005. À direita, uso atual do lote.

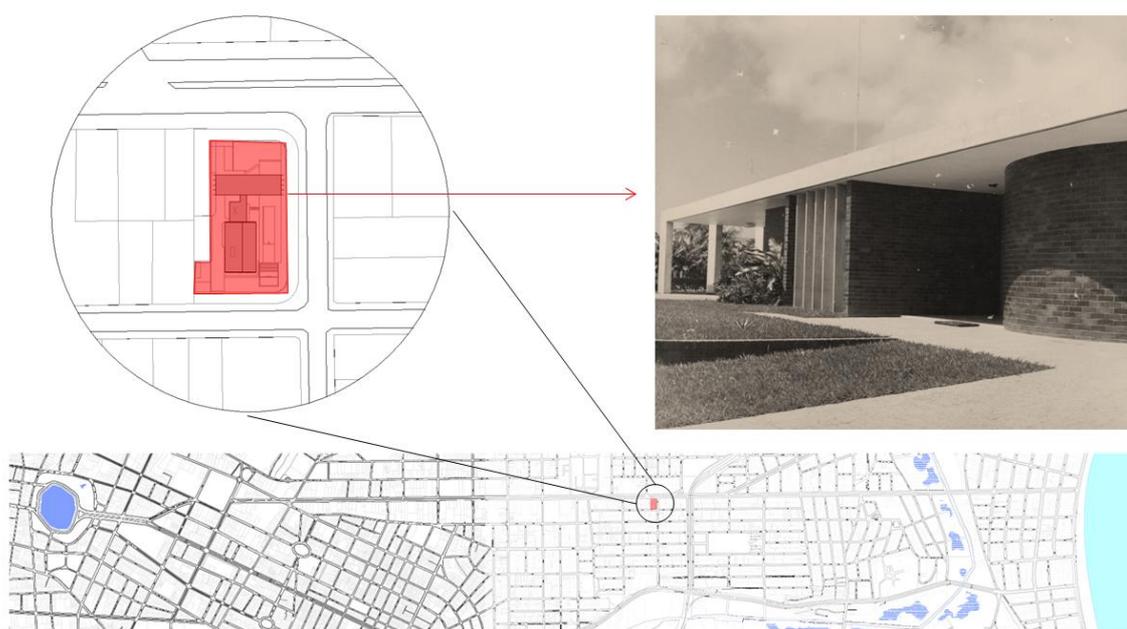


Fonte: Editado pela autora (2015).

## Implantação e Localização

A casa térrea com 472 m<sup>2</sup> foi inserida em terreno de esquina com 2.200 m<sup>2</sup> que, apresenta leve desnível (aproximadamente 1,20m) no sentido do seu comprimento (Norte-Sul) (COSTA e LIMA, 2004, pág 6). Localizado no bairro de Tambauzinho, possui três frentes: a principal voltada para a Av. Presidente Epitácio Pessoa, paralela a esta estava à frente voltada para a Rua Manoel Paulino Junior e a terceira frente estava orientada para a Rua Maria C. F. de Lima (Figura 77).

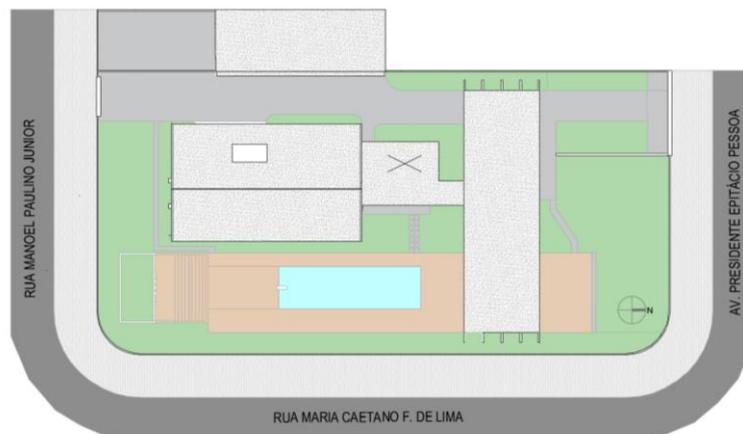
Figura 74: Localização da residência Otacílio Vieira Campos em João Pessoa.



Fonte: Editado pela autora (2015)

Implantada no lote de nº 2580, da Avenida Epitácio Pessoa (Figura 75), a residência ocupava grande parte do terreno levando Borsoi a projetar [...] livremente suas ideias, sem fronteiras rígidas a limitá-lo, de modo que avultava, em primeiro lugar, a distribuição da construção do terreno (PEREIRA, 2008, pág. 140).

Figura 75: Implantação da residência Otacílio Vieira Campos no lote.



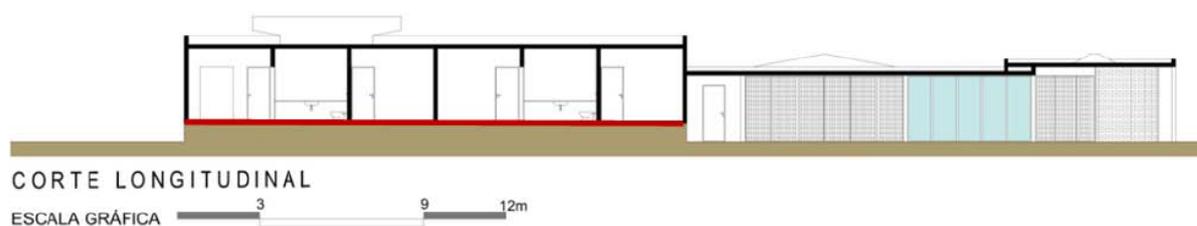
Fonte: Editado pela autora, 2015.

### Setorização

A organização funcional da casa estava agrupada toda no térreo de acordo com três setores: o íntimo, social e de serviço.

A área íntima da residência se encontrava em nível mais elevado do que o restante da construção, cerca de +1.90m (Figura 76), e apresentava vista voltada para a área externa da piscina. Este setor foi reservado para os quatro dormitórios, cada um com banheiro próprio.

Figura 76: Corte com detalhe do setor íntimo elevado da residência Otacílio Vieira Campos



Fonte: Melo (2013)

No estudo de Costa e Lima (2004), ficou claro que a residência tinha um forte apelo social, devido à rígida setorização da obra que permitiu entender que o convívio social era de ampla importância, visto que, as áreas verdes e externas integravam-se diretamente com esse setor, ou seja, as áreas externas de gramados e todo o setor de lazer serviam de espaços conectores para a sala de estar, os terraços, o escritório e o corredor transparente.

O setor social dividia-se em dois grupos, um inserido dentro da residência à Oeste e o outro construído separado da construção. Para melhor compreensão da organização a Figura 77 ilustra os setores acima mencionados.

Figura 77: Marcação em planta dos setores da residência Otacílio Vieira Campos



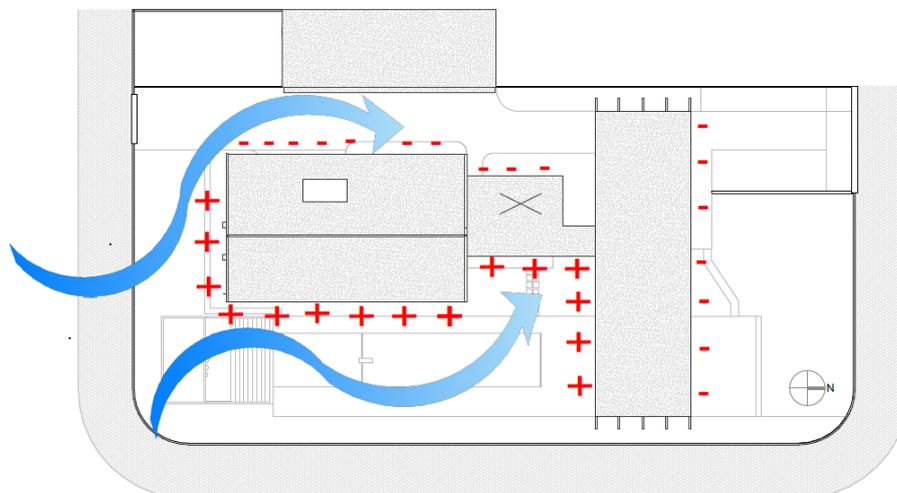
Fonte: Melo (2013)

## 4.2.2 Análise da Categoria Forma

### Orientação

A residência Otacílio Vieira Campos tinha implantação desenvolvida sobre o eixo Norte-Sul, o que favorecia à exposição da construção em relação à ventilação natural (Figura 78), no entanto, potencializava a incidência da radiação solar direta em suas maiores fachadas, Leste e Oeste.

Figura 78: Orientação da residência Otacílio Vieira Campos referente à ventilação natural.



Fonte: Editado pela autora, 2015.

Observou-se que as fachadas com maior número de aberturas eram as orientadas para o Norte, Leste e Oeste e a fachada Sul possuía três aberturas translúcidas, sendo estas avaliadas no decorrer deste estudo.

A principal fachada da residência Otacílio Vieira Campos voltava-se para Norte e correspondia à frente que abrigava o pátio social, a sala de estar, o escritório e o abrigo de automóveis, Figura 79.

Figura 79: A) Maquete: terraço, acesso e abrigo; B) Abrigo de veículos; C) Acesso principal; D) Terraço e pátio social.



Fonte: Costa e Lima, 2004.

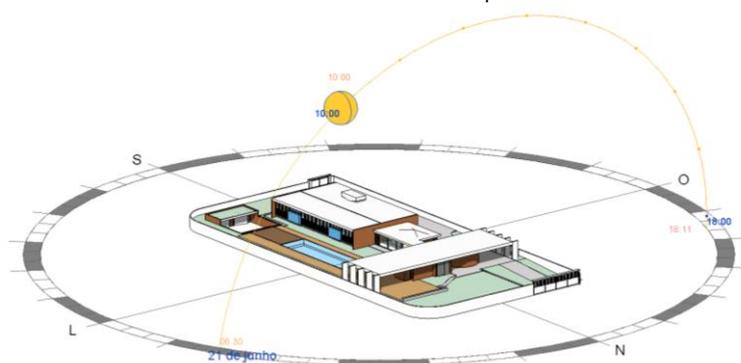
É na fachada Leste onde se localizava o maior número de aberturas, e em sua maioria transparente. Foi nessa frente que o arquiteto orientou os dormitórios da família, as áreas sociais e de lazer.

Em sua face Oeste, foram locados os ambientes de serviço e parte das áreas sociais, assim como à Leste as aberturas eram translúcidas.

Por meio do estudo realizado dentro do software Solar Analysis e a partir do modelo 3d da residência em Revit, orientado segundo as coordenadas para a cidade de João Pessoa, representado na Figura 80 seguinte, vê-se que a superfície voltada para Norte da residência, recebe radiação nos meses menos quentes. Durante os períodos mais quentes do ano a fachada permanece sombreada durante o ano de 1970.

Percebeu-se que o sol começa a tocar as faces da fachada Norte nas manhãs do mês de maio e depois desse período a radiação foi percebida apenas no fim da tarde. Quando a altura solar está no limite máximo da abóbada celeste esta frente permanece sombreada. Isto devido à volumetria da laje que forma um pórtico e abriga os ambientes dessa frente. Sendo assim, o período de insolação encontrado no estudo foi do início do mês de maio até as primeiras semanas do mês de agosto de 1970.

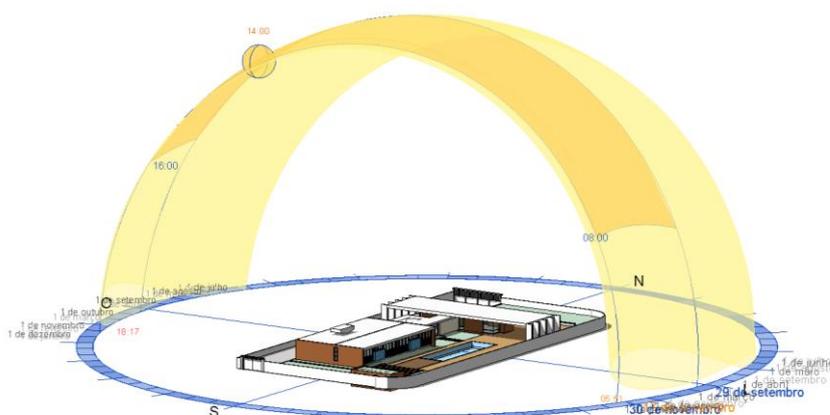
Figura 80: Insolação da Fachada Norte no solstício de inverno às 10hs em 1970 da residência Otacílio Vieira Campos



Fonte: Extraído do software Revit 2015

Observou-se que a fachada Sul começava a receber insolação de janeiro até nos últimos dias de setembro, principalmente nos horários da tarde (Figura 81). As faces protegidas permaneciam sombreadas, neste caso as áreas resguardadas pela laje

Figura 81: Insolação da fachada Sul, simuladas pela tarde no ano de 1970 da residência Otacílio Vieira Campos

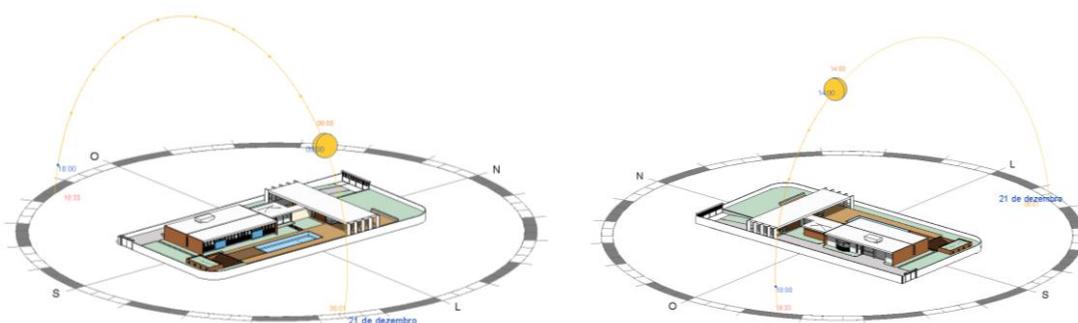


Fonte: Extraído do software Revit 2015

do terraço. O momento de sombreamento desta fachada foi encontrado no período entre 10 de março a 28 de setembro de 1970.

Não diferente da residência Cassiano Ribeiro Coutinho as fachadas Leste e Oeste recebem insolação direta durante as manhãs e à tarde respectivamente, como pode ser observado na Figura 82 a seguir.

Figura 82: Insolação das fachadas Leste e Oeste, simuladas pela manhã e tarde no ano de 1970 da residência Otacílio Vieira Campos



Fonte: Extraído do software Revit 2015

Essas fachadas foram simuladas no período de todo o ano de 1970. O resumo do estudo dos momentos de insolação e sombreamento das faces da residência Otacílio Vieira Campos pode ser observado no Quadro 37 a seguir.

Quadro 37: Insolação predominante e Sombreamento das fachadas da Residência Otacílio Vieira Campos

FACHADA	VERÃO			OUTONO			INVERNO			PRIMAVERA		
	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.
Norte	[Color-coded cells: Yellow/Orange for insolation, Grey for shading]											
Sul	[Color-coded cells: Yellow/Orange for insolation, Grey for shading]											
Leste	Manhã	[Color-coded cells]										
	Tarde	[Color-coded cells]										
Oeste	Manhã	[Color-coded cells]										
	Tarde	[Color-coded cells]										

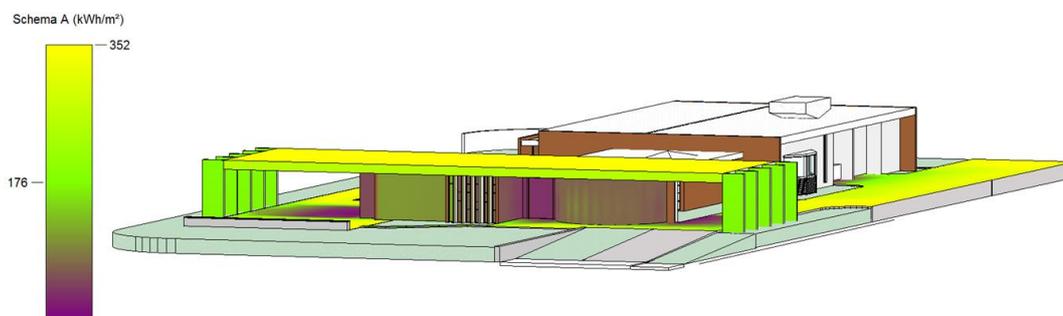
LEGENDA  Período de Insolação  
 Período de Sombreamento

Fonte: editado pela autora (2015).

### Superfícies Expostas

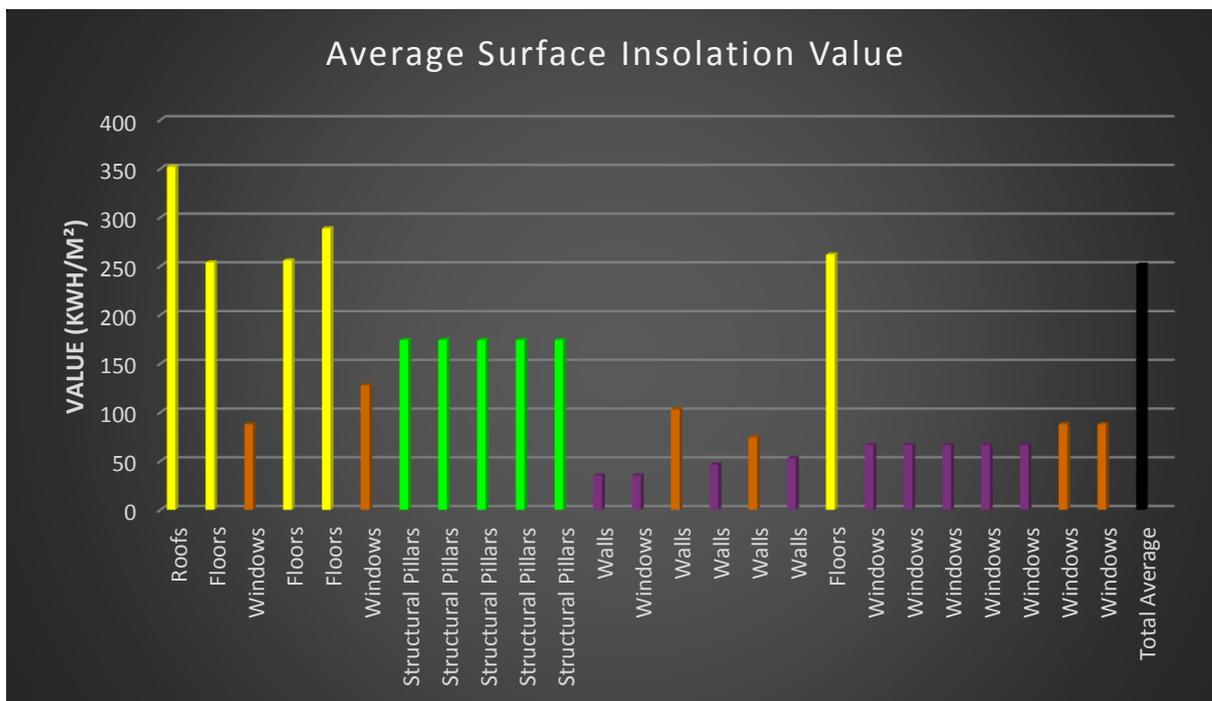
As faces expostas à radiação direta da fachada Norte foram avaliadas segundo o tempo de insolação encontrado no estudo anterior (01/05/1970 até 10/08/1970). Durante esse período as principais faces da frente recebem pouca insolação, com médias abaixo de 100 kwh/m<sup>2</sup>. Em resumo a média total de radiação solar durante os meses analisados é de 251,47 kwh/m<sup>2</sup>. Estes resultados podem ser visualizados na Figura 83e no Gráfico 8.

Figura 83: Estudo da radiação solar na fachada Norte da residência Otacílio Vieira Campos



Fonte: simulado pelo software Solar Analysis e extraído do Revit 2015

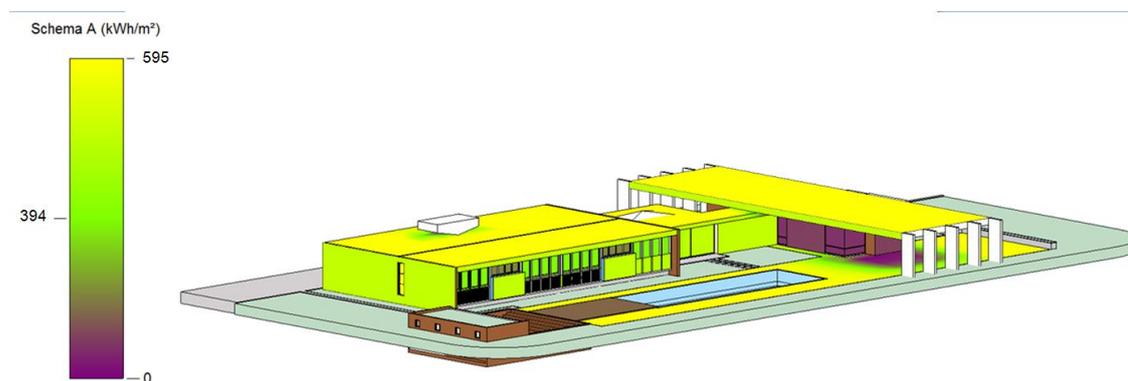
Gráfico 8: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Norte da residência Otacílio Vieira Campos



Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015.

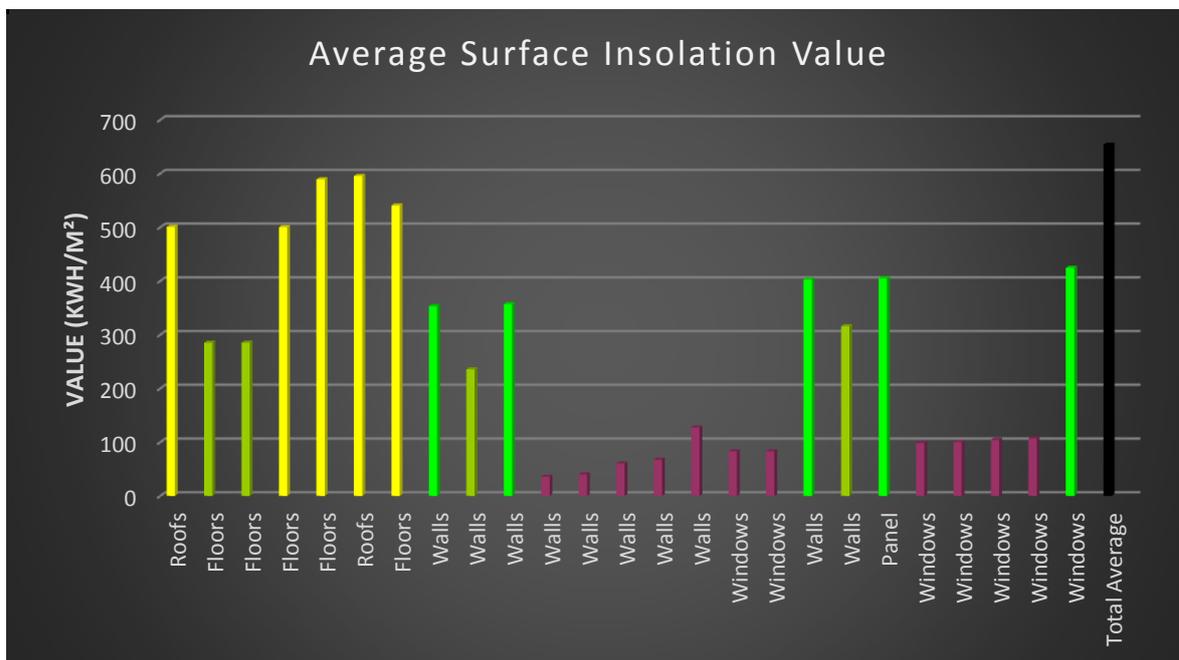
As faces da fachada Sul foram avaliadas durante todo o ano de 1970. Os valores mais altos encontrados atingiram médias de 595 kwh/m<sup>2</sup> e os mínimos de 35 kwh/m<sup>2</sup>. Os resultados podem ser visualizados na Figura 84 e no Gráfico 9.

Figura 84: Estudo da radiação solar na fachada Sul da residência Otacílio Vieira Campos



Fonte: simulado pelo software Solar Analysis e extraído do Revit 2015

Gráfico 9: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Sul da residência Otacílio Vieira Campos

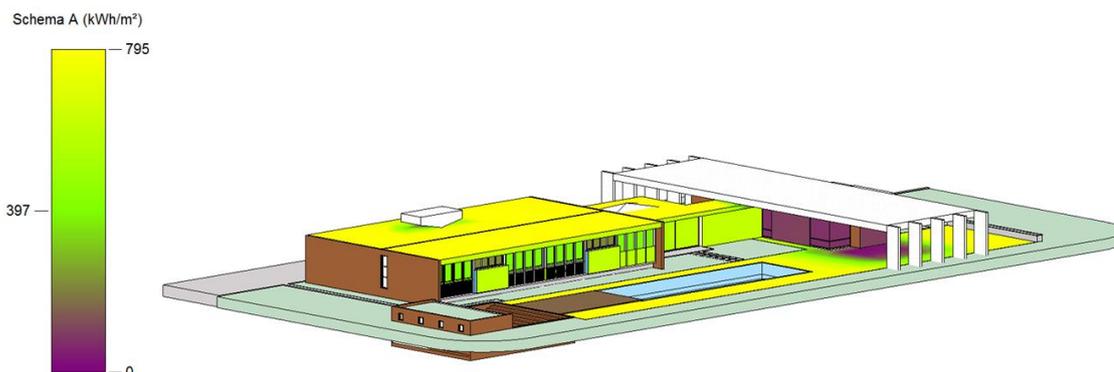


Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015.

Durante as manhãs as superfícies da frente Leste recebiam insolação direta ao longo do ano 1970. Os ambientes desprotegidos atingiram níveis altos de radiação em suas faces que variavam de 390 a 604 kwh/m<sup>2</sup>, como as esquadrias de alumínio e vidro dos quartos, os painéis de vidro do corredor e as paredes expostas.

As faces protegidas pelo abrigo da laje foram as mais favorecidas. Conforme ilustra a Figura 85, o volume abaixo da coberta em concreto correspondente à sala de estar da residência encontra-se sombreado e resguardado da insolação. Essas superfícies atingiram níveis de no máximo 79 kwh/m<sup>2</sup>.

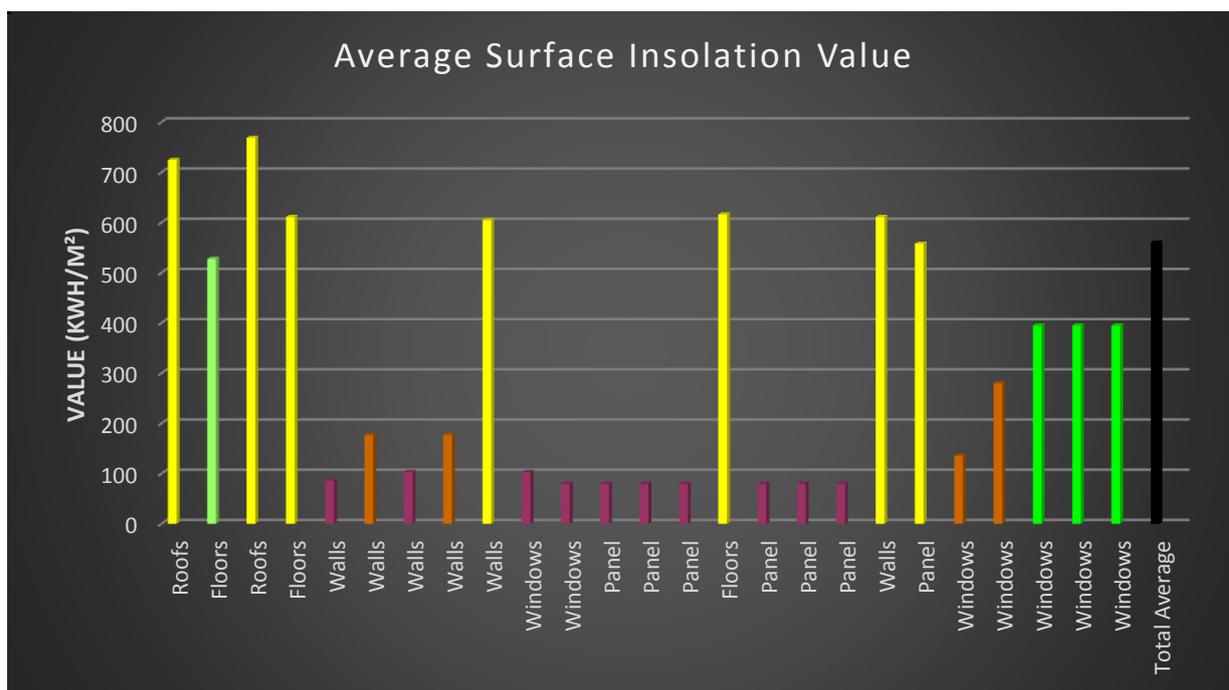
Figura 85: Estudo da radiação solar na fachada Leste da residência Otacílio Vieira Campos



Fonte: simulado pelo software Solar Analysis e extraído do Revit 2015

O resultado total do estudo para essa fachada atingiu média de insolação de 560,33 kwh/m<sup>2</sup>. Pode ser melhor visualizado no Gráfico 10.

Gráfico 10: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Leste da residência Otacílio Vieira Campos



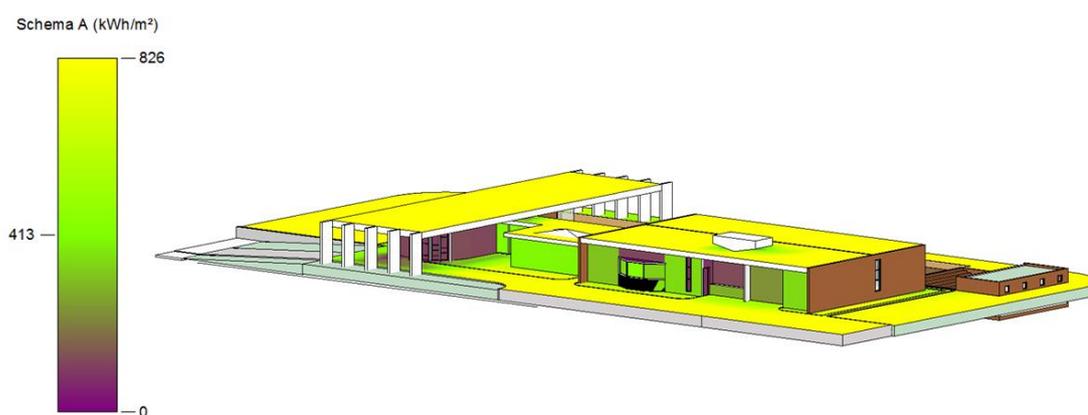
Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015.

As superfícies orientadas para Oeste também receberam grande quantidade de insolação no momento simulado com níveis acima de 400 kwh/m<sup>2</sup>. Esses valores foram percebidos nas superfícies envidraçadas. Esta frente era toda revestida de pastilha azul nas superfícies que correspondiam à sala de refeições íntima e os

ambientes de serviço o que também contribuiu para o aumento de radiação. As paredes abrigadas da radiação tiveram níveis superiores a 100 kwh/m<sup>2</sup>.

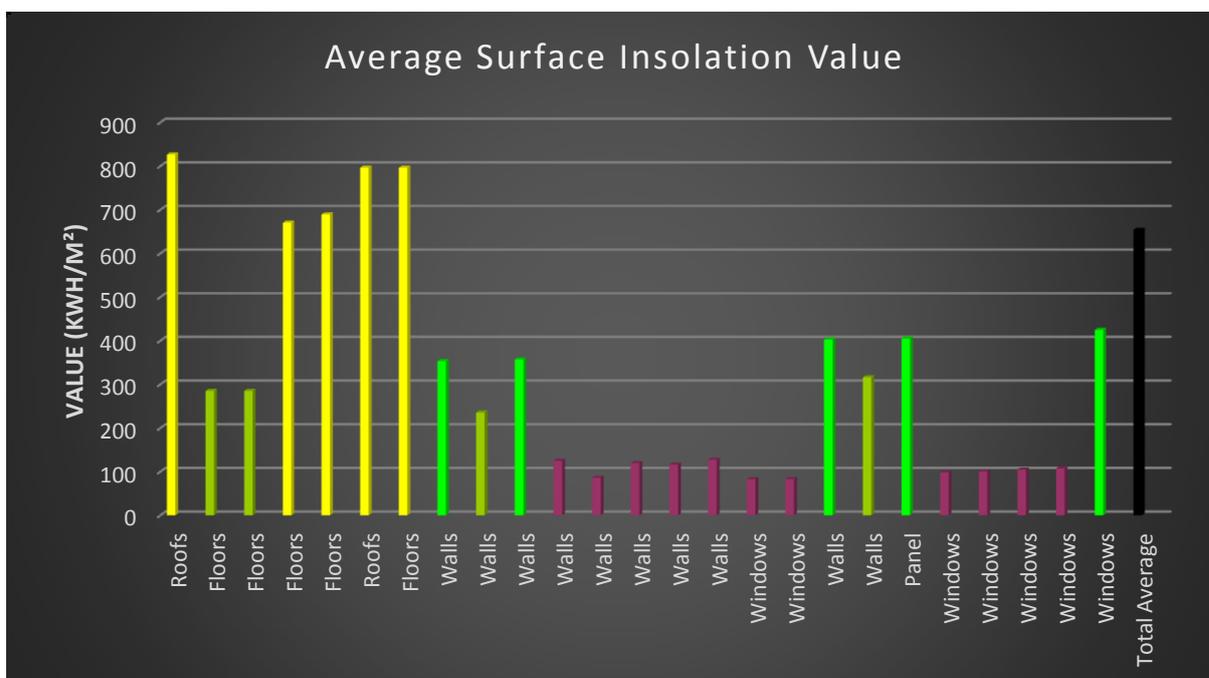
Por fim, a fachada Oeste obteve no estudo uma média total acima de 650kwh/m<sup>2</sup>. Estes valores podem ser melhor visualizados na Figura 86 e Gráfico 11 a seguir.

Figura 86: Estudo da radiação solar na fachada Oeste da residência Otacílio Vieira Campos



Fonte: simulado pelo software Solar Analysis e extraído do Revit 2015

Gráfico 11: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Oeste da residência Otacílio Vieira Campos



Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015.

No Quadro 38, seguinte estão apresentados os resultados da avaliação de superfícies expostas de cada fachada da residência Otacílio Vieira Campos.

Quadro 38: Resumo das análises das superfícies expostas das fachadas - Residência Otacílio Vieira Campos

Fachadas	Período de insolação	Valor médio de insolação para cada superfície (kwh/m <sup>2</sup> )	Total de áreas simuladas (m <sup>2</sup> )	Valor total do estudo de insolação (kwh)
<b>Norte</b>	01/05/1970 – 10/08/1970 (8 às 16hs)	251,4702389	18809,36047	4729994,37
<b>Sul</b>	01/01/1970 – 31/12/1970 (8 às 16hs)	494,2546754	9595,965478	4742850,80
<b>Leste</b>	01/01/1970 – 31/12/1970 (8 às 12hs)	560,3342449	9579,830872	5367907,298
<b>Oeste</b>	01/01/1970 – 31/12/1970 (12 às 16hs)	653,7221565	20379,22735	13322352,45

Fonte: editado pela autora, 2015.

Percebeu-se na análise que a incidência no período da manhã foi prioritariamente deixada para os dormitórios íntimos, sala de estar e áreas livres, enquanto a fachada Oeste, que abriga todos os ambientes de serviço, recebeu radiação direta no período da tarde.

O Gráfico 12, apresenta o resultado final do estudo de insolação e nele pode ser observado que as frentes Oeste e Leste foram as que mais receberam radiação no período simulado.

Gráfico 12: Total dos valores de estudo de insolação das superfícies das Fachadas – Residência Otacílio Vieira Campos



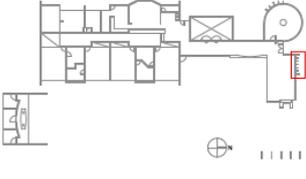
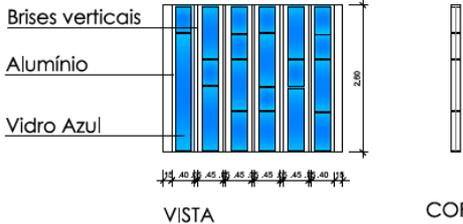
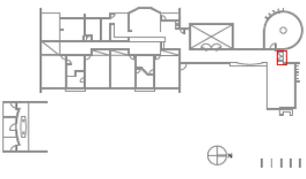
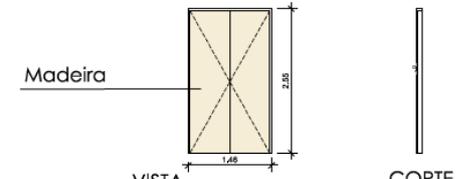
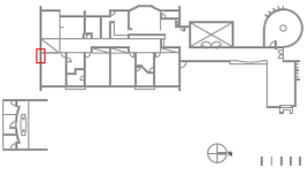
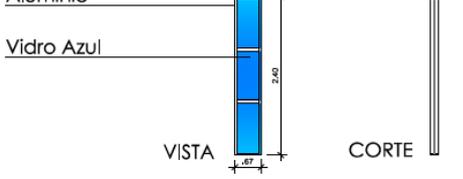
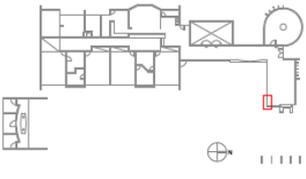
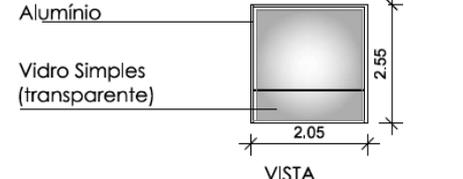
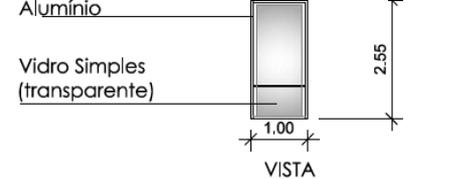
Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015.

### 4.2.3 Análise da Categoria Pele

#### Aberturas e Elementos Protetores da Pele

As aberturas voltadas para o Norte eram duas principais: a porta de entrada e os brises fixos de vidro azul na sala de estar e as voltadas para Sul eram três aberturas fixas conforme Quadro 39 a seguir.

Quadro 39: Tipologia das aberturas da fachada Norte - Otacílio Vieira Campos

MARCAÇÃO EM PLANTA	ABERTURA TIPO 1: VIDRO E ALUMÍNIO - FACHADA NORTE (1 und.)	DESCRIÇÃO
	<p>Brises verticais</p> <p>Alumínio</p> <p>Vidro Azul</p>  <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	Brises verticais fixos de alumínio e vidro azul
	<p>Madeira</p>  <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	Porta de madeira de abrir com eixo pivotante vertical
	<p>Alumínio</p> <p>Vidro Azul</p>  <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	Esquadria fixa de alumínio e vidro azul
	<p>Alumínio</p> <p>Vidro Simples (transparente)</p>  <p>VISTA</p>	Esquadria fixa de alumínio e vidro simples
	<p>Alumínio</p> <p>Vidro Simples (transparente)</p>  <p>VISTA</p>	Esquadria fixa de alumínio e vidro simples

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

De acordo com Costa e Lima (2004), o conjunto de esquadrias azul, embora tivesse destaque visual interessante, tornava o canto noroeste da sala mais escura (Figura 87). Esta evidência observada pelos pesquisadores tem coerência, visto que, durante as análises de exposição solar dessa frente encontraram-se baixos níveis de iluminação.

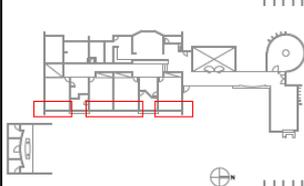
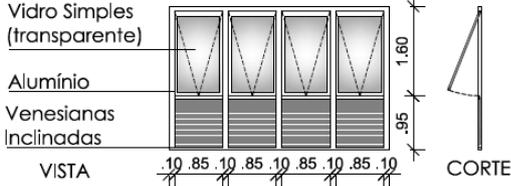
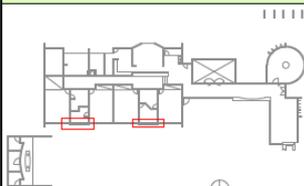
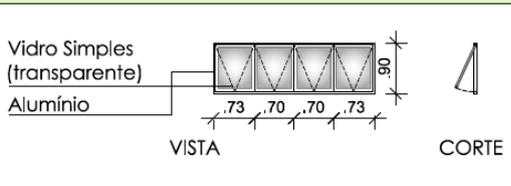
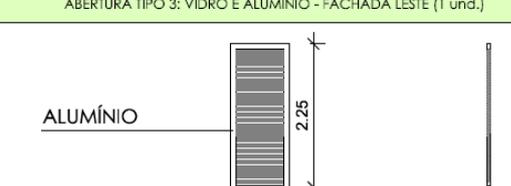
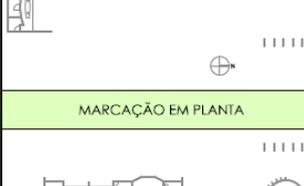
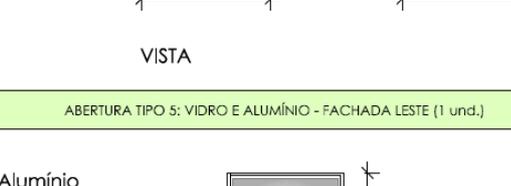
Figura 87: A pouca iluminação da a sala de estar da residência Otacílio Vieira Campos



Fonte: Costa e Lima, 2004.

A fachada Leste era fechada pelas esquadrias dos dormitórios, com janelas maximar de vidro e venezianas de alumínio. Esta frente era marcada por extensos panos de vidro móveis do piso ao teto no corredor principal e no canto sudeste da sala de estar. Essas aberturas foram detalhadas no Quadro 40 seguinte.

Quadro 40: Tipologia das aberturas da fachada Leste - Otacílio Vieira Campos

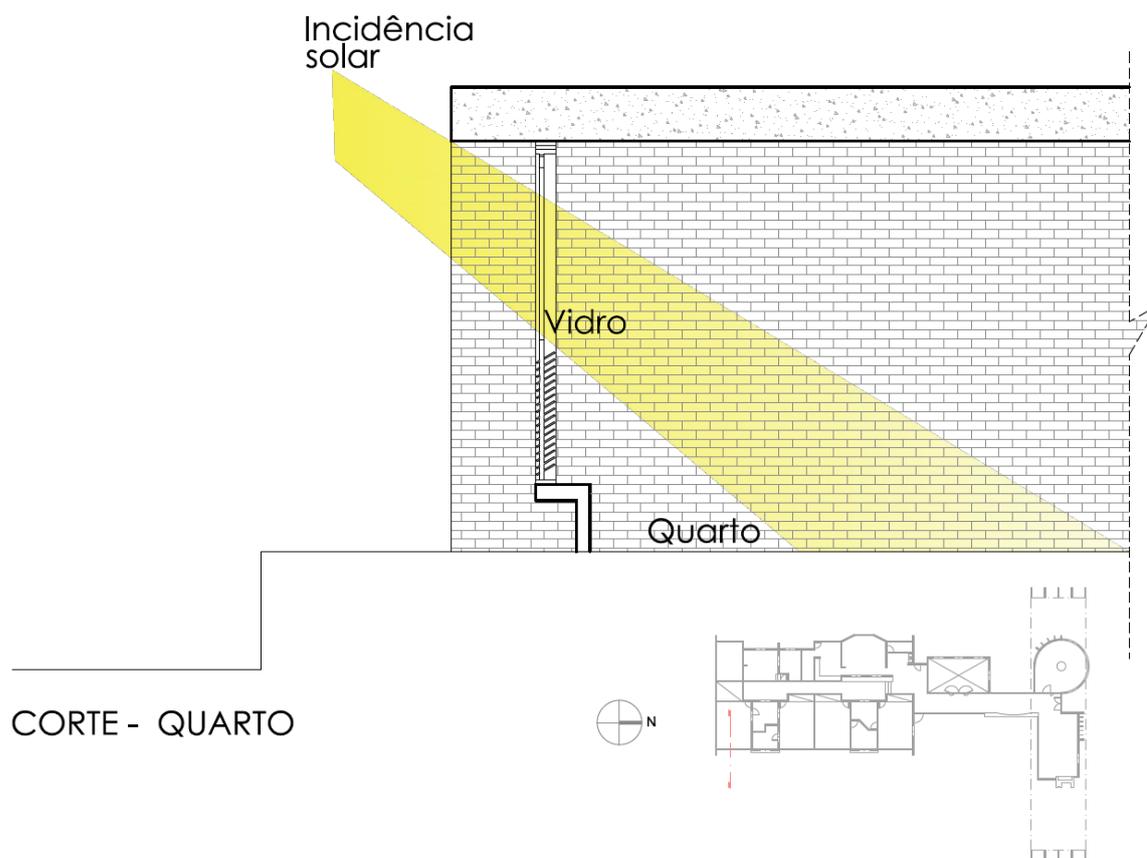
MARCAÇÃO EM PLANTA	ABERTURA TIPO 1: VIDRO E ALUMÍNIO - FACHADA LESTE (4 und.)	DESCRIÇÃO
	<p>Vidro Simples (transparente)</p> <p>Alumínio</p> <p>Venezianas Inclinadas</p> <p>VISTA</p>  <p>CORTE</p>	Janelas de abertura Maxim-ar em vidro de eixo horizontal superior e venezianas inclinadas de alumínio
	<p>Vidro Simples (transparente)</p> <p>Alumínio</p> <p>VISTA</p>  <p>CORTE</p>	Janelas de abertura Maxim-ar em vidro e alumínio com eixo horizontal superior
	<p>ALUMÍNIO</p> <p>VISTA</p>  <p>CORTE</p>	Porta de alumínio de abrir com eixo pivotante vertical com venezianas inclinadas
	<p>Alumínio</p> <p>Vidro Simples (transparente)</p> <p>VISTA</p> 	Porta de uma folha de abertura simples de correr horizontal em vidro e alumínio
	<p>Alumínio</p> <p>Vidro Simples (transparente)</p> <p>VISTA</p> 	Esquadria fixa de alumínio e vidro simples

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

As esquadrias externas dos quartos possuíam peitoril de venezianas inclinadas com altura de 0,95m, enquanto que a parte superior da abertura era de vidro com altura de 1,60m sem proteção contra o sol. Segundo a análise das superfícies expostas da fachada Leste, essas aberturas receberam grande quantidade de insolação. A esquadria projetada para os dormitórios, apesar de conter elemento que garantia a absorção da ventilação, a veneziana, possuía muitas faces translúcidas que

facilitavam a passagem da radiação. Na Figura 88, representa-se os sombreamentos das esquadrias dos dormitórios no momento que recebe insolação. Percebe-se que as venezianas podem bloquear as radiações, enquanto que a luz e o calor do sol da manhã penetram a parte superior da abertura, podendo causar desconforto térmico.

Figura 88: Sombreamento das venezianas utilizadas na fachada Leste da residência Otacílio Vieira Campos



Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

O painel de vidro que marca o corredor principal da residência também ganhou altos níveis de radiação percebidos no estudo anterior. As faces translúcidas desse hall, que eram voltadas tanto para Leste como Oeste garantiam altas iluminâncias internas e conseqüentemente grandes níveis de insolação. Como observado na Figura 89 seguinte.

Figura 89: Corredor principal e penetração da insolação pelas esquadrias translúcidas



Fonte: Costa e Lima, 2004.

Ainda tratando das aberturas localizadas na fachada Leste da casa, a esquadria de canto e a seteira da sala de estar (Figura 90) foram as únicas protegidas da radiação nascente. A laje plana contribuía como abrigo solar e garantia a passagem da iluminação natural de forma confortável. Contudo, como apontado por Costa e Lima (2004) os níveis de iluminância eram baixos, deixando a sala a maior parte escura.

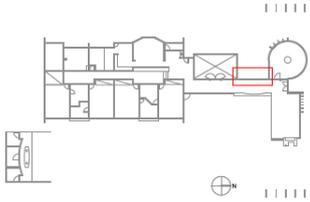
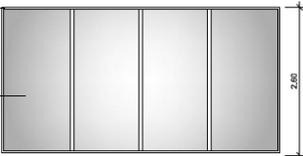
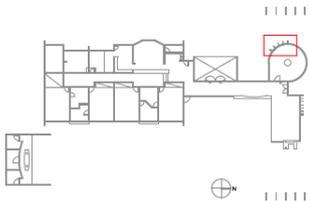
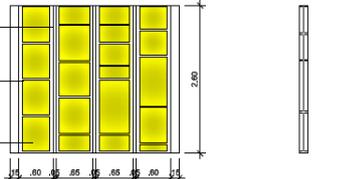
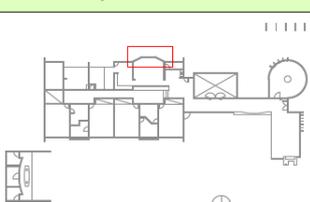
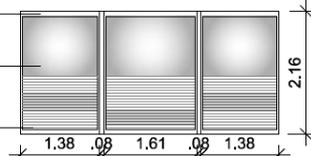
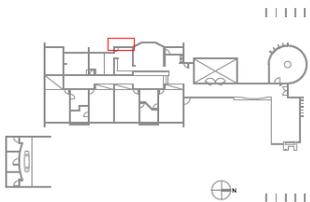
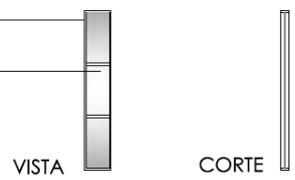
Figura 90: Marcação da esquadria de canto e seteira da fachada Leste da residência Otacílio Vieira Campos



Fonte: Costa e Lima, 2004, editado pela autora, 2015

As aberturas voltadas para poente dividiam entre brises fixos, panos de vidro, seteira e uma bay window, detalhadas no Quadro 41 a seguir.

Quadro 41: Tipologia das aberturas da fachada Oeste - Otacílio Vieira Campos

MARCAÇÃO EM PLANTA	ABERTURA TIPO 1: VIDRO E ALUMÍNIO - FACHADA OESTE (1 und.)	DESCRIÇÃO
	<p>Alumínio</p> <p>Vidro Simples (transparente)</p>  <p>VISTA</p>	Esquadrias fixas de alumínio e vidro
	<p>Brises verticais</p> <p>Alumínio</p> <p>Vidro Amarelo</p>  <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	Brises verticais fixos de alumínio e vidro amarelo
	<p>Alumínio</p> <p>Vidro Simples</p> <p>Venezianas inclinadas</p>  <p>VISTA</p>	Bay Window em alumínio e vidro
	<p>Alumínio</p> <p>Vidro Simples</p>  <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	Esquadrias fixas de alumínio e vidro amarelo

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

No conjunto arquitetônico da residência Otacílio Vieira Campos, a face mais agredida pelo sol é a Oeste, resultado este obtido no estudo de superfícies expostas.

Esquadrias do tipo "seteiras" foram apontadas no estudo de Costa e Lima (2004) como as únicas aberturas de alguns ambientes dessa construção. A face que corresponde à sala de jantar ou sala de refeições sociais não possuía nenhuma

abertura voltada para o poente, mas na frente Norte e Sul existiam seteiras pivotantes de vidro azul, que pouco contribuíam para a passagem de insolação. A iluminação natural desse ambiente era captada do corredor principal, através das portas de entrada do ambiente, (Figura 91).

Costa e Lima (2004), afirmam em sua pesquisa que este cômodo da casa tinha um baixo nível de iluminação natural devido ao uso de materiais escuros como tijolo aparente e madeira em seu interior. Afirmam ainda, que o ambiente precisava de auxílio artificial de iluminação para ser utilizada pelos moradores.

Figura 91: A sala de refeições e o corredor principal



Fonte: Costa e Lima, 2004, editado pela autora, 2015

Outra esquadria do tipo seteira fixa foi encontrada na cozinha (Figura 92), esta era de alumínio e vidro translúcido. Esse espaço, sem nenhum cuidado térmico e lumínico recebia insolação direta durante toda a tarde e com isso possuía baixos níveis de conforto.

Figura 92: Seteira da cozinha



Fonte: Costa e Lima, 2004, editado pela autora, 2015

A esquadria do tipo "bay window", de venezianas de alumínio e vidro marcava a fachada da sala de refeições íntima. A grande quantidade de insolação recebida nessa superfície era absorvida para o ambiente interno pelos vidros. Isto é percebido na Figura 93 que a radiação não era bem vinda ao ambiente devido às persianas providenciadas para bloquear a iluminação excessiva que passava pelas aberturas.

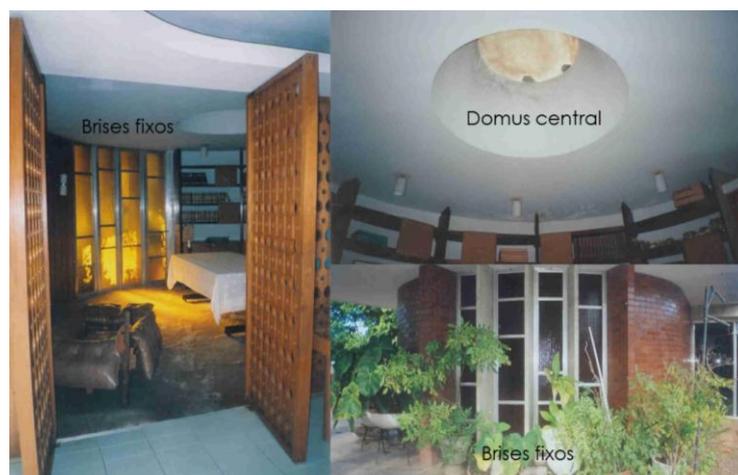
Figura 93: Esquadria bay window protegida da insolação por persianas



Fonte: Costa e Lima, 2004, editado pela autora, 2015

De acordo com a pesquisa de Costa e Lima (2004), no escritório, constavam dois tipos de aberturas: a Oeste, existia uma série de brises fixos, vedados com vidro amarelo e ao centro do ambiente localizava-se um domus para iluminação zenital da área de trabalho. É notável na Figura 94 que este espaço da residência também possuía um baixo nível de iluminação natural e era desprovido de ventilação natural, tópico melhor discutido a seguir.

Figura 94: O ambiente interno e externo do escritório



Fonte: Costa e Lima, 2004, editado pela autora, 2015

A análise das aberturas e elementos protetores da pele da residência Otacílio Vieira Campos foram resumidos no Quadro 42 a seguir:

Quadro 42: Resumo do estudo das aberturas e protetores da pele da residência Cassiano Ribeiro Coutinho

Fachada	Nível	Aberturas	Quant.	Protetor Solar	Eficiência
<b>Norte</b>	Térreo	Abertura Tipo 1	1	Laje e brises verticais	*
	Térreo	Abertura Tipo 2	1	Laje	*
<b>Sul</b>	Térreo	Abertura Tipo 1	1	Não possui	*
	Térreo	Abertura Tipo 2	1	Laje	*
	Térreo	Abertura Tipo 3	1	Laje	*
<b>Leste</b>	Térreo	Abertura Tipo 1	4	Laje	*
	Térreo	Abertura Tipo 2	1	Laje	*
	Térreo	Abertura Tipo 3	1	Veneziana	*
	Térreo	Abertura Tipo 4	1	Laje	*
	Térreo	Abertura Tipo 5	1	Laje	*
<b>Oeste</b>	Térreo	Abertura Tipo 1	1	Laje	*
	Térreo	Abertura Tipo 2	1	Laje	*
	Térreo	Abertura Tipo 3	1	Não possui	*
	Térreo	Abertura Tipo 4	1	Laje	*
		Abertura da coberta - Domus	1	Não possui	*
<b>TOTAL</b>		<b>18 tipos</b>	<b>18 aberturas</b>	<b>12 protetores</b>	<b>05* 10*</b>

LEGENDA	
*	Eficiente
*	Ineficiente

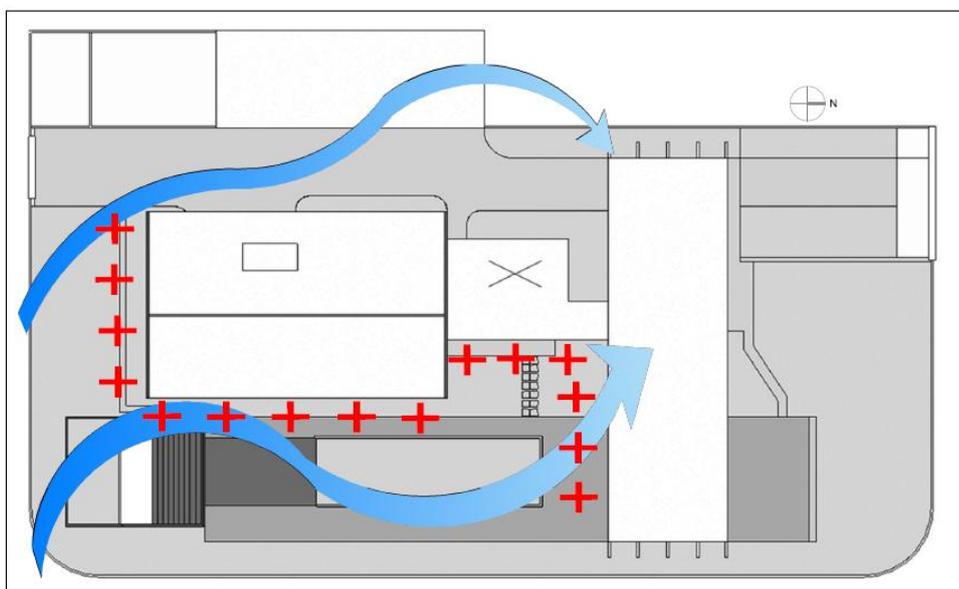
Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

#### 4.2.4 Análise da Categoria Interior

##### Ventilação

A construção encontrava-se em posição favorável em relação aos ventos dominantes vindos do Sudeste. Por possuir três frentes, orientadas a Norte, Leste e Sul o potencial da ventilação natural podia ser maximizado dentro do lote. Assim como a residência Cassiano Ribeiro Coutinho, as zonas de maior pressão localizadas na residência Otacílio Vieira Campos estavam também nas fachadas Sul e Leste. (Figura 95).

Figura 95: Potencial da ventilação dentro do terreno da residência Otacílio Vieira Campos



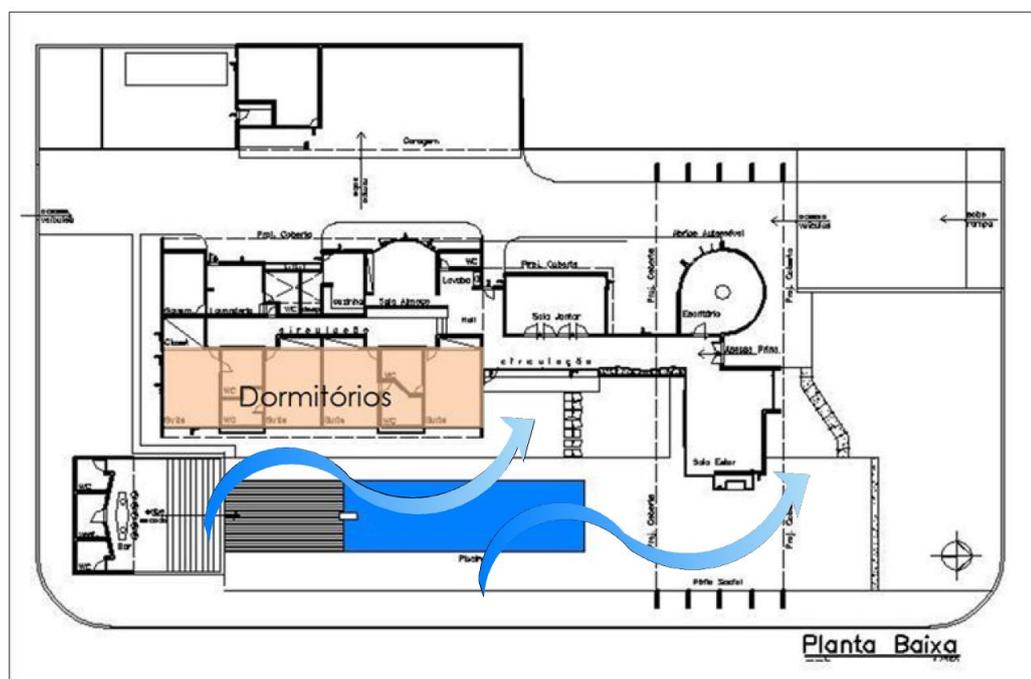
Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

O maior número de aberturas localizava-se na frente Leste da construção, considerada aqui como fachada a barlavento. Com a ausência de zonas de pressão negativa não existe praticamente fachada a sotavento. Costa e Lima (2004) afirmam que a incidência dos ventos no local era forte, entretanto, o aproveitamento da ventilação natural tornava-se ineficiente devido à ausência de aberturas para a realização da exaustão.

Os dormitórios foram locados de forma privilegiada quanto à ventilação natural. Apresentados em nível elevado na fachada Leste recebiam incidências oblíquas de ventilação provindas do Sudeste. Como já mencionado, os fluxos de ar não podiam

ser aproveitados dentro desses ambientes devido à ausência de aberturas que favorecessem a ventilação cruzada.

Figura 96: Ineficiência da ventilação cruzada nos dormitórios da residência Otacílio Vieira Campos



Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

A sala de estar possuía aberturas em fachadas opostas – Norte, Sul e Leste, contudo não garantia a ocorrência de ventilação. O vento chegava de forma inclinada, mas não conseguia circular pelo ambiente já que as aberturas as quais o fluxo de ar poderia sair eram fixas e funcionavam apenas como captadores de luz natural.

A circulação principal da residência foi tratada de forma a proporcionar uma integração entre espaço interno e externo, através do uso de panos de vidro (COSTA e LIMA, 2004, pág 15). Poderia ser um espaço da edificação em que se captasse grande quantidade de ventilação natural, no entanto não existiam aberturas de saída para os ventos.

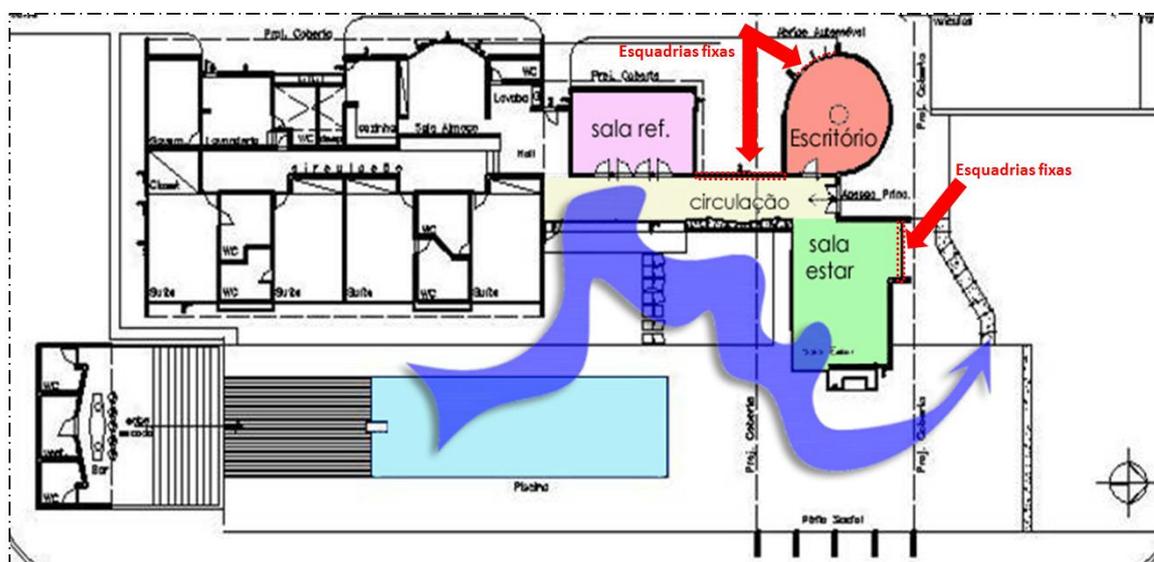
O escritório, um ambiente reservado de planta circular, encontrava-se totalmente desprovido de ventilação natural e sem aberturas voltadas para o exterior.

A sala de refeições da casa também foi desfavorecida em relação à ventilação natural, suas aberturas não estavam orientadas para a predominância dos ventos e localizava-se na fachada Oeste.

Todo o setor de serviço estava comprometido climaticamente. Não existia nenhuma estratégia passiva para o conforto lumínico e térmico desses espaços. Os ambientes eram extremamente carentes de ventilação e iluminação naturais.

O que foi percebido nos ambientes descritos acima é que as aberturas consistiam em sua maioria numa série de esquadrias fixas, vedadas com vidro transparente, azul e amarelo que funcionavam como elementos de iluminação, em alguns casos, de baixo desempenho. A ineficiência do movimento do fluxo de ar nesses espaços pode ser compreendida na Figura 97 a seguir.

Figura 97: Ineficiência da ventilação cruzada nos ambientes internos da residência Otacílio Vieira Campos.



Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

O estudo da ventilação natural na residência Otacílio Vieira Campos foi classificada como ineficiente devido a impossibilidade de ventilação cruzada em seus cômodos internos, como mostrado no Quadro 43.

Quadro 43: Probabilidade de ventilação cruzada na residência Otacílio Vieira Campos.

Fachadas	Existência de abertura oposta	Possibilidade de ventilação cruzada
Aberturas da frente <b>Leste</b>	sim	*
Aberturas da frente <b>Sul</b>	sim	*
Aberturas da frente <b>Norte</b>	sim	*
Aberturas da frente <b>Oeste</b>	sim	*

LEGENDA	
*	Eficiente
*	Ineficiente

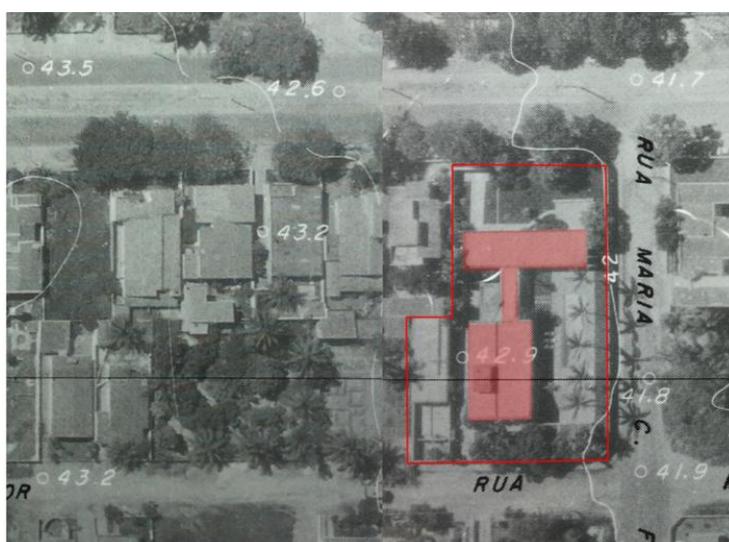
Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

#### 4.2.5 Análise da Categoria Entorno

##### Influência da Vegetação e Massa edificada

Em pesquisa recente, Martins (2014), relata que o processo de ocupação da Avenida Epitácio Pessoa com edificações residenciais ganhou novo impulso a partir da década de 1960 e 1970, devido às ações políticas que se voltavam para a expansão da cidade naqueles anos. Diante do exposto, entende-se que o entorno construtivo da residência Otacílio Vieira Campos era bem desenvolvido na época que foi construída. Na Figura 98, é possível observar que a massa edificada era mais presente que espaços abertos e vegetação.

Figura 98: Massa edificada em torno da residência Otacílio Vieira Campos em 1976



Fonte: Acervo da Prefeitura Municipal de João Pessoa, 2015.

De posse das imagens aéreas de 1976 e fotografias da época da construção, foi possível reconstruir o entorno urbano da residência de acordo com a ocupação dos lotes no ano referido. O modelo virtual 3d (Figura 99) foi desenvolvido no software Revit 2015, e desta forma as análises pretendidas puderam ser realizadas.

Figura 99: Modelo 3d da residência Otacílio Vieira Campos e seu entorno em 1976.



Fonte: Extraído do Revit 2015.

Primeiramente, no modelo configurado para o cenário urbano histórico da década de 1970, percebeu-se que a massa construtiva apresentou influência significativa no desempenho climático da edificação. A distribuição edificada não proporcionava barreira física que ocasionasse a variação de fluxos de ventilação. A predominância de residências térreas e a pouca vegetação circundante dentro no recorte estudado, facilitava a probabilidade do bom desempenho de ventilação natural no local (Figura 100).

Figura 100: Comportamento da ventilação no entorno da residência Otacílio Vieira Campos

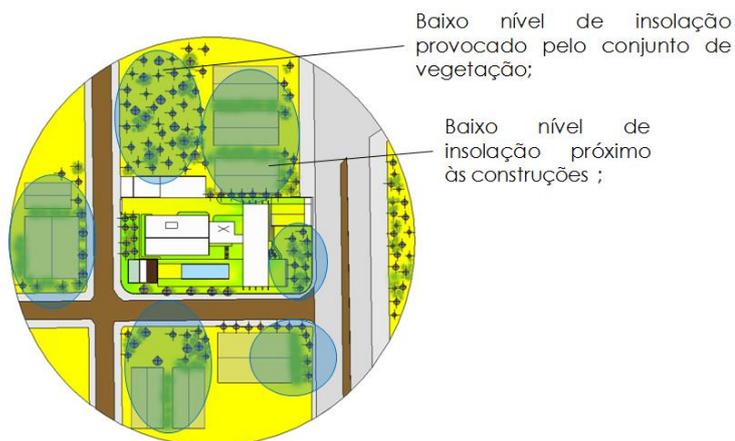


Fonte: Extraído do Revit 2015 e editado pela autora, 2015.

Quanto ao estudo de insolação nas faces do entorno, obteve-se um panorama das distribuições das radiações, demonstrando, em sua maioria, comportamentos

simétricos. Entre os índices máximos e mínimos de radiação, encontrou-se insolação com média acima de 670,00 kwh/m<sup>2</sup> nas superfícies desprotegidas de vegetação. As faces próximas às construções e massa vegetativa atingiram baixos níveis de calor (Figura 101). A média anual encontrada foi 599,54 kwh/m<sup>2</sup>.

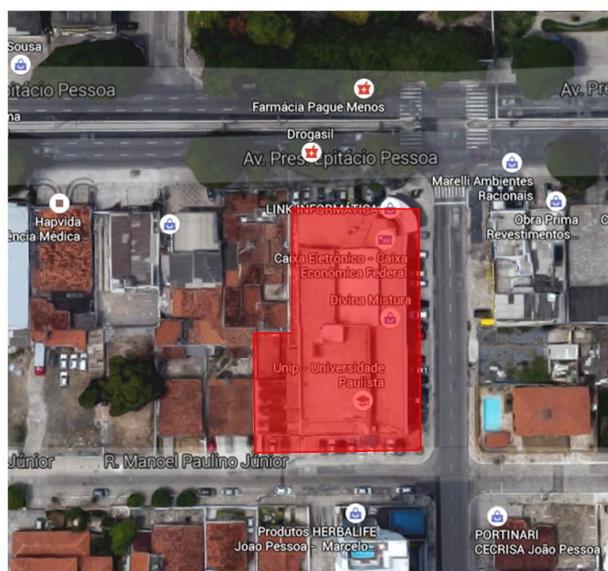
Figura 101: Comportamento das superfícies do entorno estudado frente à radiação solar



Fonte: Extraído do Revit 2015. Editado pela autora, 2015.

Diferentemente do contexto atual (Figura 102), o modelo virtual recriado para análise considerou a residência Otacílio Vieira Campos ainda existente dentro do lote. Os resultados das diferenças decorrentes com a mudança de cenário são relevantes para a continuidade do estudo em questão.

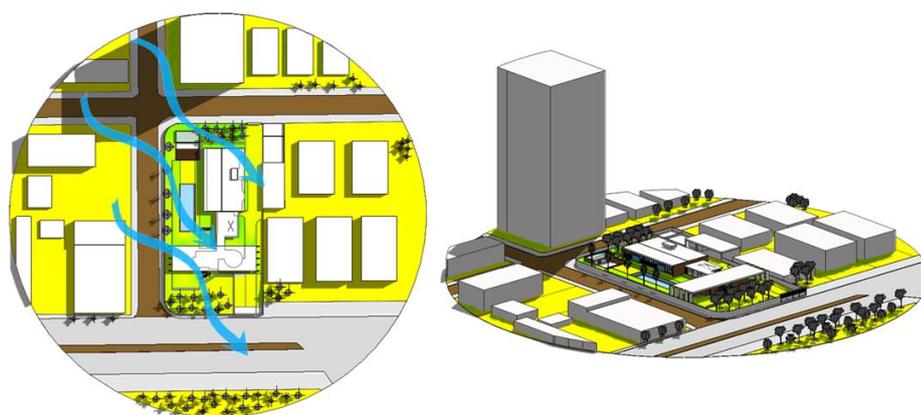
Figura 102: Cenário atual com as modificações do entorno e o centro comercial edificado no terreno onde existiu a residência Otacílio Vieira Campos



Fonte: Extraído do Google Maps, 2015.

As análises provaram que o tipo de ocupação atual representa-se ainda como uma influência positiva em relação à captação de ventilação natural (Figura 103), apesar do cenário está consideravelmente edificado. Para a residência inserida no cenário com configuração atual, em suas superfícies pavimentadas, os valores de insolação alcançaram níveis médios mais expressivos 762, 54 kwh/m<sup>2</sup>.

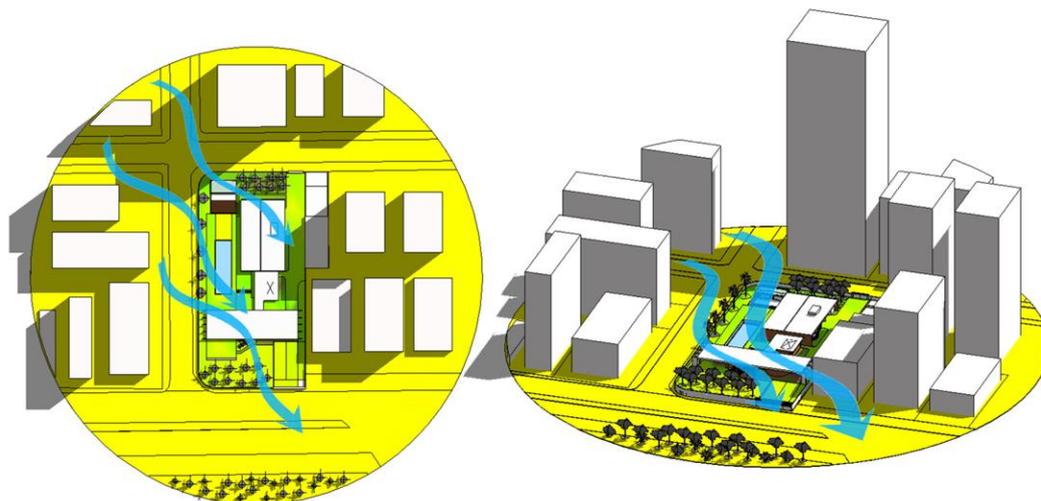
Figura 103: Ensaio computacionais no entorno da residência Otacílio Vieira Campos no cenário atual.



Fonte: Extraído do Revit, 2015 e editado pela autora.

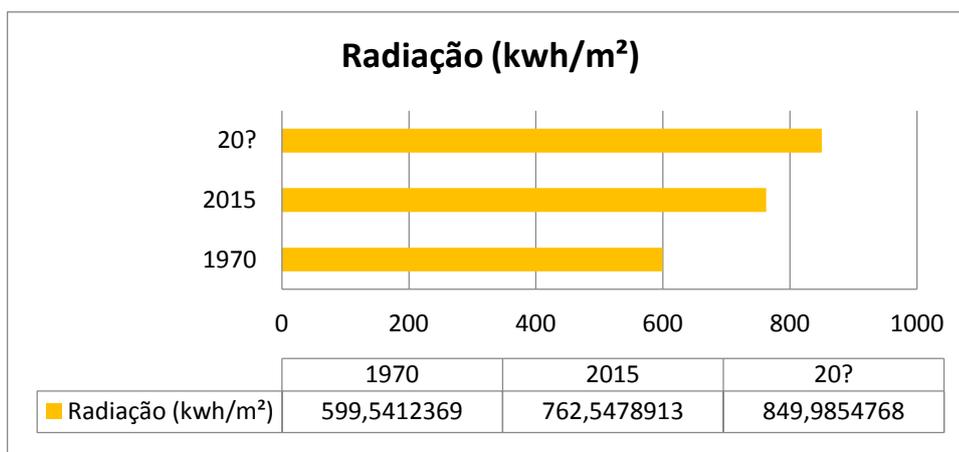
A Figura 104 ilustra o comportamento do modelo virtual com influência do cenário de máxima ocupação estimada, segundo o Plano Diretor Físico do Município de João Pessoa, a Zona Axial (ZA1). Este panorama futuro mostrou-se eficiente quanto ao sombreamento de suas superfícies, proveniente do adensamento urbano. Contudo com média total de radiação da sua base consideravelmente alta. Em resumo o estudo da radiação nas superfícies de entorno nos anos estudados para a residência Otacílio Vieira Campos podem ser visualizadas no Gráfico 13.

Figura 104: Ensaio computacionais no entorno da residência Otacílio Vieira Campos em um cenário futuro.



Fonte: Extraído do Revit 2015 e editado pela autora.

Gráfico 13: Média anual de insolação das bases do entorno da residência Otacílio Vieira Campos nos anos 1970, 2015 e um cenário futuro estimado.



Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015.

O desempenho da ventilação natural mostrou grande representatividade nesse estudo. O extenso lote dentro da malha edificada recebe os ventos incidentes do Sudeste independente do cenário original ou maximizado. A representação do estudo dos movimentos de ar nos diferentes cenários da residência Otacílio Vieira Campos está ilustrada no Quadro 44.

Quadro 44: Probabilidade de ventilação natural no entorno da residência Otacílio Vieira Campos nos anos 1970, 2015 e em um cenário futuro estimado.

Ano estudado	Probabilidade de Ventilação natural no entorno
1970	*
2015	*
20?	*

LEGENDA	
*	Eficiente
*	Ineficiente

Fonte: editado pela autora, 2015.

#### 4.2.6 Análise dos Resultados - Residência Otacílio Vieira Campos

As análises realizadas na residência Otacílio Vieira Campos mostram que o edifício não se adequava totalmente às características climáticas da região. As estratégias projetuais definidas pelo autor da obra não apresentavam ou seguiam conceitos bioclimáticos. Neste caso, as afirmações presentes no trabalho de Costa e Lima (2004) demonstram significativa relevância.

Ao analisar o projeto de acordo com os parâmetros bioclimáticos, pôde-se notar que diversas estratégias encontradas contrariaram as recomendações da literatura pertinente ao tema. Verificou-se que os extensos panos de vidro, revestimentos escuros, aberturas fixas e, sobretudo, a laje plana, tinham um significado muito mais formal que funcional.

A dimensão do lote permitia grandes incidências de ventilação natural, contudo não foram encontrados, durante as avaliações, artifícios que promovessem a exaustão dos ambientes internos. Nas fachadas de pressão positiva, principalmente na Leste, existia grande quantidade de aberturas, mas incapazes de captar o fluxo de ar pela ausência de aberturas nas fachadas de pressão negativa. Estas, quando encontradas, eram esquadrias vedadas.

O funcionamento das estratégias de ventilação natural propostas por Acácio Gil Borsoi dependia apenas de detalhes projetuais que poderiam ser solucionados, como a abertura de janelas opostas à ventilação predominante. No caso da

ventilação cruzada, o correto uso de aberturas móveis e não fixas, seria o fator essencial para seu bom desempenho.

A cobertura de laje maciça, exposta à grande quantidade de insolação, também foi uma solução projetual equivocada, principalmente do ponto de vista térmico. Os ambientes internos da residência recebiam o calor que era absorvido pelo concreto.

Quanto ao estudo das superfícies expostas à insolação, observou-se que as fachadas Leste e Oeste receberam as maiores quantidades de radiação direta. Isso foi intensificado por serem fachadas desprotegidas da incidência de luz solar. Borsoi utilizou esquadrias de alumínio e vidro sem proteção alguma da insolação o que causava desconforto nos horários críticos tanto da manhã quanto da tarde.

Os ambientes com baixos níveis de insolação, sala de estar, escritório e terraços, foram os abrigados pela grande laje plana de concreto armado. Neste caso, a cobertura demonstrou proteção no quesito insolação de superfícies exteriores, mas o emprego de aberturas com vidros coloridos contribuíram para a deficiência de iluminação natural desses espaços. Como a laje plana era maciça e sem amparo para o bloqueio da intensa radiação que recebia durante todo o dia, conclui-se que o fluxo de calor era absorvido e dissipado para os cômodos interiores através da inércia térmica.

A probabilidade de altos índices de temperaturas internas, a radiação excessiva nas fachadas críticas desprovidas de bloqueadores solares e a inexistência de movimentos de ar dentro da construção, configuraram-se no conjunto de soluções projetuais adotadas por Borsoi que afetaram de forma negativa o conforto térmico dos usuários, tornando indispensável o uso de estratégias complementares e artificiais para garantir o bom uso dos ambientes.

Por fim, o Quadro 45 mostra o comparativo dos conceitos climáticos mencionados nas pesquisas sobre a residência com os resultados das análises.

Quadro 45: Comparativo das justificativas dos autores que mencionaram aspectos de adaptabilidade da Residência Otacílio Vieira Campos com os resultados da análise

Autor	Justificativa	Resultado da Análise
Pereira (2008)	"[...] as fachadas também receberam tratamentos distintos, <b>segundo suas orientações climáticas</b> , sem afetar a integridade da composição." (p. 141)	<b>Apesar de receber tratamento distinto, as fachadas não foram adequadas segundo suas orientações. A grande quantidade de aberturas de vidro desprotegidas da insolação - fachadas leste e oeste - em sua maioria fixas, garantiu a ineficiência de movimentos de ar nos espaços internos e excesso de calor.</b>
Tinem et al. (2005)	"O registro minucioso dessa casa em trabalho disciplinar (Costa & Lima, 2004) realizado na Universidade no semestre passado, se não resolve essa perda irreparável, pelo menos garante a memória desse exemplar moderno, testemunho dos erros e acertos dessa produção que, mesmo criticada, mal compreendida e alvo de argumentos inconsistentes, não deixa dúvidas sobre o seu caráter nacional e internacional, com pressupostos fortes e ao mesmo tempo flexíveis para resistir às adaptações e aclimações técnicas e culturais necessárias <b>a acomodação ao lugar.</b> " (p. 20)	<b>O resultado da análise mostra que a residência não se acomodava ao lugar e continha graves equívocos de adequação climática.</b>
Chaves (2012)	"A preocupação com a melhor orientação para captação dos ventos e proteção térmica continuou presente na obra de Borsoi: <b>os quartos orientados para sudeste, a zona de serviços para poente e recursos de proteção solar correspondem às exigências de cada fachada (brise-soleil, elementos vazados, redução da superfície envidraçada, amplos beirais, etc.). No entanto, o posicionamento do gabinete voltado para o poente com uma esquadria de vidro fixo recebendo o sol da tarde sem qualquer abertura para circulação dos ventos, provavelmente possa ser visto como um equívoco [consciente].</b> " (p.163)	<b>A localização da casa dentro do lote permitiria uma boa circulação dos ventos provenientes do Sudeste caso o arquiteto tivesse posicionado aberturas nos lados opostos à captação. O brise-soleil e os elementos vazados não foram satisfatórios como recursos de proteção solar.</b>
Melo (2013)	"A casa foi implantada de modo que os quartos tivessem suas aberturas para leste, parte das áreas sociais para leste e norte e os serviços voltados para oeste. [...] a preocupação do arquiteto em garantir o aproveitamento da iluminação e da ventilação natural <b>favorecendo o conforto ambiental da edificação.</b> " (p. 112)	<b>Apesar de estar posicionada em local favorável à ventilação natural foi provado que a residência encontra-se fora de sua zona de conforto ambiental. Os ambientes voltados para leste possuíam aberturas translúcidas desprotegidas da insolação. A ausência de aberturas opostas para a circulação do ar nesses ambientes também não foram encontradas; A fachada oeste foi vedada com aberturas fixas de vidro e possuía revestimento escuro nas superfícies. Estas soluções não podiam beneficiar conforto ambiental dentro da construção.</b>
Costa e Lima (2004)	" <b>Encontra-se em posição favorável à captação dos ventos dominantes</b> , provenientes de Sudeste. O recebimento desses ventos é maximizado pelo fato do lote possuir três frentes, sendo estas, com orientação norte, leste e sul. O comprimento do terreno, entretanto, potencializa a incidência da insolação direta, tanto no período da manhã quanto no período da tarde". (p.6)	<b>O resultado da análise do entorno da residência mostrou a eficiência da ventilação natural no local.</b>
	"A posição dos quartos é privilegiada; além da orientação favorável, sua disposição proporciona vista da área de lazer e da piscina. A vedação externa dos quartos é composta apenas por esquadrias, com janelas de abertura maximar, na parte superior, e venezianas de alumínio na parte inferior. <b>A incidência dos ventos é forte, entretanto, o aproveitamento se torna ineficiente por causa da ausência de aberturas para a exaustão.</b> " (p.18)	<b>A justificativa dos autores é pertinente ao resultado das análises.</b>
	" <b>Após vários anos de utilização do edifício, pôde ser verificado que, aqui, a laje plana e os amplos panos de vidro têm maior significado simbólico que funcional e remetem a uma imagem importada de modernidade. Devido às condições climáticas locais, estes elementos, em lugar de contribuir, passaram a comprometer a utilização dos espaços</b> – restringindo a permanência dos usuários a determinados horários ou tornando necessário o uso de artifícios complementares, para torná-lo confortável ou garantir maior privacidade a quem o utiliza. Não se sabe até que ponto o conhecimento do comportamento dos ventos e da insolação, que na época era mais intuitivo e dispunha de menos recursos, influenciou na escolha do partido arquitetônico. De fato, algumas questões sobre decisões de projeto não puderam – nem poderiam – serem respondidas. Percebemos que a obra trouxe consigo, na época de sua construção, o espírito do novo, impactante e moderno. Entretanto, é um contrasenso admitir o novo, mas não utilizá-lo para criar condições melhores de utilização dos espaços – de adaptação ao clima e à cultura, principalmente. Não se trata de questões relativas à funcionalidade dos ambientes – mas da forma como estavam organizados, do modo como se relacionavam e como se apresentavam a quem os utilizava." (p.20)	<b>A justificativa dos autores é pertinente ao resultado das análises.</b>

Fonte: elaborado pela autora, 2015.

### 4.3 Obra produzida na década de 1970: Residência Edísio Souto (1978)



Fonte: Araújo, 2010 (imagem editada pela autora)

<b>Ficha Técnica</b>	
<b>Arquitetos</b>	Amaro Muniz de Costa e Armando Ferreira de Carvalho
<b>Ano do projeto</b>	1978
<b>Ano de conclusão</b>	19?
<b>Área do terreno</b>	1.113,00m <sup>2</sup>
<b>Área de construção</b>	412,24m <sup>2</sup>
<b>Localização</b>	Rua Osíris de Belli, nº80
<b>Situação atual</b>	Residência unifamiliar

#### 4.3.1 A Obra

##### Contexto e Projeto

As experiências arquitetônicas realizadas pelos primeiros arquitetos modernos repetiram-se sistematicamente em João Pessoa por volta dos anos 1970, é o que destaca Araújo (2010) em seu estudo sobre a produção moderna da cidade durante essa década.

Neste mesmo período os acessos para o litoral foram facilitados com a conclusão da Av. Panorâmica (atual Av. Rui Carneiro), que proporcionou a ocupação do bairro de Manaíra. Em paralelo, a Av. Beira-rio instigou o processo construtivo do bairro de Cabo Branco, Xavier (2011).

Sob esse contexto, a orla marítima paraibana, começa a ser habitada com residências de moradas fixas, e não apenas por casas de veraneio. Mesmo com os alagamentos e ainda com os serviços de infra-estrutura básica precária, as casas modernas são construídas em ruas mais distantes das avenidas beira-mar (XAVIER, 2011, pág. 75). A Rua Osiris de Belli no bairro de Cabo Branco recebeu, em sua pouca extensão, alguns exemplares modernos. A residência Edísio Souto foi uma dessas residências ali edificadas. O projeto de 1978 foi assinado pelos arquitetos Amaro Muniz de Castro e Armando Ferreira de Carvalho, jovens profissionais, também autores e representantes do cenário moderno residencial da cidade de João Pessoa naqueles anos.

No decorrer da pesquisa, não foi possível o contato com os proprietários da casa e com isso as informações sobre o motivo que levou a família a comprar o lote, a escolha dos arquitetos, etc. são dados desconhecidos. Todo o registro fotográfico, gráfico e tridimensional<sup>31</sup> da residência foi cedido pelo pesquisador e arquiteto Ricardo Araújo em 2014, o qual afirma que as casas produzidas nessa época eram destinadas a uma classe média emergente e a uma camada da população de elevado poder aquisitivo (ARAÚJO, 2010, pág.98).

Dentre as poucas pesquisas referentes ao patrimônio moderno da capital paraibana nos anos 1970, o estudo de Araújo (2010) constitui-se o único que cita a residência Edísio Souto e sua particularidade no vocabulário moderno de João Pessoa.

### **Implantação e Localização**

A residência térrea de 412,24m<sup>2</sup> está inserida em um terreno com área de 1.113,00 m<sup>2</sup> com frente única e dimensões 21m x 53,50m. A implantação ocorreu de maneira livre dentro do lote com afastamentos nas extremidades. Os arquitetos aproveitaram parte do recuo lateral direito para abrigar alguns cômodos de serviço, a Figura 105 ilustra o esquema de locação adotado.

---

<sup>31</sup> Foram cedidas nove fotografias recentes da residência, quatro fotografias das plantas originais achadas na PMJP, desenho digital das plantas originais, como também um modelo virtual no Sketshup.

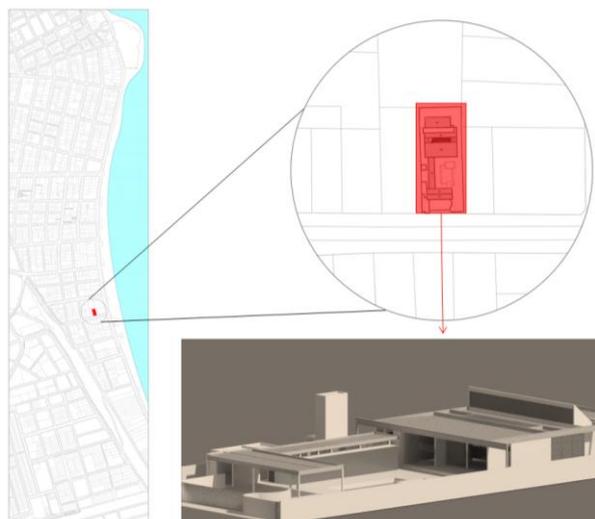
Figura 105: Implantação da residência Edísio Souto no terreno



Fonte: Araújo (2010), editado pela autora, 2015.

Localizada no bairro de Cabo Branco (Figura 106), o acesso se dá pela Rua Osíris de Belli, a poucos metros da orla marítima, a residência Edísio Souto, ainda mantém a mesma função desde que foi construída.

Figura 106: Localização da residência Edísio Souto Edísio Souto em João Pessoa



Fonte: Editado pela autora

### Setorização

Não diferentemente das casas anteriores estudadas, a residência em questão abriga um amplo programa de necessidades que lançado em planta tem-se as três áreas, social, íntima e serviço, integradas a partir de ambientes conectados e distribuídos em torno da área externa da piscina, é o que ilustra a Figura 107.

Figura 107: Setorização dos ambientes da residência Edísio Souto



Fonte: Editado pela autora

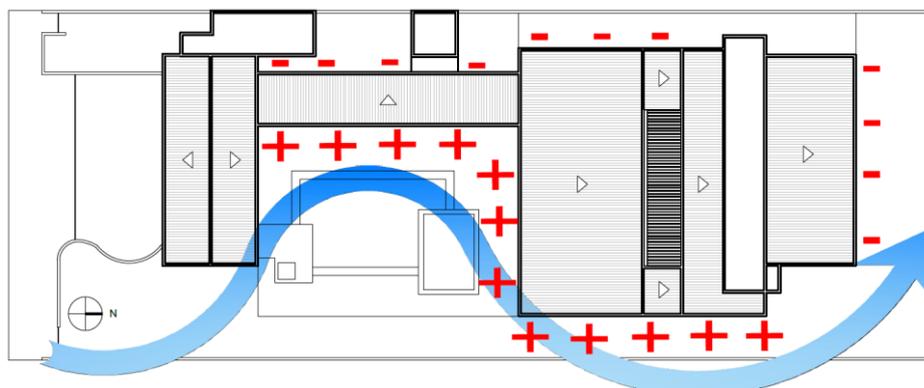
No setor social, as salas de estar e jantar são vinculadas ao terraço social por meio de grandes esquadrias translúcidas que unificam estes espaços. Todos os quartos do setor íntimo possuem varandas fechadas com venezianas móveis. Estes dois setores encontram-se separados por um jardim interno, contudo, equilibrados de forma contínua para se conservar a privacidade da área íntima.

#### 4.3.2 Análise da Categoria Forma

##### Orientação

De acordo com Araújo (2010), a residência Edísio Souto foi projetada para um bom desempenho climático. A orientação e o volume da casa dentro do lote buscaram aproveitar o máximo a captação da ventilação e iluminação natural durante todo o ano. Seu esquema de implantação em "U" é um recurso favorável à distribuição do vento e da luz natural numa casa de configuração horizontal (ARAÚJO, 2010, pág. 132), (Figura 108).

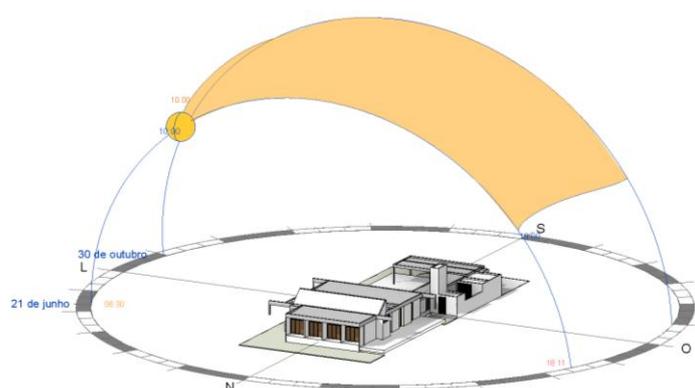
Figura 108: Orientação da residência Edísio Souto em relação à ventilação dominante



Fonte: Editado pela autora

Após a análise dos estudos de Araújo (2010), constatou-se que a casa possui um grande número de esquadrias em todas as suas fachadas: Norte, Sul, Leste e Oeste. Foi ao Norte que os arquitetos orientaram os quartos da família (Figura 109), que recebem insolação de março até setembro, sendo o período mais intenso percebido a partir do mês de maio. É válido destacar que os ensaios realizados para obtenção dos meses de insolação e sombreamento dessa residência foram simulados o ano inteiro de 1978.

Figura 109: Simulação da insolação na fachada Norte em 21 de junho de 1978 às 10hs da residência Edísio Souto

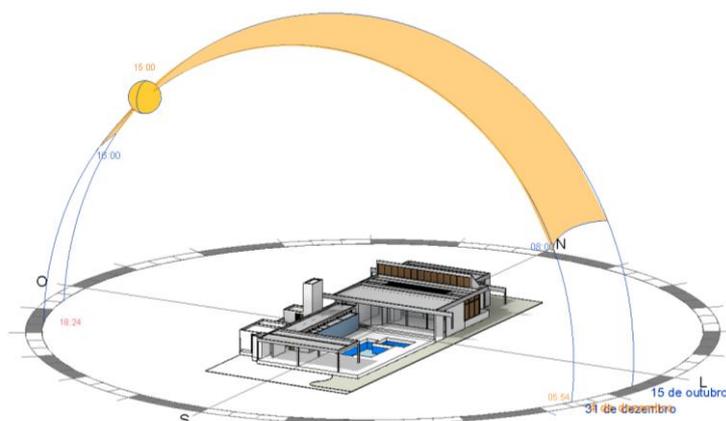


Fonte: Extraído do software Revit 2015

A fachada principal da Edísio Souto foi orientada a Sul, e dando continuidade ao critério moderno, localizam-se nesta frente grandes panos de vidro que favorecem a integração do interior da casa com seu exterior. Nas faces voltadas para Sul foram encontrados dois períodos de insolação: o primeiro de janeiro a fevereiro e o segundo de outubro a dezembro de 1978.

Durante todos os períodos o abrigo de carros e a piscina recebem a maior parte da insolação. O terraço e a cortina de vidros da fachada permanecem abrigados do sol em todos os meses simulados, como é percebido na Figura 110 a seguir, simulada em uma tarde de dezembro de 1978.

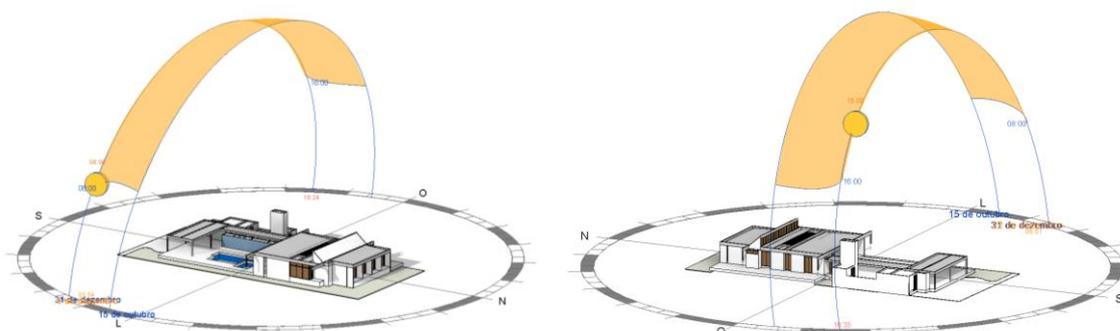
Figura 110: Simulação da insolação na fachada Sul em 21 de dezembro de 1978 às 15hs da residência Edísio Souto



Fonte: Extraído do software Revit 2015

Não diferente dos estudos anteriores as frentes Leste e Oeste recebem insolação pela manhã e pela tarde, respectivamente, contudo na residência Edísio Souto suas aberturas foram projetadas para bloquear a grande incidência solar. Venezianas de madeira foram encontradas nessas fachadas. As frentes receberam insolação direta conforme pode ser visualizado na Figura 111.

Figura 111: Simulação da insolação nas fachadas Leste e Oeste da residência Edísio Souto



Fonte: Extraído do software Revit 2015

Em resumo os períodos de insolação e sombreamento de cada fachada da residência Edísio Souto, encontrados a partir da leitura da corta solar no software Revit, estão expostos no Quadro 46 seguinte.

Quadro 46: Resumo do estudo dos períodos de insolação predominante e sombreamento da residência Edísio Souto.

FACHADA	VERÃO			OUTONO			INVERNO			PRIMAVERA		
	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.
Norte	[Color gradient from yellow to orange]											
Sul	[Color gradient from yellow to grey]											
Leste	Manhã	[Yellow]										
	Tarde	[Grey]										
Oeste	Manhã	[Grey]										
	Tarde	[Yellow]										

LEGENDA  Período de Insolação  
 Período de Sombreamento

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

### Superfícies Expostas

De acordo com o estudo realizado anteriormente e os ensaios com a ferramenta de estudo, identificou-se que a fachada Norte está exposta à radiação solar a partir do dia 25 de março até os últimos dias de setembro. Com base nisso as análises da exposição dessas superfícies foram simuladas do dia 25 de março a 30 de setembro de 1978 das 08 às 16hs, com Latitude e Longitude referentes à cidade João Pessoa.

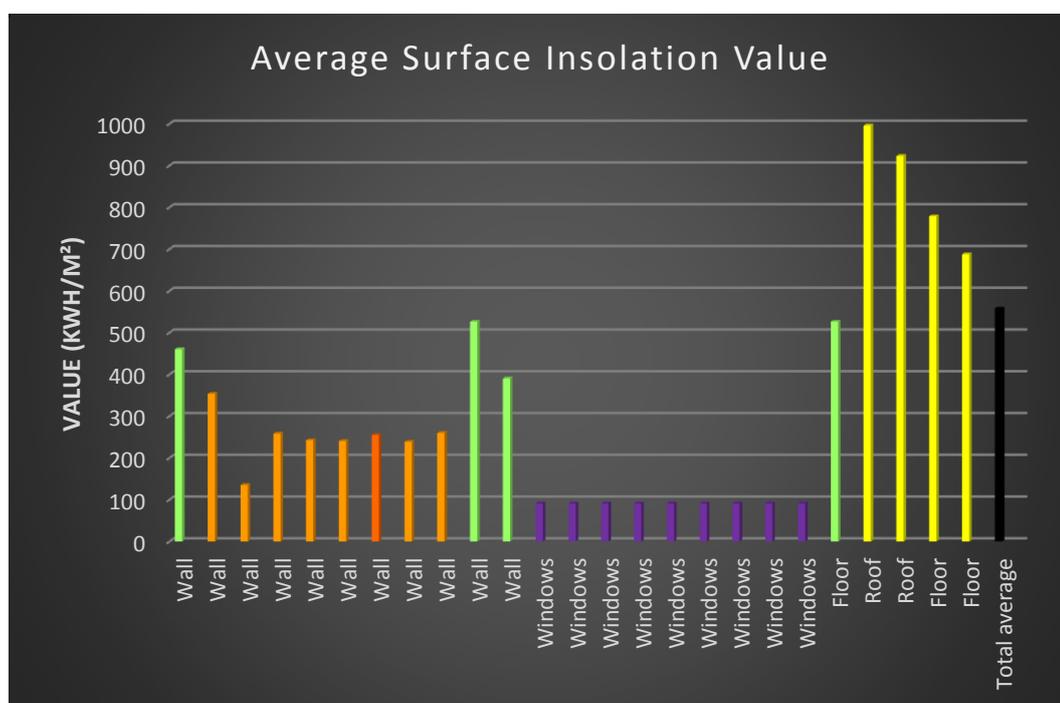
O estudo mostrou que enquanto as faces externas recebiam insolação com valores entre 259,00 e 99,00 kwh/m<sup>2</sup>, (1,2 e 3 na Figura 112), as aberturas abrigadas, (4 e 5), atingiram níveis de 91,00 kwh/m<sup>2</sup>. A fachada teve média total de 557,73 kwh/m<sup>2</sup> no período simulado (Gráfico 14).

Figura 112: Estudo da radiação solar na fachada Norte da residência Edísio Souto



Fonte: simulado pelo software Solar Analysis e extraído do Revit 2015.

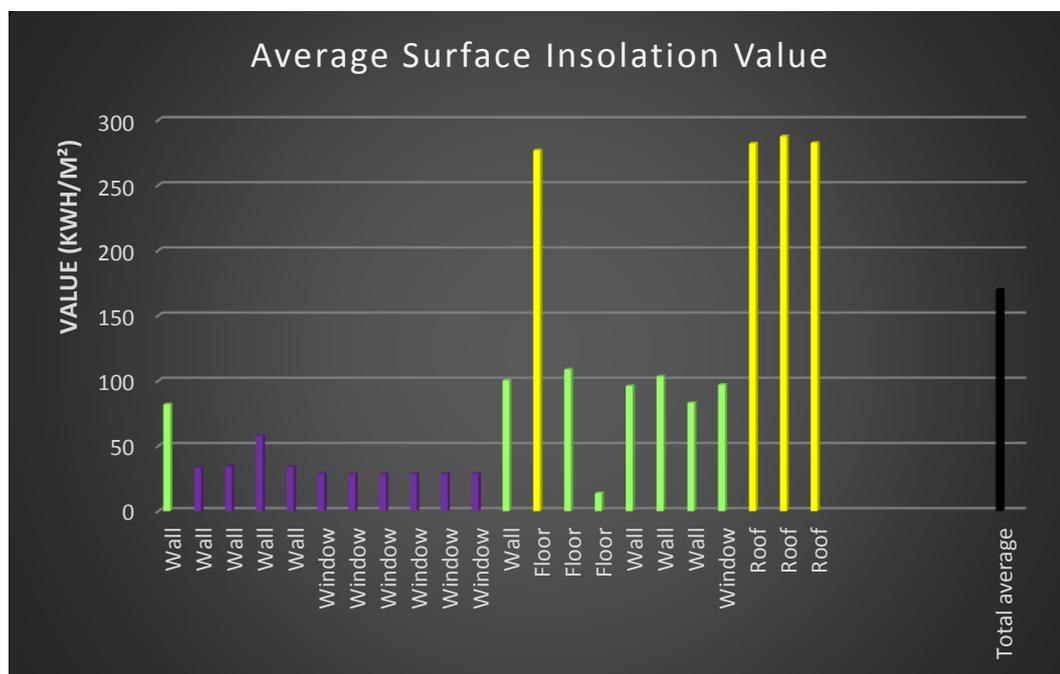
Gráfico 14: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Norte da residência Edísio Souto



Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015

O primeiro período estudado da fachada Sul foi o de 01 de janeiro a 28 de fevereiro de 1979, também simulados das 08 às 16hs. Recebeu níveis de radiação que atingiram 287,52 kwh/m<sup>2</sup>. As aberturas translúcidas chegaram a índices de 28,53 kwh/m<sup>2</sup>, apenas. A média total de insolação para a fachada foi de 169,92 kwh/m<sup>2</sup>, como apresentado no Gráfico 15.

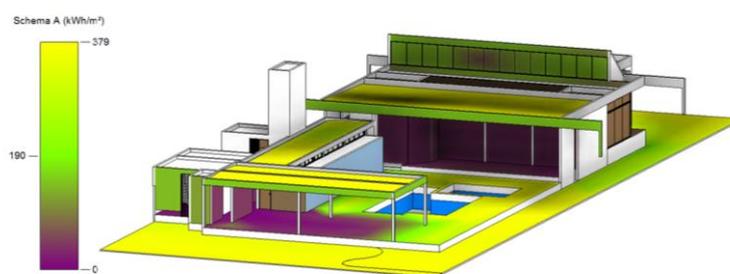
Gráfico 15: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Sul nos meses de janeiro a fevereiro de 1978 da residência Edísio Souto



Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015.

O primeiro período simulado para a fachada Sul foi de 15 de outubro a 31 de dezembro de 1978 das 08 às 16hs. O maior índice de radiação solar encontrado foi de 379,00 kwh/m<sup>2</sup>. As faces de vidro, encontradas em maior quantidade na frente, atingiram 37,57 kwh/m<sup>2</sup>. Na Figura 113 é possível perceber o baixo nível de incidência solar nas esquadrias envidraçadas.

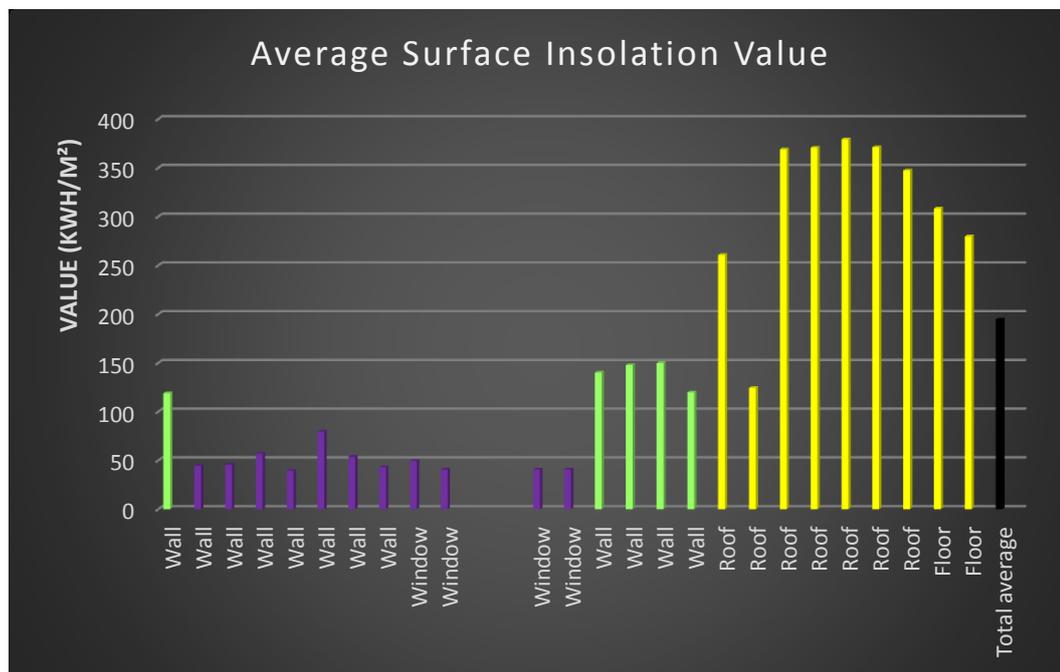
Figura 113: Estudo da radiação solar na fachada Sul da residência Edísio Souto



Fonte: simulado pelo software Solar Analysis e extraído do Revit 2015.

No Gráfico 16 está o resumo dos valores conseguidos com a simulação do período para a fachada Sul. A média encontrada foi de 194,40 kwh/m<sup>2</sup>.

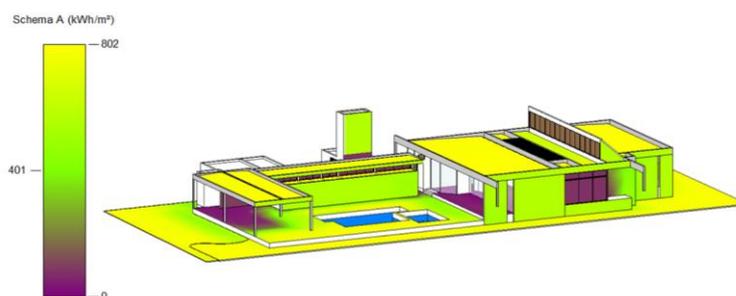
Gráfico 16: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Sul nos meses de outubro a dezembro de 1978 da residência Edísio Souto



Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015.

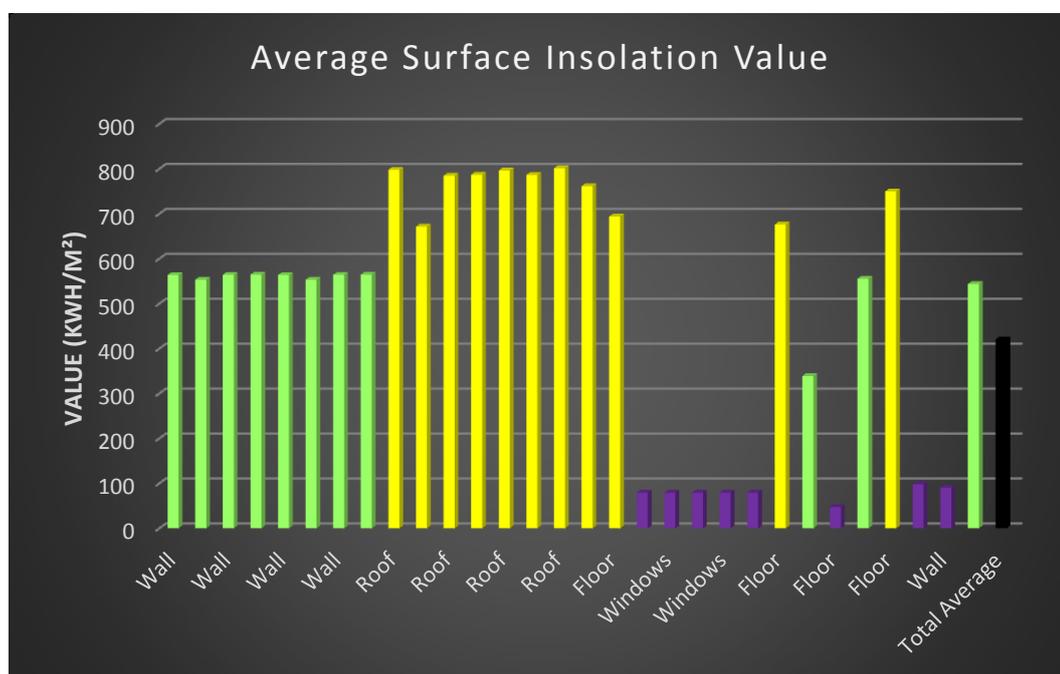
A frente Leste foi avaliada durante todo o ano de 1978, de 01 de janeiro até 31 de dezembro das 08 às 12hs. As faces da alvenaria que receberam a insolação direta no período da manhã chegaram a valores máximos de 564,00 kwh/m<sup>2</sup>, as esquadrias de madeira, inseridas pelos arquitetos como protetores solar, tiveram níveis de 79,57 kwh/m<sup>2</sup> (Figura 114 e Gráfico 17).

Figura 114: Estudo da radiação solar na fachada Leste da residência Edísio Souto



Fonte: simulado pelo software Solar Analysis e extraído do Revit 2015.

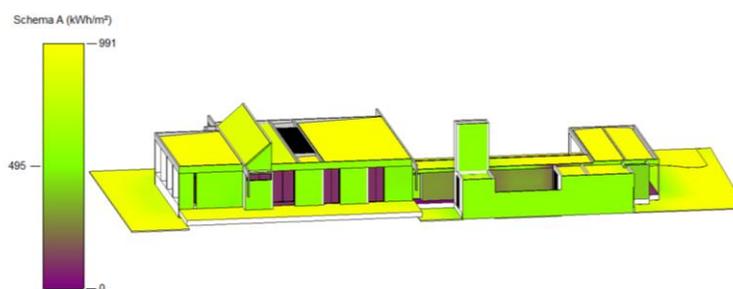
Gráfico 17: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Leste nos meses de janeiro a dezembro de 1978 da residência Edísio Souto



Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015.

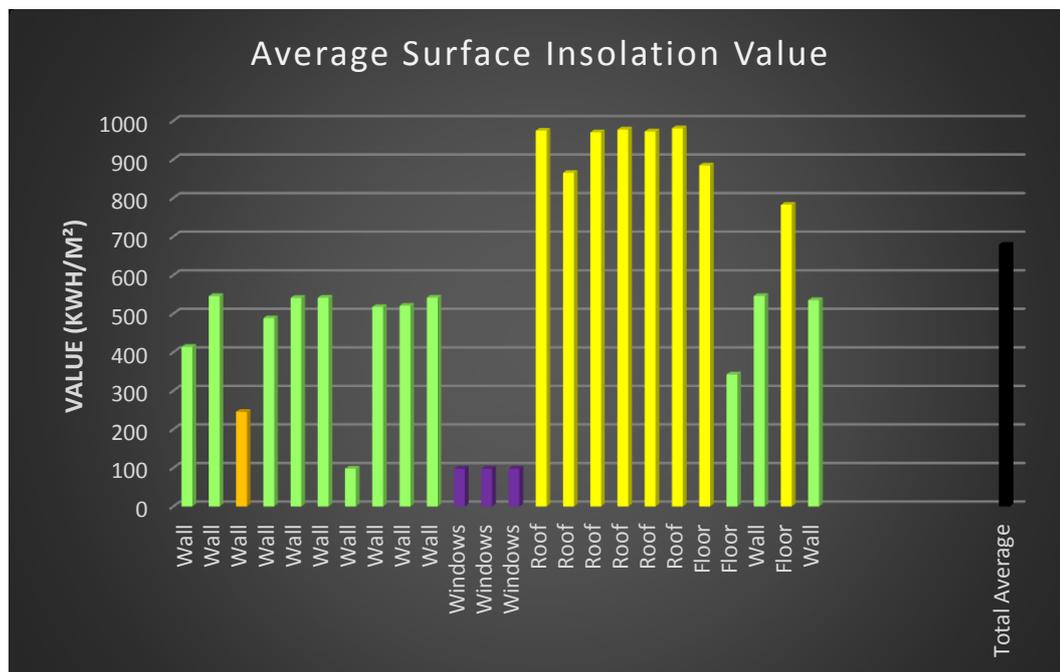
Com muitas faces expostas à insolação direta durante toda a tarde no ano de 1978, a fachada Oeste foi analisada das 12 às 16hs durante os meses de janeiro a dezembro. As faces da alvenaria receberam índices máximos de 545, 78 kwh/m<sup>2</sup>, nas aberturas os níveis foram de 97, 74 kwh/m<sup>2</sup>. A média de radiação recebida nesse período foi de 678, 67 kwh/m<sup>2</sup> ( Figura 115 e Gráfico 18).

Figura 115: Estudo da radiação solar na fachada Oeste da residência Edísio Souto



Fonte: simulado pelo software Solar Analysis e extraído do Revit 2015.

Gráfico 18: Valores médios de insolação das superfícies da Fachada Oeste nos meses de janeiro a dezembro de 1978 da residência Edísio Souto



Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015.

Com posse de todos os dados do estudo das superfícies expostas chegou-se ao resultado divulgado no Quadro 47 seguinte.

Quadro 47: Resumo das análises das superfícies expostas das fachadas - Residência Edísio Souto

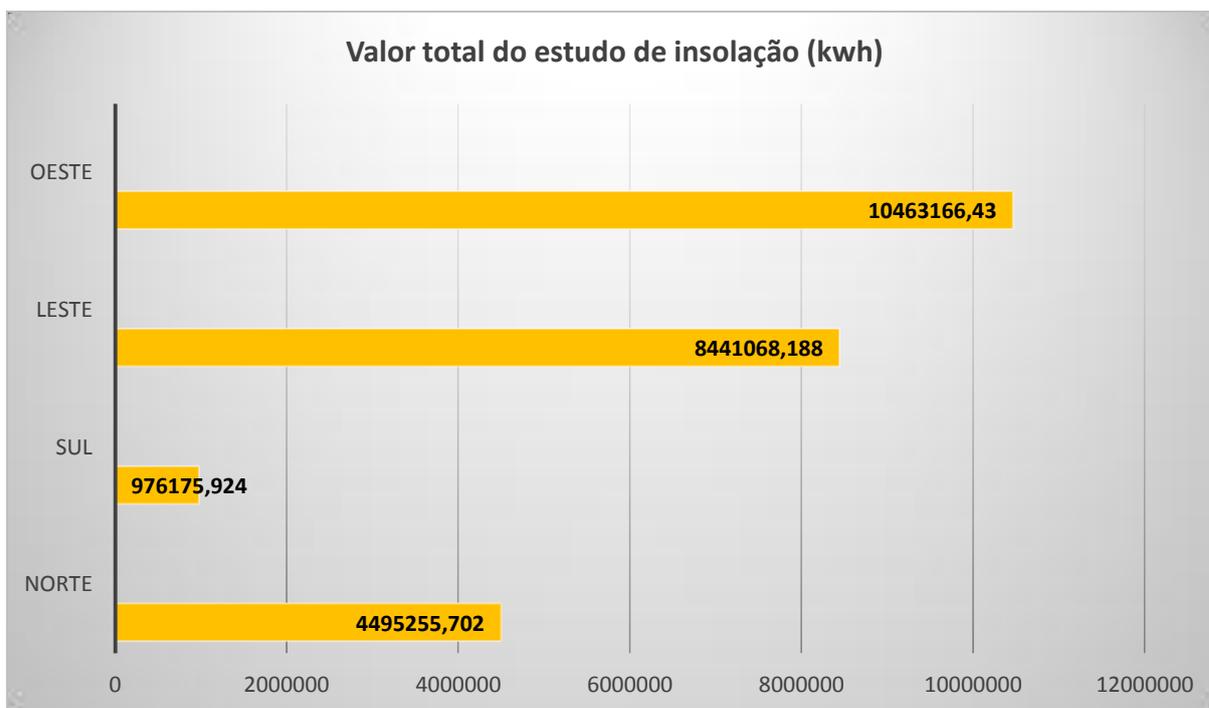
Fachadas	Período de insolação	Valor médio de insolação para cada superfície (kwh/m²)	Total de áreas simuladas (m²)	Valor total do estudo de insolação (kwh)
<b>Norte</b>	25/03/1978 – 30/09/1978 (8 às 16hs)	557,7390658	8059,78275	4495255,702
<b>Sul</b>	01/01/1978 – 31/12/1978 (8 às 16hs)	364,3302653	3120,60558	976175,924
<b>Leste</b>	01/01/1978 – 31/12/1978 (8 às 12hs)	519,7045921	16242,05042	8441068,188
<b>Oeste</b>	01/01/1978 – 31/12/1978 (12 às 16hs)	679,6731007	15417,09318	10463166,43

Fonte: editado pela autora, 2015.

Com a maior parte das faces alongadas no eixo Norte-Sul, a residência Edísio Souto tem suas fachadas Leste e Oeste com os níveis mais altos de radiação. Apesar disso, não foram encontradas aberturas que promovam a transferência do calor para o interior, caso aconteça, ocorre por inércia térmica.

As fachadas Sul e Norte, tiveram os menores índices de insolação, sobretudo a face Sul, que mesmo exposta à radiação e contendo extensos panos de vidro na maior parte das suas superfícies, manteve-se com o resultado mais baixo (Gráfico 19).

Gráfico 19: Total dos valores de estudo de insolação das superfícies das Fachadas – Residência Edísio Souto



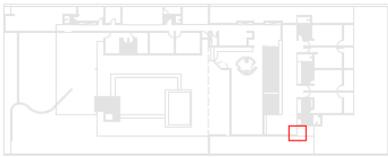
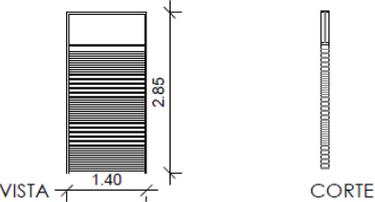
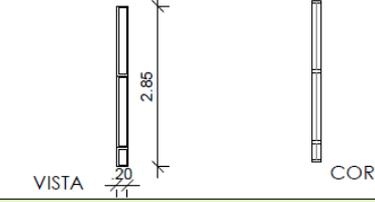
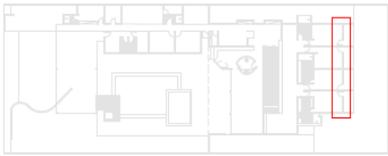
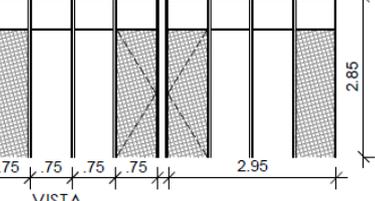
Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015.

### 4.3.3 Análise da Categoria Pele

#### **Aberturas e Elementos Protetores da Pele**

As aberturas da residência Edísio Souto são, em sua maioria, de madeira com venezianas móveis e de vidro. Essas tipologias prevalecem no setor íntimo e social. Na frente voltada para o Norte foram inseridas quatro tipos de esquadrias. As aberturas localizadas na fachada eram generosas, de piso a teto, as encontradas no interior dos ambientes tinham bandeira de venezianas e altura de 2.75m (Quadro 48).

Quadro 48: Tipologia das aberturas da fachada Norte, Residência Edísio Souto

MARCAÇÃO EM PLANTA	ABERTURA TIPO 1: MADEIRA - FACHADA NORTE (1 und.)	DESCRIÇÃO
 <p>Planta Baixa</p>	 <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	Esquadria Tipo veneziana de madeira
 <p>Planta Baixa</p>	 <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	Esquadria em fita de madeira e vidro
 <p>Planta Baixa</p>	 <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	Esquadria de abrir em madeira com partes treliçadas

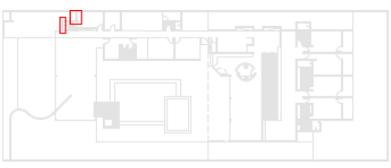
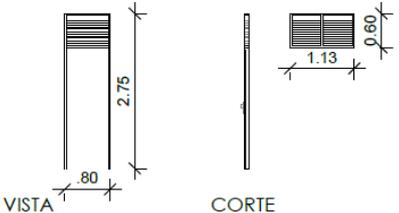
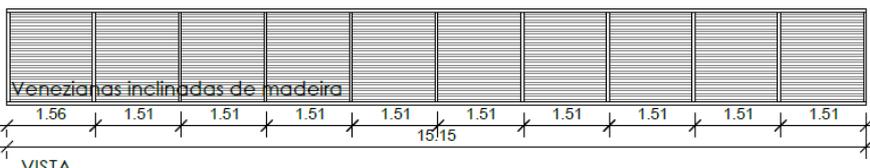
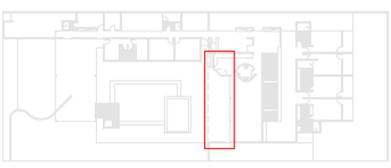
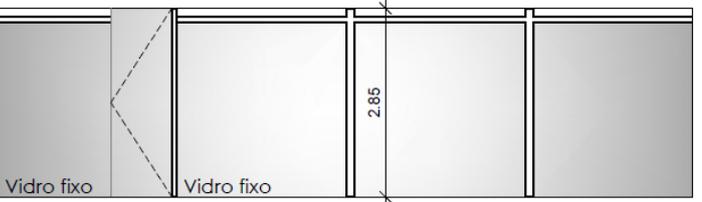
Fonte: Modelado pela autora, 2015.

Orientada para o Sul, a cortina de vidro das salas de estar e jantar é fixa com uma abertura localizada na parte superior. O acesso à residência se dá por uma porta que se abre no canto esquerdo do painel nessa frente.

A fachada Sul é marcada pelo volume de um Shed, projetado para acompanhar o alinhamento dos banheiros no setor íntimo da casa. Este elemento é fechado por venezianas de madeira que, além de promover uma plástica interessante, também pode garantir captação de ar para os banheiros.

As demais aberturas foram encontradas no setor de serviço, contendo a mesma linha tipológica desenhada para a residência. Estas aberturas foram expostas no Quadro 49 a seguir.

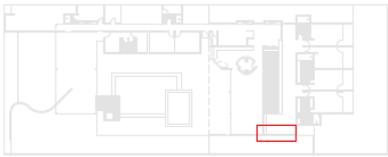
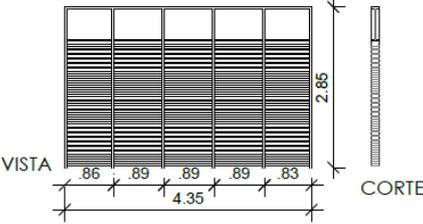
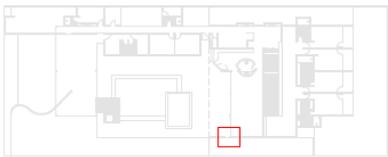
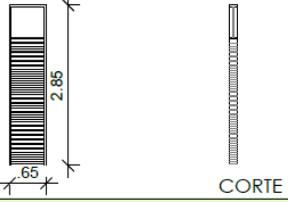
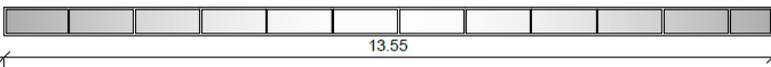
Quadro 49: Tipologia das aberturas da fachada Sul, Residência Edísio Souto

MARCAÇÃO EM PLANTA	ABERTURA TIPO 1: MADEIRA - FACHADA SUL (2 und.)	DESCRIÇÃO
 <p>Planta Baixa</p>	 <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	Esquadria de abrir em madeira com bandeira e venezianas
MARCAÇÃO EM PLANTA	ABERTURA TIPO 2: MADEIRA - FACHADA SUL (1 und.)	
 <p>Fachada Sul</p>	 <p>Venezianas inclinadas de madeira</p> <p>VISTA</p>	
MARCAÇÃO EM PLANTA	ABERTURA TIPO 3: VIDRO - FACHADA SUL (1 und.)	
 <p>Planta Baixa</p>	 <p>Vidro fixo</p> <p>Vidro fixo</p> <p>VISTA</p>	

Fonte: Modelado pela autora, 2015.

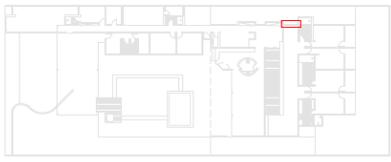
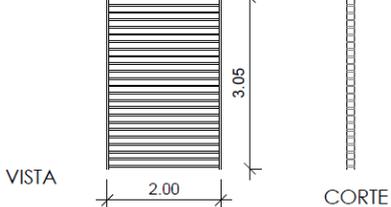
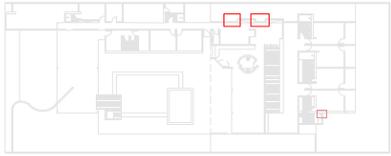
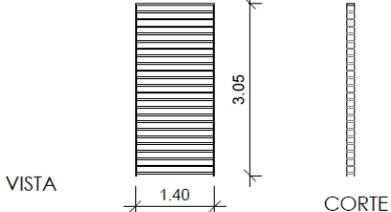
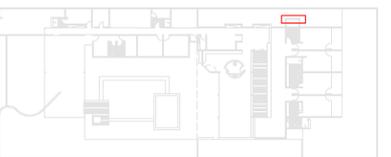
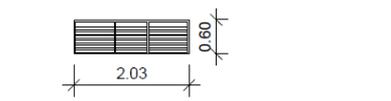
As aberturas encontradas nas fachadas Leste e Oeste foram do tipo venezianas móveis de madeira. Na fachada Leste, segundo Araújo (2010), as esquadrias do setor de serviço são do tipo "boca de lobo" posicionadas a 1.80m de altura, promovem privacidade para quem estar na área da piscina (Quadro 50 e Quadro 51).

Quadro 50: Tipologia das aberturas da fachada Leste, Residência Edísio Souto

MARCAÇÃO EM PLANTA	ABERTURA TIPO 1: MADEIRA - FACHADA LESTE (1 und.)	DESCRIÇÃO
 <p>Planta Baixa </p>	 <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	Esquadria Tipo veneziana de madeira
 <p>Planta Baixa </p>	 <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	Esquadria tipo seteira de madeira e vidro
 <p>Planta Baixa </p>	 <p>VISTA</p>	Esquadria em fita de madeira e vidro

Fonte: Modelado pela autora, 2015.

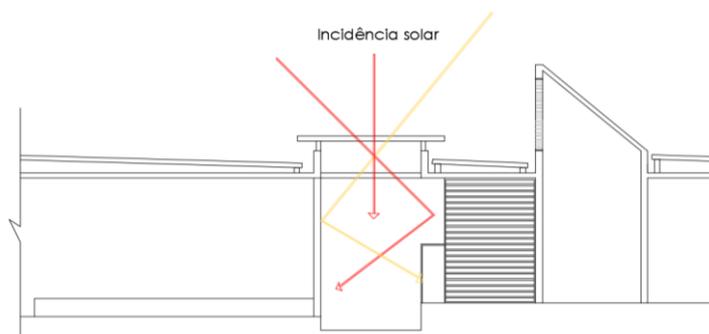
Quadro 51: Tipologia das aberturas da fachada Oeste, Residência Edísio Souto

MARCAÇÃO EM PLANTA	ABERTURA TIPO 1: MADEIRA - FACHADA OESTE (1 und.)	DESCRIÇÃO
 <p>Planta Baixa</p>	 <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	Esquadria Tipo veneziana de madeira
 <p>Planta Baixa</p>	 <p>VISTA</p> <p>CORTE</p>	Esquadria Tipo veneziana de madeira
 <p>Planta Baixa</p>	 <p>VISTA</p>	Esquadria Tipo veneziana de madeira

Fonte: Modelado pela autora, 2015.

O jardim interno da residência ganhou uma abertura zenital com pérgolas de madeira. Esta estratégia permite ao espaço interno constante renovação do ar como também incidência de iluminação natural (Figura 116). O calor pode ser absorvido pelo ambiente natural da vegetação dentro do pergolado.

Figura 116: Probabilidade de incidência solar promovida pela abertura zenital da residência Edísio Souto



Fonte: Modelado pela autora, 2015.

Em resumo as aberturas da residência Edísio Souto foram projetadas para garantir proteção solar nos ambientes internos, como também facilitar os movimentos de ar. A fachada transparente do setor social foi protegida da insolação pelo abrigo do terraço. Os quartos da família, no setor íntimo, foram resguardados da incidência do calor solar pelas sacadas de suas varandas. As esquadrias de venezianas móveis, desenhadas para a maioria das aberturas, são positivamente indicadas para climas quentes, devido a possibilidade de controlar o vento, chuvas, raios solares, iluminação natural e privacidade do espaço interno, como já mencionado no início do estudo. Por fim a análise das aberturas resume-se no Quadro 52.

Quadro 52: Resumo do estudo das aberturas e protetores da pele da residência Edísio Souto

Fachada	Nível	Aberturas	Quant.	Protetor Solar	Eficiência
<b>Norte</b>	Térreo	Abertura Tipo 1	1	Laje e venezianas	*
	Térreo	Abertura Tipo 2	1	Laje	*
	Térreo	Abertura Tipo 3	4	Laje e venezianas	*
<b>Sul</b>	Térreo	Abertura Tipo 1	2	Não possui	*
	Térreo	Abertura Tipo 2	1	Venezianas móveis	*
	Térreo	Abertura Tipo 3	1	Laje	*
<b>Leste</b>	Térreo	Abertura Tipo 1	1	Venezianas móveis	*
	Térreo	Abertura Tipo 2	1	Venezianas móveis	*
	Térreo	Abertura Tipo 3	1	Não possui	*
<b>Oeste</b>	Térreo	Abertura Tipo 1	1	Venezianas móveis	*
	Térreo	Abertura Tipo 2	2	Venezianas móveis	*
	Térreo	Abertura Tipo 3	1	Venezianas móveis	*
		Abertura da coberta - Pérgola	1	Venezianas móveis	*
<b>TOTAL</b>		<b>18 tipos</b>	<b>18 aberturas</b>	<b>11 protetores</b>	<b>10* 3*</b>

<b>LEGENDA</b>	
*	Eficiente
*	Ineficiente

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

#### 4.3.4 Análise da Categoria Interior

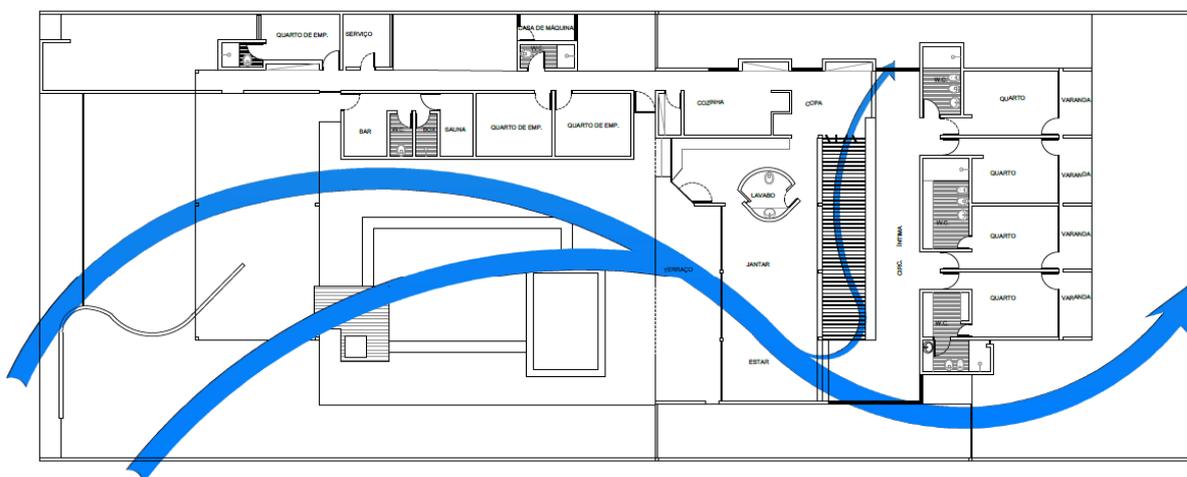
##### Ventilação

Com a grande probabilidade da eficiência das aberturas dessa residência concluiu-se que as zonas de maior pressão estão localizadas nas fachadas Sul e Leste da construção. Deste modo, consideradas como fachadas a barlavento. Portanto, as

fachadas Oeste e Norte são regiões de pressão negativa por possuírem aberturas a sotavento.

A ventilação predominante vinda do Sudeste ao entrar no lote é absorvida pelas salas sociais, a Sul pela abertura superior e a Leste pela esquadria de canto. A relevância do posicionamento e tipo de aberturas promove movimentos de ar constantes dentro da área social, como ilustra a Figura 117.

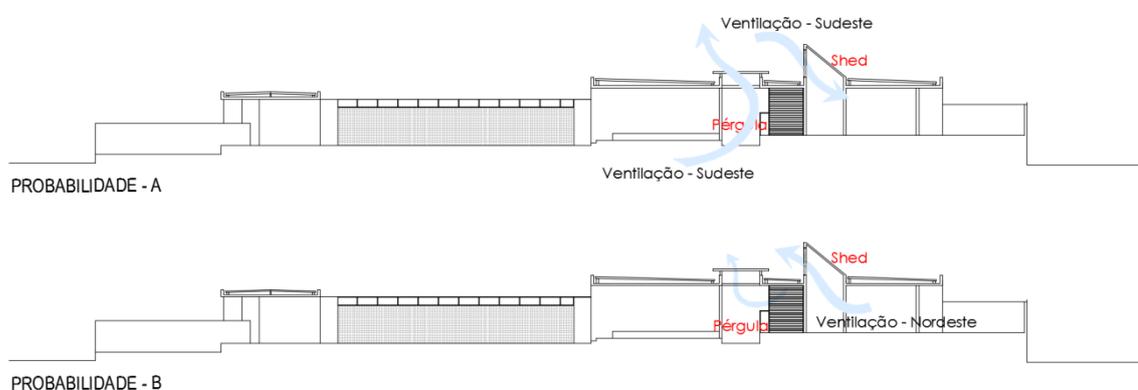
Figura 117: Probabilidade de movimentação de ar dentro do lote e da residência Edísio Souto.



Fonte: Modelado pela autora, 2015.

Quanto as aberturas zenitais estas podem promover ventilação cruzada em duas ocasiões: caso os movimentos de ar venham do Sudeste a pérgola funciona como esquadria de pressão negativa e o shed garante a ventilação dos banheiros aos quartos. Esta é a probabilidade A, ilustrada na Figura 118. Ocorrendo a ventilação do Nordeste, a pérgula e o shed funcionam como aberturas a sotavento. É a probabilidade B, ilustrada.

Figura 118: Probabilidades de ventilação cruzada promovida pelas aberturas zenitais da residência Edísio Souto



Fonte: Modelado pela autora, 2015.

A tipologia e a disposição das aberturas da residência em questão garantem espaços ventilados naturalmente, principalmente no setor social. Percebe-se que as salas estavam sempre beneficiadas por ventilação natural, devido em suas frentes possuírem elementos vazados para entrada e saída do ar, assim garantiam a permeabilidade dos ventos constantemente no local.

A ventilação dos espaços íntimos poderia não ser tão eficiente devido às dimensões do lote e o entorno construtivo. A área de serviço apesar de estar locada na fachada mais crítica da construção também recebe aeração nos seus cômodos através de suas aberturas, já que todas as suas esquadrias possuem espaços livres para a circulação do ar, assim como todas as outras existentes na residência. O resumo desses estudos foi classificado de acordo o Quadro 53 a seguir.

Quadro 53: Probabilidade de ventilação cruzada na residência Edísio Souto

Fachadas	Existência de abertura oposta	Possibilidade de ventilação cruzada
Aberturas da frente <b>Leste</b>	sim	*
Aberturas da frente <b>Sul</b>	sim	*
Aberturas da frente <b>Norte</b>	sim	*
Aberturas da frente <b>Oeste</b>	sim	*

LEGENDA	
*	Eficiente
*	Ineficiente

Fonte: editado pela autora, 2015.

### 4.3.5 Análise da Categoria Entorno

#### Influência da Vegetação e Massa edificada

Em 1977, ano em que a Figura 119 foi fotografada, ainda não podia se ver o volume da residência Edísio Souto, contudo em seu entorno pôde-se perceber que já estava consideravelmente edificado. A massa vegetativa encontrada era na maioria coqueirais que se espalhavam em torno das residências e nos poucos terrenos vazios, foi esse o entorno analisado durante as simulações da casa aqui estudada.

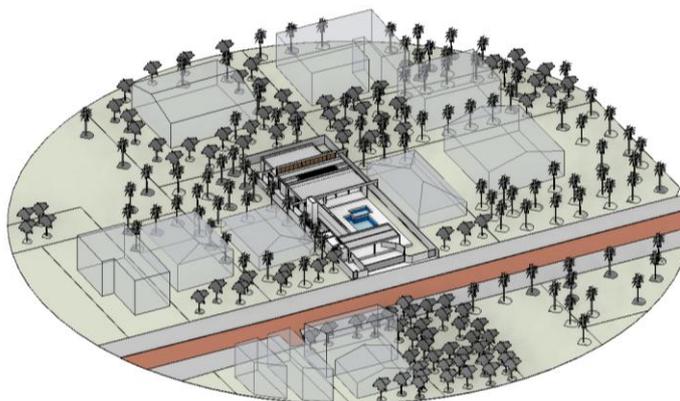
Figura 119: Lote em que seria construída a residência Edísio Souto nos anos seguintes e seu possível entorno.



Fonte: Acervo da Prefeitura Municipal de João Pessoa, 2015.

Com base nas fotografias, o modelo virtual da residência e seu entorno (Figura 120), foram recriados dentro do software Revit 2015 e analisados segundo as condições de exposição solar das superfícies de base e a ação dos movimentos de ar nos cenários urbanos que circundavam o prédio moderno naquele ano.

Figura 120: Modelo 3d da residência Edísio Souto e seu possível entorno em 1978.



Fonte: Extraído do Revit 2015.

Observou-se que as bases do modelo receberam uma média anual de insolação acima de 580,00 kwh/m<sup>2</sup>. As faces pavimentadas de dentro do terreno da residência tiveram, por vezes durante o ano atingiam valores acima de 650,00 kwh/m<sup>2</sup>. Nas superfícies próximas da vegetação e das construções que existiam no entorno urbano da casa a insolação obteve valores abaixo de 350,00kwh/m<sup>2</sup>. O cenário era favorecido pela ventilação predominante vinda do Sudeste e o entorno edificado não conseguia modificar o movimento dos ventos dentro do lote, é o que destaca a Figura 121 seguinte.

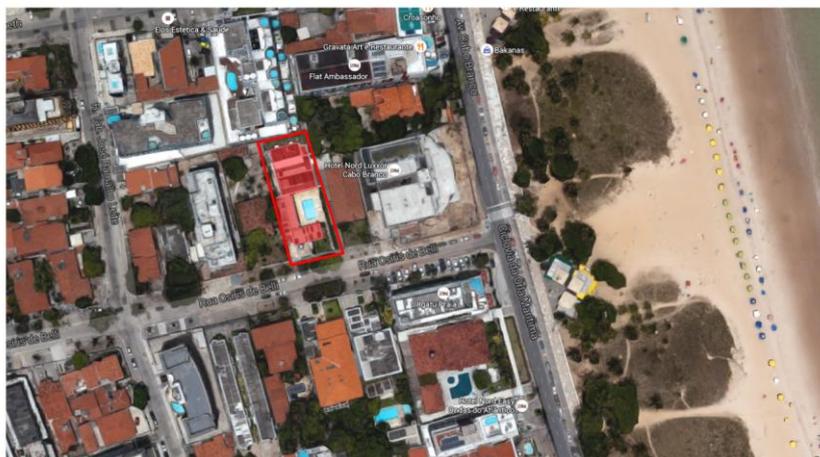
Figura 121: Ensaio computacionais no entorno da residência Edísio Souto em 1978.



Fonte: Extraído do Revit, 2015 e editado pela autora, 2015.

Atualmente o cenário urbano que abraça a Edísio Souto se configura em prédios de dois a cinco pavimentos e algumas residências. Observando a Figura 122 é possível perceber o quanto já se tornou construtivamente adensada.

Figura 122: Modificações no entorno da residência Edísio Souto em 2015.



Fonte: Extraído do Google Maps, 2015.

O ensaio realizado para o entorno urbano mencionado, resultou em níveis mais baixos de radiação em suas bases próximas às construções, com médias entre 258,00 e 350,00 kwh/m<sup>2</sup>. Provavelmente devido ao sombreamento provocado pela circunvizinhança das edificações. As bases pavimentadas tiveram maior insolação com valores que chegaram a 865,00 kwh/m<sup>2</sup>. Por fim, o ensaio obteve a média anual superior 595,00 kwh/m<sup>2</sup>. Os movimentos de ar foram percebidos com menor frequência dentro do lote da residência em estudo (Figura 123).

Figura 123: Ensaio computacionais no entorno da residência Edísio Souto em 2015



Fonte: Extraído do Revit, 2015 e editado pela autora, 2015.

A casa está inserida dentro da Zona Turística 2 (ZT2), segundo o Plano Diretor Físico do Município de João Pessoa (Figura 124), o qual permite a construção de gabarito máximo até cinco pavimentos.

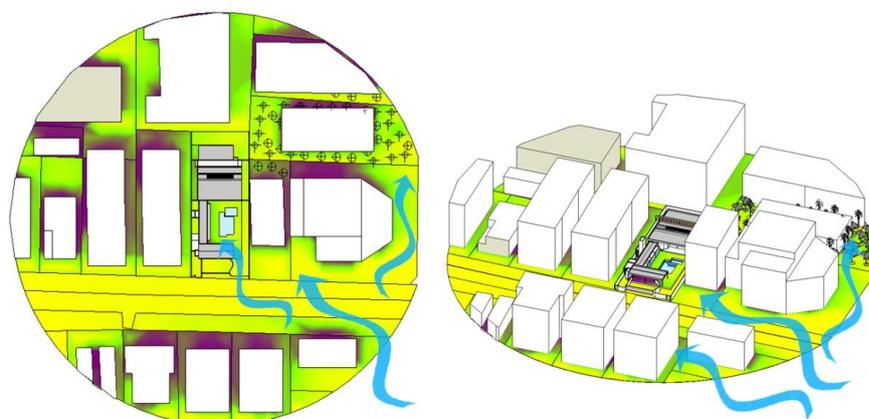
Figura 124: Índices urbanísticos para a área em estudo.

ZONA TURÍSTICA 2 (ZT2)							
USOS PERMITIDOS	LOTE (*)		OCUPAÇ. MÁXIMA	ALTURA MÁXIMA (B)	EDIFICAÇÃO (A)		
	ÁREA MÍNIMA	FRENTE MÍNIMA			AFASTAMENTOS		
					FRENTE	LATERAL	FUNDOS
R1	360,00	12,00	50	3 PV	5,00	1,50	3,00
R2	360,00	12,00	50	2 PV	5,00	1,50	3,00
R3 (1)	450,00	15,00	50	2 PV	5,00	1,50	3,00
R4	CONDOMÍNIO HORIZONTAL VER ANEXO 09						
R5 (2)	600,00	15,00	40	PL+ 4PV+CB	5,00	4,00	4,00
R6	900,00	30,00	30	-	5,00	4+(h/10)	4+(h/10)
CL=SL	360,00	12,00	50	2 PV	5,00	1,50	3,00
CB=SB (3)	450,00	15,00	50	3 PV	5,00	2,00	3,00
SB (FLAT) (**)	360,00	12,00	TE=70 DE=50	4 PV (**)	5,00	TE=00 DE=2,00	3,00
CP=SP (3)	600,00	20,00	TE=70 1º AO 3º=50 DE=30	-	5,00	TE=00 1º AO 3º= 2,0 DE=4+(H/10)	ATÉ 4PV=3,0 DE= 4+(H/10)
SP (FLAT) (***)	600,00	15,00	TE=70 1º AO 3º=50 DE=30	≥5 PV	5,00	TE=00 1º AO 3º=2,00 DE=4+(H/10)	ATÉ 4º=3,0 DE= 4+(H/10)
IB (3)	600,00	20,00	50	2 PV	5,00	4,00	4,00
IPP (4)	360,00	12,00	50	2 PV	5,00	1,50	3,00

Fonte: Código de urbanismo da cidade de João Pessoa, julho de 2001.

O cenário criado reproduz uma situação de realidade que não demora a acontecer: a massa construtiva bloqueia boa parte da ventilação natural e a residência passa a ter deficiência de movimentos de ar dentro do lote, com base nisso, existe a probabilidade da iluminação natural também ficar comprometida conforme os prédios crescem, assim como a privacidade da residência (Figura 125). A insolação simulada na base obteve valor médio anual de 796,45 kwh/m<sup>2</sup>, contudo, a qualidade e temperatura do ar dentro desse cenário são desconhecidas.

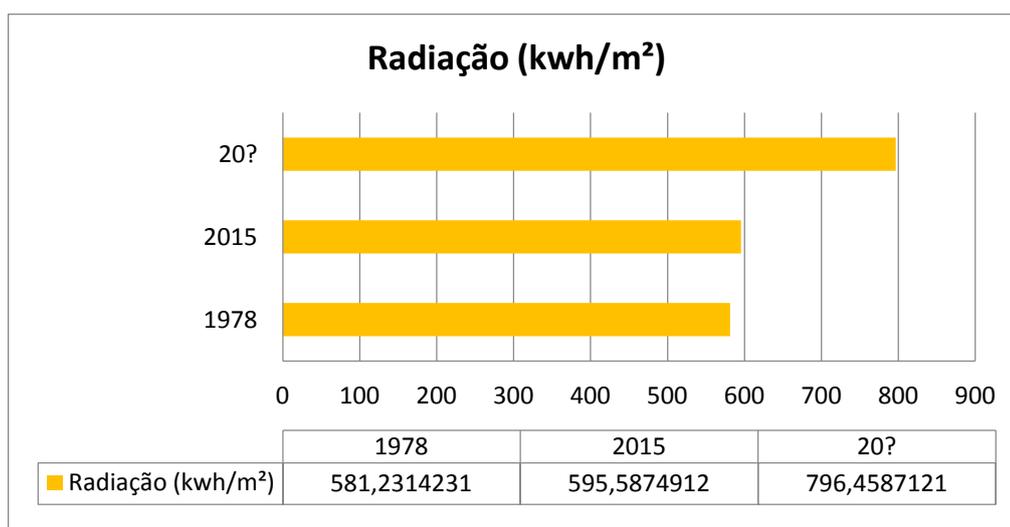
Figura 125: Ensaios computacionais no entorno da residência Edísio Souto em um cenário futuro.



Fonte: Modelado pela autora, 2015.

A seguir estão os resumos dos estudos de insolação da base do entorno da residência Edísio Souto (Gráfico 20) e da probabilidade de ventilação natural no local em diferentes cenários reconstruídos (Quadro 54).

Gráfico 20: Média anual de insolação das bases do entorno da residência Edísio Souto nos anos 1978, 2015 e um cenário futuro estimado.



Fonte: editado pela autora a partir da planilha CSV extraída do software Solar Analysis, 2015.

Quadro 54: Probabilidade de ventilação natural no entorno da residência Edísio Souto nos anos 1970, 2015 e em um cenário futuro estimado.

Ano estudado	Probabilidade de Ventilação natural no entorno
1970	*
2015	*
20?	*

LEGENDA	
*	Eficiente
*	Ineficiente

Fonte: editado pela autora, 2015

#### 4.3.6 Análise dos Resultados - Residência Edísio Souto

No estudo realizado por Araújo (2010), foram encontradas 37 residências modernas da década de 1970, as quais estavam centradas na preocupação do clima quente e úmido local, como também, assumiam partido arquitetônico ligado às características climáticas de João Pessoa. A casa projetada para Edísio Souto foi a

obra moderna selecionada por Araújo como o exemplar mais representativo dessas experiências na cidade.

A classificação adotada por Araújo para a residência Edísio Souto mostrou-se extremamente relevante. A casa foi projetada com estratégias bioclimáticas propícias e desempenhou um papel climático positivo durante a maioria das análises.

Nas avaliações do parâmetro bioclimático da FORMA, combinado como método de análise dessa pesquisa, percebeu-se que os arquitetos responsáveis pelo projeto, procuraram inserir a construção de acordo com a trajetória solar e a ventilação natural vinda do Sudeste. O arranjo volumétrico do conjunto arquitetônico abria espaço dentro do lote para a absorção da luz natural e os movimentos de ar. Com sua grande extensão de faces voltadas para as orientações de maior radiação, os resultados das superfícies expostas atingiram altos níveis, sobretudo a Oeste. No material analisado, plantas e cortes originais da residência, não se encontrou qualquer estratégia utilizada nessa frente para amenizar o efeito negativo causado pelo calor, além da possibilidade de ventilação cruzada.

No parâmetro bioclimático PELE, identificou-se que as aberturas e os protetores da casa auxiliavam no bloqueio da incidência direta da radiação solar e das chuvas, como também garantiam eficiência permanente para a passagem da iluminação e ventilação natural, trocas de ar nos espaços internos e controle da privacidade.

Visando a climatização natural da residência os arquitetos adaptaram a casa desde a orientação no terreno até o desenho das esquadrias. A análise do parâmetro bioclimático INTERIOR mostrou que os movimentos de ar dentro da construção proporcionavam ambientes fluidos com a livre circulação do ar, principalmente nos ambientes sociais. Também foi percebido que o setor íntimo, que corresponde às suítes da família, contava com ventilação proveniente do Nordeste, ou provavelmente, do shed erguido no alinhamento dos banheiros. No decorrer do estudo observou-se que esses ambientes foram adaptados com climatização artificial, como pode ser visualizado na Figura 126 a seguir. É possível identificar que as varandas dos quartos foram vedadas e aparelhos de ar condicionados foram instalados para a refrigeração dos quartos.

Figura 126: Soluções complementares no setor íntimo da residência Edísio Souto



Fonte: Araújo, 2010, editado pela autora, 2015.

No estudo do parâmetro ENTORNO, verificou-se como o comportamento climático da residência pode ter sido prejudicado pela intensa verticalização circunvizinha, que bloqueia parte da ventilação predominante e aumenta a deficiência de iluminação natural no interior da obra.

Uma observação que não pode deixar de ser mencionada nessa obra é a localização do lavabo da área social. Este se encontra enclausurado e desprovido de ventilação e iluminação natural, assim admite um significado muito mais plástico do que funcional dentro desse espaço.

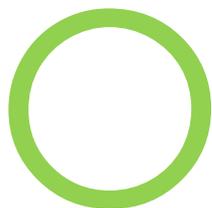
Por fim, conclui-se que a obra pode ser sim, destacada pela preocupação em aplicar conceitos e estratégias bioclimáticas em seu desenho. Caracterizando-se desta forma como uma obra moderna bioclimática. As qualidades de adaptação climática apontados por Araújo (2010) mostraram-se relevantes em todo o seu estudo, como pode ser visto no Quadro 55 a seguir.

Quadro 55: Comparativo das justificativas dos autores que mencionaram aspectos de adaptabilidade da Residência Edísio Souto com os resultados da análise

Autor	Justificativa	Resultado do Estudo
Araújo (2010)	<p>"A experiência moderna marcante deste projeto está relacionada ao controle climático, a partir de um esquema de implantação que favorece a entrada do vento e da iluminação natural. <b>Seu esquema de implantação em 'U' é um recurso favorável à distribuição do vento e da luz natural numa casa de configuração horizontal.</b> Os arquitetos decidiram pela utilização de elementos construtivos que assegurassem conforto térmico também no interior da construção: um jardim interno protegido por um pergolado situado entre o setor social e íntimo da casa; e um <i>shed</i> que acompanha o alinhamento de banheiros. A escolha de elementos deste tipo garante a ventilação cruzada". (p.132-133)</p>	<p><b>A justificativa dos autores é pertinente ao resultado das análises.</b></p>

Fonte: elaborado pela autora, 2015.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS



presente capítulo apresenta as conclusões apreendidas com a pesquisa. Em seguida, seguem as recomendações para trabalhos futuros que possam garantir a continuidade do estudo aqui realizado.

Objetivando analisar as estratégias bioclimáticas a partir de quatro critérios: FORMA, PELE, INTERIOR e ENTORNO, utilizados em obras modernas de João Pessoa, foi proposto nesta pesquisa o estudo do desempenho das adequações climáticas encontradas em três residências modernas produzidas entre os anos 1950 e 1980 na cidade. Os objetos de estudo foram delimitados com a escolha de um recorte temático e temporal baseado em quatro critérios principais. O segundo critério avaliativo norteou a seleção das residências: Cassiano Ribeiro Coutinho, Otacílio Vieira Campos e Edísio Souto, pois tinha a finalidade de separar as obras de acordo com as discussões acerca de adaptações ou inadequações climáticas ao meio, citadas em trabalhos acadêmicos.

Para este fim, a identificação, descrição de funcionamento e análise do desempenho climático das estratégias encontradas nas três residências modernas foram avaliadas. Deste modo, critérios bioclimáticos encontrados na literatura, sobretudo no trabalho de Romero (2001), auxiliaram e embasaram o desenvolvimento do método de análise utilizado, o qual se mostrou satisfatório às necessidades da pesquisa.

De forma a alcançar os objetivos do estudo, os modelos virtuais das residências e seus respectivos entornos foram recriados dentro do software BIM - Revit 2015 - e simulados com a ferramenta - Solar Analysis – ambos desenvolvidos pela Autodesk. Estes programas mostraram-se, de certa forma, de simples aprendizado, sendo possível sua inicialização por meio de tutoriais e fóruns na internet elaborados pelo fabricante. Entretanto, a utilização da simulação computacional como ferramenta de pesquisa requer do usuário certo conhecimento em programas computacionais

de desenho técnico, além de um bom equipamento computacional que suporte os programas, principalmente um bom processador.<sup>32</sup>

Com isso, após as análises das residências modernas, encontraram-se resultados coerentes, de maneira geral, com as respostas básicas que se esperavam de um projeto no Nordeste do Brasil. Comparando estes resultados com as análises de adaptabilidade mencionadas nas pesquisas acadêmicas, observou-se que a maioria dos autores reconhecem as soluções de caráter bioclimático encontradas nos projetos avaliados dentro dos seguintes aspectos fundamentais: preocupação de contextualizar o edifício com o ambiente e o entorno onde foram inseridos e definição da implantação de acordo com a trajetória solar e os ventos predominantes da região. Nestes aspectos, as justificativas citadas pelos pesquisadores mostraram-se coerentes aos resultados do estudo ora realizado.

Tratando-se da composição de elementos construtivos peculiares ao controle da incidência solar e captação da ventilação natural, como beirais generosos, varandas abrigadas, brises, elementos vazados, sheds, marquises, entre outros, a maioria dos autores afirmou equivocadamente que a presença dessas soluções nas residências caracterizava estratégias utilizadas para adaptação ao clima, porém, as análises mostraram que muitos dos artifícios usados nas casas eram ineficientes. Entretanto, a conclusão de Costa e Lima (2004) sobre o mau desempenho climático de uma das residências se revelou bem fundamentada e se corresponde com os resultados das análises.

As estratégias bioclimáticas avaliadas nas residências Cassiano Ribeiro Coutinho, de 1956, projetada pelo arquiteto Acácio Gil Borsoi e Edísio Souto, de 1978, desenhada pela dupla de arquitetos Amaro Muniz e Armando de Carvalho, notadamente, destacaram-se pela preocupação evidente de, por meio da plástica, integrar as construções à paisagem. Os arquitetos responsáveis por cada uma das duas obras trabalharam a arquitetura sempre com o cuidado de empregar elementos de ligação entre interior e exterior, como pátios internos, fachadas envidraçadas, elementos vazados e continuidade entre os espaços, que por sua vez beneficiavam

---

<sup>32</sup> Para a pesquisa utilizou-se de um processador AMD Athlon™II x4 640 – 3.00 Ghz com sistema operacional de 64bits.

as casas com iluminação natural, ventilação e uma grande permeabilidade visual entre os ambientes internos e externos.

Quanto às soluções para obtenção de ventilação natural utilizadas nessas residências, observou-se a preocupação na disposição de aberturas nas zonas de alta e baixa pressão. A diversidade de aberturas inseridas em todas as fachadas ocasionou numa maior permeabilidade do fluxo de ar, além do trabalho estratégico no projeto de esquadrias e elementos vazados que, apresentaram na maioria do tempo, bons sistemas de funcionamento.

Vale ressaltar que nem todas as soluções usadas mostraram-se apropriadas ou prestaram funcionamento satisfatório. Nos estudos da residência Otacílio Vieira Campos de 1966, projetada por Acácio Gil Borsoi, encontrou-se muitos fatores desfavoráveis quanto à adequabilidade climática, como o tipo de esquadrias, que interferiam no funcionamento da ventilação cruzada. Este edifício apresentou uma abordagem problemática desta estratégia, já que o arquiteto tomou a iniciativa de empregar esquadrias fixas em zonas de baixa pressão.

No que diz respeito ao aproveitamento da incidência solar, a decisão do arquiteto em usar medidas passivas de iluminação contribui para reduzir gastos energéticos do edifício ao longo do ano. Isso foi percebido na residência Cassiano Ribeiro Coutinho, por conter grande quantidade de aberturas capaz de facilitar a permeabilidade da luz solar. Entretanto, essas superfícies atingiram altos níveis de insolação, capazes de sobreaquecer os ambientes interiores. Na residência Otacílio Vieira Campos notou-se que este recurso foi muitas vezes subutilizado, ou utilizado de maneira equivocada, o que gerou problemas para o edifício.

As modificações do entorno construtivo podem afetar direta ou indiretamente no desempenho climático de uma construção. Isso foi percebido a partir das análises dos impactos proporcionados pelas transformações do entorno das residências, inseridos em cenários originais, atuais e de ocupação máxima estimada. Com base nesse estudo, foi possível identificar diferenças na distribuição da ventilação natural e nos níveis médios de insolação de base.

Para comprovar a distinção de estimativas do estudo bioclimático realizado nas três obras, foram expostos comparativamente no Quadro 56 os resultados da eficiência

climática das residências diante os quatro parâmetros avaliativos: FORMA, PELE, INTERIOR e ENTORNO.

A residência Cassiano Ribeiro Coutinho, do ano 1956, tem suas fachadas efetivamente bem orientadas, por possuírem em suas superfícies elementos que garantiam sua proteção contra a insolação incidente de suas aberturas. Quanto às superfícies expostas, seus protetores e aberturas não promoveram eficiência nas frentes Norte e Leste. Contudo, a casa obteve grande possibilidade de ventilação cruzada em seus espaços internos. As reconstruções virtuais de seu entorno mostraram-se eficientes na época de construção e nos dias atuais, devido à permeabilidade dos ventos ainda ser frequente no local, entretanto, num cenário futuro estimado resultou-se pouco eficiente.

As fachadas Norte e Sul da residência Otacílio Vieira Campos, projetada em 1966, mostraram-se bem orientadas devido suas faces estarem protegidas da insolação e voltadas para a captação de ventilação predominante. A fachada Leste possuía muitas superfícies expostas e sem bloqueadores solares. A fachada mais problemática da casa era a voltada para o poente. Continha muitas faces desprotegidas da insolação e com base nisso foi considerada ineficiente. Sobretudo, a maior ineficiência encontrada na construção foi referente ao aproveitamento de ventilação natural, apesar de o lote ser beneficiado com grandes movimentos de ar em seus três diferentes cenários.

As fachadas Sul e Leste da residência Edísio Souto, desenhada no ano de 1978, tem eficiente orientação, uma vez que promovem a proteção necessária contra a insolação e estão voltadas para os movimentos de ventilação natural que vem do Sudeste. Para o clima quente e úmido, característico da cidade de João Pessoa, a definição das esquadrias da casa mostrou ser o elemento de maior relevância dentro do conjunto arquitetônico estudado, pois garante proteção contra a insolação direta, como também permitem a passagem de correntes de ar. Contudo, em alguns casos, a ventilação pode ser comprometida devido à excessiva modificação ocorrida durante os cenários avaliados do entorno.

Quadro 56: Resultado das diferenças de estimativas de eficiência bioclimática nas três residências modernas analisadas.

Parâmetros Bioclimáticos	Elementos Constantes		Residência Cassiano Ribeiro Coutinho (1956)				Residência Otacílio Vieira Campos (1966)				Residência Edísio Souto (1978)				
			Norte	Sul	Leste	Oeste	Norte	Sul	Leste	Oeste	Norte	Sul	Leste	Oeste	
E D I F Í C I O	F O R M A	Orientação:	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
		Superfícies expostas:	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	P E L E	Aberturas e Elementos protetores da pele:	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
		I N T E R I O R	Ventilação:	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
U R B A N O	E N T O R N O		Influência da vegetação e Massa edificada	1970/1978	*				*				*		
		2015		*				*				*			
		20?		*				*				*			
RESULTADOS			FORMA	6*	2*	FORMA	4*	4*	FORMA	4*	4*				
			PELE	2*	2*	PELE	-	4*	PELE	4*	-				
			INTERIOR	4*	-	INTERIOR	-	4*	INTERIOR	3*	1*				
			ENTORNO	2*	1*	ENTORNO	3*	-	ENTORNO	1*	2*				

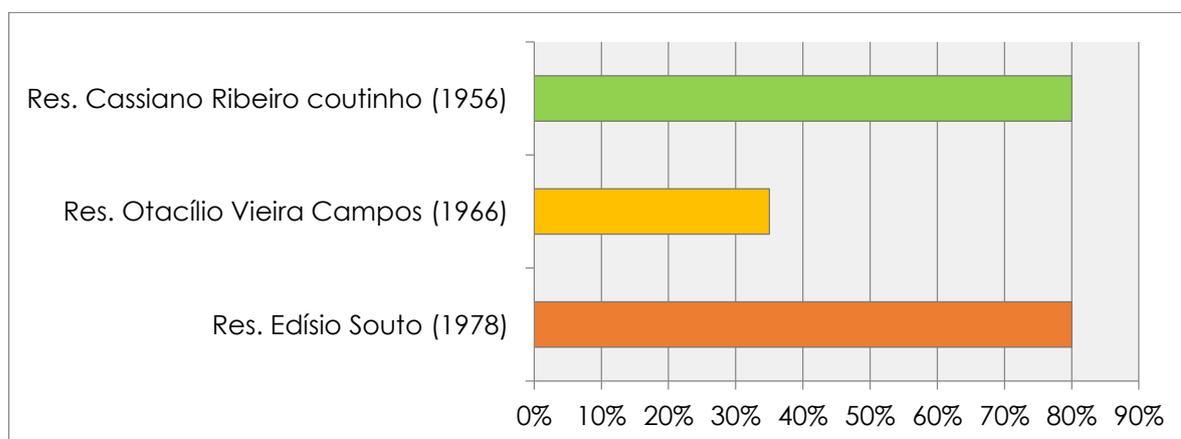
LEGENDA	
*	Eficiente
*	Ineficiente

Fonte: elaborado pela autora, 2015.

Resumidamente, no Quadro 56, concluiu-se que, dentro do estudo referente às três residências, no limite do edifício, uma construção bem orientada no lote em relação à exposição solar e à ventilação predominante terá eficiência se suas fachadas e aberturas promoverem proteção das faces expostas. Por sua vez, as aberturas serão eficientes se tiverem a possibilidade de gerar ventilação cruzada nos espaços internos e protegê-los da incidência solar. Destacando que, todo esse sistema de eficiência bioclimática ocorre com a predominância de ventilação natural, sendo este elemento o que garante grande relevância dentro de um contexto climático para a cidade de João Pessoa – PB e o clima quente e úmido.

No contexto urbano a construção adquire sua eficiência climática caso este não condicione obstáculos para a penetração de ventilação natural em seus espaços e não cause aumento da radiação de suas superfícies de base, provocado com a substituição de vegetação por embasamentos pavimentados. A obstrução dos movimentos de ar, causado sobretudo, pelas massas edificadas, compromete a eficiência dos elementos anteriores como orientação, superfícies expostas e aberturas. Tratando-se das aberturas, se não forem eficientes comprometem significativamente o estudo bioclimático dentro dos quatro parâmetros: FORMA, PELE, INTERIOR e ENTORNO. Deste modo, encontrou-se o resultado, ilustrado no Gráfico 21, do estudo bioclimático das três residências analisadas seguindo sua ordem de eficiência bioclimática em porcentagem média.

Gráfico 21: Percentual médio de eficiência bioclimática nas três residências analisadas.



Fonte: elaborado pela autora, 2015.

Os resultados obtidos com a simulação das três obras foram satisfatórios para o estudo aqui proposto, ainda que os arquitetos trabalhassem em seus projetos dentro de uma avaliação intuitiva com base no experimentalismo e não possuísem embasamento ou dados climáticos e de conforto ambiental para fundamentar suas decisões de projeto. Foi constatado que os elementos constantes, utilizados nas três residências, podem funcionar de maneira favorável ao clima tropical, sobretudo no clima quente e úmido, quando empregados de maneira adequada.

### Sugestões para trabalhos futuros

Os trabalhos futuros podem seguir estudando, com maior ênfase, o comportamento da ventilação e iluminação natural em diferentes tipologias da Arquitetura Moderna em João Pessoa, inclusive focando em outros aspectos importantes, como um estudo mais aprofundado dos mecanismos de controle da radiação solar no interior das obras.

Como possibilidades de aprofundamento desta pesquisa, as investigações futuras poderiam seguir uma metodologia experimental, com medições e levantamentos em campo, para obtenção de dados quantitativos mais detalhados e precisos, sobretudo para os resultados de ventilação natural.

Diante disso, este trabalho pode servir de base para um estudo mais completo e que considere o potencial das estratégias bioclimáticas presentes nos exemplares modernos, sejam eles em João Pessoa ou no Brasil.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, Isabel. **Um olhar sobre a obra de Acácio Gil Borsóí, 1953/1970**. Natal, 2004. Dissertação de Mestrado. PPGAU/UFRN.
- AMORIM, Luiz Manuel do Eirado. **Modernismo recifense: uma escola de arquitetura, três paradigmas e alguns paradoxos**. *Arquitextos* 012. 03. Periódico mensal de texto de arquitetura. São Paulo. Acesso em julho de 2014.
- ARAÚJO, Ricardo Ferreira de. **Arquitetura residencial em João Pessoa-PB: a experiência moderna nos anos 1970**. 2010. 301 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.
- ATTIA, S., L. BELTRAN, A.D. HERDE e J. HENSEN. **Architect Friendly: a comparison between two different building performance simulation tools**. *Building Simulation*, Glasgow, Scotland 2009.
- BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, C; BATISTA, J.O. (2003). **A utilização de capacitores de vento para aumentar a ventilação natural em espaços de sala de aula**. In: *Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído, 7, 2003, Curitiba. Anais... Curitiba: ANTAC*.
- BITTENCOURT, Leonardo. **Uso das cartas solares: diretrizes para arquitetos**. 4ª ed. rev. e ampl. EDUFAL, Maceió, 2004.
- BRUAND, Yves. **Arquitetura Contemporânea no Brasil**, 3ª edição, São Paulo: Editora Perspectiva, 2000.
- BROWN, G. Z. e DEKAY, M. **Sol, Vento e Luz: Estratégias para o projeto de Arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2004. 2ª. Edição.
- CAVALCANTI, Lauro. **Quando o Brasil era Moderno: guia de arquitetura, 1928-1960**. Rio de Janeiro: Aeroplano, 2001.
- CARBONNEAU, A. **Classification des systèmes de conduite**. In: *SYSTÈMES de conduite de la vigne et mécanisation*. Bordeaux: Office International de la Vigne et du Vin, 1989. p. 1-12.
- CARMO, Jairson Jairo Jr. **“CONSTRUIR FRONDOSO” - UMA HERANÇA ESQUECIDA? Avaliação Pós-Ocupação em habitações unifamiliares projetadas de 1976 a 2004 na Região Metropolitana do Recife, com base nas recomendações do “Roteiro para construir no Nordeste” de Armando de Holanda**. 2005. 322 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.
- CHAVES, Carolina Marques. **Casa (Moderna) Brasileira: Difusão da Arquitetura Moderna na cidade de João Pessoa (1950-60's)**. 2012. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, USP, 2012.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2009.

CORBELLA, Oscar; CORNER, Viviane. **Manual de arquitetura bioclimática tropical: para a redução de consumo energético**. Rio de Janeiro: Revan, 2011.

CORDEIRO, Aristóteles; TINEM, Nelci. **Residência Cassiano Ribeiro Coutinho: Características de uma residência moderna**. Na Urdidura da modernidade- Arquitetura Moderna na Paraíba I. João Pessoa: F&A, 2014.

CORREIA, T. **A noção de adaptabilidade ao meio no discurso modernista**. In: 6º Seminário DOCOMOMO Brasil. Anais. Niterói. Recuperado Agosto, 8, 2014, disponível em: <http://www.docomomo.org.br/seminario%206%20pdfs/Telma%20de%20Barros%20Correia.pdf>, 2005.

CORREIA, Telma de Barros. **“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/Universidade de São Paulo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo: São Paulo, V.16, N.25, p.138, Junho 2009.

COSTA, Carolina e LIMA, Raoni. Analisando uma casa moderna. In: **VI Seminário Docomomo Brasil**, 2005. Niterói (RJ). **Anais**.

DUARTE, Denise. SERRA, Geraldo. **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental. Correlações e proposta de um indicador**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 17-30, abr./jun. 2003.

DUARTE, Manuela de Luna Freire. **Comportamento microclimático urbano: Estudo de caso de um recorte urbano em João Pessoa – PB**. 210, 179pg. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

FICHER, Sylvia; ACAYABA, Marlene Milan. **Arquitetura moderna brasileira**. São Paulo: Projeto, 1982.

FONSECA, Ingrid; BARBOSA, Eliane; ALVAREZ, Adriana; PORTO, Maria Maia. **Arquitetura Moderna e conforto ambiental nos trópicos – diretrizes aplicáveis a casas de Lúcio Costa na Gávea, Rio de Janeiro**. In: 8º Seminário DOCOMOMO Brasil. Cidade Moderna e Contemporânea, Rio de Janeiro: 2009.

FROTA, Anésio Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico**, 2a ed., Livraria Nobel S.A., São Paulo, 2003.

GASPAR, João e LORENZO, Natália Turri. **Revit passo a passo – volume I**. ProBooks, São Paulo, 2015.

GIVONI, Baruch. **Comfort Climate Analysis and Building Design Guidelines**. Energy and Buildings, v. 18, n. 1, p. 11-23, 1992.

GIVONI, Baruch. **Man Climate and Architecture**. 2 ed. London, Applied Science. 483 p. 1976.

GOES, Renata H. de T. e B. de; SANTOS, E. T. **Compatibilização de projetos: comparação entre o BIM e o CAD2D**. In: TIC 2011 – ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5. 2011, Salvador. Anais eletrônicos. Salvador: FAUFBA, 2011.

GOMES, Geraldo. **“Marcos da Arquitetura Moderna em Pernambuco”**. In: Revista Projeto: edição especial. p: 19-27. 1988.

GONZALO Guillermo Enrique. **Manual de Arquitectura Bioclimática**, 2ª Edición, Ed. CP67. Bs. As, 2003.

GOODWIN, Philip L. **Construção brasileira arquitetura moderna e antiga**. Nova Iorque: MoMA, 1943.

GOULART, S. et al. **Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico**. Florianópolis: UFSC, 1994. Relatório interno 02/94 - NPC.

GOULART, S.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. **Dados Climáticos para Projeto e Avaliação Energética de Edificações para 14 cidades brasileiras**. Eletrobrás: Florianópolis, 1998.

GOUVEIA, Hugo Leonardo Vilela. **Indicadores de Desempenho de Projetos em Habitações de Interesse Social no Brasil**. Brasília: Dissertação de Mestrado, 2013.

HIGUERAS, Ester. **Urbanismo Bioclimático**. Barcelona, Gustavo Gili, 2006.

HOLANDA, Armando. **Roteiro para Construir no Nordeste**. Mestrado em Desenvolvimento Urbano. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1976.

IZARD, Jean- Louis; GUYOT, Alain. **Arquitectura Bioclimática**. Barcelona: Ed. G. Gilli, 1978.

KOENIGSBERGER, O. H.; INGERSOLL, T. G.; MAYHEW, Alan; SZOKOLAY, S. V. **Viviendas y edificios em zonas cálidas y tropicales**. Paraninfo, Madrid, 1977.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L., PEREIRA, F. **Eficiência Energética na Arquitetura**. UFSC/Procel/ Eletrobrás, São Paulo, 1998.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L., PEREIRA, F. **Eficiência Energética na Arquitetura**. UFSC/Procel/ Eletrobrás, 3ª ed. São Paulo, 2014.

LAMBERTS, Roberto. **Desempenho térmico de edificações**. 3ª ed. Laboratório de eficiência energética em edificações. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

LIMA, Daniele Abreu e. **Arquitetura moderna nos trópicos: exemplos de Pernambuco**. São Paulo, 2002. 288f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo.

LIMA, Pollyanna Priscila de Souza. **Aspectos Bioclimáticos na Arquitetura Moderna: Estudo da Ventilação e Iluminação Naturais na obra do Arquiteto Acácio Gil Borsoi na cidade de João Pessoa – PB**. João Pessoa: 2013. (Trabalho Final de Graduação – Arquitetura e Urbanismo/UNIPÊ).

LIMA, Raoni Venâncio dos Santos. **Modos projetuais de simulação: uso de ferramentas de simulação térmica no processo projetual de arquitetura**. Natal: 2012. Tese de Doutorado.

MARTINS, Paula Dieb. **Paisagem em movimento: as transformações na Avenida Epitácio Pessoa de 1980 a 2001** – João Pessoa, 2014. Dissertação (mestrado) – PPGAU – UFPB. 181f.

MASCARELLO, Vera Lúcia Dutra. **Princípios bioclimáticos e princípios de arquitetura moderna - evidências no edifício hospitalar**. 2005. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2005.

MASCARÓ, Lucia R. de. **Clima Arquitetura e Energia**, in SEMINÁRIO DE ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA, FURNAS, RJ, 1983. Trabalhos. São Paulo: CESP, 1985. (p.11-23)

MASCARÓ, Lúcia R. de. **Energia na edificação: estratégia para minimizar seu consumo**. São Paulo: Projeto, 1991.

MARAGNO, Gogliardo Vieira. **SOMBRA PROFUNDA Dimensión Estética y Repercusión Ambiental del Diseño de la Varanda en la Arquitectura Brasileña**. Tese (doutorado) – Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, 2010.

Mazrai, Edward. **El libro de la arquitectura bioclimática**. Barcelona: Gustavo Gili, 1980.

MINDLIN, Henrique Ephim. **Arquitetura Moderna no Brasil**. Rio de Janeiro: Aeroplano, 1999.

MOREIRA, Fernando Diniz. **Arquitetura moderna no norte e nordeste: uma estratégia de reconciliação**. In: MOREIRA, Fernando Diniz (Org.). *Arquitetura moderna no Norte e Nordeste do Brasil: universalidade e diversidade*. 1º ed. Recife-PE: FASA, 2007, v. p. 7-12.

NEVES, L. de O. **Arquitetura bioclimática e a obra de Severiano Porto: estratégias de ventilação natural**. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2006.

PEIXOTO, Afrânio. **Clima e saúde. Introdução bio-geográfica à civilização brasileira**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1938.

PEREIRA, Fúlvio Teixeira de Barros. **Difusão da Arquitetura Moderna na cidade de João Pessoa (1956-1974)**. São Carlos, 2008. Dissertação (mestrado) – PPGAU, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

PEREIRA, Michael; MONTEIRO, Diego; SILVA, Natieli; MOURA, Marcelo. **Avaliação quantitativa das precipitações diárias intensas na cidade de João Pessoa, Paraíba**. In: X Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. A Amazônia no cenário global do clima, Manaus-AM: 2012.

POLIÃO, Marco Vitruvio. **Da arquitetura**. São Paulo: Hucitec, 1999.

OLIVEIRA, A. C.; LEDER, Solange Maria. **Traçando o Perfil Climático a partir do TRY: definição de estratégias bioclimáticas para projetos de arquitetura em municípios paraibanos.** Cadernos do PROARQ (UFRJ), v. 20, p. 138-165, 2014.

OLGYAY, Victor. **Arquitectura y clima: manual de diseno bioclimático para arquitectos y urbanistas.** Barcelona: Gustavo Gili S.A., 1998.

RIVERO, Roberto. **Acondicionamento Térmico Natural: Arquitetura e Clima,** Ed. Da Universidade e Luzzato Ed. Ltda., Porto Alegre, 1986.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** São Paulo, ProEditores, 2000.

ROMERO et al. **Indicador de sustentabilidade dos espaços públicos urbanos – aspectos metodológicos e atributos das estruturas urbanas significantes das cidades planejadas.** In: Seminário A questão ambiental urbana: experiências e perspectivas. Brasília: Universidade de Brasília, NEUR/CEAM, 2004. Mesa redonda.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Arquitetura bioclimática do espaço público.** Brasília: UnB, 2001.

RORIZ, M. Base de dados climáticos. Disponível em: <<http://www.roriz.eng.br>>. Acesso em: out. 2014.

SCALCO, Veridiana A. ; PEREIRA, F. O. R. ; RIGATTI, Decio . **Método para a Avaliação da Iluminação Natural e Insolação em Estudos de Impacto de Vizinhança.** In: PLURIS - 4o Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável, 2010.

SERRA, María Tomé Javier. **Ruido y planeamiento urbano: El ruido em La ciudad gestión y control.** Madrid: Sociedad Española de Acustica, 1989.

SERRA, Rafael. **Arquitectura y climas.** Barcelona: Gustavo Gili, 1999.

SEGAWA, Hugo. **Arquiteturas no Brasil 1900-1909.** São Paulo: EDUSP, 1999.

SILVA, F. A. G. da. **O vento como ferramenta no desenho do ambiente construído: uma aplicação ao nordeste do Brasil.** 1999, 234 p. Tese (Doutorado em Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

SILVA, Paula Maciel; LUNA, Romena; LUCENA, Alex. **Metodologia para análise do desempenho térmico de edificações residenciais verticais em regiões de clima quente-úmido. Exemplos da arquitetura moderna de Pernambuco.** In: MOREIRA, Fernando Diniz (Org.). **Arquitetura moderna no Norte e Nordeste do Brasil: universalidade e diversidade.** 1º ed. Recife-PE: FASA, 2007, v. p. 279 -289.

SILVEIRA, Ana Lucia RC da; ROMERO, Marta A.B. **Indicadores de sustentabilidade urbana.** XI Encontro Nacional ANPUR. 2005.

SILVEIRA, Ana Lucia R. C. da; CRAVEIRO, Jaísse. **Análise da adequação bioclimática de edifícios modernos em Teresina-PI.** In: 8º Seminário DOCOMOMO Brasil. Cidade Moderna e Contemporânea, Rio de Janeiro: 2009.

SOBREIRA, Fabiano José Arcadio. **Concursos de arquitetura e sustentabilidade: entre a retórica e a prática. O enfoque ambiental nos concursos realizados no Brasil e no Canadá entre 2000 e 2007.** IV PROJETA 2009. Projeto como investigação: ensino, pesquisa e prática. FAU-UPM. São Paulo, out. 2009.

SOUZA, Vladimir Sobral. **Mapa Climático Urbano da cidade de João Pessoa.** 144 pg. 2010. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 2010.

SPADONI, Francisco. **A transição do Moderno: arquitetura brasileira nos anos 1970.** 2003. 295f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

TINEM, Nelci. **O alvo do olhar estrangeiro: o Brasil na historiografia da arquitetura moderna.** João Pessoa: Manufatura, 2002.

TINEM, Nelci, TAVARES, Lia, TAVARES, Marieta. **Arquitetura Moderna em João Pessoa. A memória moderna e local de um movimento Internacional.** In: 6º Seminário DOCOMOMO Brasil Moderno e Nacional: arquitetura e urbanismo, Rio de Janeiro: 2005.

XAVIER, Roberta. **Casas Modernas na Orla Marítima de João Pessoa 1960 a 1974.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, PPGAU/UFRN, 2011.

ZEIN, Ruth Verde; BASTOS, Maria Alice. **Brasil: arquiteturas após 1950. São Paulo: Perspectiva, 2011.**

## APÊNDICES