

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

O PAPEL DAS GALERIAS NO CONFORTO TÉRMICO NOS
ESPAÇOS DE USO PÚBLICO DA AVENIDA GUARARAPES NO
RECIFE-PE

Vívian Accioly Gomes

Maceió
2011

Vívian Accioly Gomes

**O PAPEL DAS GALERIAS NO CONFORTO TÉRMICO NOS ESPAÇOS DE USO
PÚBLICO DA AVENIDA GUARARAPES NO RECIFE-PE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Salazar Bittencourt

Maceió

2011

Catlogação na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

G633p Gomes, Vivian Accioly.
O papel das galerias no conforto térmico nos espaços de uso público na avenida Guararapes no Recife-PE / Vivian Accioly Gomes. – 2011.
112 f. : il. graf.

Orientador: Leonardo Salazar Bittencourt.
Dissertação (mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2011.

Bibliografia: f. [108]-112.

1. Galerias – Recife (PE) – Sombreamento. 2. Arquitetura e clima.
3. Conforto térmico. 4. Ventilação natural. I. Título.

CDU: 728.22(813.4)

aos meus dois grandes autores, amigos e amores: Martha e José Humberto.

AGRADECIMENTOS

Primeiro, gostaria de agradecer ao meu pai, José Humberto, pela força, pelo carinho e, especialmente, pela grande inspiração; desde a escolha da arquitetura como profissão, até os princípios de projeto vivenciados em suas construções.

Como também, às minhas três grandes mulheres, três poemas, três pilares nos quais me apoio e sustento todos os meus sonhos e ideais: minha super mãe, Martha, e minhas singulares irmãs, Clarissa e Beatriz.

Aos meus amigos e colegas, em especial, aos professores Geraldo Gomes, Leonardo Bittencourt e Walter Matias, pelos belos ensinamentos que me transformaram e enriqueceram a minha essência.

À Diretoria de Preservação do Patrimônio Construído da Secretaria de Cultura da Cidade do Recife, principalmente, à arquiteta Lourdes Nóbrega, a quem devo especial agradecimento pelas conversas que direcionaram esta pesquisa à Avenida Guararapes.

Por fim, agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas e a todos que contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento e a conclusão desta pesquisa. No mais, espero que usufruam deste trabalho e que, de alguma maneira, ele seja útil para vocês.

Boa leitura!

a arquitetura como construir portas de abrir; ou como construir o aberto;
construir, não comoilhar e prender, nem construir como fechar secretos;
construir portas abertas, em portas; casas exclusivamente portas e teto.
o arquiteto: o que abre para o homem (tudo se sanearia desde casas abertas)
portas por-onde, jamais portas-contra; por onde, livres: ar luz razão certa.

(João Cabral de Melo Neto)

RESUMO

As galerias configuram espaços de transição entre o exterior e interior do edifício capazes de promover uma adaptação gradual entre os diferentes ambientes térmicos e favorecer a sensação de conforto térmico dos usuários dos espaços externos. Em cidades de clima tropical quente-úmido, como o Recife, isso dependerá, entre outros fatores, do desempenho das galerias no bloqueio da radiação solar incidente sobre o passeio de pedestres. O objetivo deste trabalho é discutir o papel das galerias no conforto térmico nos espaços de uso público da Avenida Guararapes, no Recife. Para isto, foram realizadas simulações computacionais no programa *Ecotect 2010* a fim de avaliar o sombreamento produzido pelas galerias do conjunto arquitetônico da Avenida Guararapes no passeio de pedestres e o sombreamento do passeio de pedestres por uma galeria com a mesma secção transversal das galerias da Guararapes, em dezesseis orientações. As avaliações foram baseadas na análise do desempenho das galerias no que diz respeito ao sombreamento dos passeios de pedestres localizados na cidade do Recife (latitude 8°7'S). O desempenho das galerias da Avenida Guararapes foi avaliado em cinco horas do dia (8, 10, 12, 14 e 16h) e três períodos do ano (solstícios de verão e inverno e equinócios). Os resultados demonstraram a relevância da orientação e da disposição das galerias no conjunto, assim como, da sua configuração e dimensionamento, na eficácia do sombreamento do passeio. Nas horas do dia onde o sombreamento foi considerado mais necessário, 10, 12 e 14h, as galerias apresentaram-se mais eficazes, especialmente às 12h, quando as alturas solares no Recife estão mais próximas a 90°.

Palavras-chave: conforto térmico externo. espaços de transição. galerias.

ABSTRACT

The galleries shape transitional spaces between the exterior and interior of the building that can promote gradual adjustment between different thermal environments and provide a sense of thermal comfort for users of outdoor spaces. In cities with hot-humid tropical climate, such as Recife, this will depend, among other factors, on the performance of the galleries in blocking sunlight on the pedestrian walkway. The aim of this work is to discuss the role of galleries in providing thermal comfort in public spaces of Avenida Guararapes, in Recife. For this, computer simulations were done in the software Ecotect 2010 to evaluate the shading produced by the galleries of the architectural whole of Avenida Guararapes in the pedestrian walkway and the shadowing of the pedestrian walkway by a gallery with the same transversal section of the galleries of Guararapes in sixteen orientations. The evaluations were based on the analysis of the performance of the galleries in relation to shading the pedestrians sidewalks located in the city of Recife (latitude 8°7'S). The performance of the galleries of Avenida Guararapes was evaluated in five hours of the day (8, 10, 12, 14 e 16h) and three periods of the year (summer and winter solstice and equinoxes). The results demonstrated the importance of orientation and layout of the galleries on the whole, as well as its configuration and dimensions in the effectiveness of shading in walkway. The hours of the day the shadow was considered more appropriate, 10, 12 and 14h, the galleries were more effective, especially at 12, when the solar heights in Recife are closer to 90°.

Keywords: outdoors thermal comfort. transitional spaces. galleries.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Desenho 2.2.8 – Vento vindo do nordeste.	52
Desenho 2.2.9 – Vento vindo do leste.	52
Desenho 2.2.10 – Vento vindo do sudeste.	52
Desenho 2.2.11 – Vento vindo do sul.	52
Desenho 2.2.14 – Secções representativas dos modelos da galeria da Avenida Guararapes.	59
Desenho 2.3.1 – Estudo do dimensionamento da galeria para uma cidade italiana.	68
Desenho 2.3.2 – Estudo realizado nas galerias do Reino Unido.	69
Desenho 3.2.1 – Modelo tridimensional da avenida e entorno.	74
Desenho 3.2.2 – Planta baixa da Avenida Guararapes, Recife, Brasil.	75
Desenho 3.2.3 – Corte transversal da Avenida Guararapes.	76
Desenho 3.2.4 – Dimensões da galeria.	78
Desenho 3.2.5 – Modelo da galeria utilizado.	78
Desenho 4.1.23 – Sombreamento no conjunto às 8h no verão	85
Desenho 4.1.24 – Sombreamento no conjunto às 8h no inverno	86
Desenho 4.1.25 – Sombreamento no conjunto às 12h nos equinócios	86
Desenho 4.1.26 – Sombreamento no conjunto às 12h no inverno	87
Desenho 4.1.27 – Sombreamento no conjunto às 14h no verão	87
Desenho 4.1.28 – Sombreamento no conjunto às 14h nos equinócios	88
Esquema 2.1.3 – Efeitos da galeria no passeio de pedestres.	26
Figura 1.1 – Alpendre da casa-grande do Engenho Camarão, Pernambuco.	
Figura 1.2 – Alpendre da casa-grande do Engenho São José, Pernambuco.	
Figura 1.3 – Residência Nilo Coelho do arquiteto Armando de Holanda, Pernambuco.	
Figura 1.4 – Aeroporto dos Guararapes do arquiteto Artur Mesquita.	

Figura 2.1.32 – Bairro de Santo Antônio, Recife, Brasil.	41
Figura 2.1.33 – Avenida Guararapes, Bairro de Santo Antônio, Recife, Brasil.	41
Figura 2.2.1 – Mapa do Brasil.	44
Figura 2.2.2 – Localização do Recife.	44
Figura 2.2.3 – Dados de temperatura para a cidade do Recife.	46
Figura 2.2.4 – Dados de radiação solar para a cidade do Recife.	46
Figura 2.2.12 – Efeitos aerodinâmicos do vento: pilotis, Venturi e de esquina.	54
Figura 2.2.13 – Efeitos aerodinâmicos do vento, barreira e de canalização.	55
Figura 2.3.3 – Galeria da Plaza Real, Barcelona, Espanha.	70
Figura 3.1.1 – Plataforma do programa Ecotect 2010.	73
Figura 3.1.2 – Modelo do conjunto no programa Ecotect 2010.	73
Figura 4.1.1 – Lado NNE às 8h no verão	80
Figura 4.1.2 – Lado NNE às 14h no verão	80
Figura 4.1.3 – Lado NNE às 8h no inverno	80
Figura 4.1.4 – Lado NNE às 10h no inverno	80
Figura 4.1.5 – Lado NNE às 14h no inverno	81
Figura 4.1.6 – Lado NNE às 16h no inverno	81
Figura 4.1.7 – Lado NNE às 8h nos equinócios	82
Figura 4.1.8 – Lado NNE às 10h nos equinócios	82
Figura 4.1.9 – Lado NNE às 14h nos equinócios	82
Figura 4.1.10 – Lado NNE às 16h nos equinócios	82
Figura 4.1.11 – Lado SSO às 8h no verão	83
Figura 4.1.12 – Lado SSO às 10h no verão	83
Figura 4.1.13 – Lado SSO às 14h no verão	83
Figura 4.1.14 – Lado SSO às 16h no verão	83
Figura 4.1.15 – Lado SSO às 8h no inverno	83
Figura 4.1.16 – Lado SSO às 12h no inverno	83
Figura 4.1.17 – Lado SSO às 14h no inverno	84
Figura 4.1.18 – Lado SSO às 16h no inverno	84

Figura 4.1.19 – Lado SSO às 8h nos equinócios	85
Figura 4.1.20 – Lado SSO às 12h nos equinócios	85
Figura 4.1.21 – Lado SSO às 14h nos equinócios	85
Figura 4.1.22 – Lado SSO às 16h nos equinócios	85
Figura 4.1.29 – Lado SSO da avenida às 12h no inverno	89
Figura 4.1.34 – Indicação das figuras 3.31 e 3.32	90
Figura 4.2.1 – Representação do sombreamento do passeio pela galeria nas orientações norte, norte-nordeste, nordeste e leste-nordeste.	93
Figura 4.2.2 – Representação do sombreamento do passeio pela galeria nas orientações leste, leste-sudeste, sudeste e sul-sudeste.	94
Figura 4.2.3 – Representação do sombreamento do passeio pela galeria nas orientações sul, sul-sudoeste, sudoeste e oeste-sudoeste.	95
Figura 4.2.4 – Representação do sombreamento do passeio pela galeria nas orientações oeste, oeste-noroeste, noroeste e norte-noroeste.	96
Figura 4.3.1 – Situações com ângulos verticais menores que 70° às 10h, 12h e 14h.	99
Figura 4.3.2 – Possibilidades de configuração da galeria para um ângulo solar vertical de 50°.	100
Figura 4.3.3 – Relação entre a distância e a altura dos prédios vizinhos e o sombreamento do passeio pelas galerias.	101
Figura 4.3.4 – Largura da via x altura do prédio x configuração da galeria.	102
Figura 4.3.5 – Estratégia bioclimática para o desenho urbano combinando a ventilação e o sombreamento dos espaços urbanos.	104
Foto 2.1.4 – Piazza San Marco. Veneza, Itália.	26
Foto 2.1.5 – Piazza Rialto, Veneza, Itália.	27
Foto 2.1.8 – Piazza San Carlo, Turim, Itália.	28
Foto 2.1.9 – Verona, Itália.	29
Fotos 2.1.10, 2.1.11 e 2.1.12 – Plaza Real, Madri, Espanha.	30
Foto 2.1.13 – La Habana Vieja, Havana, Cuba, século XXI.	31
Foto 2.1.14 – Via Pó, Turim, Itália.	32
Foto 2.1.15 – Via Pó, Turim, Itália.	32
Foto 2.1.18 – Passage Jouffroy, Paris, França.	34
Foto 2.1.19 – Galleria Vittorio Emanuele II, Milão, Itália.	35

Foto 2.1.20 – Convent Garden Market, Londres, Inglaterra.	35
Foto 2.1.21 – Galería Pacífico, Buenos Aires, Argentina.	36
Foto 2.1.22 e 2.1.23 – Galerias na Convent Garden e Newgate, Inglaterra.	37
Foto 2.1.24 e 2.1.25 – Galeria na Weesperstraat, Holanda.	37
Foto 2.1.26 e 2.1.27 – Galerias na Leipziger e Postdamer Straße, Alemanha.	38
Fotos 2.1.28 e 2.1.29 – Galerias na Friedrichstraße e Eichhomstraße, Berlim, Alemanha.	38
Foto 2.1.30 – Hipólito Yrigoyen, Buenos Aires, Argentina.	39
2.1.31 – Hipólito Yrigoyen, Buenos Aires, Argentina.	40
Foto 2.1.34 – Edifícios da Avenida Guararapes, Recife, Brasil.	42
Foto 2.1.35 – Fachadas dos edifícios da Guararapes, Recife, Brasil.	43
Foto 2.1.36 – Galeria da Avenida Guararapes, Recife, Brasil.	43
Foto 4.1.30 – Galeria do bloco da esquina com a Rua do Sol no lado SSO da Guararapes às 12h no inverno.	89
Foto 4.1.29 – Lado SSO da avenida às 12h no inverno	89
Foto 4.1.31 – Bloco central do lado da avenida às 14h no inverno.	89
Foto 4.1.32 – Lateral da galeria do bloco central do lado NNE da NNE Guararapes às 14h no inverno.	89
Foto 4.1.33 – Uso de guarda-sol pelo engraxate no bloco central da avenida às 14h no inverno.	90
Gráfico 2.2.5 – Média mensal da velocidade do vento em diferentes horas do dia.	47
Gráfico 2.2.15 – Média das iluminâncias no plano de trabalho do ambiente adjacente à galeria.	59
Imagem 2.1.1 – Avenida Guararapes.	25
Imagem 2.1.2 – Avenida Guararapes.	25
Imagem 2.1.6 – Gattinara, Itália, séc. XVII.	27
Imagem 2.1.7 – Bolonha, Itália, séc. XVII.	28
Imagem 2.1.16 – Rue de Rivoli, Paris, França.	33
Imagem 2.1.17 – Rue de Rivoli, Paris, França.	33

Quadro 2.2.6 – Freqüência e direção dos ventos no verão e inverno para a cidade do Recife.	48
Quadro 2.2.7 – Freqüência e direção dos ventos no outono e primavera para a cidade do Recife.	49
Quadro 3.2.6 – Resumo das temperaturas máximas e da intensidade da radiação solar.	78
Tabela 3.2.7 – Classificação do grau de eficácia das galerias.	79

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. REVISÃO DE LITERATURA	24
2.1 Galerias da Avenida Guararapes	24
<u>2.1.1 Definição e contexto histórico</u>	<u>25</u>
<u>2.1.2 Avenida Guararapes</u>	<u>40</u>
2.2 Clima da cidade do Recife	44
<u>2.2.1 Contexto climático da cidade do Recife</u>	<u>46</u>
<u>2.2.2 O microclima do sítio</u>	<u>51</u>
<u>2.2.3 Estratégias bioclimáticas para o desenho urbano</u>	<u>53</u>
<u>2.2.4 Espaços de transição</u>	<u>57</u>
2.3 Conforto térmico nos espaços externos	41
<u>2.3.1 Conforto térmico humano</u>	<u>41</u>
<u>2.3.2 Avaliação do conforto térmico externo</u>	<u>45</u>
2. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS	71
2.1 Procedimentos metodológicos	50
<i>2.1.1 Geometria da Insolação</i>	<i>51</i>
<i>2.1.2 Simulação computacional</i>	<i>51</i>
2.2 Simulação computacional	53
<i>2.2.1 Simulação computacional do sombreamento produzido pelas galerias do conjunto da Guararapes</i>	<i>53</i>
<i>2.2.2 Simulação computacional do sombreamento produzido pelas galerias em diferentes orientações</i>	<i>56</i>
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	80
3.1 Resultados da avaliação do sombreamento produzido pelas galerias do conjunto da Guararapes	60

3.1.1 <i>Considerações sobre o conjunto</i>	69
3.2 Resultados da avaliação do sombreamento produzido pelas galerias em diferentes orientações	72
3.2.1 <i>Considerações sobre a galeria</i>	77
3.3 Dimensionamento da galeria para a cidade do Recife	78
4. CONCLUSÃO	105
REFERÊNCIAS	92

1 INTRODUÇÃO

O clima como um dos condicionantes da forma e da diversidade do espaço habitado, irá influenciar a arquitetura a depender do grau de tensão térmica imposto aos indivíduos pelo ambiente natural (VILLAS BOAS, 1985). Em *Arquitetura Contemporânea no Brasil* (2003) afirma-se a relevância do clima na arquitetura. Segundo Bruand (2003, p. 12), “sem dúvida alguma, o clima foi o fator físico que mais influenciou a arquitetura brasileira”.

No Recife, uma geração de arquitetos modernistas, tiravam partido das especificidades climáticas da região para produzir uma arquitetura. Em 1984 acontecia no Recife, o primeiro seminário nacional sobre arquitetura nos trópicos.

[...] uma oportunidade para se refletir sobre a influência cultural da terra, do clima, do controle ambiental, na formação de concepções e processos construtivos brasileiros, onde a harmonia entre o uso e o custo com a realidade dos trópicos é uma constante. (FREYRE, F., 1985, p. 5).

Sobre *Arquitetura, Sociedade e Cultura nos Trópicos*, Gilberto Freyre, aponta a germinal casa-grande rural brasileira (figura 1.1 e 1.2) como um possível modelo clássico da arquitetura produzida no Brasil, em função de apresentar-se e manter-se como um padrão de arquitetura residencial, sobretudo, pela constância de suas ligações com espaços tropicais como o brasileiro. Às vezes ao redor de toda a casa, servindo como um dispositivo de sombreamento, “[...] alpendre ou varanda estão entre suas permanências de caráter ecológico ou situacional.” (FREYRE, G., 1985, p. 16).

Figura 1.1 – Alpendre da casa-grande do Engenho Camarão, Pernambuco, 1994.



Fonte: Gomes, 2006, p. 346.

Figura 1.2 – Alpendre da casa-grande do Engenho São José, Pernambuco, 1998.



Fonte: Gomes, 2006, p. 354.

Situado em quase toda a sua totalidade entre o Equador e o Trópico de Capricórnio, o Brasil possui um clima com temperaturas elevadas durante praticamente todo o ano, especialmente no verão. O que requer dos arquitetos soluções de projeto que contemplem o controle do calor e do excesso de luminosidade provenientes da intensa radiação solar.

Desde o período colonial, e durante todo século XIX, ainda com a introdução do estilo neoclássico, as ruas estreitas compostas por casas com grande beirais e generosas varandas, atendiam os requisitos do clima no que diz respeito ao sombreamento dos espaços. No desenho do lote urbano colonial, a residência era construída sobre o alinhamento da via pública e as grandes galerias constituídas de arcadas e pórticos, utilizadas com frequência pelos arquitetos neoclássicos, também adaptavam-se à função protetora da varanda e dos grande beirais (BRUAND, 2003).

Segundo Geraldo Gomes, as varandas são o exemplo mais expressivo da arquitetura tropical brasileira:

[...] nela se manifesta a arquitetura extrovertida como é o homem tropical e a plástica dos exteriores dos edificios passa a se justificar com um fim em si, pois é na rua que o homem vive boa parte do seu tempo. (GOMES, 1985, p. 128).

No século XX, o desenho urbano colonial é suplantado pela implantação das casas com recuo lateral em um dos lados ou mesmo situadas no centro do lote. Contudo, o uso das varandas permaneceu na arquitetura das casas, dando continuidade à tradição local até o advento da arquitetura moderna e as teorias de Le Corbusier com princípios totalmente opostos à arquitetura tradicional. Entretanto, a aplicação desses princípios num país de clima quente como o Brasil, exigia uma adaptação ao ambiente natural dos trópicos com o uso de dispositivos capazes de controlar a insolação e o calor excessivos. Como foi o caso do “brise-soleil” idealizado por Le Corbusier no projeto urbanístico de Argel (1930-1934) e “[...] cuja aplicação prática e definição final devem ser atribuídas aos arquitetos brasileiros.” (BRUAND, 2003, p. 12).

Diz Bruand (2003, p. 145), que Pernambuco foi o principal centro de atividades do país na época colonial e que conserva até hoje as mais ricas realizações arquitetônicas desta época, apresentou um movimento mais atuante no Nordeste, no sentido de oferecer “[...] um terreno especialmente bem adaptado para a

implantação de uma arquitetura contemporânea que não renegasse os vínculos evidentes com o passado.”

O mesmo autor apresenta o breve movimento que desenvolveu-se no Recife, de 1934 a 1937, pelo arquiteto Luis Nunes – que incorporara os princípios enunciados pelo movimento moderno através “de uma síntese entre o caráter universal dos princípios básicos e a expressão regional que lhes podia ser conferida” (BRUAND, 2003, p. 79). A renovação da arquitetura no Recife ocorreu de fato, somente após 1950, com a formação de uma geração de jovens arquitetos locais, entre eles Acácio Gil Borsoi e Delfim Amorim, que tomaram emprestados da tradição luso-brasileira elementos como os telhados de telhas-canal com grandes beirais, as venezianas e muxarabis, as varandas e galerias de circulação externa e os revestimentos de azulejos; ora retomados sem alteração, ora “[...] incorporados à construções de linhas modernas, numa síntese audaciosa e delicada.” (BRUAND, 2003, p. 148).

Neste contexto, e como um exemplar urbano da arquitetura moderna no Recife, surge a Avenida Guararapes. A Avenida Guararapes é o resultado final de sucessivos planos formulados entre as décadas de 1920 e 1950, que tinham como principal intenção modernizar o antigo centro do Recife a partir de um conjunto monumental de edifícios e uma avenida de tráfego fluido e veloz de automóveis. Os vinte prédios que fazem parte do conjunto conformam uma monumentalidade de grande efeito estético reforçada pelo escalonamento da avenida e pela delimitação do espaço de uso público através da arquitetura das galerias (DINIZ, 2004; SILVA, 2001).

Os parâmetros arquitetônicos que configuram o conjunto urbano foram definidos pela legislação de 1937 e, segundo Diniz (2004), tem muita semelhança com os estabelecidos por Agache para o Rio de Janeiro. A legislação exigia que os edifícios tivessem uma altura máxima de oito pavimentos e recuos nos pavimentos superiores. No nível dos pedestres, determinava a profundidade de cinco metros para os passeios cobertos pela projeção dos edifícios. Esses passeios cobertos, as galerias, deveriam ter uma altura correspondente a um pavimento de lojas no nível térreo mais um mezanino. Estabelecia-se também o alinhamento das fachadas, a uniformidade volumétrica dos edifícios e a regularidade das alturas.

Os edifícios da Avenida Guararapes foram projetados por engenheiros e arquitetos locais como Heitor Maia Filho e Hugo Marques que, apesar de não serem

conhecidos nacionalmente, projetaram exemplares significativos do que pode-se aqui chamar de “arquitetura moderna pernambucana”. A maioria dos arquitetos e engenheiros dos edifícios da Guararapes, vinham da Escola de Belas Artes, e a tradição da escola persiste na arquitetura dos prédios através da conciliação da estética moderna brasileira com o classicismo (DINIZ, 2004). Naquele momento, os prédios da avenida era os mais altos e mais modernos da cidade e usavam recursos técnicos avançados como o sistema estrutural em concreto.

O alinhamento dos edifícios, a unidade do conjunto e o tratamento das fachadas contribuíram para conferir expressividade e valor simbólico ao conjunto urbano da Avenida Guararapes. Pequenas varandas, brises e galerias compõem um cenário que nas palavras de Diniz (2004, p. 384) representa “[...] uma cidade moderna que retém na escala do pedestre as qualidades de uma cidade tradicional.”

Foi no modelo da cidade tradicional europeia, que as galerias foram amplamente utilizadas, remetendo a qualidade de abrigo aos espaços de uso público adjacentes às edificações. Nos países da América Latina, primeiramente, seu uso foi introduzido durante a colonização espanhola pelo rei Felipe II através da primeira lei urbanística moderna (BENEVOLO, 2001). Posteriormente, no início do século XX, elas aparecem com as intervenções urbanas implantadas por arquitetos franceses na modernização das capitais de países como Argentina e Cuba.

No Brasil, e especificamente, no Recife, as galerias surgiram na Avenida Guararapes, sob a influência das idéias do urbanista francês Alfred Agache nas reformas urbanas ocorridas na década de 1950, nas quais defendia o urbanismo baseado no modelo tradicional das cidades europeias.

A coincidência da implantação da Avenida Guararapes, com seus espaços de uso público protegidos dos excessos do clima tropical – calor, luz e chuvas – pelas galerias, ao longo dos 225 metros de extensão, com o período em que uma geração de arquitetos pernambucanos elaboravam estratégias de adaptação de uma nova arquitetura ao ambiente natural e cultural do Nordeste, despertou a curiosidade de analisar, através desta pesquisa, o papel das galerias da Avenida Guararapes no conforto térmico desses espaços nos Trópicos.

Em 1976, o livro “Roteiro para se construir no Nordeste” escrito pelo professor da Universidade Federal de Pernambuco, Armando de Holanda, e editado pelo

Programa de Mestrado em Desenvolvimento Urbano (MDU) da UFPE, foi publicado trazendo uma série de princípios arquitetônicos para uma arquitetura adaptada ao clima e ao homem do nordeste.

O primeiro princípio exposto pelo arquiteto em seu livro é o de “criar uma sombra”:

Começamos por uma ampla sombra, por um abrigo protetor do sol e das chuvas tropicais; por uma sombra aberta, onde a brisa penetre e circule livremente, retirando o calor e a umidade; por uma sombra amena, lançando mão de uma cobertura ventilada, que reflita e isole a radiação do sol [...] (HOLANDA, 2010, p. 7)

O controle dos elementos citados por Armando de Holanda, pelos quais justifica-se a criação de uma sombra “por um abrigo protetor do sol e das chuvas”, é fundamental para a sensação de conforto térmico nos espaços externos em cidades de clima tropical quente-úmido como o Recife (figuras 1.3 e 1.4).

Segundo Gomes (1985), baseado no texto de Graeff (1960) sobre a arquitetura brasileira, em regiões onde o clima é ameno, “[...] o desejável seria a vida, se não ao ar livre, pelo menos em abrigos ligeiros ou em lugares que não seriam mais espaço interno embora não o fossem ainda, externos.” (GOMES, 1985, p. 128). Ainda de acordo com ele, esses espaços de transição seriam “a essência da arquitetura do sol, tropical”, como a do Brasil.

Figura 1.3 – Residência Nilo Coelho do arquiteto Armando de Holanda, Pernambuco, 1960.



Fonte: Amorim, 2007, p. 154.

Figura 1.4 – Aeroporto dos Guararapes do arquiteto Artur Mesquita, 1958.



Fonte: Amorim, 2007, p. 120.

Ao mesmo tempo em que o conforto térmico nos espaços externos é muito importante para a qualidade e o uso dos espaços urbanos, especialmente em cidades de clima tropical quente-úmido, onde o clima é mais ameno e favorável à vida ao ar livre, os estudos sobre o conforto térmico, geralmente, voltam-se para os ambientes internos dos edifícios (CHUN et. al., 2004).

Na avaliação da sensação de conforto térmico, por exemplo, o ambiente urbano no qual se inserem as galerias, apresenta-se muito mais complexo, devido às variações temporais e espaciais que o envolvem. O que torna relevante, as respostas comportamentais e psicológicas do usuário que, como agente ativo, é capaz de interagir com o ambiente, modificando-o ou modificando a si mesmo para adaptar-se a ele. De acordo com alguns autores, uma maior diversidade de ambientes térmicos no espaço urbano, pode favorecer a uma maior possibilidade de adaptação dos usuários aos espaços externos (KWORK; RAJKOVICH, 2010; NIKOLOPOULOU; SLYKLOUDIS, 2005).

Neste sentido, o desenho urbano desempenha um importante papel no conforto térmico externo. A arquitetura dos espaços urbanos pode ser pensada a fim de promover a proteção dos aspectos negativos e a exposição aos aspectos positivos do clima (NIKOLOPOULOU; STEEMERS, 2003). Mas principalmente, com o objetivo de criar fronteiras onde a variação térmica ocorra dentro de um intervalo que as pessoas possam tolerar, e uma variedade de características espaciais que favoreçam à diversidade de condições térmicas onde os usuários, dependendo da disposição individual, possam encontrar a sua condição ideal de conforto (AHMED, 2003; WALTON et. al., 2006).

Uma das formas de alcançar essa diversidade ambiental urbana, segundo Potvin (1997), é a continuidade espacial entre o edifício e a rua, através dos espaços de transição citados anteriormente, que favorece à adaptação progressiva a um novo ambiente. A galeria, aqui definida como uma passagem coberta para pedestres que se estende adjacente à parede externa do edifício, configura um espaço de transição entre o exterior e o interior do edifício. E, ainda segundo Potvin (1997 p. 78), “pode ser descrita como um espaço urbano bioclimático genuíno que estimula a interação dinâmica entre os usuários e o ambiente térmico variável”.

Dessi (2007), reafirma a função bioclimática das galerias que, como um espaço aberto, é ventilado naturalmente e, como espaço coberto, é protegido da radiação

solar e das precipitações. Em cidades de clima tropical quente-úmido, como o Recife, a ventilação natural e a proteção contra o sol e as chuvas tropicais são as principais estratégias bioclimáticas para a obtenção do conforto térmico. Sendo o primeiro recurso, o de maior prioridade no desenho urbano, preferindo-se orientar as ruas na direção dos ventos dominantes e dimensioná-las com o intuito de induzir o movimento do ar no nível dos pedestres. O sombreamento e a proteção contra as chuvas pode ser promovido através da utilização de recursos arquitetônicos, como as galerias, marquises e toldos, por exemplo (CORBELLA, 2008; BUSTOS ROMERO, 2001).

Apesar da importância bioclimática das galerias como espaços urbanos adjacentes aos edifícios abrigados das intempéries e favoráveis à vida ao ar livre nos Trópicos, no Brasil são raros os exemplos de conjuntos arquitetônicos que possuem as galerias no térreo dos edifícios ao longo de toda a extensão da via. Entre eles, está a Avenida Guararapes no Recife.

Recife é uma cidade litorânea de baixa latitude ($8^{\circ}7'S$) com temperatura média anual de $26^{\circ}C$ chegando a uma máxima temperatura de $31.4^{\circ}C$ em novembro. O período de temperatura mais alta é entre 12h e 14h. A umidade relativa oscila diariamente durante praticamente todo o ano, alcançado 100% nos meses mais chuvosos compreendidos entre março e agosto (BITTENCOURT, 1993).

A relevância desta pesquisa se justifica tanto pela ausência de estudos sobre a função bioclimática das galerias em ambientes tropicais, como pela relevância histórica e simbólica do conjunto da Guararapes e pelo papel que os espaços configurados pelas galerias desempenham na vida urbana do conjunto. Atualmente, ao mesmo tempo em que muitos edifícios da Guararapes estão subutilizados, o passeio de pedestres congrega diferentes atividades de comércio e de serviços, assim como a locação de mobiliário urbano como parada de ônibus. Uma das curiosidades da avenida é a concentração de um número considerável de pontos de engraxates situados em sua maioria no lado norte-nordeste.

A revolução industrial e os avanços tecnológicos sucessivos desencadearam uma série de efeitos que atingiram direta e indiretamente a configuração, o uso e a qualidade dos espaços urbanos. A mecanização do movimento e a especulação imobiliária implicou uma interiorização dos espaços de uso público, também apoiada pela possibilidade de climatização artificial dos ambientes através da mecanização

da arquitetura dos edifícios. Como consequência, o grau de diversidade do ambiente urbano e arquitetônico foi reduzido, estabelecendo-se uma barreira entre o exterior e o interior e aumentando o contraste térmico entre as condições naturais externas e o ambiente interno climatizado por meios artificiais.

O presente estudo destaca a importância dos espaços de transição como os configurados pelas galerias da Avenida Guararapes, ou por grandes balanços sobre o passeio de pedestres, no conforto térmico dos espaços externos de uso público adjacentes às edificações, no ambiente tropical. Pois, a satisfação térmica nesses espaços certamente irá contribuir para uma menor expectativa de conforto térmico na transição entre o exterior e o interior dos edifícios, o que interfere diretamente na demanda de energia elétrica e na eficiência energética da edificação.

Gomes (2005), quando argumenta sobre o alpendre (ou varanda) da casa-grande dos engenhos pernambucanos, aponta a possibilidade da função bioclimática deste elemento justificar a sua existência. Ressalta porém que, se na maioria das vezes o alpendre se dispõe igualmente com as mesmas dimensões (altura e profundidade) em diferentes fachadas e diferentes orientações, faz-se necessário refletir esta disposição a fim de verificar a sua eficácia na proteção contra os excessos do clima tropical.

De forma análoga, apresentam-se as galerias existentes no Brasil em função da influência de Agache. Com origem em um contexto climático diverso e com poucos estudos voltados a elas como um componente bioclimático da arquitetura e do desenho urbano, o objetivo geral deste trabalho é analisar o desempenho das galerias no conforto térmico dos espaços de uso público da Avenida Guararapes, no Recife. Como objetivos específicos tem-se:

- A avaliação do sombreamento produzido pelas galerias do conjunto arquitetônico da Avenida Guararapes no passeio de pedestres;
- A avaliação do sombreamento produzido por uma galeria com a mesma seção transversal das galerias da Guararapes, no Recife, em dezesseis orientações.

A metodologia da pesquisa consiste na análise do desempenho das galerias da Avenida Guararapes no que diz respeito ao sombreamento dos passeios de pedestres localizados na cidade do Recife. A ferramenta utilizada para alcançar os objetivos específicos foi a simulação computacional no programa da *Autodesk*, o

Ecotect 2010; que através de um estudo simplificado da Geometria Solar, gera resultados com diferentes possibilidades de visualização e, com a apresentação simultânea de dados relevantes para a avaliação do sombreamento, permite uma análise mais ampla da eficácia das galerias como dispositivo de proteção solar.

A estrutura da dissertação foi organizada em cinco partes: introdução, revisão de literatura sobre o tema, metodologia e procedimentos metodológicos, resultados obtidos e discussões, e a conclusão geral.

A *Revisão de Literatura*, correspondente a bibliografia consultada e utilizada para fundamentação teórica da pesquisa. Desenvolve-se em torno dos três principais enfoques deste trabalho: *o clima da cidade do Recife, o conforto térmico nos espaços externos e as galerias da Avenida Guararapes*.

Sobre as *Galerias da Avenida Guararapes* fala-se desde a definição, passando por um breve contexto histórico geral das galerias, até chegar à Avenida Guararapes. A fim de situar-se o objeto no contexto climático que o envolve, apresenta-se *O Clima da cidade do Recife*, através de dados climáticos da cidade, acompanhados das suas principais estratégias bioclimáticas. Como estratégia de desenho urbano e arquitetônico, discute-se os espaços de transição, destacando a sua importância para o conforto térmico nos espaços externos de uso público em cidades de clima quente-úmido como o Recife. Por fim, e sobre o tema anunciado anteriormente, são expostos e discutidos conceitos e indicativos de conforto térmico humano, indispensáveis para a compreensão do *Conforto térmico nos espaços externos* e, conseqüentemente, da avaliação do conforto térmico nestes espaços. Alguns estudos relevantes sobre as galerias e sua relação com o conforto térmico externo em diferentes contextos climáticos, foram levantados.

Na apresentação da metodologia, além da metodologia da pesquisa, são descritos os procedimentos metodológicos utilizados. Primeiramente, o estudo da Geometria da Insolação, desenvolvido através da simulação computacional, realizada no programa *Ecotect 2010*, utilizado como ferramenta para a simulação do sombreamento. Em segundo, e mais profundamente, são apresentados os procedimentos adotados na simulação computacional.

Simulações computacionais foram feitas para os dois objetivos específicos em cinco períodos do dia (8, 10, 12, 14 e 16h) e em três períodos do ano (solstícios de verão

e inverno e equinócios). Para a avaliação do sombreamento produzido pelas galerias do conjunto arquitetônico da Avenida Guararapes no passeio de pedestres, foi utilizado um modelo tridimensional do conjunto e do entorno imediato, orientado conforme a situação real, tendo um lado voltado para a direção NNE e outro para SSO.

Para a avaliação do sombreamento do passeio de pedestres por uma galeria com a mesma secção transversal das galerias da Guararapes, no Recife, em dezesseis orientações, foi utilizado um modelo tridimensional de uma galeria com altura e profundidade correspondentes as da avenida, orientada para as dezesseis principais direções (N, NNE, NE, ENE, L, ESE, SE, SSE, S, SSO, SO, OSO, O, ONO, NO, NNO).

Em *Resultados e discussões*, são ilustrados e discutidos os resultados das simulações computacionais realizadas para as duas avaliações que contemplam os objetivos específicos da pesquisa. Sobre os resultados ilustrados de cada uma das duas avaliações, foram feitas considerações conclusivas, e realizado um estudo do dimensionamento da galeria para o Recife como produto final.

Por fim, chega-se a última parte da dissertação, com uma conclusão geral sobre trabalho executado, com colocações relevantes sobre o tema, possíveis com o desenvolvimento da pesquisa, e com sugestões para o desenvolvimento de outros trabalhos relacionados a este.



2 REVISÃO DE LITERATURA

O conforto térmico nos espaços externos adjacentes às edificações é influenciado pelo clima e pelo microclima do local. A arquitetura dos espaços urbanos pode atuar na configuração de microclimas considerados confortáveis. No desenho urbano, o conhecimento sobre o clima regional e os desvios que acontecem na escala local faz-se necessário para a elaboração de estratégias de projeto capazes de minimizar os efeitos negativos do clima e proporcionar uma maior satisfação dos usuários em relação ao ambiente externo. Os espaços de transição, como os configurados pelas galerias, podem apresentar-se como componentes arquitetônicos capazes de minimizar o desconforto térmico causado pela radiação solar intensa, característica de cidades de baixa latitude como o Recife.

Este primeiro capítulo destina-se à uma revisão da literatura sobre o tema, e apresenta alguns dos estudos mais relevantes dedicados à investigação do papel que a arquitetura do desenho urbano desempenha no provimento de espaços de uso público termicamente mais confortáveis. Basicamente, desenvolve-se em torno dos três principais enfoques deste trabalho: *o clima da cidade do Recife, o conforto térmico nos espaços externos e as galerias da Avenida Guararapes*.

2.1 As Galerias da Avenida Guararapes

Sobre as galerias da Avenida Guararapes é importante destacar a influência européia no seu surgimento. Como resultado de sucessivos planos que tinham como intenção modernizar o antigo centro do Recife, a presença das galerias na Avenida Guararapes deve-se, principalmente, à grande influência das idéias do francês Alfred Agache nas reformas urbanas da década de 1950 no Brasil (DINIZ, 2004).

Segundo Silva (2001), como membro da Sociedade Francesa de Urbanistas, Agache defendia o urbanismo baseado no modelo tradicional das cidades européias, que relacionava a tipologia arquitetônica à morfologia urbana. Uma das conseqüências do chamado Urbanismo Formal, apoiado por Agache, era a modelagem tridimensional do espaço urbano, seguida pela determinação de parâmetros urbanísticos para a arquitetura do conjunto, como o limite de gabaritos, fachadas padronizadas e moduladas (SILVA, 2001).

Para facilitar a compreensão do contexto histórico que envolve as galerias da Avenida Guararapes, apresenta-se, nesta seção, a definição de galeria utilizada

neste trabalho, assim como, uma breve apresentação da bibliografia encontrada sobre a origem e o uso das galerias ao longo da história até chegar no Brasil, mais precisamente, no Recife. Fotos antigas de cartões postais (imagens 2.1.1 e 2.1.2), ilustram a Avenida Guararapes vista do Rio Capibaribe.

Imagens 2.1.1 e 2.1.2 – Avenida Guararapes.



Fonte: Cartão Postal (data não encontrada).

2.1.1 Definição, função e contexto histórico das galerias

Aqui, define-se galeria como uma passagem coberta para pedestres que se estende adjacente à parede externa do edifício, configurando um espaço de uso público protegido das intempéries (esquema 2.1.3) e que funciona como um corredor de

ligação entre ruas e/ou praças (CHING, 1999; DESSÌ, 2007; RAJKOVICK; KWORK, 2001). A galeria também é conhecida pelos elementos que compõem o seu espaço como, por exemplo, “arcadas”, “pórticos” ou “colunatas”.

Pode-se dizer que as primeiras galerias surgiram na Grécia Antiga carregadas de valor estético e monumental, como pode ser visto nos pórticos gregos. Nas cidades europeias que emergiram durante a Idade Média, as galerias aparecem, geralmente, em torno de praças de mercado, como é o caso de Veneza e Gattinara (fotos 2.1.4 e 2.1.5 e imagem 2.1.6), ou ao longo das vias, como em Bolonha.

Esquema 2.1.3 – Efeitos da galeria no passeio de pedestres.

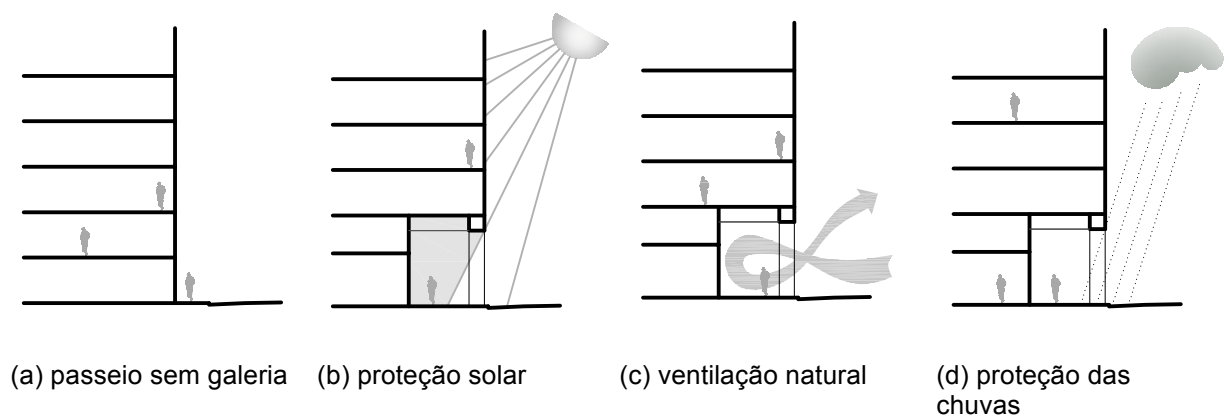


Foto 2.1.4 – Piazza San Marco, Veneza, Itália, fev. 2009.



Fonte: Arquivo autora.

Foto 2.1.5 – Piazza Rialto, Veneza, Itália, fev. 2009.



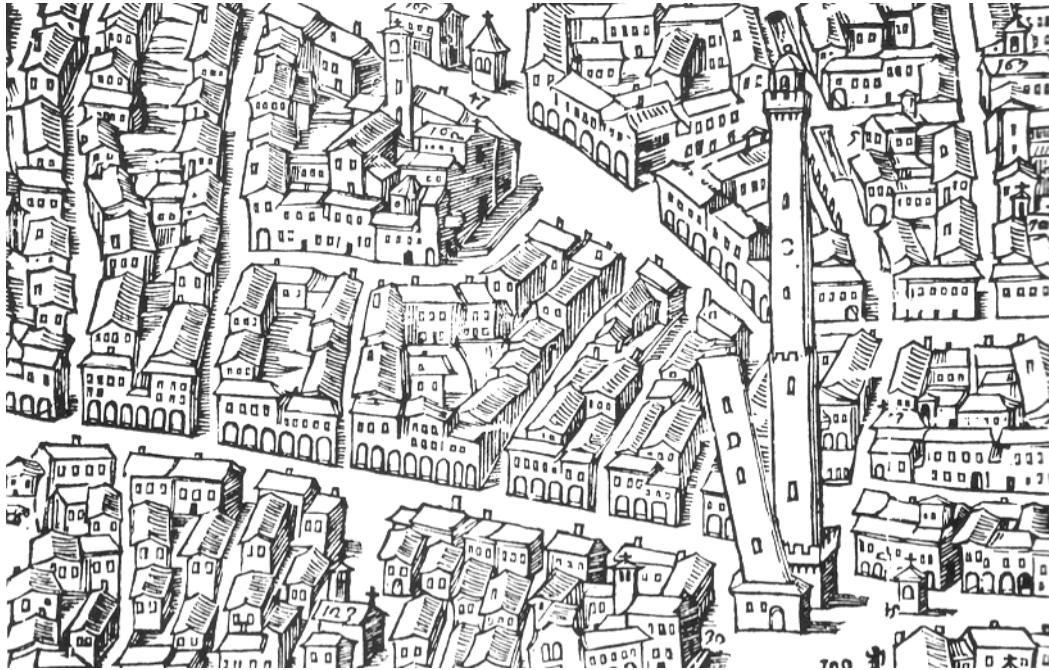
Fonte: Arquivo autora.

Imagem 2.1.6 – Gattinara, Itália, séc. XVII.



Fonte: BENEVOLO, 2001.

Imagem 2.1.7 – Bolonha, Itália, séc. XVII.



Fonte: BENEVOLO, 2001.

Segundo Benevolo (2001), em Bolonha (imagem 2.1.7) as galerias se estendiam ao longo de praticamente todas as ruas e tinham altura suficiente para passar um homem a cavalo. O que pode sugerir, desde então, a sua utilização como um espaço de circulação com função bioclimática. As galerias tornaram-se características do tecido urbano de muitas cidades tradicionais europeias, em especial, das cidades italianas (fotos 2.1.8 e 2.1.9).

Foto 2.1.8 – Piazza San Carlo, Turim, Itália, fev. 2009.



Fonte: Arquivo autora.

Foto 2.1.9 – Piazza Brà, Verona, Itália, fev. 2010.



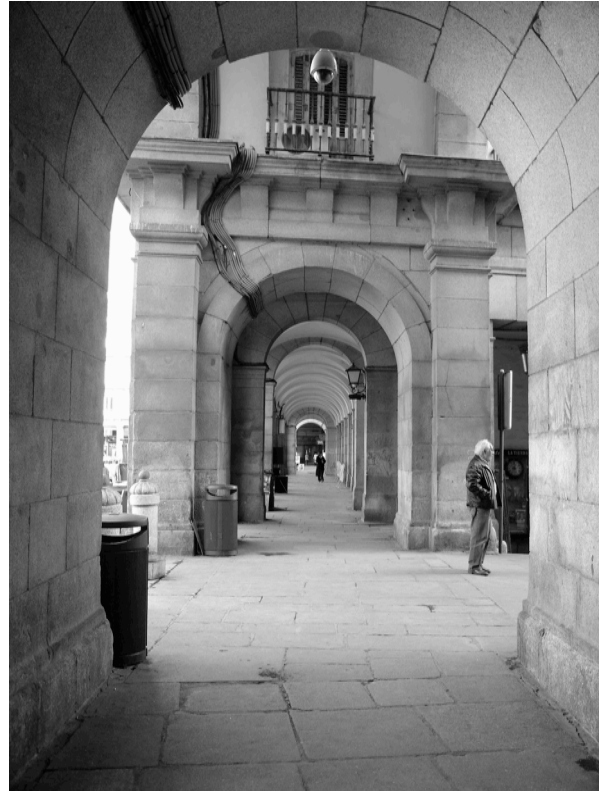
Fonte: Arquivo autora.

Durante a colonização europeia no mundo, as novas cidades fundadas pelos colonizadores, seguiam modelos impostos com regras que, de acordo com Benevolo (2001), derivaram da tradição das novas cidades que surgiram entre o século XIII e metade do século XIV – e que se difundiu por toda Europa – como também da cultura renascentista.

Embora não se tenha encontrado na bibliografia pesquisada, algo sobre as galerias espanholas, ela estão presentes em praças importantes como a *Plaza Real* em Madri (fotos 2.1.10, 2.1.11 e 2.1.12) como também na lei de 1573 de Felipe II, a primeira lei urbanística da idade Moderna sobre a urbanização das terras conquistadas pelos espanhóis na América Central e Meridional:

Os quatro ângulos devem estar voltados para os quatro pontos cardeais, porque assim as ruas que saem da praça não estarão expostas diretamente aos quatro ventos principais. Toda a praça e as quatro ruas principais que divergem desta serão providas de pórticos, porque estes são muito convenientes para as pessoas que aí se reúnem para comerciar. (*apud* BENEVOLO, 2001, p. 487).

Fotos 2.1.10, 2.1.11 e 2.1.12 – Plaza Real, Madri, Espanha, mar. 2008.



Fonte: Arquivo autora.

Foto 2.1.13 – La Habana Vieja, Havana, Cuba, século XXI.



Fonte: <http://fi.wikipedia.org> acesso em jan. 2011.

Nos países submetidos ao domínio espanhol e as imposições das suas leis urbanísticas, pode-se verificar a influência do desenho das cidades tradicionais europeias através das vias que foram gradualmente urbanizadas ao longo dos séculos XVII e XVIII, em Cuba, por exemplo. Na *Habana Vieja*, o bairro mais antigo de Havana, pode-se ver a presença das galerias, como mostra a foto 2.1.13, ao longo de grandes corredores cobertos conhecidos como “calzadas” (COYULA; HAMBERG, 2003).

A tradição medieval se repetia nas intervenções urbanísticas também realizadas durante o século XVII, nas principais capitais da Europa. Nas três ampliações realizadas em Turim (1620, 1673 e 1714), por exemplo, as galerias, chamadas de “portici” (pórticos), configuram toda a extensão das principais avenidas do perímetro da expansão da cidade. Segundo Benevolo (2001), nas ruas e praças mais importantes, as fachadas dos edifícios são todas iguais, como nas praças reais francesas.

As fotos 2.1.14 e 2.1.15, ilustram duas das principais avenidas que surgiram no período de expansão de Turim: a Via Pó, que retifica o traçado de uma velha rua entre a cidade e o rio, e corta em diagonal os quarteirões da segunda ampliação da cidade, e a Via Roma que interliga duas das principais praças da cidade, a Piazza Castelo e a Piazza San Carlo, ambas rodeadas por galerias.

Foto 2.1.14 – Via Pó, Turim, Itália, jan. 2010.

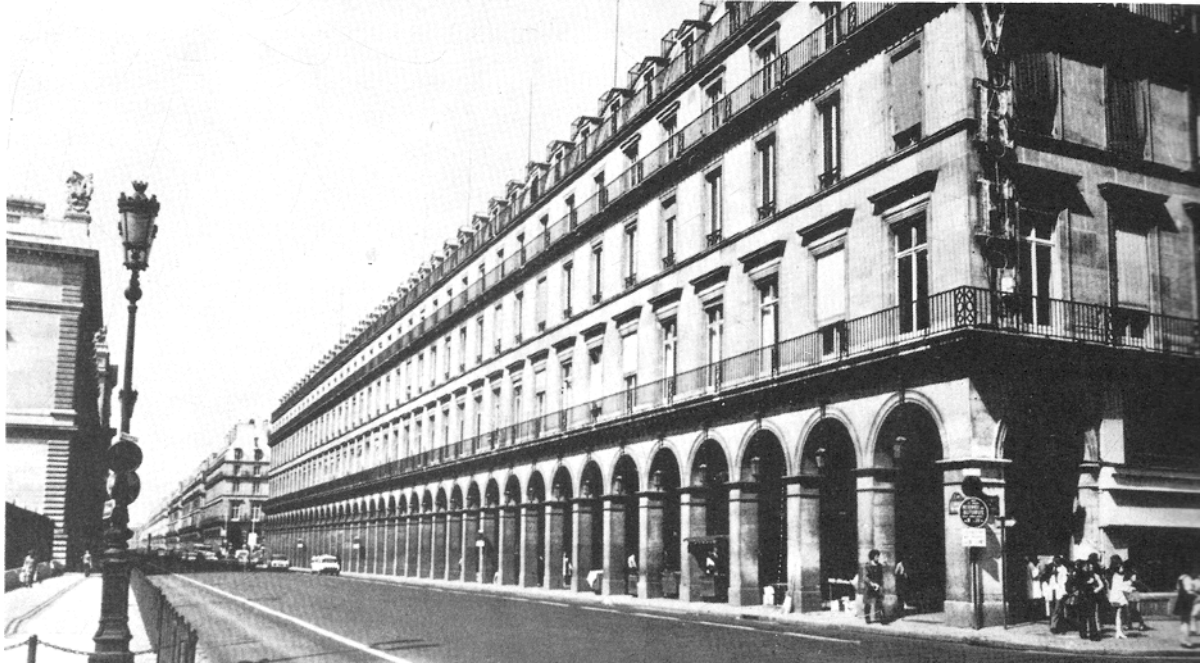


Foto 2.1.15 – Via Roma, Turim, Itália, fev. 2009.



Fonte: Arquivo autora.

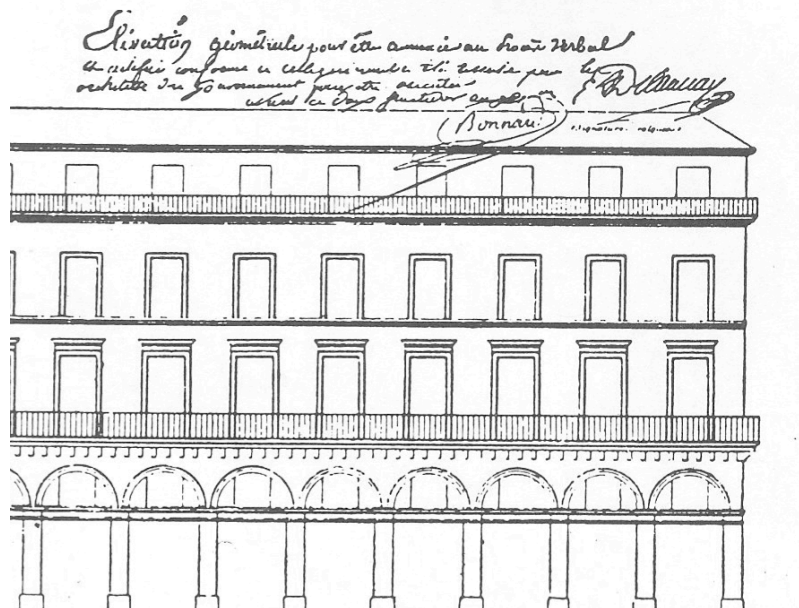
Imagem 2.1.16 – Rue de Rivoli, Paris, França, séc. XIX.



Fonte: BENEVOLO, 2001.

Na primeira metade do século XIX, em Paris, a *Rue de Rivoli*, foi projetada por Percier e Fontaine para compor um bairro elegante (BENEVOLO, 2001). Como pode-se ver na foto 2.1.16, toda a extensão da via é constituída por galerias no pavimento térreo. Nas construções seguintes à rua de Rivoli, segundo Benevolo (2001), o regulamento urbanístico que deveria ser seguido, sugeria a configuração correspondente à do edifício ilustrado na imagem 2.1.17, a fim de compor a paisagem monumental e harmoniosa proposta para o bairro.

Imagem 2.1.17 – Desenho que compõe o regulamento urbanístico do bairro de Rivoli.



Fonte: BENEVOLO, 2001.

Também no século XIX, em Paris, surgem as galerias com cobertura de vidro, resultado da produção em massa de ferro e vidro, reflexo do crescimento da produção de artigos de luxo e do surgimento de uma classe média com alto poder de consumo (LANZAVECCHIA, 1988; RAJKOVICK; KWORK, 2001).

Essas galerias, funcionam também como uma passagem coberta, que conectam duas ou mais ruas na cidade, porém são alinhadas nos dois lados por lojas (RAJKOVICK; KWORK, 2001). Segundo Lanzavecchia (1988), quando se espalharam pelo resto da Europa, as galerias de vidro, tornaram-se muito mais grandiosas do que as originais francesas, chamadas de “passages” – passagem.

A foto 2.1.18 ilustra uma das mais conhecidas “passages” parisienses, a Passage Jouffroy. Pode-se ver que a galeria funciona como uma rua coberta, neste caso por uma estrutura de ferro e vidro.

Foto 2.1.18 – Passage Jouffroy, Paris, França, séc. XXI.



Fonte: <http://soundlandscapes.wordpress.com> acesso em jan. 2011.

Foto 2.1.19 – Galleria Vittorio Emanuele II, Milão, Itália, fev. 2009.



Fonte: Arquivo autora.

Na foto 2.1.19, um dos exemplos mais conhecidos da grandiosidade que atingiu as antigas “passages”, a *Galleria Vittorio Emanuele II* em Milão, na Itália. Em Londres e Cardiff no Reino Unido, também existem muitas galerias deste tipo, porém menores, as chamadas “arcades” – arcadas. Uma delas é a do mercado de *Convent Garden*, como pode ser visto na foto 2.1.20.

Foto 2.1.20 – Convent Garden Market, Londres, Inglaterra, fev. 2009.



Fonte: Arquivo autora.

Foto 2.1.21 – Galería Pacífico, Buenos Aires, Argentina, fev. 2011.



Fonte: Arquivo autora.

Na Argentina, em Buenos Aires, existe uma galeria muito conhecida, a *Galería Pacífico* (foto 2.1.21), projetada para funcionar como as luxuosas galerias européias. Apesar do enfoque deste trabalho ser a galeria situada na fronteira entre o edifício e a rua, a galeria com cobertura de vidro que interliga duas ou mais ruas, alinhadas nos dois lados por lojas, também é importante para a contextualização histórica e para a abordagem da função bioclimática da galeria em países de clima frio, onde o vidro é utilizado para o aquecimento solar passivo e a configuração da galeria da forma como foi ilustrado, protege os pedestres dos ventos de inverno.

Com o novo ambiente pós Revolução Industrial, as cidades tiveram que adaptar-se às novas demandas do mundo moderno. A prioridade em projetar vias de ligação de automóveis e habitações em série para atender o rápido crescimento populacional das cidades, ocasionou uma maior segregação do espaço urbano (BUSTOS ROMERO, 2009; SILVA, 2001).

No entanto, na arquitetura contemporânea de cidades como Londres, Amsterdam e Berlim, por exemplo, pode-se ver as galerias no térreo dos edifícios, preservando a sua qualidade de espaço público inserido no lote privado, resgatada da arquitetura tradicional européia.

Fotos 2.1.22 e 2.1.23 – Galerias na Convent Garden e Newgate, Londres, Inglaterra, mai. 2011.



Fotos 2.1.24 e 2.1.25 – Galeria na Weesperstraat, Amsterdam, Holanda, mai. 2011.



Fonte: Arquivo autora.

Fotos 2.1.26 e 2.1.27 – Galerias na Leipziger e Postdamer Straße, Berlim Alemanha, mai. 2011.



Fotos 2.1.28 e 2.1.29 – Galerias na Friedrichstraße e Eichhomstraße, Berlim, Alemanha, mai. 2011.



Fonte: Arquivo autora.

Como ilustram as fotos 2.1.26 à 2.1.29, os novos edifícios de Berlim, construídos a partir de 1989, em sua maioria, ocupam toda uma quadra e possuem as galerias no térreo ao longo de toda a sua extensão e ao longo das principais avenidas da

cidade. Pode-se perceber que essas novas galerias apresentam desenho e proporções variadas, como também novos elementos e detalhes de composição.

Na América do Sul, mais especificamente, na Argentina e no Brasil, planos de remodelação de bairros antigos da época colonial surgiram no início do século do século XX com a implantação de avenidas monumentais configuradas por um conjunto de edifícios com as galerias no térreo sob grande influência europeia e apelo simbólico.

Em Buenos Aires, foi o caso da rua Hipólito Yrigoyen (fotos 2.1.30 e 2.1.31), da *Avenida del Libertador* e da *Avenida Paseo del Colón* com as galerias que fazem parte de toda a extensão da via. As intervenções que transformaram os edifícios e o traçado urbano de Buenos Aires, no início do século XX, foram resultantes da prosperidade econômica que o país vivenciava e das preparações para a celebração do primeiro centenário da *Revolución de Mayo* (I Centenário Argentino), momento de discussão e formulação de planos para fazer da cidade o símbolo de uma nação nova e progressista (GUTMAN; HARDOY, 2007).

Foto 2.1.30 – Avenida Hipólito Yrigoyen, Buenos Aires, Argentina, fev. 2011.



Fonte: Arquivo autora.

Foto 2.1.31 – Hipólito Yrigoyen, Buenos Aires, Argentina, fev. 2011.



Fonte: Arquivo autora.

No Recife, sob o regime do Estado Novo, surgiram os Planos de Remodelação do Bairro de Santo Antônio que, a fim de modernizar o antigo centro, fizeram da cidade um campo de experimentação tendo planos e execuções entre 1927 e 1943. Porém, a transformação do centro reduziu-se a uma única avenida, a Avenida Guararapes, que segundo Diniz (2004), foi uma das mais perfeitas concretizações do urbanismo francês no Brasil.

2.1.2 A Avenida Guararapes

O conjunto da Avenida Guararapes, localizado no Bairro de Santo Antônio, está inserido na Zona Comercial Central (ZCI) da cidade do Recife em Pernambuco. Recife situa-se numa planície aluvional, estuário de vários rios.

O Bairro de Santo Antônio (figura 2.1.32) é composto praticamente por mangues, alagados e baixios. Grande parte das terras firmes resultam de sucessivos aterros feitos ao longo dos anos (SILVA, 2001). A ausência de terras firmes e os caminhos que penetram no continente condicionam o traçado espontâneo do tecido urbano que circunda a Avenida Guararapes (figura 2.1.33).

O conjunto de edifícios que se estende ao longo dos 225 metros da avenida, foi implantado através do Plano de Remodelação do Bairro de Santo Antônio, a partir da década de 1950, substituindo parte do tecido urbano anterior. E como foi mencionado anteriormente, a configuração da Avenida Guararapes deve-se, principalmente, à grande influência das idéias do francês Alfred Agache nas reformas urbanas ocorridas nesta época no Brasil (DINIZ, 2004).

Figura 2.1.32 – Bairro de Santo Antônio, Recife, Brasil.



Fonte: cartão postal (data desconhecida).

Figura 2.1.33 – Avenida Guararapes, Bairro de Santo Antônio, Recife, Brasil.



Fonte: <http://earth.google.com> acesso em fev. 2010.

Os edifícios da Avenida Guararapes (foto 2.1.34 e 2.1.35) foram projetados por engenheiros e arquitetos locais como Heitor Maia Filho e Hugo Marques que, apesar de não serem conhecidos nacionalmente, projetaram exemplares significativos da chamada Arquitetura Moderna Pernambucana. A arquitetura moderna em Pernambuco teve destaque no cenário brasileiro pela síntese, já anunciada no trabalho do arquiteto Luís Nunes, entre o caráter universal dos princípios básicos da nova arquitetura e a expressão regional que lhes podia ser conferida (BRUAND, 2003).

A maioria dos arquitetos e engenheiros dos edifícios vinham da Escola de Belas Artes, e a tradição da escola persiste na arquitetura dos prédios através da conciliação da estética moderna com o classicismo (DINIZ, 2004). Naquele momento, os prédios da avenida era os mais altos e mais modernos da cidade e usavam recursos técnicos avançados como o sistema estrutural em concreto.

O espaço das galerias, hoje, além de passeio de pedestres, é local de parada de ônibus, engraxates, fiteiros, bancas de revista e também de descanso (foto 2.1.36). Algumas propostas urbanas já foram estudadas para revitalizar o uso dos edifícios da Guararapes a fim de corresponder à vida urbana que acontece no nível térreo.

Foto 2.1.34 – Edifícios da Avenida Guararapes, Recife, Pernambuco, Brasil, mai. 2010.



Fonte: Arquivo autora.

Foto 2.1.35 – Fachadas dos edifícios da Guararapes, Recife, Brasil, mai. 2010.



Foto 2.1.36 – Galeria da Avenida Guararapes, Recife, Pernambuco, Brasil, mai. 2010.



Fonte: Arquivo autora.

2.2 O clima da cidade do Recife

Pernambuco, em destaque na figura 2.2.1, situa-se na região Nordeste e é o sétimo estado mais populoso do Brasil. Recife, localizada na figura 2.2.2, a sua capital, é o maior conglomerado urbano da região e, além de ser o principal centro industrial, comercial, cultural e universitário de Pernambuco, sua influência estende-se também aos estados vizinhos. A condição climática de Pernambuco é diversificada, com microclimas que variam do litoral ao Sertão em função da topografia e das massas de ar.

Como se sabe, as diferenças de elevação e orientação da superfície terrestre têm grande influência na direção, velocidade e no teor de umidade dos fluxos de ar. Isto porque a topografia pode canalizar ou desviar os ventos regionais formando diferentes padrões de fluxo de ar e, conseqüentemente, alterando as condições de umidade e temperatura do ar (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2006; BUSTOS ROMERO, 2001; KOENISBERGER et al, 1973; OLGAY, 1963).

Para compreender o contexto climático do Recife, no qual a Avenida Guararapes está inserida, esta seção apresenta um levantamento dos principais aspectos que envolvem o clima da cidade, desde a escala macro – do clima regional – à escala micro – do clima local.

Figura 2.2.1 – Mapa do Brasil.



Adaptado de: <http://maps.google.com.br> acesso em fev. 2010.

Figura 2.2.2 – Localização do Recife.



Fonte: <http://maps.google.com.br> acesso em fev. 2010.

Quando classifica-se o clima quente-úmido, por exemplo, refere-se a uma escala regional, ou seja, uma escala macro, em que grandes áreas da superfície terrestre são afetadas por condições meteorológicas semelhantes.

As condições climáticas definidas pela climatologia, através das observações meteorológicas, podem ser descritas pela temperatura, umidade e movimento do ar e pelas precipitações.

O território brasileiro equivale a 47% da América do Sul e apresenta tanto uma vasta topografia como um clima que varia do equatorial, no Norte, ao temperado no Sul. Mas a maior parte do país, incluindo Pernambuco, está inserido na zona intertropical. Em Recife, litoral de Pernambuco (latitude 8°7'S e longitude 34°55'O), a 11 metros do nível do mar, o clima é quente-úmido.

O clima tropical quente-úmido, segundo Atkinson (*apud* KOENISBERGER et al, 1963, p. 26) é encontrado em cidades próximas ao Equador, entre as latitude 15°N e 15°S e possui as seguintes características:

- poucas variações sazonais ao longo do ano assim como pequenas oscilações das temperaturas diurnas e anuais. Durante o dia, a temperatura do ar na sombra alcança uma média máxima de 27 a 32°C, e durante a noite uma média mínima de 21 a 27°C;
- a umidade relativa neste tipo de clima, apresenta-se alta 75% do tempo, variando de 55 a quase 100%. A precipitação é alta e geralmente torna-se mais intensa no período que compreende os meses mais chuvosos, junho e julho. Em relação a nebulosidade, predomina o céu parcialmente encoberto durante boa parte do ano, e o percentual de cobertura das nuvens varia entre 60 e 90%, geralmente, mantendo-se alto por vários meses consecutivos.;
- o céu em cidades de clima tropical quente-úmido é bastante claro e com grande disponibilidade de luz. A radiação solar é parcialmente refletida e parcialmente dispersada pelas nuvens ou pela grande quantidade de vapor de água existente na atmosfera, assim, quando atinge o solo a radiação é difusa porém intensa, podendo causar desconforto. Quanto à velocidade dos ventos, oscila entre 3 e 5m/s com alguns períodos de calmaria (particularmente no mês de março) podendo ocorrer ventos fortes durante rajadas de chuva.

Sobre os elementos climáticos descritos acima – temperatura, umidade do ar, precipitações, nebulosidade e movimento do ar – deve-se destacar, mais uma vez, que na escala microclimática, eles podem ser afetados pelos fatores climáticos locais – topografia, vegetação e superfície do solo (BUSTOS ROMERO, 2001; KOENISBERGER et al, 1973).

A temperatura do ar, por exemplo, em qualquer ponto próximo ao nível do solo depende da quantidade de calor recebido e perdido pela superfície da terra e por outras superfícies em contato com o ar.

2.2.1 Contexto climático

Segundo os dados climáticos estatísticos para o ano típico (TRY) da cidade do Recife, a temperatura média anual é de 26°C chegando a uma máxima temperatura de 31.4°C em novembro às 15h e mínima de 19.6°C às 4h em agosto. O período de temperatura mais alta é entre 10h e 13h (figura 2.2.3). A umidade relativa oscila diariamente entre 60 e 90% durante praticamente todo o ano, alcançado 100% nos meses mais chuvosos compreendidos entre março e agosto.

Figura 2.2.3 – Dados de temperatura para a cidade do Recife, PE.

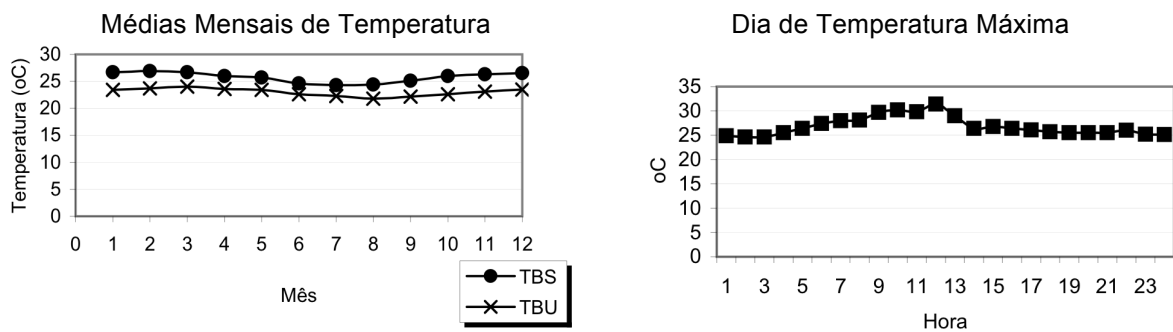
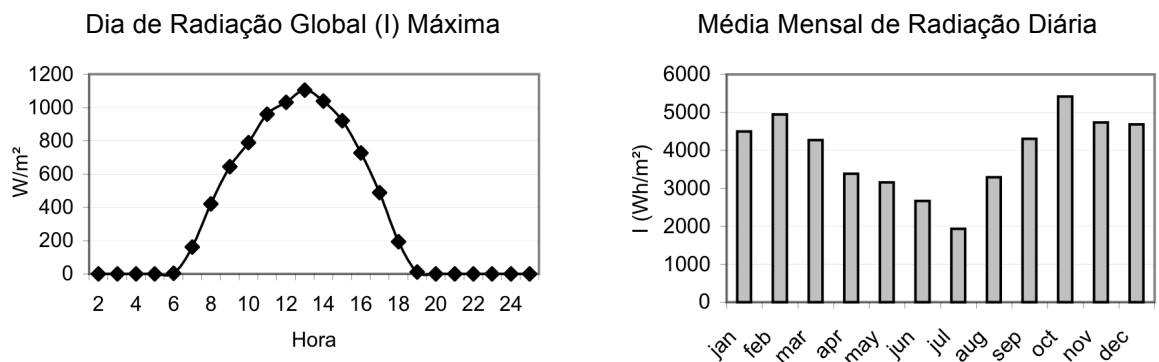


Figura 2.2.4 – Dados de radiação solar para a cidade do Recife, PE.



Fonte: www.labee.ufsc.br acesso em ago. 2009.

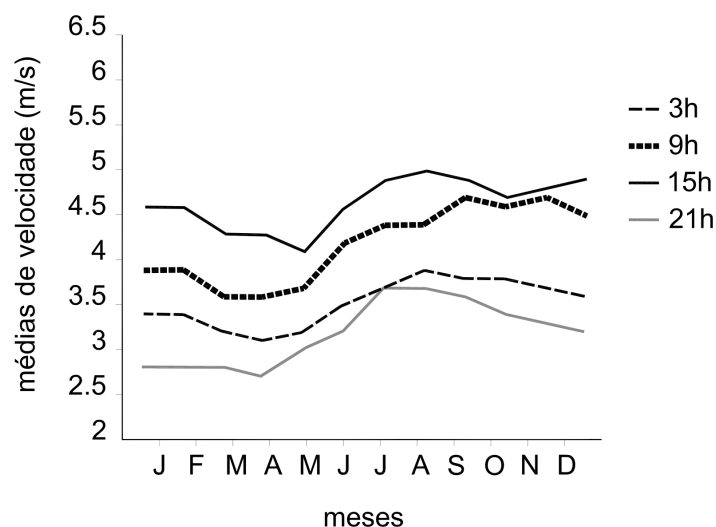
A maior intensidade de radiação solar direta ocorre entre 12h e 14h quando ultrapassa 1000Wh/m^2 . Os meses de fevereiro e outubro são os meses com média de radiação diária mais alta (figura 2.2.4). Os dados de radiação podem ser combinados com os dados do diagrama solar para determinar os horários em que deve-se considerar a proteção das superfícies e a posição do sol nestes horários para projetar elementos de proteção solar capazes de promover o sombreamento nos períodos de radiação muito intensa.

Cidades como Recife são caracterizadas pela alta intensidade de radiação solar durante todo o ano devido à baixa latitude (proximidade ao Equador). No início da manhã e no final da tarde a altura do sol, ou seja, o ângulo formado pelo sol e pelo plano horizontal do observador, é mais baixa, enquanto no período do meio-dia é mais alta – em torno de 90° .

O solstício de inverno apresenta alturas solares mais baixas durante o dia em relação ao solstício de verão e aos equinócios.

Os dados do vento para o Recife, organizados por Bittencourt (1993), demonstram um grande potencial de ventilação natural para a cidade, visto que, a velocidade do vento é satisfatória em todos os períodos do ano. Especialmente no período da tarde, quando a temperatura do ar é mais elevada, a velocidade do vento apresenta-se mais alta, como pode ser visto no gráfico 2.2.5.

Gráfico 2.2.5 – Média mensal da velocidade do vento em diferentes horas do dia, excluídos os períodos de calmaria para a cidade do Recife, PE.

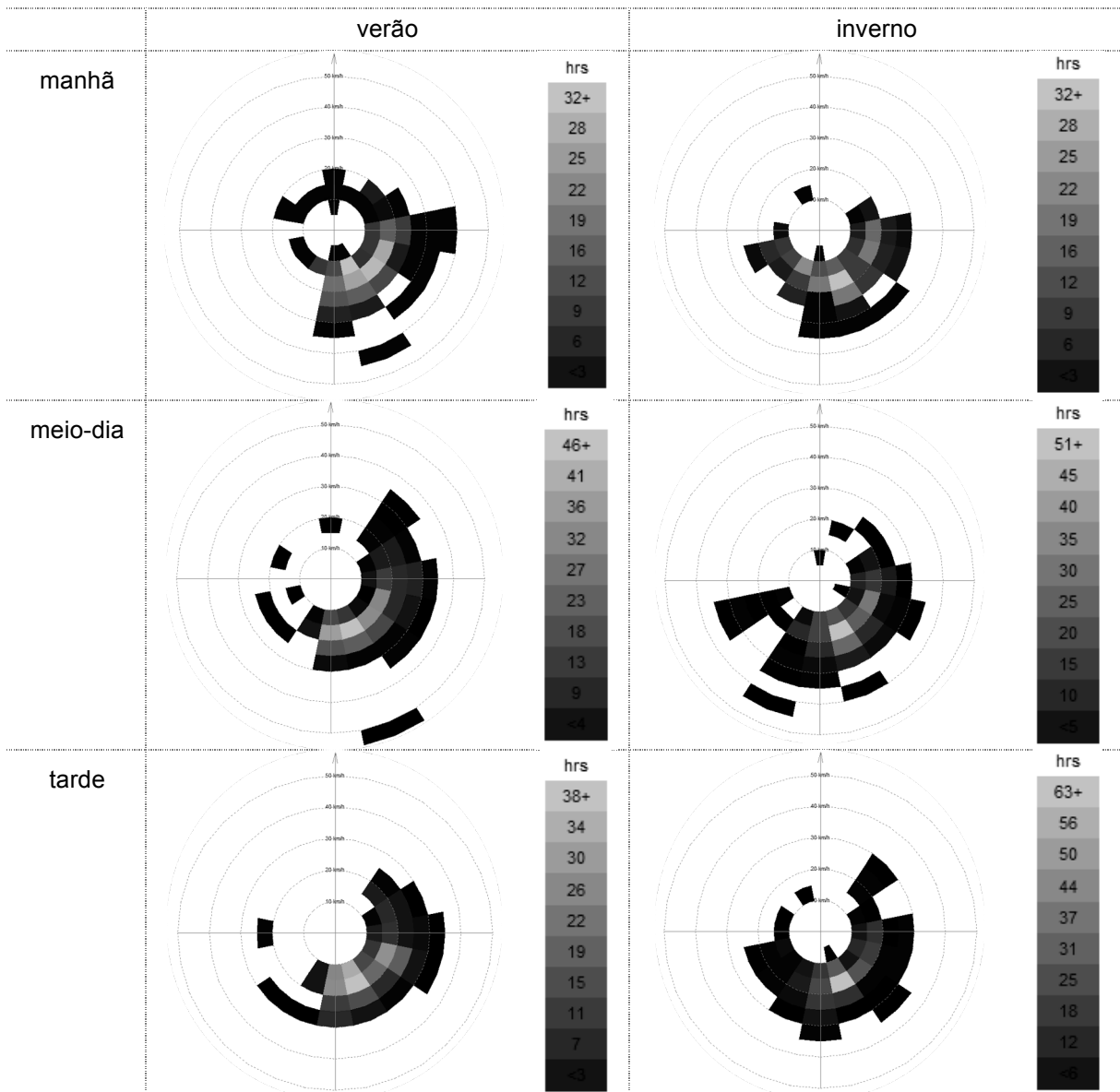


Adaptado de: Bittencourt, 1993, p. 52.

Durante o dia e ao longo do ano, a velocidade do vento varia entre 3 e 5m/s, alcançando maior velocidade no período da tarde (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2006).

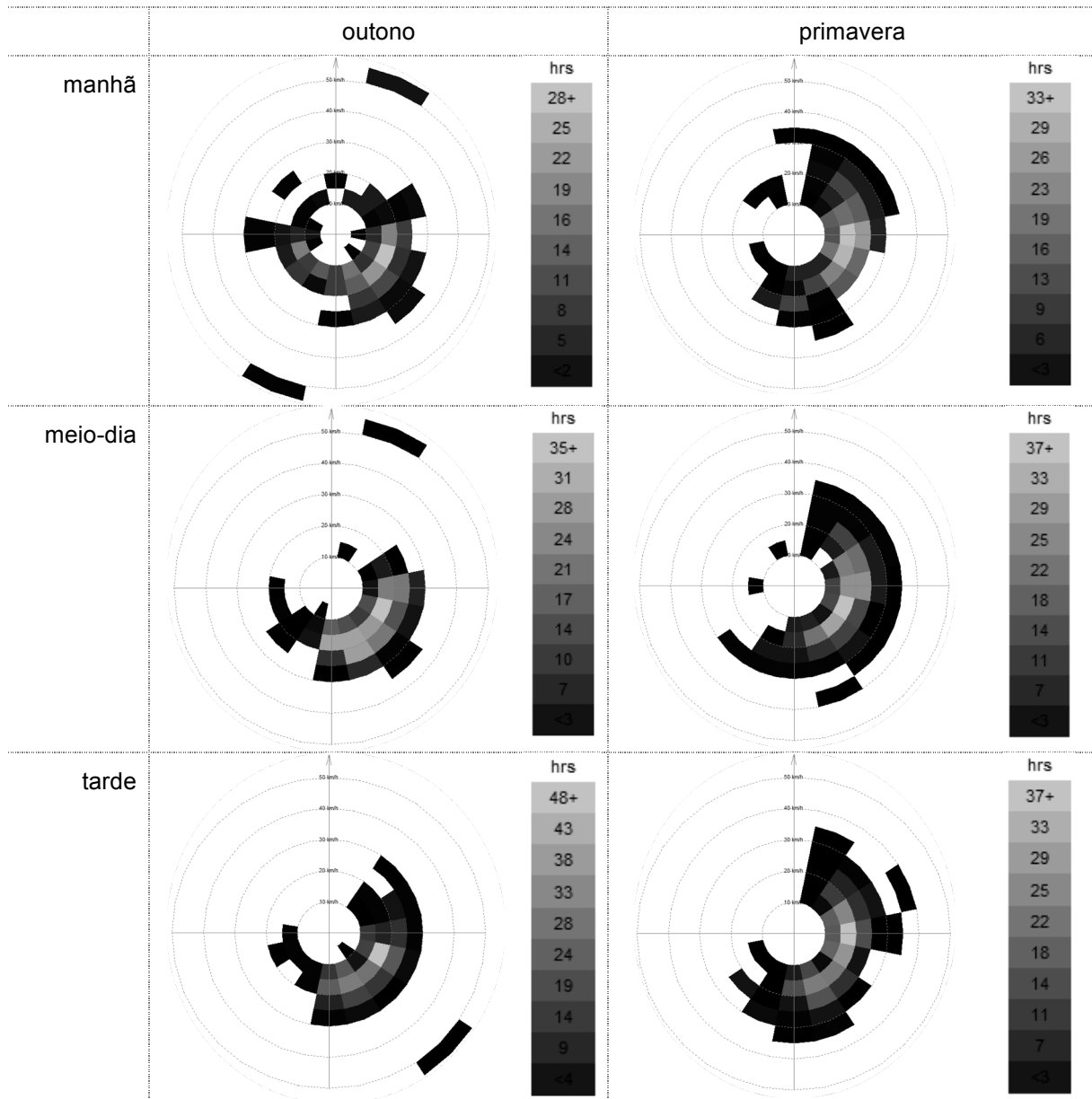
Os ventos do Recife, em sua maioria, vêm do quadrante leste, e a direção dominante é a sudeste, o que pode ser verificado nos quadros 2.2.6 e 2.2.7. A presença dos ventos leste é relevante para o conforto térmico no solstício de verão e os ventos sul no solstício de inverno trazem as chamadas “chuvas de vento” (BITTENCOURT, 1993).

Quadro 2.2.6 – Freqüência e direção dos ventos pela manhã (6-10h), ao meio-dia (10-14h) e à tarde (14-18h) nos períodos de verão (dez - fev) e inverno (jun - ago) para a cidade do Recife.



Fonte: Autodesk Ecotect 2010.

Quadro 2.2.7 – Frequência e direção dos ventos pela manhã (6-10h), ao meio-dia (10-14h) e à tarde (14-18h) nos períodos de outono (mar - mai) e primavera (set - nov) para a cidade do Recife.



Fonte: Autodesk Ecotect 2011.

O dados apresentados nos gráficos 2.2.5 à 2.2.7, foram organizados a partir de dados coletados em uma estação meteorológica, no entanto, podem ser diferentes daqueles existentes no entorno do objeto de estudo. Os padrões de ventilação do entorno urbano podem ser compreendidos através de simulações da forma como a massa construída modifica os ventos ou, segundo Brown e Dekay (2004), pela aplicação dos três princípios do movimento do ar, descritos por eles, para adaptar esses dados ao nível aproximado de ventilação do sítio:

- primeiro, em relação às velocidades do vento medidas nas estações meteorológicas, as velocidades do vento medidas próximo ao solo são menores, isto ocorre em função da irregularidade da superfície terrestre e o efeito da fricção do vento no solo;
- segundo, como resultado da inércia, quando o ar encontra um obstáculo, tende a continuar fluindo na mesma direção ao redor deles;
- E terceiro, o ar desloca-se de áreas de alta pressão para áreas de baixa pressão.

Os materiais constituintes das superfícies do entorno natural e construído de um recinto, assim como a presença de massa de água e vegetação, tendem a moderar as temperaturas extremas e a estabilizar as condições térmicas locais em função das suas qualidades de absorção e reflexão de calor.

A vegetação, por sua vez, tem a capacidade de reduzir a temperatura através da absorção da radiação solar e do resfriamento por evaporação. Já as superfícies do entorno construído normalmente tendem a elevar a temperatura do ar, devido à quantidade de energia térmica absorvida e irradiada pelos materiais em função das suas propriedades físicas (BARBIRATO et al, 2007; KOENISBERGER et al, 1973; OLGAY, 1963).

Entende-se que, na escala local, o clima regional sofre desvios, principalmente influenciados pela topografia, pela vegetação e pela cobertura do solo. O clima urbano é configurado quando as variações das características meteorológicas ocorrem em função da arquitetura da cidade, ou seja, do desenho dos edifícios e dos espaços entre eles.

O clima urbano destaca a qualidade da arquitetura em modificar os elementos do microclima de forma que, tais elementos irão configurar o ambiente térmico da vida humana e exercer uma grande influência na sua sensação de conforto assim como na energia requerida para criar artificialmente um ambiente confortável no interior das edificações (BROWN; GILLESPIE, 1995; CORBELLA, 2008; DE LA FLOR et. al, 2006; GOLANY, 1995; MASCARÓ, 2004).

A relação biunívoca que se estabelece entre a combinação de fatores e elementos climáticos e a arquitetura urbana originará diferentes padrões de microclima no nível do solo em uma cidade, que podem variar dentro de uma pequena distância do

ponto de observação (BROWN; GILLESPIE, 1995; KOENISBERGER et al, 1973; OLGAY, 1963).

Monteiro (1990) sugere como ponto de partida para a compreensão do clima urbano, admitir-se que trata-se de um processo de ocupação humana que configura e, progressiva e cumulativamente, vai transformando e alterando o ambiente ao longo do tempo.

O tecido urbano pode acomodar uma grande variedade microclimática, que pode ser resultado da densidade construtiva e da geometria urbana. Microclimas distintos podem coexistir dentro do ambiente urbano em função do efeito desses dois fatores na exposição à radiação solar e no fluxo de ar que circula dentro do tecido da cidade. Quanto mais exposta é uma área em relação à outra, maior será as diferenças microclimáticas entre elas (YANNAS, 2004a).

2.2.2 O microclima do sítio

Para identificar o microclima de um sítio a fim de determinar o conjunto de estratégias bioclimáticas para o projeto de arquitetura, Brown e DeKay (2004), sugerem uma análise simplificada da disponibilidade conjunta de sol e vento. E as estratégias para o projeto de uma arquitetura bioclimática em locais de clima quente-úmido baseiam-se na combinação do sombreamento com a ventilação.

Em relação à ventilação, no conjunto edificado da Avenida Guararapes, por exemplo, GOMES, V. (2010a) demonstra, através de simulações realizadas na *Mesa D'água* a partir dos dados meteorológicos do vento para a cidade do Recife organizados por BITTENCOURT (1993), o comportamento do fluxo do ar no conjunto, nas direções de maior frequência do vento para a cidade (NE, L, SE, S).

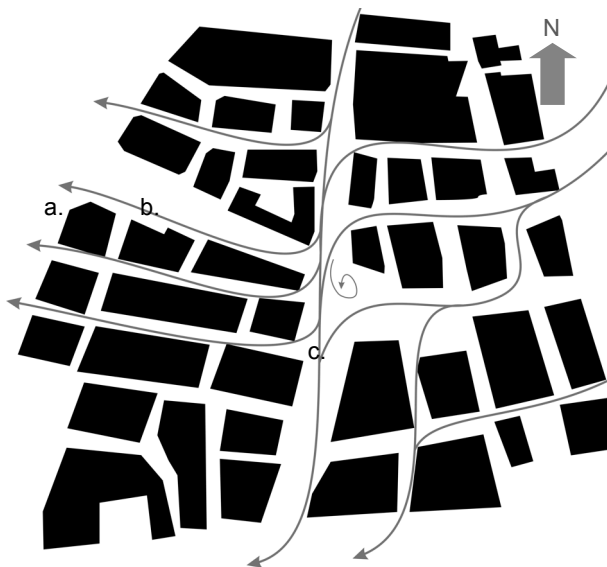
Analisando os resultados, observou-se que o vento flui ao longo da Avenida Guararapes (b) nas quatro direções. Pode-se prever que, ao atingir os edifícios na esquina da avenida com a Dantas Barreto (c), o fluxo do ar é defletido e segue em direção à Rua do Sol (a). Quando isto acontece com o vento vindo do nordeste (NE), o lado da avenida situado a barlavento é o lado norte-nordeste (NNE) (desenho 2.2.8).

O vento vindo do leste (L) e do sudeste (SE), como pode ser visto nos desenhos 2.2.9 e 2.2.10, circula em torno dos blocos do lado NNE da avenida, alcançando também o lado sul-sudoeste (SSO). No entanto, na esquina com a Rua do Sol,

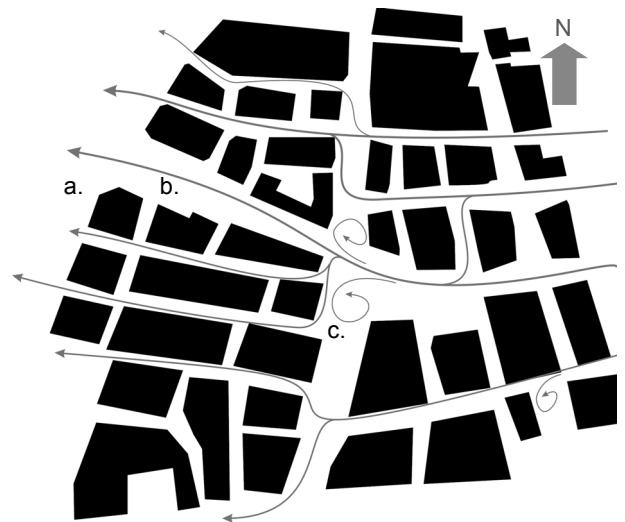
talvez em função do recuo do prédio, o fluxo de ar passa mais próximo ao lado NNE. E oposto ao que ocorre com o vento vindo do leste, quando o vento vem da direção sul, as galerias que situam-se a barlavento da avenida são as do lado SSO.

É importante destacar mais uma vez, que a direção com a maior frequência de vento é a SE. No entanto, no período mais seco (de setembro à maio), também é frequente, a presença de vento vindo das direções NE e L. O vento vindo da direção S (desenho 2.2.11) é mais frequente no período mais chuvoso (de junho à agosto), e tanto nesta direção como na SE, o vento pode vir acompanhado de chuvas, as chamadas “chuvas-de-vento”.

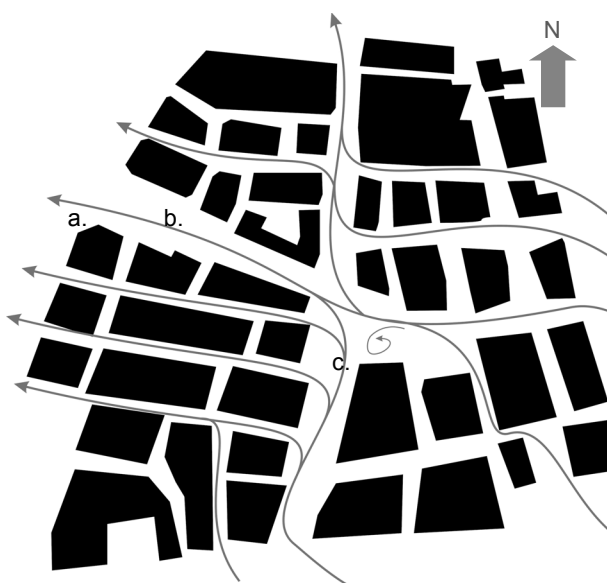
Desenho 2.2.8 – Vento vindo do nordeste.



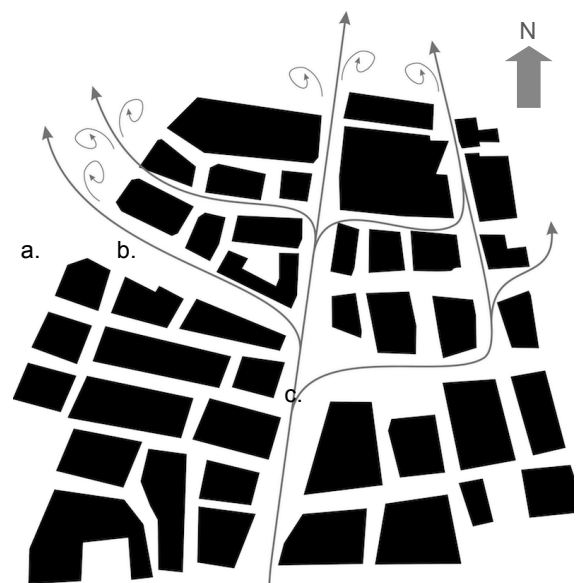
Desenho 2.2.9 – Vento vindo do leste.



Desenho 2.2.10 – Vento vindo do sudeste.



Desenho 2.2.11 – Vento vindo do sul.



Neste sentido, no lado SSO, a barlavento da avenida no período mais chuvoso com vento vindo do S, as galerias da Guararapes podem não ser eficazes na proteção do passeio contra a chuva. Ainda assim, elas podem proteger as aberturas dos ambientes adjacentes, favorecendo a utilização da ventilação natural pelo edifício mesmo quando estiver chovendo.

Sobre as “chuvas-de-vento” não foram encontradas pesquisas que pudessem fornecer maiores informações sobre os ângulos de incidência da chuva na fachada a barlavento do edifício. No entanto, pode-se tentar bloquear a chuva vinda com os ventos mais freqüentes no período chuvoso – neste caso, S e SE – através de toldos como aqueles também utilizados no bloqueio da radiação, de forma a complementar o desempenho da galeria.

Outro fator importante a ser considerado, em se tratando do potencial de ventilação da avenida, é a velocidade do vento. Os dados de velocidade do vento para o Recife, como foi demonstrado anteriormente, indicam que é satisfatória em todos os períodos do dia e do ano e que é maior exatamente no período mais necessário, quando a temperatura do ar é mais alta.

Quanto ao sombreamento, no tipo de clima como o do Recife, o bloqueio da radiação solar nos espaços urbanos torna-se fundamental para que, combinado à ventilação, contribua para a configuração de microclimas favoráveis ao conforto térmico nos espaços externos.

2.2.3 Estratégias bioclimáticas para o desenho urbano

É neste ponto que as estratégias bioclimáticas para o desenho urbano devem ser consideradas e requerem além do conhecimento das condições climáticas dominantes, o entendimento das formas como os edifícios e os espaços entre eles criam pequenos microclimas, e de que forma isto pode ser feito para criar espaços confortáveis e favoráveis à interação social no ambiente da cidade (BUSTOS ROMERO, 2001; BROWN; GILLESPIE, 1995).

Por exemplo, a energia recebida pela terra como radiação solar é repartida pelos espaços urbanos em função das características das superfícies, da geometria, da localização e da orientação. Esta energia radiante também pode: ser armazenada pelos materiais constituintes das superfícies ou pelas massas de água e vegetação; ser utilizada para evaporar água; ser emitida como radiação terrestre; ou ser

utilizada para aquecer o ar. Quando isto acontece a porção de energia utilizada vai afetar fortemente o microclima do local (BROWN; GILLESPIE, 1995).

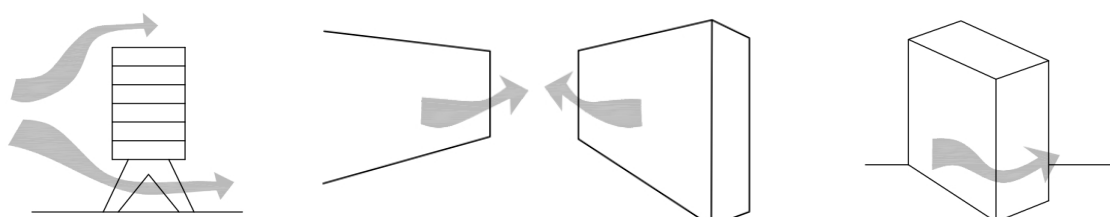
A quantidade de radiação solar recebida pelo solo urbano pode ser influenciada, mais precisamente, pelo bloqueio da radiação através da projeção de sombra, em determinadas horas do dia, pela presença de morros, árvores e edifícios. Ao mesmo tempo em que a radiação que incide na superfícies dos edifícios verticais será mais influenciada pela sua orientação e pelas variações locais de nebulosidade, poluição atmosférica, fumaça ou poeira.

Mas os efeitos térmicos da quantidade de radiação incidente dependerão das qualidades dos materiais em absorver e refletir a energia solar recebida. A temperatura alcançada por alguns materiais da superfície do solo ou dos edifícios conseguem superar drasticamente a temperatura do ar do seu entorno.

A disposição dos edifícios e a configuração da malha urbana, assim como o tipo de cobertura do solo também podem alterar sensivelmente a velocidade e o gradiente do vento. Nos centros urbanos a velocidade tende a diminuir mais próximo ao solo e aumentar com a altura das construções. Também pode mudar de direção escoando através das ruas definidas por altos gabaritos ou com barreiras perpendiculares à sua direção. As variações de temperatura em diferentes pontos da malha urbana podem ainda produzir pequenas brisas (BARBIRATO et al, 2007).

Tanto no sentido do fluxo do ar como da velocidade, o vento é extremamente variável dentro do tecido urbano em função das suas características. A direção e a velocidade do vento que chega ao espaço urbano variam com a hora do dia e o período do ano. E os componentes da arquitetura da cidade, como foi mencionado acima, podem reduzir ou aumentar a sua velocidade como também redirecioná-lo e ainda configurar efeitos aerodinâmicos (figuras 2.2.12 e 2.2.13) como “pilotis”, “esquina”, “barreira”, “Venturi” e “de canalização” (GANDEMER *apud* BUSTOS ROMERO, 2000, p. 92).

Figura 2.2.12 – Efeitos aerodinâmicos do vento: pilotis, Venturi e de esquina.



Adaptado de: Bustos Romero, 2001, p. 92.

Figura 2.2.13 – Efeitos aerodinâmicos do vento, barreira e de canalização.



Adaptado de: Bustos Romero, 2001, p. 92.

Em cidades de clima tropical quente-úmido como o Recife, a configuração do tecido urbano deve ser dispersa e com espaços abertos amplos a fim de promover a circulação do ar no nível dos pedestres e garantir a penetração das brisas. As edificações mais baixas em ruas mais amplas possibilitam um maior movimento do ar induzido para o nível do solo, o que pode reduzir a temperatura das superfícies adjacentes aos passeios de pedestres (BROWN; DEKAY, 2004; CORBELLA, 2009; BUSTOS ROMERO, 2001).

No que se refere ao posicionamento das ruas em relação aos ventos dominantes, o vento flui melhor ao longo da via quando a orientação coincide com a direção do vento dominante. Quando a rua está orientada perpendicular à direção do vento, o movimento vertical do ar é favorecido, gerando ventos com velocidades mais baixas no nível da rua e uma maior possibilidade de turbulência (YANNAS *apud* BROWN; DEKAY, 2004, p. 137).

As diferentes características da geometria do espaço urbano podem provocar variações no microclima, e afetar as condições ambientais das áreas circundantes. As mais significativas variações no microclima são criadas pelas diferenças na quantidade de radiação solar e ventos que penetram no conjunto, que produz um efeito imediato na sensação de conforto ou desconforto térmico experimentada pelos usuários ao desenvolver as suas atividades nos espaços externos (YANNAS, 2004b).

Alguns componentes do microclima podem ser modificados sutilmente pelo desenho urbano enquanto outros podem ser fortemente modificados. Desta forma, o desenho microclimático deve concentrar-se nestes últimos. Como é o caso da radiação solar e do vento. A temperatura e a umidade do ar, por exemplo, também influenciam o conforto térmico. No entanto, não podem ser normalmente modificados pelo desenho urbano (BROWN; GILLESPIE, 1995).

Em climas mais amenos, como o de boa parte das cidades brasileiras, é possível modificar o microclima com o uso de estratégias bioclimáticas para o desenho urbano que induzam uma reação vantajosa aos aspectos negativos do clima, como a alta temperatura e a radiação solar intensa, e favoreçam os aspectos positivos como a disponibilidade de vento e a presença de brisas (SPAGNOLO e DE DEAR *apud* GAITANI, 2007, p. 317; OLGYAY, 1963).

No clima tropical quente-úmido, o vento é o elemento de maior relevância. E no desenho urbano, é mais importante admitir-se um recurso desejável do que bloquear um elemento indesejável. Assim, é preferível orientar as ruas na direção dos ventos dominantes e dimensioná-las induzindo o movimento do ar no nível dos pedestres e utilizar de outros recursos arquitetônico para bloquear a radiação e as chuvas (BROWN; DEKAY, 2004; CORBELLA, 2009; BUSTOS ROMERO, 2001).

No conforto térmico dos usuários, que será melhor discutido na próxima seção, as trocas térmicas desempenham um importante papel. O balanço do fluxo energético ao redor de uma pessoa promove uma estimativa do grau de conforto desta pessoa em determinado microclima.

Por exemplo, quando o balanço energético humano for positivo, ou seja, quando o corpo recebe mais calor do que perde, significa que a pessoa está com calor, enquanto que o balanço energético negativo indica que está com frio. Neste sentido, a arquitetura do ambiente urbano precisa interagir com a atmosfera a fim de criar microclimas em que o balanço energético humano mantenha-se próximo a zero (BROWN; GILLESPIE, 1995).

Sabendo-se que a radiação solar afeta fortemente o microclima e o conforto térmico das pessoas, existem muitas formas de modificá-la através do desenho urbano. Nos espaços externos além da radiação solar – aquela emitida pelo sol – deve-se considerar a radiação terrestre – aquela emitida pelas superfícies da terra. Para o projeto bioclimático, o ideal seria a compreensão de como o desenho urbano pode modificar cada um desses tipos (BROWN; GILLESPIE, 1995).

Na proteção dos espaços externos contra a incidência da insolação deve-se considerar a trajetória solar correspondente à latitude local (CORBELLA, 2009). A projeção de sombra no ambiente urbano vai depender da orientação das ruas, das

alturas dos edifícios e da distância entre eles e dos ângulos solares que incidem nos espaços que se deseja proteger (BROWN; DEKAY, 2004).

O controle da energia solar incidente no passeio de pedestres é de fundamental importância não só para o conforto térmico das pessoas como também para a prevenção do câncer de pele (CORBELLA, 2009).

Neste sentido, a arquitetura dos edifícios pode contribuir através da utilização de materiais de baixa absorção na superfície refletora e de elementos de proteção solar, como marquises, toldos e galerias, projetados sobre o passeio de pedestres. Estes elementos são importantes para proteger contra as chuvas locais e, principalmente minimizar os efeitos térmicos da radiação solar excessiva entre outros benefícios que serão explorados a seguir (BUSTOS ROMERO, 2001; CORBELLA, 2009).

2.2.4 Espaços de transição

Os elementos de proteção solar citados acima, em especial as galerias, configuram espaços de transição situados adjacentes às edificações, constituindo uma parte interna da quadra, porém, externa ao edifício. Estes espaços caracterizam-se pela ausência de controle artificial do ambiente e por configurar a transição gradativa do ambiente interno para o externo e vice-versa (CHUN et. al., 2008; PITTS, 2007; POTVIN, 2000; YANNAS, 2004, 2009). Podendo apresentar-se como uma estratégia de projeto bioclimático para o desenho urbano em cidade de clima quente-úmido como o Recife.

Os estudos do conforto térmico nos espaços externos, segundo Chun et. al. (2004), revelam uma ausência de informações sobre as respostas dos usuários às condições térmicas específicas nos espaços de transição. Mas em climas tropicais, por exemplo, estes espaços podem promover uma sensação de conforto térmico pelo bloqueio da radiação solar e pela abertura do espaço à ventilação natural (CHUN et. al., 2004; DESSÌ, 2007; MEDINILHA et al., 2009).

Os espaços de transição também apresentam um grande potencial na redução do contraste térmico entre os ambientes interno e externo. Conseqüentemente, o fato de permitir uma adaptação gradual às diferenças de temperaturas interna e externa, pode ter efeito na redução da demanda por energia das edificações (PITTS; SALEH,

2007). Isto, principalmente, em função da diminuição da expectativa de conforto do usuário que vem do exterior para o interior.

Nestes espaços, a condição térmica é consequência das condições microclimáticas do ambiente adjacente ao ar livre. Neles, as pessoas esperam e encontram condições climáticas diferentes com a possibilidade de obtenção de conforto térmico. Além disso, os usuários podem experimentar os efeitos dinâmicos e gradativos da mudança de ambiente (CHUN et. al., 2004; PITTS; SALEH, 2007; POTVIN, 1997; SKUBS; LABAKI, 2009).

Os espaços de transição além de se apresentarem como uma estratégia bioclimática para o desenho urbano, em especial para cidades com o clima como do Recife, também têm impacto numa gama de sentidos e percepções humanas quando atuam tanto no controle da circulação como na composição estética das entradas dos edifícios como na percepção visual do espaço adentrado (BAKER; STEEMERS, 2002; PITTS; SALEH, 2007; SKUBS; LABAKI, 2009).

Em relação à iluminação natural, a transição gradual entre os ambientes, favorecida pela luz que entra por meio de uma galeria, por exemplo, e alcança o interior do ambiente através de divisórias transparentes, pode ser uma forma de atender os requisitos de iluminação e melhorar a distribuição de luz no interior. Ao mesmo tempo, no exterior, a qualidade da iluminação na galeria torna-se mais dinâmica e favorece um menor controle da luz solar pelo espaço interno (BAKER; STEEMERS, 2002).

No entanto, GOMES, V. (2010b) demonstra, através de resultados da simulação computacional da iluminação natural no ambiente adjacente à uma galeria com a mesma configuração das da Avenida Guararapes, que dependendo do período do ano, da hora do dia e da orientação da galeria, ela pode não ser suficiente para a proteção do passeio e, conseqüentemente, para uma melhor distribuição de iluminâncias no ambiente adjacente.

Com os resultados das simulações, observou-se que, comparando o modelo tridimensional correspondente à galeria da Guararapes, representado pela secção 1, (figura 2.2.14) a um modelo com um dispositivo de proteção solar auxiliar, representado pela secção 2 (figura 2.2.14) orientados à oeste (O) no solstício de verão, a radiação global que chega ao ambiente com o protetor solar auxiliar nas

galerias é aproximadamente 50% menor do que a chega no ambiente adjacente às galerias sem o dispositivo auxiliar.

Comparando os resultados da média das iluminâncias obtida para cada horário no ambiente adjacente dos dois modelos simulados (gráfico 2.2.15) à tabela de iluminâncias sugerida pela NBR 5413, com a utilização do dispositivo de proteção solar auxiliar tem-se uma melhor qualidade de luz devido à média está na faixa dos 500 à 1000 lux recomendados pela norma.

Desenho 2.2.14 – Secções representativas dos modelos da galeria da Avenida Guararapes quando orientados à oeste, no solstício de verão às 10h, que foram utilizados nas simulações computacionais no programa TropLux.

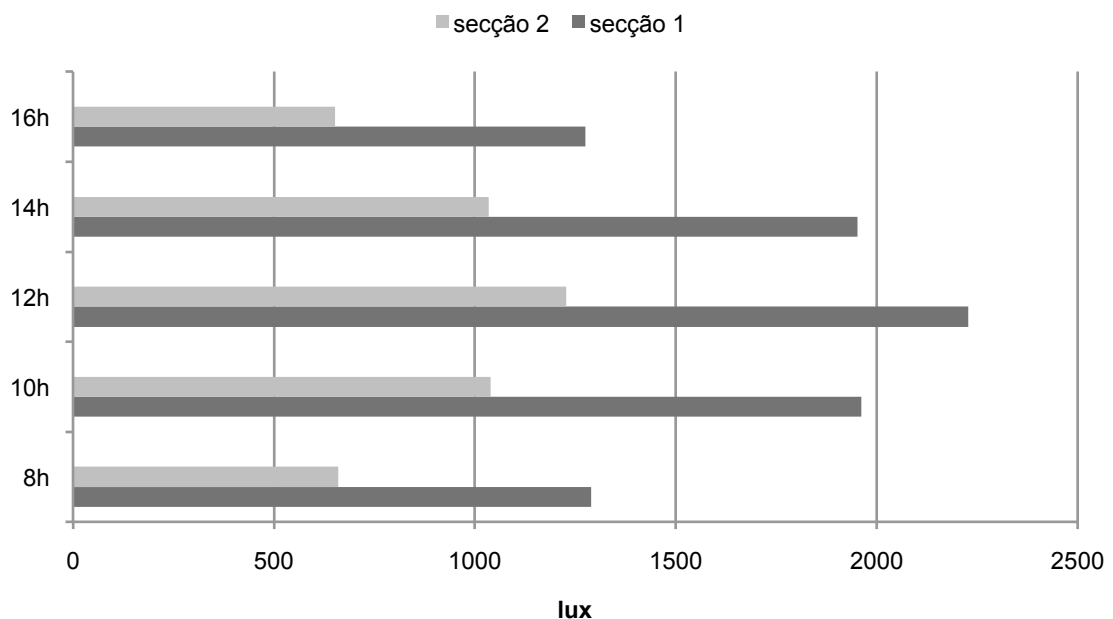


Secção 1 – Sem o protetor auxiliar.

Secção 2 – Com o protetor auxiliar.

Fonte: Gomes, 2010b, p.05.

Gráfico 2.2.15 – Média das iluminâncias no plano de trabalho do ambiente adjacente à galeria orientada à oeste no solstício de verão, correspondentes às secções 1 e 2.



Fonte: Gomes, 2010b, p.05.

Os espaços de transição além de estarem comprometidos com a sensação de conforto dos usuários, tanto luminoso como térmico, e com o movimento do corpo, tornando-se o lugar de adaptação progressiva ao novo ambiente (POTVIN, 1994 *apud* POTVIN, 1997), aumenta, através da diversidade ambiental, as possibilidades morfológicas da arquitetura do ambiente urbano.

A ampliação da variedade de espaços configurando diferentes ambientes térmicos na cidade, pode maximizar a possibilidade de adaptação física e psicológica nos espaços externos. Como será discutido no final da próxima seção, o aumento das possibilidades de adaptação no ambiente urbano, pode ser um meio de obter conforto térmico nesses espaços e aumentar o seu uso, ao fortalecer a interação social entre os cidadãos, promovendo oportunidades espaciais termicamente favoráveis para que isto ocorra (NIKOLOPOULOU; STEEMERS, 2003).

2.3 Conforto térmico nos espaços externos

A conexão sutil entre o exterior e o interior, promovida pelo espaço configurado pela galeria, por exemplo, pode ser um meio eficaz de promover a diversidade ambiental e o conforto térmico através da adaptação progressiva do corpo evitando o desconforto gerado pelas mudanças bruscas de ambientes térmicos (POTVIN, 1997).

No entanto, o mesmo tempo em que o conforto térmico externo é muito importante para a qualidade e o uso dos espaços urbanos, especialmente em cidades de clima tropical quente-úmido, onde o clima é mais ameno e favorável à vida ao ar livre, os estudos sobre o conforto térmico, geralmente, voltam-se para os ambientes internos dos edifícios (CHUN et. al., 2004).

Raja e Virk (*apud* WALTON et al., 2006, p. 3167) destacam que enquanto o ambiente interno pode ser controlado pelos usuários, as condições ambientais que se configuram dentro da escala arquitetônica são poucas. Enquanto que, nos espaços externos, as pessoas podem experimentar diferentes condições dentro da complexidade do ambiente urbano, podendo optar a qual delas deseja se expor e por quanto tempo.

A seguir, apresenta-se um contexto teórico sobre o conforto térmico humano e sobre o conforto térmico nos espaços externos. Expondo-se alguns dos estudos mais

relevantes sobre a avaliação do conforto térmico externo e sobre a utilização das galerias para promovê-lo em diferentes situações climáticas.

2.3.1 Conforto térmico humano

Sobre o conforto térmico humano, sabe-se que as condições térmicas de um ambiente interferem diretamente na energia e na saúde de uma pessoa. Condições ambientais favoráveis podem ser muito estimulantes no desenvolvimento das atividades ao mesmo tempo em que o desconforto térmico pode levar ao estresse físico e mental (OLGYAY, 1963).

As condições ambientais requeridas para o conforto térmico dependem primeiramente da temperatura do ar, umidade, velocidade do ar e da radiação solar, e variam de pessoa para pessoa por influência de fatores fisiológicos e psicológicos (ASHRAE, 2004; KOENISBERGER et al, 1973; NIKOLOPOULOU, 2003).

Entre as definições de conforto térmico está a expressão psicológica de satisfação com o ambiente térmico (ASHRAE, 2004). O ambiente térmico, por sua vez, é aquele que influencia as trocas de calor do corpo humano com o ambiente. Então, pode-se dizer que a sensação de conforto é experimentada quando o indivíduo, exposto a um determinado ambiente térmico, não sente frio nem calor. E isto acontece quando, influenciado pelos fatores físicos e comportamentais, o balanço energético entre o corpo humano e o ambiente é nulo e a temperatura da pele e a quantidade de suor estão em níveis razoáveis (CARVALHO, 2006).

2.3.1.1 Balanço energético humano

De toda energia produzida no corpo, através do metabolismo, cerca de 20% é utilizada e os 80% restantes são excedentes de calor que deve ser dissipado para o ambiente para que a temperatura do corpo mantenha-se equilibrada e constante. A produção de calor excedente varia de acordo com a taxa metabólica e depende da atividade humana desenvolvida (KOENISBERGER et al, 1973).

O corpo precisa liberar todo o calor excedente para manter a temperatura interna de 37°C – homeotermia. Quando perde menos ou mais calor a fim de obter seu estado homeotérmico em relação às condições térmicas ambientais, a sensação é de desconforto. E mais energia é direcionada ao equilíbrio das trocas térmicas com o ambiente, comprometendo a capacidade humana em desenvolver eficientemente as

suas atividades. Este gasto extra de energia acontece através dos mecanismos de termorregulação (OLGYAY, 1963).

As trocas térmicas entre o corpo e o ambiente podem ocorrer por convecção, radiação, evaporação e, em um grau menor, por condução.

A taxa de perda de calor por radiação dependerá da temperatura da superfície do corpo e da temperatura das superfícies adjacentes. A taxa de evaporação, que depende da umidade do ar e da quantidade de umidade disponível para a evaporação, determinará a perda de calor por evaporação. A perda de calor por condução depende da diferença de temperatura entre a superfície do corpo e o objeto com o qual está em contato direto (KOENISBERGER et al, 1973).

O balanço energético humano acontece, segundo Koenisberger et al (1973), quando o somatório das perdas e ganhos de calor para o ambiente é igual a zero:

$$\text{Met} - \text{Evp} \pm \text{Cnd} \pm \text{Cnv} \pm \text{Rad} = 0 \quad [\text{Eq. 01}]$$

Onde Met é a taxa de metabolismo (basal e muscular), Evp é a taxa de perda de calor por evaporação (da umidade e suor), Cnd é a taxa de condução (quando em contato com corpos aquecidos representa ganho de calor (+) e quando em contato com corpos frios, perda (-)), Cnv é a taxa de convecção (se o ar é mais aquecido que a pele representa ganho de calor (+) ou se é mais resfriado, perda (-)), Rad é a taxa de ganho de calor (+) por radiação vinda do sol, do céu e de corpos quentes e de perda de calor (-) por radiação para o céu noturno e superfícies frias.

Quando a soma é maior que zero, a regulação vasomotora ocorre para aumentar a temperatura da pele e acelerar os processos de perda de calor para o ambiente quente por meio da vasodilatação (aumento da circulação sanguínea na superfície da pele) e da exsudação.

Quando a soma é menor que zero, a temperatura da pele é reduzida para desacelerar a perda de calor para o ambiente frio e aumentar a resistência térmica da pele por meio da vasoconstrição (redução da circulação sanguínea na superfície da pele).

As condições ambientais extremas exigem um trabalho excessivo do aparelho termorregulador causando fadiga termo-higrométrica (relativa ao calor e ao frio) (FROTA, 2003).

Como foi mencionado anteriormente a temperatura, umidade e velocidade do ar e a radiação afetam diretamente o conforto térmico humano e dependendo das características climáticas do ambiente vão interferir de forma diferente no processo de dissipação de calor do corpo humano.

2.3.1.2 Indicativos de conforto térmico

As definições de conforto térmico são várias e podem ter uma dimensão mais subjetiva ou mais racional. Apesar das condições ambientais requeridas para o conforto não serem iguais para todos, estudos realizados desde o século passado concentram-se na determinação de um índice que possa definir condições consideradas termicamente confortáveis para um percentual maior de habitantes (ASHRAE, 2004; FROTA, 2003; KOENISBERGER et al, 1973; MONTEIRO, 2005).

Os impactos do ambiente térmico no corpo humano são sentidos como um todo, conseqüentemente, os índices de conforto térmico combinam vários fatores e resumem seus efeitos simultâneos nas respostas sensoriais e fisiológicas do corpo em uma só variável (GIVONI, 1976; ASHRAE, 2001a *apud* ALI-TOUDERT, 2005, p. 41).

Muitos destes índices apresentam respostas significativas para as situações em que foram determinados, por isto, a sua aplicação requer uma adequação às características climáticas locais assim como o modo de vida humano na região. Quando desenvolvidos e aplicados de forma adequada, os índices de conforto térmico são um instrumento importante para uma avaliação específica das trocas térmicas operantes e para a elaboração de estratégias de projeto para o controle do ambiente (MONTEIRO, 2005; ROMERO, 2001).

Existe um grande número de índices e a grande maioria trata as condições de conforto térmico em espaços internos. No entanto, a avaliação do conforto térmico nos espaços externos é bem menos compreendida e muito mais complexa pois envolve fatores adicionais como radiação solar e ventos e ainda atividades e expectativas diferentes (ALI-TOUDERT, 2005).

As primeiras preocupações em relacionar os elementos climáticos com o conforto térmico humano surge de forma sistemática com os irmãos Olgyay, que em 1963 desenvolveram um diagrama termo-higrométrico – a primeira carta bioclimática – com as necessidades de conforto de habitantes dos Estados Unidos em atividade

ligeiramente sedentária. O diagrama pode ser utilizado em latitudes inferiores a 40° se os valores das temperaturas forem corrigidos em 0,5°C para cada 4° de latitude e indica as necessidades de ventilação, sombreamento e radiação solar na obtenção do conforto térmico (OLGYAY, 1963).

Pouco tempo depois, em 1969, Givoni identifica diferenças significativas entre as temperaturas externas e internas ao edifício, devido à inércia térmica da envoltória. A carta psicrométrica de Givoni e Milne traduz as estratégias bioclimáticas, até então somente identificadas, em possibilidades e limites construtivas em função da influência das características físicas da envoltória na temperatura interna do edifício.

Fanger, em 1973, estabelece através da equação do princípio de neutralidade térmica que quando qualquer combinação da temperatura do ar, temperatura média radiante, velocidade do ar, umidade relativa, nível de atividade e resistência térmica da vestimenta estivessem dentro das condições de conforto térmico, a maioria das pessoas se sentiriam termicamente confortáveis.

O trabalho de Fanger faz parte de um conjunto de estudos de conforto térmico realizados em câmaras climatizadas com um certo número de pessoas expostas a um ambiente térmico constante. Neste caso, as variáveis climáticas não oscilam e o ser humano é considerado como um recipiente passivo de estímulos térmicos. As respostas das pessoas ao ambiente são intermediadas pela física da transferência de calor e o desconforto é expresso pelas ações involuntárias como calafrios ou sudorese (CARVALHO, 2006; KWORK, 2010).

Este tipo de abordagem baseada em um modelo de estado estacionário começou a ser questionado pelos estudiosos e amplamente discutido pelos trabalhos recentes pela sua discordância com a realidade variável das condições climáticas de um ambiente e a possibilidade das pessoas responderem ativamente e de formas distintas ao desconforto térmico (CARVALHO, 2006; KWORK, 2010; NIKOLOPOULOU, 2001).

Os trabalhos de Humphreys e Nicol e de Dear e Brager apóiam-se em dados de trabalhos de campo e melhor representam a abordagem do modelo adaptativo que considera o humano como agente ativo capaz de interagir com o ambiente modificando-o ou modificando a si mesmo para adaptar-se a ele (KWORK, 2010; NIKOLOPOULOU, 2001).

A adaptação humana ao ambiente térmico a fim de alcançar a sensação de conforto foi simplificada por Dear (*apud* KWORK, 2010, p. 19) em três categorias:

- Comportamental – por exemplo, para conseguir um estado satisfatório de balanço térmico do corpo, as pessoas podem mudar o comportamento adicionando ou removendo vestimenta, movimentando-se, abrindo ou fechando janelas e portas, ajustando termostatos ou usando ventiladores;
- Fisiológica – quando a adaptação do corpo vêm através de mudanças na taxa metabólica com respostas termorregulatórias como a vasodilatação – sudorese – ou a vasoconstrição – calafrios;
- Psicológica – quando as experiências térmicas passadas como as expectativas térmicas em relação ao ambiente podem afetar psicologicamente a maneira como as pessoas percebem o ambiente térmico.

2.3.2 Avaliação do conforto térmico externo

Nikolopoulou e Lykoudis (2005) ressaltam que a quantificação do conforto térmico a partir de modelos estáticos sem considerar as respostas psicológicas dos usuários torna-se insuficiente na descrição do conforto térmico nos espaços externos devido à complexidade do ambiente urbano e das variações temporais e espaciais que o envolvem. Neste trabalho, os autores demonstram uma adaptação tanto comportamental como psicológica na sensação de conforto nos espaços externos.

A adaptação comportamental aparece com as variações de vestimenta conforme as mudanças de estações assim como a alteração da taxa metabólica com a tendência à atividades de baixa taxa metabólica associada à alta temperatura do ar. Acima disto, as experiências recentes e as expectativas desempenham um papel ainda mais importante.

Segundo os autores, no caso das cidades européias, a neutralidade encontrada no período de outono e primavera segue o comportamento da estação anterior – temperaturas mais quentes são esperadas no outono devido às condições climáticas do verão, enquanto na primavera as baixas temperaturas são ainda consideradas confortáveis comparadas às condições extremas do inverno.

Outro fato é a possibilidade de decisão do usuário dos espaços externos. Observou-se que aqueles que decidiram por sua própria escolha se expor à certa condição

ambiental eram mais tolerantes ao ambiente térmico pois podiam retirar-se assim que sentissem desconfortáveis, diferentemente daqueles obrigados a permanecerem.

Os resultados do trabalho confirmam a forte relação entre as condições microclimáticas e de conforto. A temperatura do ar e a radiação solar apresentaram-se determinantes na sensação de conforto. Em relação ao vento, existia um aumento no desconforto à medida que aumentava a velocidade, mas dependendo da temperatura do ar, à medida que fosse mais alta, o efeito refrescante do vento era desejado. E a respeito da umidade, os autores afirmam que ela desempenha um papel secundário na sensação geral de conforto pois as pessoas não são boas em julgar as variações nos níveis de umidade a menos que a umidade relativa esteja muito alta ou muito baixa, o que normalmente acontece relacionado às condições de temperatura.

Em um outro estudo, Nikolopoulou e Lykoudis (2006) destacam a relação entre microclima e conforto térmico externo no uso dos espaços urbanos, afirmando que as condições ambientais impostas aos usuários destes espaços podem melhorar ou piorar às suas experiências e interação com o ambiente. Os procedimentos de adaptação, segundo eles, podem melhorar o uso e a experiência nos espaços abertos urbanos, no entanto, não exclui a necessidade da análise climática. Ao contrário, a estreita relação que existe entre as condições microclimáticas e o conforto e a necessidade de estimular as qualidades ambientais mostram que um projeto atento às condições do microclima pode favorecer ao uso dos espaços da cidade. Segundo eles, isto só é possível incluindo as preocupações microclimáticas no desenho urbano.

O planejamento microclimático e um projeto cuidadoso dos espaços urbanos, como afirmam Nikolopoulou e Steemers (2003 p. 101), “podem promover proteção dos aspectos negativos e exposição aos aspectos positivos do clima, e desta forma, aumentar o uso dos espaços ao longo do ano”.

Para Walton et al. (2006), a questão do microclima no desenho urbano para promover o conforto térmico nos espaços externos é como criar espaços capazes de minimizar a necessidade de ajustes dentro de um intervalo que as pessoas possam tolerar. Ou também, como criar espaços que tenham um microclima que varie dentro

de uma faixa de valores de índices de conforto que as pessoas normalmente toleram.

No trabalho de Ahmed (2003), sobre o conforto térmico nos espaços urbanos nos Trópicos, o autor apresenta um estudo de campo na cidade de Daca em Bangladesh, partindo da investigação de seis categorias espaciais de ambientes externos. O estudo de campo foi realizado em um período – julho e agosto – onde a temperatura varia entre 24.6°C e 31.8°C e a média de umidade relativa, entre 70% e 80%. Assim como Recife, Daca é uma cidade de clima tropical quente-úmido com períodos onde a alta umidade relativa combinada à altas temperaturas representam desconforto aos usuários dos espaços.

A principal constatação de Ahmed (2003), no que interessa a este trabalho, foi que a partir do meio dia quando a temperatura aumenta progressivamente acima da média, até horas mais tarde do dia, quando a temperatura do ar é máxima, espaços completamente sombreados são requeridos. Durante horas mais tarde do dia, depois das 17:00h, quando a oportunidade de ganho radiativo (tanto ambiental quanto terrestre) é mínimo, campos abertos e espaços sem fechamentos são desejáveis.

Estes espaços, permitem que a perda radiativa (onda longa) do corpo de uma pessoa aconteça em todas direções e assim, qualquer fluxo de ar disponível possa contribuir para a perda convectiva. Ahmed ressalta que o sombreamento em espaços urbanos, por qualquer meio, é de prioridade máxima, em especial das 12:00h as 15:00h e de preferência das 10:30h às 15:30h. Em aspectos gerais, o trabalho de Ahmed (2003, p. 108) destaca que:

O objetivo do desenho urbano em relação ao conforto térmico externo deveria ser criar ou promover uma variação térmica razoável ao vez de tentar criar uma condição térmica exata. Essa multiplicidade de condições térmicas pode ser alcançada promovendo a variedade de características espaciais onde usuários podem encontrar conforto dependendo das disposições individuais. No entanto é importante estabelecer critérios para o conforto externo, a fim de avaliar as condições do microclima urbano e para fornecer uma referência de desenho, ou de configuração.

Ahmed também criou uma zona de conforto para os espaços externos no verão e na sombra, que demonstra a importância do sombreamento como estratégia para o conforto térmico em cidades de clima tropical quente-úmido.

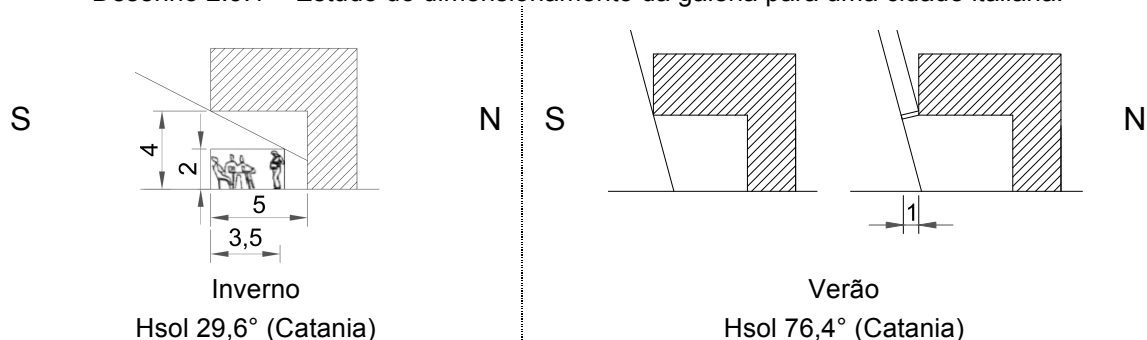
2.3.2.1 Alguns estudos relevantes

Ali-Toudert e Mayer (2007) investigaram o efeito de alguns componentes da arquitetura urbana, entre eles as galerias, com potencial de contribuir para o conforto térmico nos espaços externos. Os resultados demonstraram que o uso de galerias teve um impacto moderado na redução da temperatura do ar e um forte efeito na redução do ganho de calor do corpo humano, conseqüentemente, na sensação de conforto térmico.

Segundo os autores, nas áreas protegidas por galerias a situação térmica é melhor que a das porções da rua que recebem radiação solar direta. No entanto, os espaços das galerias também podem experimentar pequenos períodos de estresse térmico devido à exposição dos pedestres e das superfícies do solo à radiação em função da orientação da rua combinada com as dimensões das galerias – altura e profundidade.

Dessi (2007) propõe um estudo do desempenho das galerias em relação à insolação de inverno e de verão em diferentes cidades italianas, a fim de propor o ângulo vertical adequado para permitir ou bloquear a radiação no nível dos pedestres (desenho 2.3.1). A autora considera para sua análise, a geometria das galerias – altura e profundidade – e também a altura mínima dos prédios vizinhos e a distância máxima entre eles, a fim de permitir a insolação no período de inverno. No período de verão, a autora também estuda a possibilidade de dispositivos de proteção solar complementares à galeria.

Desenho 2.3.1 – Estudo do dimensionamento da galeria para uma cidade italiana.

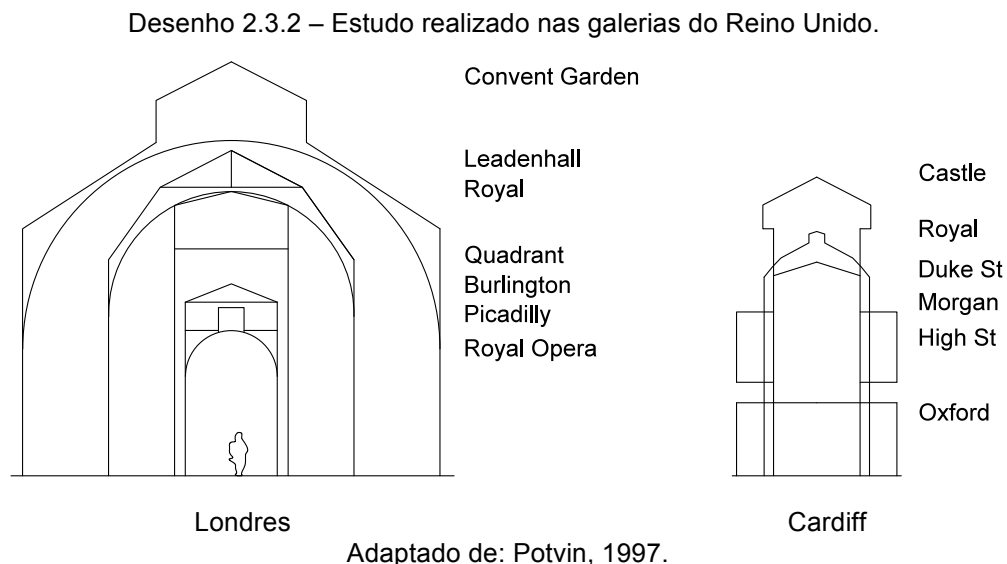


Adaptado de: Dessì, 2007, p. 159.

Kim et al. (2010) destaca a importância das galerias nos mercados tradicionais coreanos na proteção contra as chuvas e na configuração de espaços semi-abertos de ventilação natural. Os autores analisam a performance das galerias em relação à

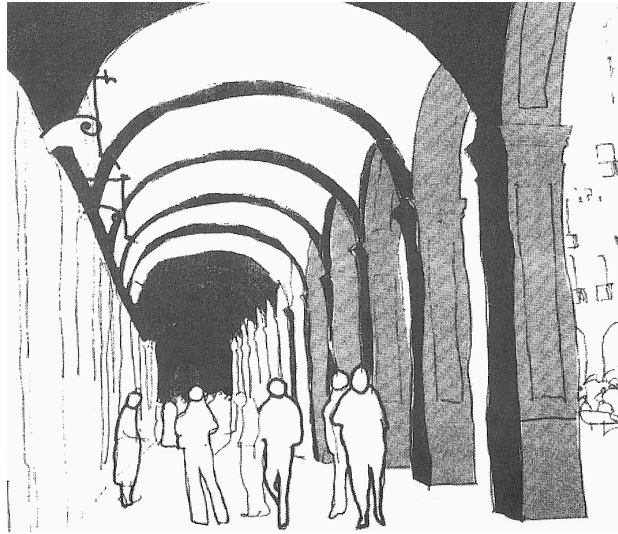
ventilação chegando à resultados que ressaltam a influência da configuração das galerias e da distância e altura dos prédios vizinhos.

Potvin (1997) desenvolveu um estudo sobre o ambiente das galerias, analisando a sua performance térmica e contribuição para a diversidade ambiental da cidade. Para isto, utilizou os mais importantes exemplos de galerias de Londres e Cardiff que variam em relação à geometria, orientação e grau de abertura e transparência (desenho 2.3.2). Entre eles está o *Convent Garden*. Uma das constatações do autor foi que nas situações em que as galerias não se posicionavam de forma favorável à circulação do vento no período de verão, os espaços configurados por elas apresentaram temperaturas mais altas que nos espaços externos em função da presença do vidro.



No estudo sobre a arquitetura bioclimática do espaço público, Bustos Romero (2001), quando analisou a *Plaza Real*, em Barcelona, caracterizou a “superfície fronteira” da praça, como uma superfície contínua em função da relação estabelecida entre a praça e o passeio de pedestres pelo espaço configurado pelas galerias. Segundo a autora, esta característica só aparece em espaços pertencentes ao traçado mais antigo da cidade e é capaz de criar um microclima diferenciado. Segundo ela, a porosidade faz com que ele seja favorável.

Figura 2.3.3 – Galeria da Plaza Real, Barcelona, Espanha.



Fonte: Bustos Romero, 2001.

Enfim, as galerias configuram espaços protegidos das chuvas e podem ser muito eficazes no bloqueio da radiação solar, especialmente em cidades de baixa latitude devido à alta intensidade da insolação, principalmente quando a posição do sol apresenta alturas solares maiores. Além disso, como espaço sombreado e semi-aberto pode promover a sensação de conforto térmico no nível do pedestre através da ventilação natural (DESSÌ, 2007).

Como foi discutido, a eficácia das galerias em relação ao sombreamento e, conseqüentemente, no que diz respeito ao seu papel no conforto térmico dos espaços externos, irá depender do contexto climático no qual se insere, da geometria – altura e profundidade –, da orientação, e da distância dos prédios vizinhos.



3 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS

Como foi destacado anteriormente, a radiação solar tem grande influência na sensação de conforto térmico dos usuários dos espaços externos e, para evitar o desconforto nestes espaços, em climas quentes como o do Recife, a principal estratégia é o bloqueio da insolação no nível dos pedestres. A arquitetura das construções adjacentes aos passeios pode contribuir com o uso de protetores solares como as marquises e os pórticos que configuram as galerias, por exemplo.

Fundamentada nos estudos sobre o conforto térmico nos espaços externos discutidos no capítulo anterior, a metodologia da pesquisa consiste na análise do desempenho das galerias da Avenida Guararapes no que diz respeito ao sombreamento dos passeios de pedestres localizados na cidade do Recife (latitude 8°7'S).

Os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa foram: a revisão da bibliografia existente sobre os enfoques do tema; a construção de modelos a serem avaliados por programas computacionais; a simulação computacional do sombreamento através da Geometria da Insolação no programa *Ecotect 2010*; a análise e discussão dos resultados obtidos com as simulações; e a conclusão geral do trabalho.

Maiores detalhes sobre esta etapa, da metodologia e dos procedimentos metodológicos, serão descritos e desenvolvidos a seguir.

3.1 Procedimentos metodológicos

Dos procedimentos metodológicos descritos, os próximos itens referem-se à ferramenta utilizada na obtenção dos objetivos específicos da pesquisa: a simulação computacional do sombreamento através da análise da Geometria da Insolação.

3.1.1 Geometria da Insolação

Com a Geometria da Insolação é possível “determinar, graficamente, os ângulos de incidência do Sol, em função da latitude, da hora e da época do ano” (FROTA e SCHIFFER, 2003, p.75). Desta forma, a eficácia de um dispositivo de proteção solar pode ser prevista ou testada a partir dos ângulos de incidência do Sol sobre a superfície que pretende-se proteger em um determinado período. Estes ângulos são determinados pelas trajetórias aparentes do Sol, projetadas no plano do horizonte do

observador representadas graficamente na Carta Solar para cada latitude. A simulação computacional através do programa *Ecotect 2010*, foi a ferramenta utilizada para simular as trajetórias aparentes do Sol ao longo do ano e o efeito das galerias no sombreamento do passeio de pedestres.

3.1.2 Simulação computacional

A ferramenta utilizada para atingir os objetivos foi a simulação computacional. A simulação computacional é um instrumento de avaliação que se apresenta como uma opção mais prática e eficaz para as análises ambientais, principalmente, no caso de projetos em fase de concepção e pesquisas com um prazo limitado de execução.

Entre os vários programas disponíveis, existem aqueles mais acessíveis e os mais restritos, como também os que demandam maior tempo de aprendizagem e os mais fáceis de serem utilizados.

O programa da *Autodesk, Ecotect 2010*, através de um estudo simplificado da Geometria Solar, é capaz de gerar resultados com diferentes possibilidades de visualização e, com a apresentação simultânea de dados relevantes para a avaliação do sombreamento, permite uma análise mais ampla da eficácia das galerias como dispositivo de proteção solar.

3.1.2.1 Ecotect

O *Ecotect* é um dos poucos programas de simulação integrada e possui uma plataforma gráfica relativamente simples e familiar aos demais programas da Autodesk (figura 3.1.1 e 3.1.2). Além disso, permite manipular o modelo tridimensional com facilidade, apresenta várias possibilidades de visualização dos dados e resultados gerados, é de fácil obtenção e, dentro do programa, é possível estabelecer uma interface direta com o programa *SunTool*. O *SunTool*, através de um estudo simplificado da Geometria da Insolação, possibilita o dimensionamento de dispositivos de controle ou bloqueio da radiação solar direta.

Um dos pontos positivos do *SunTool* é a possibilidade de obter-se o percentual de sombreamento de uma superfície com o uso de um dispositivo qualquer, no entanto, a superfície que o programa toma como referência é a da janela quando, para este estudo, a superfície que pretende-se analisar é a do passeio. Por isto, optou-se pela

aplicação do método do *Traçado de Máscaras* em desenhos bidimensionais elaborados no programa *AutoCad*.

O *Ecotect* também permite a simulação da iluminação natural nos ambientes internos. Porém, o próprio programa alerta sobre a utilização de parâmetros europeus, como por exemplo, os tipos de céus disponíveis para as simulações. O programa *Tropilux* é um dos poucos adaptados à situação nos trópicos e será melhor discutido na próxima seção.

Figura 3.1.1 – Plataforma do programa *Ecotect 2010*.

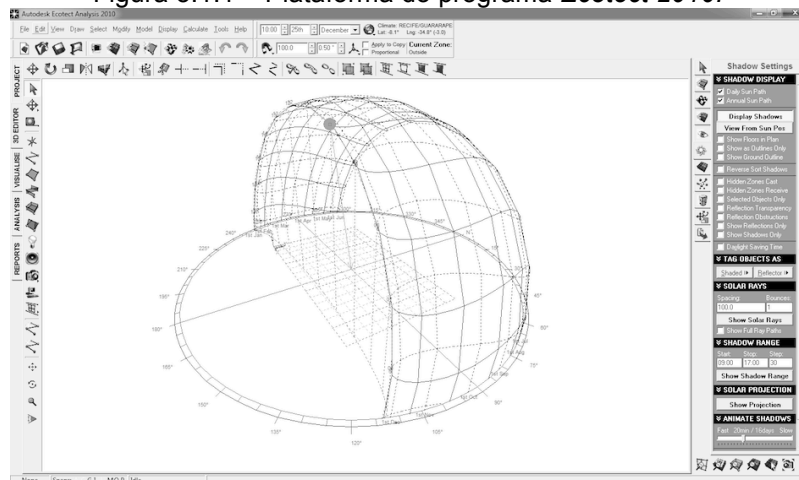
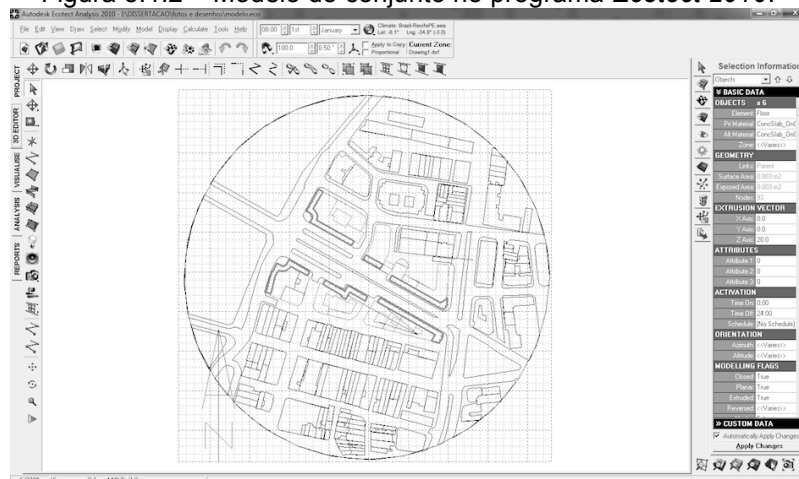


Figura 3.1.2 – Modelo do conjunto no programa *Ecotect 2010*.



Fonte: Ecotect 2010.

As diferentes formas de visualização dos resultados das simulações e o carregamento do arquivo climático no programa (epw), facilitou a compreensão das situações que foram geradas à medida em que eram confrontadas com os dados climáticos do Recife. Por exemplo, com os dados de temperatura do ar disponíveis,

pôde-se verificar a cada horário analisado, a maior necessidade de sombreamento nos passeios, tudo isto em uma única plataforma.

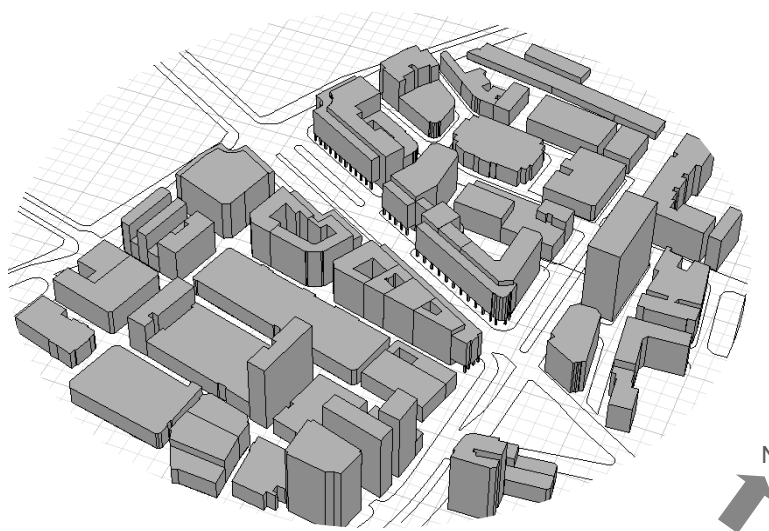
3.2 Simulação computacional

Expostas a metodologia e a principal ferramenta utilizada nesta análise, segue-se, ainda neste capítulo, a descrição dos procedimentos metodológicos aplicados na avaliação da eficácia das galerias da Avenida Guararapes no sombreamento do passeio de pedestres e no estudo do dimensionamento das galerias para outras situações na cidade do Recife. Ao final, serão apresentados outros dois procedimentos utilizados para as análises complementares das galerias da Avenida Guararapes.

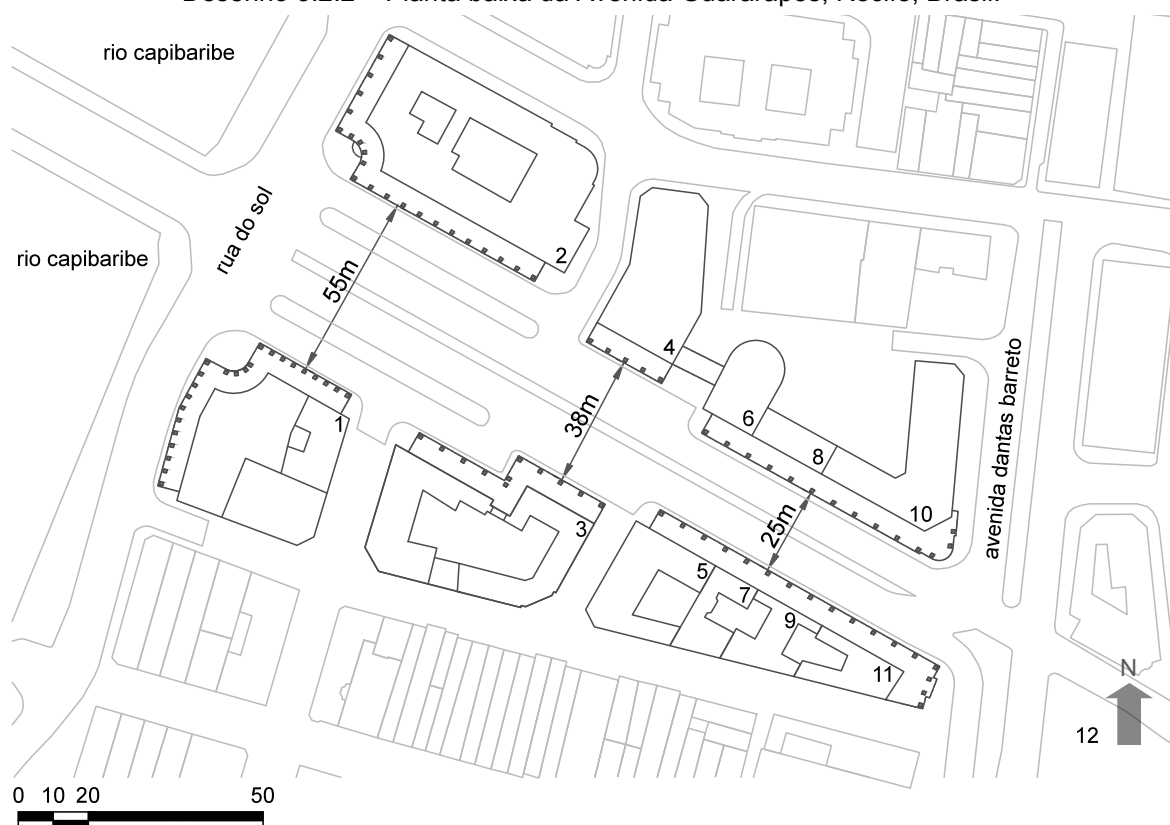
3.2.1 Simulação computacional do sombreamento produzido pelas galerias do conjunto da Guararapes

Para avaliar o sombreamento produzido pelas galerias nos passeios de pedestres da Avenida Guararapes, foi elaborado um modelo tridimensional no programa *Ecotect*, a partir da unibase do conjunto edificado e do entorno em um raio de 250 metros (desenho 3.2.1). Para a construção do modelo, foi necessário, além da unibase digital correspondente à avenida e ao seu entorno, as plantas de cada edifício – disponíveis na Diretoria de Preservação do Patrimônio Construído da Secretaria de Cultura do Recife –, a visualização da área no programa *Google Earth* e as fotos tiradas no local para uma maior aproximação da realidade.

Desenho 3.2.1 – Modelo tridimensional da avenida e entorno no programa *Ecotect*.



Desenho 3.2.2 – Planta baixa da Avenida Guararapes, Recife, Brasil.



Legenda:

- | | | |
|----------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1. Trianon e Sertã | 5. Caixa Econômica | 9. BANDEPE |
| 2. Correios | 6. Almare | 10. Santo Albano |
| 3. Ednaldo Reinaldo IAPC | 7. IAPTEC | 11. SULACAP |
| 4. Arnaldo Bastos | 8. Conde da Boa Vista | 12. Praça da República |

As dimensões e a orientação do conjunto correspondem à situação real, tendo um dos lados com a fachada principal dos edifícios – que possui as galerias – voltada à norte-nordeste (NNE) e o outro com a fachada principal dos edifícios voltada à sul-sudoeste (SSO). Entre eles, a distância varia de 25 (vinte e cinco) à 55 (cinquenta e cinco) metros de acordo com a variação de largura e número de faixas de circulação de automóveis da avenida.

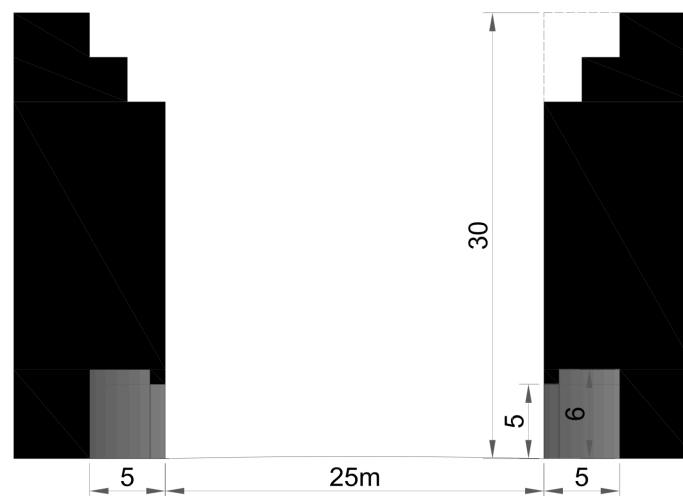
Com um canteiro central e dois sentidos, Santo Antônio – Boa Vista e Boa Vista – Santo Antônio, a avenida apresenta a maior largura no lado da Rua do Sol, próximo à margem do Rio Capibaribe, e chega à Avenida Dantas Barreto, próximo à Praça da República, com a largura mínima correspondente à quatro faixas de circulação de automóveis (desenho 3.2.2).

O conjunto é composto por vinte prédios que variam entre edifícios barra e edifícios pátio, cada um deles possui galerias de 5m (cinco metros) de profundidade no nível

térreo com uma altura de 6m (seis metros) que corresponde a um pé-direito mais um mezanino. Foi considerado um pé-direito de 3m (três metros) em cada um dos seis pavimentos-tipo do corpo do edifício e de 2.5m (dois metros e meio) nos dois últimos pavimentos correspondentes ao coroamento escalonado. O recuo utilizado para os dois últimos pavimentos foi de 2.5m (dois metros e meio) cada um (desenho 3.2.3).

Basicamente os edifícios que serão observados são aqueles com a fachada principal voltada para a avenida, por possuírem galerias em toda a sua extensão. Para facilitar a análise, o conjunto arquitetônico foi dividido em seis blocos. Sendo três deles voltados para NNE e os demais para SSO. Os blocos situados na esquina da Guararapes com a Rua do Sol (próximos ao Rio Capibaribe) representam no lado NNE, os edifícios Trianon e Sertã, e no lado SSO, o prédio dos Correios, e estão distantes 55m (cinquenta e cinco metros) entre si. Mais ao centro, no lado NNE, o edifício IAPC/INAMPS possui a mesma distância do prédio dos Correios.

Desenho 3.2.3 – Corte transversal da Avenida Guararapes.



Ainda neste bloco, no centro da avenida e no lado NNE, está o edifício Ednaldo Reinaldo distante 38m (trinta e oito metros) do bloco que corresponde aos edifícios Arnaldo Bastos e o anexo do Almare, no lado SSO. Na esquina com a Dantas Barreto, estão os blocos que representam o edifício da Caixa Econômica, o IAPTEC, o Instituto dos Bancários (BANDEPE) e o SULACAP, no lado NNE, e o Santo Albano, Conde da Boa Vista e Almare, no lado SSO.

A fim de obter, automaticamente, os dados do Recife necessários para a análise, o arquivo climático referente à cidade foi inserido, permitindo também uma melhor compreensão do contexto climático da área em estudo. De acordo com os dados de

temperatura e radiação solar, os períodos mais quentes do dia estão entre 12h e 14h durante o equinócio de primavera e o solstício de verão. Para esta avaliação, no entanto, o período considerado se estende das 8h às 16h. Sendo registrada uma simulação a cada duas horas (8h, 10h, 12h, 14h e 16h) nos solstícios de verão (22 de dezembro) e inverno (22 de junho) e nos equinócios (21 de março e 21 de setembro).

As simulações foram feitas observando-se separadamente cada lado da avenida (NNE e SSO). Paralelamente, foram registradas imagens da visualização estudada. No *Ecotect* existe mais de uma opção de visualização e, para facilitar a exposição do resultado, foi escolhida a imagem em perspectiva do modelo tridimensional com as sombras projetadas nos volumes das edificações e no piso.

Em um último momento, os desenhos em planta baixa também foram utilizados para a visualização do sombreamento em ambos os lados do conjunto ao mesmo tempo. Fotos das galerias da Avenida Guararapes, tiradas no decorrer da pesquisa, foram confrontadas com os resultados para enriquecer as considerações sobre o sombreamento no conjunto.

3.2.2 Simulação computacional do sombreamento produzido pela galeria em diferentes orientações

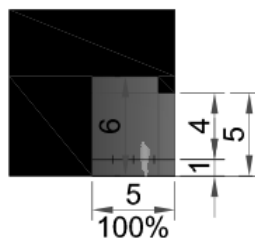
Para o estudo da configuração mais adequada para as galerias no Recife, foram feitas simulações computacionais no programa *Ecotect* a fim de observar o sombreamento produzido pela galeria com as mesmas dimensões das galerias da Avenida Guararapes em diferentes orientações.

As simulações foram realizadas para dezesseis direções com intervalos de 15°, correspondentes aos eixos cardeais norte (N), norte-nordeste (NNE), nordeste (NE), leste-nordeste (ENE), leste (L), leste-sudeste (SE), sul-sudeste (SSE), sul (S), sul-sudoeste (SSO), sudoeste (SO), oeste-sudoeste (OSO), oeste (O), oeste-noroeste (ONO), noroeste (NO), norte-noroeste (NNO) em cinco horários do dia (8h, 10h, 12h, 14h e 16h) e em três períodos do ano (solstícios de verão e inverno e equinócios).

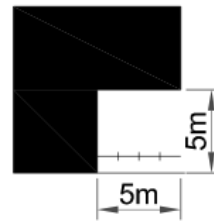
A partir dos ângulos solares verticais foram elaborados desenhos da secção da galeria com os ângulos correspondentes à orientação, hora do dia e época do ano a fim de, pelo método do *Traçado de Máscaras*, avaliar o sombreamento no passeio.

A profundidade e a altura consideradas foi 5m (cinco metros). A altura, aquela que corresponde à abertura de entrada e não a de piso à teto e a profundidade, aquela da face externa do pilar até a face da parede adjacente à galeria (desenho 3.2.4). A profundidade foi dividida em quatro partes cada uma referente à 25% do passeio e foi utilizada uma linha de referência a 1m do piso em função da altura do usuário (desenho 3.2.5).

Desenho 3.2.4 – Dimensões da galeria.



Desenho 3.2.5 – Modelo da galeria utilizado.



Quadro 3.2.6 – Resumo das temperaturas máximas médias de bulbo seco e da intensidade da radiação solar e o período do dia em que ocorrem em cada período do ano utilizado nas simulações.

Período do ano	TBS (°C)	Radiação (Wh/m ²)	Hora (h)
solstício de verão	29.7	7977	13-15
equinócios	29.5	7272	11-15
solstício de inverno	27.8	5571	13-14

Foi formulado quadro, resumo das temperaturas máximas médias de bulbo seco e da intensidade da radiação solar e o período do dia em que ocorrem em cada período do ano, utilizado nas simulações (quadro 3.2.6). A partir do quadro pôde-se criar uma classificação do grau de eficácia necessário para o desempenho da galeria no sombreamento do passeio.

Para avaliar a eficácia da galeria em cada situação, foi elaborada a tabela 3.2.7 para uso deste trabalho. Classifica-se como “ruim”, se o percentual sombreado for menor que 25% da profundidade do passeio às 8 e 16h, e abaixo de 50% às 10h, 12h e 14h. “Regular” se o percentual estiver entre 25 e 50% às 8h e 16h e entre 50 e 75% às 10h, 12h e 14h. “Bom” se estiver entre 50 e 75% às 8h e 16h, e “excelente” se for superior a 75% em qualquer hora do dia. Para demonstrar esta classificação no desenho, foi utilizada a linha vermelha para representar “ruim” e a laranja para representar “regular”. “Bom” e “excelente” foram representados pela linha preta.

Tabela 3.2.7 – Classificação do grau de eficácia das galerias.

	8h	10h	12h	14h	16h
<25%	ruim	ruim	ruim	ruim	ruim
25-50%	regular	ruim	ruim	ruim	regular
50-75%	bom	regular	regular	regular	bom
>75%	excelente	excelente	excelente	excelente	excelente

Por fim, a partir dos resultados desta avaliação foi desenvolvido um estudo simplificado dos efeitos de outras configurações e situações de galerias e de que forma poderiam tornar-se mais eficazes conforme desejado, também através do método do *Traçado de Máscaras* e utilizando o exemplo da Avenida Guararapes para algumas considerações.