

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL - PPGEC**

GIOVANA DE ALMEIDA COELHO CAMPOS

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO CAUSADO PELOS
EDIFÍCIOS NA ZONA CENTRAL DE CURITIBA**

DISSERTAÇÃO

CURITIBA

2014

GIOVANA DE ALMEIDA COELHO CAMPOS

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO CAUSADO PELOS
EDIFÍCIOS NA ZONA CENTRAL DE CURITIBA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, do Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil - PPGEC, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Eloy Fassi Casagrande Junior

CURITIBA

2014



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa

Nome da Diretoria
Nome da Coordenação
Nome do Curso



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO CAUSADO PELOS EDIFÍCIOS NA ZONA CENTRAL DE CURITIBA

por

GIOVANA DE ALMEIDA COELHO CAMPOS

Esta Dissertação foi apresentada em 02 de Dezembro de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Eloy Fassi Casagrande Junior
Prof. Orientador

José Alberto Cerri
Membro titular

Aloisio Leoni Schmid
Membro titular

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Eloy Fassi Casagrande Junior, pela sua paixão ao divulgar suas idéias e conceitos sobre sustentabilidade que me despertaram o desejo pelo estudo de uma arquitetura consciente.

Aos demais professores do curso de mestrado que transmitiram seus conhecimentos de forma inquestionável.

Aos meus colegas de escritório pelo apoio que possibilitou a minha ausência em alguns momentos importantes do trabalho.

Ao meu noivo Henrique Galafassi, com amor, pela certeza de que ele está ao meu lado incondicionalmente em todos os momentos.

A toda minha família, em especial minha mãe, Silvana Coelho, pela dedicação e carinho e por todo incentivo e compreensão neste período.

RESUMO

CAMPOS, Giovana de Almeida Coelho. **Análise da influência do sombreamento causado pelos edifícios na Zona Central de Curitiba**. 2014. 159f. Dissertação (Área de concentração: Meio Ambiente) Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil – PPGEC - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

O crescimento urbano e o ritmo acelerado na concentração de pessoas nas cidades são inevitáveis. A verticalização das construções como solução para atender a necessidade da máxima ocupação do solo e para justificar a infraestrutura investida pelo poder público nas áreas centrais, causa consideráveis impactos no entorno em que estão inseridas. Contudo, a urbanização em si não é um problema, e sim a forma como as cidades estão sendo construídas e ocupadas. Diante disso, o trabalho apresenta como objetivo principal a verificação da influência do sombreamento gerado pelos edifícios altos dentro de um recorte definido na zona com maior capacidade de verticalização em Curitiba. Esta pesquisa foi desenvolvida em quatro etapas: a primeira, de fundamentação teórica com o estudo da literatura existente sobre o tema, a segunda para definição da região de estudo na cidade e os períodos a serem analisados, a terceira etapa para delimitação do recorte de estudo com análises de cada período e, a quarta com a elaboração das simulações computacionais nos *softwares* Auto CAD, Sketchup Pro, Excel e Ecotect para obtenção de resultados. Durante a evolução da pesquisa, verificou-se que, de fato, o sombreamento causado pelos edifícios altos comprometem consideravelmente as construções vizinhas a eles e todo o seu entorno imediato. Além disso, foi concluído que Curitiba, uma cidade considerada fria, sofre nos períodos de inverno com o excessivo sombreamento nas áreas públicas entre quadras. Em contrapartida, as áreas abertas de lazer estão posicionadas adequadamente e não se prejudicam com a verticalização da Zona Central. De qualquer forma, a intenção de redução de impacto gerado por esses processos deve ser planejada em um contexto mais significativo. A elaboração de projetos deve ter como premissa a adequação ao clima e ao contexto local, da mesma forma que devem ser analisados os impactos ambientais dessas sobre as construções vizinhas e os espaços externos localizados em uma área de influência. A idéia de preservar o *skyline* já consolidado na cidade, evitando edifícios muito altos, pode ser uma alternativa para minimização dos impactos de sombreamento.

Palavras-chave: Verticalização. Impacto. Sombreamento. Zona Central.

ABSTRACT

CAMPOS, Giovana de Almeida Coelho. **Analysis of shadow influence caused by buildings in downtown zone in Curitiba.** 2014. 159f. Dissertação (Área de concentração: Meio Ambiente) Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil – PPGEC - Federal Technology University - Parana. Curitiba, 2014.

Urban growth and the fast pace in the concentration of people in cities are inevitable. Building verticalization as a solution to attend the need of maximum land use and to justify the infrastructure invested by the government in central areas, cause considerable impacts on the environment which they are. However, urbanization is not a problem itself, but how cities are being built and occupied. Thus, the main goal of this work is to verify the shadow influence caused by tall buildings in a specific area inside of the zone with more capacity of verticalization in Curitiba. This research was developed in four steps: the first one was to study the existing literature about this topic, second to define study section in the city and periods to be analyzed, third step to delimit a zoom of study with analysis about all periods and, fourth with computer simulations on Auto CAD, Sketchup Pro, Excel and Ecotect softwares to obtain important results. During the evolution of this work, it was verified that the shading caused by tall buildings undertake considerably neighboring buildings and all surrounding area. Furthermore, it was concluded that Curitiba, a cold city, suffers in winter season due to excessive shading in public spaces between blocks. On the other hand, open spaces as squares are correctly positioned and do not harm with verticalization on the downtown zone. Anyway, the intention to reduce the impact caused by these processes must be planned in a more embracing context. Project elaboration must consider local climate and urban context, just as the environmental impacts of those on neighboring buildings and on open spaces. The idea of preserving skylines already consolidate, avoiding tall buildings, can be an alternative to minimize shading impacts.

Keywords: Vertical. Impact. Shading. Downtown.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Taxa de insuficiência de vitamina D	20
Figura 2 - Vista superior de Nova York.....	22
Figura 3 - Gramado do Central Park	22
Figura 4 - Times Square, Nova York	23
Figura 5 - Proposta de Broad Acre City de Frank Loyd Wright.....	25
Figura 6 - Planta e corte da cidade funcional	26
Figura 7 - Simulação para melhor implantação dos edifícios	26
Figura 8 - Cidade Torre de Le Corbusier.....	27
Figura 9 - Desenho de Corbusier para explicar os princípios da Carta de Atenas	28
Figura 10 - Fotos aéreas de Barcelona	31
Figura 11 - Ministério da Educação (RJ) e Banco Sul- Americano(SP).....	32
Figura 12 - <i>Skyline</i> da cidade de Nova York	33
Figura 13 - Edifício alto e sua relação no entorno	35
Figura 14 - Edifício alto e sua proporção.....	35
Figura 15 - Tecnologias para edifícios altos	36
Figura 16 - Comparação dos 20 prédios mais altos do mundo	36
Figura 17 - Os 20 edifícios mais altos do mundo em 2020.....	37
Figura 18 - Os 10 edifícios mais altos do mundo relativos à arquitetura	38
Figura 19 - Os 10 edifícios mais altos do mundo relativos ao uso dos pavimentos ..	39
Figura 20 - Os 10 edifícios mais altos do mundo relativos à sua extremidade	40
Figura 21 - Diferença entre uma torre de telecomunicação e um edifício alto.....	41
Figura 22 - Porcentagem das tipologias de uso em um edifício	41
Figura 23 - Edifícios com maior proporção de altura sem uso	44
Figura 24 - Burj Al Arab	44
Figura 25 - Edifício Seagram em Nova York	46
Figura 26 - Praça do edifício Seagram em Nova York	47
Figura 27 - Esquema de ventilação e visuais	48
Figura 28 - Edifício Commerzbanck HQ	48
Figura 29 - <i>Skyline</i> esquemático da cidade.....	49
Figura 30 - Esquema do impacto do vento no edifício.....	49
Figura 31 - Acesso de pedestre pelo nível do térreo	50
Figura 32 - Edifício Swiss Re	50
Figura 33 - Edifício Leadnhall Street	51
Figura 34 - Praça para pedestres no nível térreo	52
Figura 35 - Conceitos do projeto arquitetônico	52
Figura 36 - Esquema e diretrizes para elaboração do projeto arquitetônico	54
Figura 37 - Imagem aérea do edifício no seu contexto urbano	56
Figura 38 - Perspectiva do edifício	57

Figura 39 - Implantação do edifício Universe	57
Figura 40 - Esquema de Sombreamento.....	58
Figura 41 - Domo urbano de poeira	61
Figura 42 - Representação das alterações atmosféricas urbanas	62
Figura 43 - Carta bioclimática de Givoni.....	65
Figura 44 - Carta bioclimática de Curitiba	65
Figura 45 - Estratégia para aquecimento solar.....	66
Figura 46 - Estratégias para inércia térmica.....	66
Figura 47 - Esquema ilustrativo para taxa de ocupação.....	71
Figura 48 - Variações do número de pavimentos e da TO, mantendo o mesmo CA	71
Figura 49 - Macro níveis de interferência de Curitiba no entorno.....	78
Figura 50 - Diagrama de diretrizes de crescimento de Curitiba.....	81
Figura 51 - Densidade domiciliar em Curitiba segundo os censos demográficos	83
Figura 52 - Empreendimentos período 2 (01-33)	99
Figura 53 - Terreno para empreendimentos período 3 (03- 33)	111
Figura 54 - Simulação Edifícios Período 1	121
Figura 55 - Simulação Edifícios Período 2	122
Figura 56 - Simulação Edifícios Período 3	122
Figura 57 - Cálculo das áreas de sombra no software Auto CAD	124
Figura 58 - Edifícios que sofrem influência da sombra gerada pelo Universe.....	136
Figura 59 - Simulação solstício de verão - Ed. comercial (9:00 – 10:00).....	137
Figura 60 - Simulação solstício de verão - Ed. comercial (11:00)	138
Figura 61 - Simulação solstício de verão - Ed. residencial	139
Figura 62 - Simulação solstício de inverno - Ed. comercial e residencial.....	141

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Faixa de conforto para Curitiba segundo temperatura e umidade	64
Gráfico 2 - Temperatura média anual em Curitiba	67
Gráfico 3 - Umidade relativa de Curitiba.....	68
Gráfico 4 - Radiação solar direta em Curitiba.....	68
Gráfico 5 - Nebulosidade média em Curitiba.....	69
Gráfico 6 - Largura da testada.....	103
Gráfico 7 - Área dos terrenos	103
Gráfico 8 - Relação entre edifícios construídos e em obra	104
Gráfico 9 - Tipologia de uso dos edifícios.....	104
Gráfico 10 - Quantidade de pavimentos.....	105
Gráfico 11 - Resultado da quantidade de pavimentos.....	105
Gráfico 12 - Edificações que respeitam o cone da aeronáutica	106
Gráfico 13 - Análise das áreas das sombras durante o inverno	131
Gráfico 14 - Análise do total das áreas de sombras durante o inverno	131
Gráfico 15 - Análise das áreas das sombras durante o verão	132
Gráfico 16 - Análise do total das áreas de sombras durante o verão	133
Gráfico 17 - Total das áreas sombreadas no inverno e no verão no Período 1	133
Gráfico 18 - Total das áreas sombreadas no inverno e no verão no Período 2	134
Gráfico 19 - Total das áreas sombreadas no inverno e no verão no Período 3	134
Gráfico 20 - Total das áreas sombreadasno inverno e no verão nos 3 períodos	135

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Cone de aproximação da aeronáutica em Curitiba	73
Mapa 2 - Localização do Paraná no Brasil e a localização de Curitiba no Paraná....	77
Mapa 3 - Mapa de zoneamento de Curitiba	80
Mapa 4 - Zona Central com delimitação das quadras	85
Mapa 5 - Zona Central com empreendimentos hachurados.....	91
Mapa 6 - Zona Central com recorte de pesquisa definido	92
Mapa 7 - Mapa de uso do solo do recorte de pesquisa.....	95
Mapa 8 - Empreendimentos do período 2	96
Mapa 9 - Lotes disponíveis para construção de empreendimentos	108
Mapa 10 - Lotes disponíveis unificados.....	109
Mapa 11 - Terrenos aptos à simulação do período 3	111
Mapa 12 - Sombras dos três períodos durante o inverno às 9:00	125
Mapa 13 - Sombras dos três períodos durante o inverno às 12:00	126
Mapa 14 - Sombra dos três períodos durante o inverno às 17:00.....	127
Mapa 15 - Sombras dos três períodos durante o verão às 9:00.....	128
Mapa 16 - Sombra dos três períodos durante o verão às 12:00	129
Mapa 17 - Sombra dos três períodos durante o verão às 18:00	130
Mapa Mental 1 - Sequência do trabalho.....	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Alterações climáticas produzidas pelas cidades	60
Quadro 2 - Organização das escalas espaciais e temporais do clima	63
Quadro 3 - Estratégias bioclimáticas para Curitiba	63
Quadro 4 - Valores para transferência de potencial	74
Quadro 5 - Zonas com altura livre	84
Quadro 6 - Legislação Zona Central	86
Quadro 7 - Construtoras atuantes na Zona Central de Curitiba atualmente.....	90
Quadro 8 - Altura de cada edifício dentro da área de recorte.....	93
Quadro 9 - Definição de altura para o terreno 3	116
Quadro 10 - Definição de altura para o terreno 5	116
Quadro 11 - Definição de altura para o terreno 8	117
Quadro 12 - Definição de altura para o terreno 10	117
Quadro 13 - Definição de altura para o terreno 11	117
Quadro 14 - Definição de altura para o terreno 13	117
Quadro 15 - Definição de altura para o terreno 14	118
Quadro 16 - Definição de altura para o terreno 15	118
Quadro 17 - Definição de altura para o terreno 16	118
Quadro 18 - Definição de altura para o terreno 18	118
Quadro 19 - Definição de altura para o terreno 20	119
Quadro 20 - Definição de altura para o terreno 22	119
Quadro 21 - Definição de altura para o terreno 26	119
Quadro 22 - Definição de altura para o terreno 29	119
Quadro 23 - Definição de altura para o terreno 31	120
Quadro 24 - Definição de altura para o terreno 32	120
Quadro 25 - Definição de altura para o terreno 33	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - População mundial entre 1950 e 2100.....	13
Tabela 2 - População total distribuída nos continentes	14
Tabela 3 - Característica dos edifícios da Figura 17	37
Tabela 4 - Características edifícios da Figura 18	38
Tabela 5 - Característica edifícios da Figura 19	39
Tabela 6 - Características do edifício da Figura 20	40
Tabela 7 - Os 50 edifícios mais altos do mundo.....	42
Tabela 8 - Projeção dos domicílios particulares permanentes	83
Tabela 9 - Perfil dos empreendimentos do período 2.....	98
Tabela 10 - Taxa de ocupação dos 33 empreendimentos.....	107
Tabela 11 - Lotes escolhidos para simulação do período 3	110
Tabela 12 - Intervalo de taxa de ocupação ideal para cada grupo de terrenos.....	115
Tabela 13 - Área das sombras em cada período durante o inverno.....	131
Tabela 14 - Área das sombras em cada período durante o verão	132
Tabela 15 - Resultados simulação solstício de verão - Ed. comercial.....	138
Tabela 16 - Resultados simulações solstício de verão - Ed. residencial	140
Tabela 17 - Resultado simulação solstício inverno	142

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AQUA	Alta Qualidade Ambiental
CIAM	Congresso Internacional da Arquitetura Moderna
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTBUH	<i>Council on Tall Buildings and Urban Habitat</i>
ESTAR	Estacionamento Regulamentado pela Prefeitura de Curitiba
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPESPAR	Instituto Paranaense de Pesquisa e Desenvolvimento do Mercado Imobiliário e Condominial
HQE	<i>Haute Qualité Environmentale</i>
IPPUC	Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>
NBR	Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas
ONU	Organização das Nações Unidas
PMC	Prefeitura Municipal de Curitiba
PMDU	Plano Municipal de Desenvolvimento Urbano
PNUMA	Programa das Nações Unidas do Meio Ambiente
SINDUSCON-PR	Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Paraná
USGBC	<i>United States Green Building Council</i>

LISTA DE ABREVIATURAS

AT	Área do Terreno
CA	Coefficiente de Aproveitamento
CAM	Coefficiente de Aproveitamento Máximo
DWG	Extensão de arquivos desenhados no <i>software</i> Auto CAD
EM	Empreendimentos
H	Altura máxima
máx.	Máximo
mín.	Mínimo
PTM	Potencial Total Máximo

QP	Quantidade de Pavimentos
SE	Setor Especial
SE- BR116	Setor Especial BR 116
SE- CC	Setor Especial Centro Cívico
SE- NC	Setor Especial Nova Curitiba
T	Torre
TO	Taxa de Ocupação
ZC	Zona Central

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA – CENÁRIO HISTÓRICO.....	15
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA – CENÁRIO ATUAL.....	17
1.3 OBJETIVO.....	18
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.5 JUSTIFICATIVA DO TEMA.....	19
1.5.1 Quanto aos Aspectos Sociais, Ambientais e Econômicos.....	20
1.5.2 Quanto a Qualidade do Espaço Público.....	21
2 REVISÃO DA LITERATURA	24
2.1 CONCEITOS MODERNISTAS.....	24
2.1.1 Frank Lloyd Wright.....	24
2.1.2 Walter Gropius: A Cidade Funcional.....	25
2.1.3 Le Corbusier.....	27
2.2 FORMAÇÃO DA TEORIA DA ARQUITETURA MODERNA (CIAM).....	29
2.3 CIDADE COMPACTA X CIDADE DIFUSA.....	29
2.4 TIPOLOGIAS DE ADENSAMENTO.....	30
2.4.1 Bloco Perimetral – Morfologia Européia.....	31
2.4.2 Edifício Lâmina – Característica da Arquitetura Moderna Brasileira.....	32
2.4.3 Edifício Torre – Marco da Arquitetura Contemporânea.....	33
2.5 VERTICALIZAÇÃO.....	33
2.6 EXEMPLO DE EDIFÍCIOS ALTOS.....	45
2.6.1 Edifício Seagram.....	45
2.6.2 Edifício Commerzbank HQ.....	47
2.6.3 Edifício Swiss Re.....	49
2.6.4 Edifício Leadenhall Street.....	51
2.6.5 Edifício Ventura Corporate Towers.....	55
2.6.6 Edifício Universe.....	56
2.6.7 Resultado dos Exemplos.....	58
2.7 O QUE É IMPACTO AMBIENTAL?.....	58
2.8 CLIMA E MICROCLIMA URBANO.....	59
2.8.1 Zonas Bioclimáticas e Estratégias para Condicionamento Térmico.....	63
3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	70
3.1 CONCEITOS IMPORTANTES.....	70
3.1.1 Plano Diretor.....	70
3.1.2 Zoneamento.....	70
3.1.3 Taxa de Ocupação – TO.....	71
3.1.4 Coeficiente de Aproveitamento - CA.....	71
3.1.5 Altura Máxima – “H”.....	72

3.1.6 Limite Estipulado pelo Cone da Aeronáutica	72
3.1.7 Guia Amarela	74
3.1.8 Potencial Construtivo	74
3.1.9 Projeção de Cenários	75
3.1.10 Lei 9.800/00	76
3.2 CURITIBA	77
3.3 CENTRO DE CURITIBA	82
3.4 DELIMITAÇÃO DA ZONA DE ESTUDO	84
3.5 ZONA CENTRAL DE CURITIBA	85
3.6 DELIMITAÇÃO DO PERÍODO DE ANÁLISE DO TRABALHO	87
4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	88
4.1 LEVANTAMENTO DE DADOS	90
4.1.1 Definição do Recorte de Pesquisa.....	91
4.2 ESTUDO DO RECORTE	92
4.2.1 Levantamento de Dados – Período 1 (2004)	92
4.2.2 Levantamento de Dados – Período 2 (2014)	96
4.2.3 Análise dos Períodos 1 e 2	102
4.2.4 Levantamento de Dados – Período 3 (2004)	108
4.2.5 Análise Período 3 - Projeção de Cenário	113
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	121
5.1 ANÁLISE DO SOMBRAMENTO SEGUNDO O SOFTWARE SKETCHUP.....	121
5.2 ANÁLISE DO SOMBRAMENTO SEGUNDO O SOFTWARE AUTO CAD.....	123
5.3 ANÁLISE DO SOMBRAMENTO SEGUNDO O SOFTWARE ECOTECT.....	135
5.4 DISCUSSÃO GERAL.....	142
6 CONCLUSÃO.....	144
SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	147
REFERÊNCIAS.....	148

1 INTRODUÇÃO

O crescimento e o adensamento urbano são inevitáveis e vêm causando diversas alterações ao meio natural e à qualidade ambiental das cidades. O ritmo acelerado na concentração de pessoas nos centros urbanos, a verticalização das construções, o aumento da poluição e a produção descontrolada de resíduos comprometem a sustentabilidade do tecido urbano e exigem novos processos de adaptação e transformação dos espaços diante de instrumentos regulatórios discutíveis (SCUSSEL; SATTLER, 2010).

“Em 1900, cerca de 10% da população vivia em áreas urbanas. Em 1965 cerca de 36%, sendo que em 1990 este número passou para 50%, com estimativa de 75% no ano de 2025” (ROGERS; GUMUCHDJIAN, 2001).

No início da revolução industrial a população mundial era de um bilhão de habitantes. Em 1950 atingiu 2,5 bilhões e atualmente, esse número é de 7 bilhões. Estima-se que até 2025 a população mundial será de 8 milhões, em 2050 de 9,5 bilhões e em 2100 quase 11 bilhões de habitantes de acordo com as projeções da ONU na Tabela 1.

Tabela 1 - População mundial entre 1950 e 2100

Ano	População	Ano	População
1950	2 525 779	2030	8 424 937
1955	2 761 651	2035	8 743 447
1960	3 026 003	2040	9 038 687
1965	3 329 122	2045	9 308 438
1970	3 691 173	2050	9 550 945
1975	4 071 020	2055	9 766 475
1980	4 449 049	2060	9 957 399
1985	4 863 602	2065	10 127 007
1990	5 320 817	2070	10 277 339
1995	5 741 822	2075	10 409 149
2000	6 127 700	2080	10 524 161
2005	6 514 095	2085	10 626 467
2010	6 916 183	2090	10 717 401
2015	7 324 782	2095	10 794 252
2020	7 716 749	2100	10 853 849
2025	8 083 413		

Fonte: ONU (2013)

Tabela 2 apresenta alguns dados do crescimento da população mundial e da porcentagem da população urbana, com sua distribuição pelos continentes.

Tabela 2 - População total distribuída nos continentes

LOCALIDADE	POPULAÇÃO (x 1000)/ POPULAÇÃO URBANA(%)		
	1975	2000	2025
MUNDO	4 071 020 37,7	6 127 700 47,5	8 083 413 61
AMÉRICA DO NORTE	242 685 73,8	315 417 77,4	389 939 84,8
AMÉRICA DO SUL E CENTRAL	319 893 61,3	523 875 76,6	709 785 84,7
EUROPA	677 662 67,1	729 105 75,1	714 020 83,2
ÁFRICA	417 413 25,1	808 304 37,3	1 467 973 53,8
ÁSIA	2 387 024 24,6	3 717 372 37,7	4 748 915 54,8
OCEANIA	21 492 71,8	31 224 70,2	44 734 74,9
BRASIL	108 220 61,1	174 505 81,2	217 519 88,9

Fonte: Miana (2010)

Verifica-se que a distribuição populacional é desigual. A maior concentração de pessoas desde 1975 até 2025 está na Ásia, apesar das taxas de urbanização serem mais elevadas na América do Norte, Europa e Oceania. Ásia e África são os dois continentes que ainda apresentam uma elevada população rural, porém é previsto que a população urbana em 2025 ultrapasse os 50%, fato já ocorrido desde 1975 em todos os outros continentes. Em relação ao Brasil, em 2000 sua população urbana já era de 81,2% chegando a quase 90% em 2025. Segundo Gonçalves, Duarte e Mulfarth (2007), a região metropolitana de São Paulo é a grande contribuidora deste número, uma vez que a população praticamente dobrou nos últimos 45 anos.

Deve-se frisar, contudo, que a urbanização em si não é um mal, e sim o processo de como as cidades são construídas e adensadas. O homem sempre busca alterar o meio ambiente em função das suas necessidades socialmente definidas e essas alterações, quando mal conduzidas são a causa de muitos problemas no meio urbano (DUARTE, 2000).

Com base no conceito de que o adensamento urbano pode ser positivo para a construção de cidades mais sustentáveis, Miana (2010) sugere a elaboração de projetos adequados ao clima e ao contexto local para a redução de impactos gerados pelo processo de urbanização. Além disso, também propõe a análise dos impactos ambientais dessas edificações sobre as construções vizinhas e nos espaços públicos no entorno imediato. O impacto ambiental, positivo ou negativo que as construções causam no meio urbano inclui questões de ventilação, insolação e aquecimento interno das edificações.

O movimento do ar, segundo Prata (2005) está diretamente ligado à composição do relevo urbano. As massas construídas, se dispostas paralelamente umas as outras, podem gerar túneis de vento, pois a ausência de barreiras físicas permite que o ar se desloque com mais velocidade. Por outro lado, quando edifícios bloqueiam ou desviam o percurso natural do vento, devido a variação de altura e posicionamento dos mesmos, o atrito é maior e sua velocidade diminui dificultando a dispersão de poluentes na atmosfera (NOGUEIRA, 2011). Nestas situações a ventilação interfere expressivamente no conforto do pedestre e na qualidade do ar.

A insolação e a disponibilidade de luz natural proporcionam conforto térmico e redução considerável da necessidade de energia elétrica durante o período diurno. Além disso, a acumulação de calor pela irradiação solar permite maior qualidade do espaço interno e redução de sistemas auxiliares de condicionamento térmico nos períodos de inverno.

Em relação ao edifício, características como forma, tipologia, orientação solar, altura, área construída, relação com o entorno, materiais aplicados nas superfícies influenciam no seu desempenho ambiental e qualidade do espaço externo.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA – CENÁRIO HISTÓRICO

O contexto histórico está diretamente ligado com as atividades econômicas e sociais que aconteceram com a humanidade. O desenvolvimento econômico visto a partir da 2ª Guerra Mundial até a década de 70, como resposta à crise econômica dos anos 30, marcou o total descaso e até inconsciência com as repercussões

ambientais e de degradação ecológica. A crise do petróleo, desencadeada pela Guerra no Oriente Médio, em 1973, reforçou a dependência quanto aos recursos naturais, alertando ainda mais para a necessidade de mudanças perante a exploração do meio ambiente (MULFARTH, 2002).

No Relatório de Brundtland¹, o conceito de desenvolvimento sustentável foi difundido internacionalmente com a política de atender as necessidades atuais sem comprometer as futuras gerações. Foi proposto um desenvolvimento como um processo de mudança onde a exploração de recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento ecológico e a mudança institucional se harmonizassem.

A necessidade de adaptação da natureza tornou-se fundamental devido às mudanças que o sistema não podia mais compensar, pois não eram mais mudanças cíclicas e sim sequenciais e acumulativas. Os problemas que o mundo enfrenta atualmente são o resultado de descobertas que trouxeram benefícios imediatos, mas que geraram efeitos complexos que nunca poderiam ter sido esperados. Se a sociedade espera encontrar respostas de longo prazo para os problemas críticos que enfrenta hoje, ela precisa encontrar um meio de escapar da visão de curto prazo típica de nossos instintos primitivos (BURKE, 1999).

Em 1992, como consequência das discussões do Relatório, a Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Eco Rio 92, discute os conceitos sobre desenvolvimento sustentável das cidades a fim de promover o equilíbrio entre o socialmente desejável, o economicamente viável e o ecologicamente sustentável.

A Agenda 21, documento resultante das reuniões e metas estabelecidas pelos 170 países que participaram da ECO 92, teve como mérito a avaliação da insolubilidade dos problemas ambientais, caso estes não fossem analisados em seu contexto político, social e econômico em que estão inseridos.

¹ Relatório de Brundtland é o documento intitulado Nosso Futuro Comum publicado em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento com o intuito de reafirmar uma visão crítica do modelo de desenvolvimento adotado pelos países industrializados. Nele são ressaltados os riscos do uso excessivo dos recursos naturais sem considerar a capacidade de suporte dos ecossistemas e o que é o desenvolvimento sustentável.

As ameaças atuais exigem o desenvolvimento de uma nova sensibilidade, a capacidade de viver de modo sustentável.

“Nossa espécie ameaça consumir e destruir o mundo natural em uma velocidade que excede, e muito, a capacidade de reconstrução do planeta” (GOLEMAN, 2010).

“O que precisamos não é consertar o planeta, mas sim nossa relação com ele” (GOLEMAN, 2010).

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA – CENÁRIO ATUAL

As altas construções sempre fizeram parte do desejo humano. Desde as pirâmides egípcias, passando por monumentos como a Torre Eiffel até o século XX em Chicago e Nova York culminando nas cidades do Oriente Médio e China no século XXI. Este cenário é visto como resultado do processo de verticalização e busca da multiplicação do solo e maximização da sua ocupação por um número maior de pessoas e atividades.

Edifícios altos podem causar consideráveis impactos nas áreas onde estão inseridos, podendo ser positivos ou negativos. Relacionada à economia estão a valorização imobiliária e o impacto na estrutura urbana. No contexto social, o aumento da densidade populacional, aumento do tráfego e, em relação ao ambiente, alteração no microclima, sombreamento, ventilação, alteração da paisagem e do espaço urbano. Contudo, segundo Miana (2010), na tentativa de contribuir para a eficiência energética das edificações e uma cidade mais sustentável, a alta densidade em áreas construídas dentro dos limites da infraestrutura local e da qualidade ambiental pode ser positivo em contraposição ao “UrbanSprawl”². O objetivo é minimizar o uso do automóvel dentro do perímetro urbano, diminuir o consumo de solo urbano, caracterizar grande versatilidade de morfologias urbanas,

²UrbanSprawl representa a expansão da população em direção as áreas rurais e afastadas dos centros urbanos. São caracterizadas por comunidades com baixas densidades, dependência do uso de veículos como forma de deslocamento e elevada segregação entre as tipologias residenciais e comerciais.

valorizar o transporte público que ofereça mobilidade para toda a população. Por outro lado, a falta de espaço físico, principalmente para a criação de áreas verdes e livres para lazer, reduz conseqüentemente as áreas ensolaradas assim como aumenta os túneis de vento provocados pelos edifícios altos quando situados muito próximos uns dos outros. É nessas situações que Miana (2010) enfatiza que a sustentabilidade ambiental seja um princípio orientador do processo de produção do espaço urbano.

Atualmente, o mercado busca melhorar a relação econômica de suas ações ao construir a cidade. As áreas centrais com alta valorização urbanística, graças à infraestrutura de ruas, avenidas, calçadas, comércio, praças exige uma ocupação condizente para justificar tal investimento do poder público. Dessa forma, cria-se uma relação de tensão, pois enquanto as leis estimulam a densificação do solo, estas mesmas leis retiram de algum atributo urbanístico, no caso o conforto ambiental urbano, as qualidades mínimas passíveis de utilização para o usuário.

A arquitetura, que possui grande poder de modificação do espaço urbano, tem a pretensão de promover alternativas e soluções para atender as necessidades atuais sem comprometer as futuras gerações. Propostas que sejam encaradas como uma nova forma de pensar o espaço e não apenas como solução de problemas pontuais. “Uma edificação não deve mais ser vista como uma unidade isolada e sim como um organismo que gera impactos ao longo de todo o seu ciclo de vida: projeto, construção, utilização, demolição, reutilização e/ou reciclagem” (MULFARTH, 2002).

Projetar e construir segundo princípios de sustentabilidade significa dar a devida atenção aos assuntos ambientais, às questões relativas à saúde, às questões de rendimento energético dos edifícios e ao controle das tecnologias e dos processos construtivos.

1.3 OBJETIVO

O objetivo dessa pesquisa é a verificação das influências do sombreamento gerado pela verticalização dos edifícios dentro de um recorte definido na Zona Central de Curitiba.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) definir edifício alto;
- b) identificar as dimensões que o sombreamento das edificações pode afetar devido a sua implantação;
- c) definir um recorte de pesquisa com base na legislação de Curitiba e nas regiões com maior crescimento imobiliário;
- d) quantificar as áreas sombreadas de 10 em 10 anos para analisar a evolução da ocupação do solo e o impacto gerado por ele;

1.5 JUSTIFICATIVA DO TEMA

Diante de um cenário de crescimento populacional e grande enfoque nas cidades compactas como soluções mais sustentáveis de desenvolvimento urbano em contraposição ao “*UrbanSprawl*”, faz-se necessária uma ocupação consciente dos espaços vazios existentes nos centros urbanos já consolidados. É nesse contexto que a verticalização das construções aparece como possível solução para a ocupação dos lotes, mas os consideráveis impactos que são gerados nas áreas onde estão inseridos torna questionável a sua implantação.

Considerando o cenário das cidades compactas e a necessidade da produção contínua do espaço urbano com sustentabilidade ambiental, questiona-se a melhor forma de utilização do solo ainda não ocupado para garantir a qualidade dos espaços públicos e privados.

A verticalização das construções em Curitiba considerando apenas a ocupação dos lotes vagos caminha para uma solução inviável. A intenção de redução de impacto ambiental no entorno imediato juntamente com a necessidade de verticalização deve ser planejada em um contexto mais significativo, englobando as quadras que estejam em um raio de influência direta.

1.5.1 Quanto aos Aspectos Sociais, Ambientais e Econômicos.

O Art. 3°. VI da Lei 9.800/2000 de zoneamento, uso e ocupação do solo do município de Curitiba dispõe a viabilização de meios que proporcionem qualidade de vida à população, em espaço urbano adequado e funcional e o planejamento integrado às políticas públicas. Qualidade de vida, segundo a Organização Mundial da Saúde, é a percepção do indivíduo de sua situação no contexto da cultura e sistemas de valores nos quais ele vive em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações. A função social dos espaços verdes urbanos também está ligada à evolução dos hábitos da população, incentivando as relações de vizinhança e de dignificação do ambiente segundo Giacomeli (2013).

Aponta-se como fundamental a preocupação com o acesso ao sol para a saúde da população. Segundo Martini e Maia (2013), a vitamina D proveniente da exposição ao sol evita a osteoporose e garante uma vida mais saudável desde que tomada com moderação ver Figura 1.

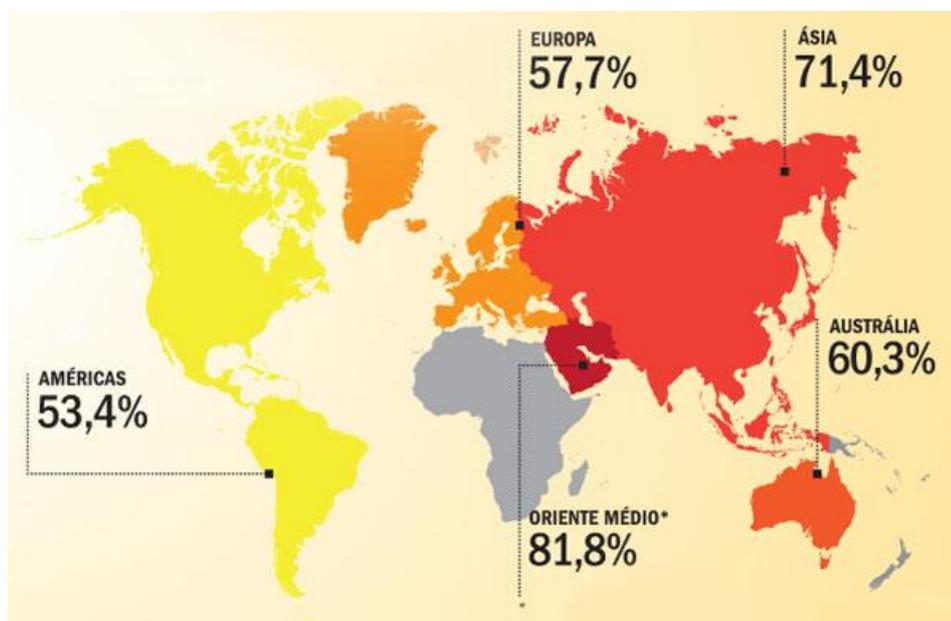


Figura 1 - Taxa de insuficiência de vitamina D
Fonte: Martini e Maia, 2013

Segundo a imagem anterior, os grupos mais prejudicados são aqueles que encontram-se em regiões do Oriente Médio com cerca de 80% da população feminina com taxa de insuficiência de vitamina D. Isso ocorre devido as roupas

características que cobrem todo o corpo, muitas vezes até o rosto, impedindo a exposição ao sol.

Quanto aos aspectos ambientais, a vegetação, o microclima urbano e a qualidade do ar estão diretamente ligados à insolação nos espaços abertos. Uma vez que os edifícios sombreiam grande parte do seu entorno, o ambiente torna-se escuro e formado apenas por espaços construídos e de grande adensamento. Dessa forma, as edificações tem grande responsabilidade no papel de formação do espaço, pois são elas que determinam os vazios urbanos e a qualidade do clima local.

Quanto aos aspectos econômicos, o sombreamento gerado pela verticalização dos edifícios interfere na qualidade do espaço interno das construções vizinhas, pois a necessidade de climatização e iluminação artificial eleva muito os custos de manutenção. Além disso, a utilização de sistemas de geração de energias alternativas como painéis solares tornam-se ineficientes ou pouco produtivos com a falta de irradiação solar direta.

1.5.2 Quanto a Qualidade do Espaço Público

A interação do pedestre com a rua e o estímulo a permanência nos espaços públicos está relacionada ao produto que as edificações geram como consequência da permeabilidade, variedade e a riqueza visual de sua implantação.

A Figura 2 mostra os limites extremamente definidos entre o Central Park e o entorno urbano da cidade de Nova York. O Parque com extensas áreas gramadas e arborizadas define um oásis no meio da cidade altamente construída e adensada. A disposição das edificações e a sua relação com a cidade está diretamente ligada ao uso do solo, suas tipologias construtivas, a legibilidade e personalização segundo Bentley et al (1997).



Figura 2 - Vista superior de Nova York
Fonte: Central Park Website (2014)

Na Figura 3 é possível ver que o Central Park define uma área para descanso, lazer e permanência prolongada das pessoas. A qualidade do espaço favorece a integração social, visuais interessantes, acesso ao sol e um ambiente agradável.



Figura 3 - Gramado do Central Park
Fonte: Central Park Website (2014)

Por outro lado, na Figura 4 os protagonistas são os veículos em alta velocidade e os edifícios altos que geram grandes áreas sombreadas e túneis de vento. Nesta situação o pedestre é desvalorizado e o espaço público torna-se menos convidativo a permanência. Sua função é permitir a circulação de um ponto a outro. Dessa forma, é possível lembrar sobre a enorme responsabilidade que as edificações possuem na qualidade do espaço que geram.



Figura 4 - Times Square, Nova York
Fonte: New York Website, 2014.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo foi abordada a fundamentação teórica com o estudo da literatura existente sobre o tema desta pesquisa para embasar as futuras discussões dos resultados.

2.1 CONCEITOS MODERNISTAS

A Revolução Industrial marcou um período de grandes transformações tecnológicas, socioeconômicas e ambientais. Segundo Miana (2010), toda vez que uma cidade atinge um determinado nível de desenvolvimento e crescimento da malha urbana e da população, a questão da falta de qualidade ambiental é observada. Sendo assim, foi neste período de consolidação da indústria, de expansão territorial, aumento da população e início do processo da globalização que as discussões urbanísticas se destacaram.

A arquitetura moderna é fruto de um processo acumulativo de conceitos urbanísticos complexos. Alguns mestres como Frank Lloyd Wright, Walter Gropius e Le Corbusier influenciaram de maneira significativa a evolução urbana brasileira.

2.1.1 Frank Lloyd Wright

Frank Lloyd Wright publicou em 1935 um novo conceito de cidade: “Broad Acre City” onde propunha uma cidade mais horizontal e em contato direto com a natureza, conforme Figura 5. Na imagem à esquerda é possível perceber a implantação da cidade totalmente integrada aos elementos naturais (água e vegetação). Na imagem à direita, uma perspectiva da sua proposta com poucos edifícios altos e a área urbana bem espalhada.

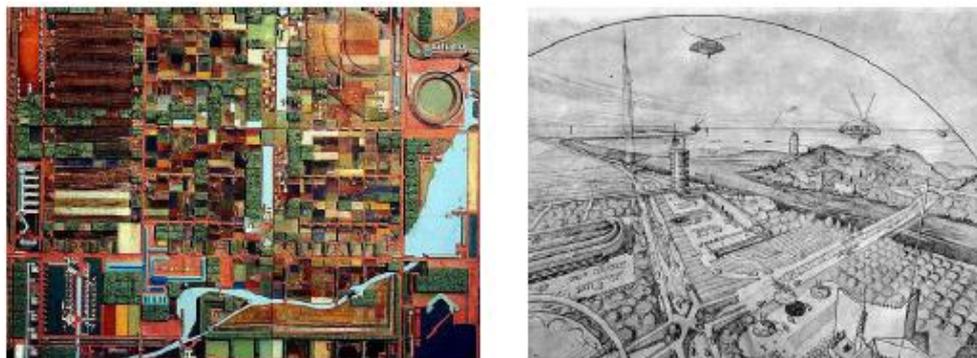


Figura 5 - Proposta de Broad Acre City de Frank Loyd Wright
Fonte: Miana (2010)

Ele justificou seus ideais a favor da descentralização urbana, pois o uso do automóvel e a expansão da eletricidade permitiriam que as pessoas se deslocassem por distâncias maiores. Suas idéias nunca se concretizaram, mas as tipologias dos subúrbios americanos tendem a lembrar dos conceitos de Wright (MIANA, 2010).

2.1.2 Walter Gropius: A Cidade Funcional

A precária situação em que se encontravam as cidades no início do século XX, densamente povoadas, provocou uma série de doenças conhecidas como pestes urbanas. Com o objetivo de melhorar as condições higiênicas e sanitárias, os arquitetos modernistas começaram a demonstrar certa preocupação com as questões de ventilação e insolação nos edifícios (MIANA, 2010).

Em 1927, Walter Gropius, em sua proposta de Cidade Funcional, conforme Figura 6, propôs quatro critérios básicos para o desenvolvimento dos bairros. Clara distinção entre o traçado viário e a malha dos edifícios, implantados perpendicularmente ao primeiro como ilustrado na implantação à esquerda. Blocos de casas em linha sobre uma área verde demonstrado no corte e concentração de serviços coletivos nas margens do setor residencial e sistema construtivo em série (MIANA, 2010).



Figura 6 - Planta e corte da cidade funcional
Fonte: Miana (2010)

Sobre os critérios de insolação, analisou a razão entre a altura edificada e o espaço perdido pela sombra. Foi constatado que a partir de cinco pavimentos, o espaço perdido pela sombra era maior que a área reduzida do solo pela ocupação do edifício considerando que as habitações do primeiro pavimento receberiam sol.

O cálculo baseava-se nos dados do solstício de inverno que, estatisticamente, tende a ser o dia mais frio do ano. Na Figura 7 é possível observar que na simulação 1, os blocos de apartamentos projetam sombra sobre outros blocos. Isso acarreta que alguns apartamentos (marcados em azul) são mais saudáveis do que os outros e, portanto, mais valorizados.

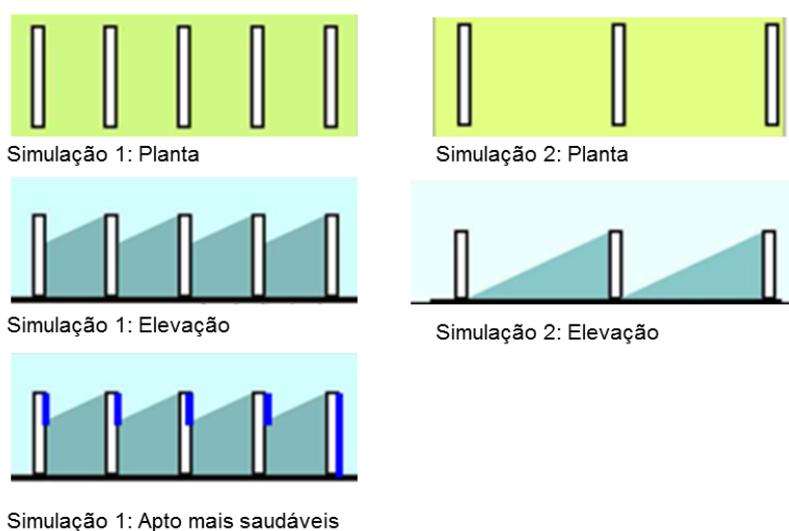


Figura 7 - Simulação para melhor implantação dos edifícios
Fonte: Dudeque (2008)

Na simulação 2, nenhum bloco de apartamentos projeta sombra sobre outros. Todos os apartamentos são igualmente saudáveis. Gropius apresentou várias simulações (com cálculos que equacionavam insolação, quantidade total de blocos em um lote, relação entre número de apartamentos e área total do empreendimento, distância entre blocos, altura de blocos e custos de elevadores). A situação ideal encontrada seriam os blocos de 12 pavimentos. Tais raciocínios demonstravam:

a) uma arquitetura baseada em dados comprováveis e não mais no gosto pessoal do arquiteto e,

b) a maneira como a formação política dos arquitetos alemães influenciou os rumos da arquitetura moderna.

Para Figueroa (2006) existe uma inversão de papéis. Até 2006 a unidade de habitação era consequência da forma do edifício, que era resultante da forma do lote, que era resultante da sua localização na quadra. Agora, para o urbanismo moderno, a célula de habitação é o elemento base da formação da cidade.

2.1.3 Le Corbusier

Muitos arquitetos influenciaram o trabalho de Le Corbusier. Tony Garnier por meio da cidade funcional e Auguste Perret por meio do uso do concreto armado e consequente verticalização (MIANA, 2010).

Em 1920, Corbusier apresentou croquis com as idéias das Cidades Torres de Perret. Ver Figura 8.



Figura 8 - Cidade Torre de Le Corbusier
Fonte: Dudeque (2008)

Estas consistiam de aglomerações compostas de grandes arranha-céus, implantados ordenadamente com grande distância um dos outros demonstrado na figura anterior. De acordo com Miana (2010), as Cidades-Torres eram dotadas de edifícios altos e idênticos, de 220 m de altura, 60 andares e de 150 a 200 m² de base, afastados entre si 250 a 300 m, dispostos em terrenos livres contínuos tratados como parques. Estes eram cortados por grandes vias de tráfego de veículos, que se organizariam conforme as características e velocidades específicas. Dessa maneira, a intensa verticalização proporcionaria densidades cinco a dez vezes superiores as verificadas nas aglomerações urbanas tradicionais deixando parte significativa do solo livre de construções.

Le Corbusier propôs também, em 1927, segundo Maciel (2002), os 5 pontos da Arquitetura Moderna: pilotis, terraço jardim, planta livre, janela em fita e fachada livre conforme Figura 9. Contudo, Corbusier destacava que nenhum desses pontos deveria ser adotado sem considerar as condições climáticas do local e da tipologia construída.

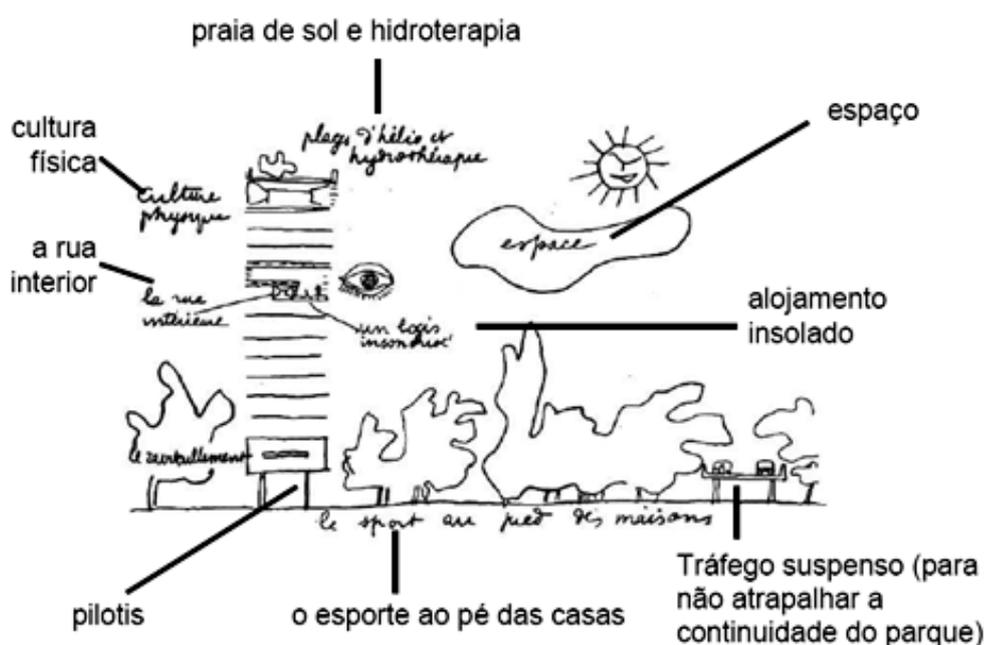


Figura 9 - Desenho de Corbusier para explicar os princípios da Carta de Atenas
Fonte: Dudeque (2008)

Seus estudos para urbanização das cidades evoluíram e em 1922 foi criado o modelo de cidade contemporânea, em 1935 a cidade radial e em 1939 a cidade

regional. Contudo, suas propostas geralmente eram criticadas devido à minimização da forma arquitetônica e pela segregação entre os usos no espaço urbano.

2.2 FORMAÇÃO DA TEORIA DA ARQUITETURA MODERNA (CIAM)

Toda a fundamentação teórica do Urbanismo Moderno está presente na Carta de Atenas, escrita por Le Corbusier em 1941. A Carta é a versão de Corbusier em relação às conclusões do IV CIAM (Congresso Internacional de Arquitetura Moderna) realizado em 1933 sobre o tema “A Cidade Funcional” (MIANA, 2010). Conceitos como organização urbana totalmente funcional, separação rígida de atividades e um resultado formal consistente com edificações afastadas umas das outras para proporcionar ventilação e insolação adequadas e entremeadas por espaços verdes totalmente livres da circulação de automóveis foram propostos por ele. Para Corbusier, o fim dos congestionamentos nos centros urbanos seria possível com o aumento da densidade urbana, diminuindo assim, as distâncias a serem percorridas. Tal medida deveria ser acompanhada de um aumento de áreas verdes dentro da cidade, combinada com a implantação de edifícios comerciais altos e blocos residenciais mais baixos e compactos (LE CORBUSIER, 1993).

2.3 CIDADE COMPACTA X CIDADE DIFUSA

Os problemas gerados pela grande concentração de pessoas nos centros urbanos incentivou o início da dispersão das cidades. O automóvel, por exemplo, facilitou o deslocamento das pessoas entre grandes distâncias e possibilitou a formação de zonas residenciais afastadas do centro comercial. Os bairros funcionais, com a intenção de segregar os usos, incentivaram mais ainda a utilização dos veículos e conseqüentemente a possibilidade de crescimento horizontal das cidades.

Contudo, conforme Miana (2010), as cidades compactas e adensadas são soluções mais sustentáveis de desenvolvimento urbano em contraposição ao “*Urban Sprawl*”. Essa tipologia urbana tem como objetivos minimizar o uso do automóvel

dentro do perímetro urbano; diminuir o consumo de solo urbano; caracterizar grande versatilidade de morfologias urbanas; valorizar o transporte público que ofereça mobilidade para toda a população; e utilizar áreas multifuncionais as quais é possível se chegar a pé.

O conceito da cidade compacta é proporcionar um caráter de humanização e acessibilidade a todos, pois crianças, idosos e pessoas com reduzida mobilidade podem participar das mesmas atividades, uma vez que todos têm acesso. Os deslocamentos a pé, o transporte público, a mobilidade com bicicletas permitem que todos aproveitem a cidade, ao contrário das cidades difusas que dispersam a relação pedestre x cidade.

Por outro lado, a falta de espaço físico adequado e destinado principalmente para a criação de áreas verdes e livres para lazer, reduz conseqüentemente as áreas ensolaradas e aumenta os túneis de vento provocados pelos edifícios altos quando situados muito próximos uns dos outros.

Para Rogers e Gumuchdjian (2001), a cidade compacta é sustentável, mas a redução dos impactos ambientais deve ser sempre tida como objetivo principal. Contudo, Frey (1999) propõe como ideal uma mescla entre formas compactas e difusas segundo a escala urbana, ou seja, dispor de estruturas formais compactas na escala urbana local, organizadas mediante estruturas de formas difusas (estrela, radiais, retículas) na escala regional ou metropolitanas unidas por meios de transporte eficiente e não contaminante.

2.4 TIPOLOGIAS DE ADENSAMENTO

A seguir serão apresentadas três tipologias de adensamento que geralmente estão presentes na morfologia urbana: bloco perimetral, edifício lâmina e edifício torre. Nenhuma tipologia arquitetônica é melhor do que outra. Cada uma apresenta pontos positivos e negativos particulares dependendo do clima e da sua função.

2.4.1 Bloco Perimetral – Morfologia Européia

Este modelo foi idealizado por Ildefonso Cerdá (1859-64), no plano de extensão para Barcelona, que consistia na ocupação do perímetro de quadras de (113x113) m. As edificações ocupavam dois ou no máximo três dos lados, não ultrapassando mais do que dois terços da superfície do quarteirão (MIANA, 2010). Na Figura 10, que mostra a vista aérea da cidade de Barcelona, é possível perceber que a intenção inicial era garantir que o perímetro da quadra não delimitasse o espaço público, pois no seu interior grandes espaços de lazer se formariam com mais áreas permeáveis e vegetações que melhorariam o microclima.



Figura 10 - Fotos aéreas de Barcelona
Fonte: UMAKOSHI (2008)

Amsterdã e Viena também são bons exemplos desse tipo de configuração urbana. Os pátios internos em Amsterdã são caracterizados por um uso semi-público mais protegido do ruído urbano e os pórticos em Viena definem o acesso ao miolo de quadra (MIANA, 2010).

Segundo Figueroa (2006), a quadra recupera bem o seu desenho e os edifícios de esquina recebem mais atenção. Contudo, o congestionamento em determinadas ruas quando associada à alta densidade, as dificuldades de dispersão dos poluentes e a criação de canais de vento são consequências dessa tipologia de adensamento urbano. Além disso, se a retícula não está bem orientada, as edificações ficam comprometidas termicamente e, conseqüentemente, energeticamente.

2.4.2 Edifício Lâmina – Característica da Arquitetura Moderna Brasileira

“A escolha pela forma laminar pelos urbanistas modernos se deve pela ausência de hierarquia entre as partes, pela capacidade de crescimento ilimitado, pela equivalência de condições para os distintos elementos e, pela relação de proximidade entre o espaço interior e o espaço exterior” (FIGUEROA, 2006).

A Figura 11 mostra como essa tipologia valoriza a conquista do espaço público contínuo a partir da implantação dos edifícios sobre pilotis defendida por Le Corbusier. Sua forma bem definida, uma barra horizontal, sugere uma arquitetura imponente para a cidade.



Figura 11 - Ministério da Educação (RJ) e Banco Sul- Americano(SP)
Fonte: Miana (2010)

“Além disso, a possibilidade da implantação dessa tipologia edificatória não está mais vinculada ao sistema viário, mas sim a melhor orientação solar e a incorporação em pavimentos elevados de funções urbanas tradicionalmente vinculadas à cota do terreno” (FIGUEROA, 2006).

2.4.3 Edifício Torre – Marco da Arquitetura Contemporânea

Gonçalves, Duarte e Mulfarth (2007) comentam que devido à diferença de altura entre o edifício e o entorno urbano dois impactos ocorrem inicialmente: o de marcar geograficamente uma localidade da cidade e o de provocar alterações no microclima urbano, em decorrência dos efeitos combinados entre a altura e a forma do edifício, e a morfologia do entorno. Os efeitos sobre o microclima urbano podem ser positivos, ou negativos, dependendo das condições climáticas locais e das características físicas finais da morfologia urbana, resultantes da inserção do edifício.

Os edifícios altos podem ser interpretados como grandes barreiras que geram enormes áreas sombreadas. Além disso, a tipologia do edifício alto afasta a integração urbana e social, quebrando a relação entre seus ocupantes e as atividades no nível da rua. A Figura 12 demonstra o *skyline* da cidade de Nova York, marcada por grandes ícones na arquitetura e grande rugosidade no perfil urbano.



Figura 12 - Skyline da cidade de Nova York
Fonte: Miana (2010)

2.5 VERTICALIZAÇÃO

O desejo pela verticalidade, seu simbolismo e possibilidade de desenvolvimento de novas tecnologias, transformaram o edifício alto em objeto de

poder e *status* (GREGOLETTO, 2012). Esse processo é o resultado pela busca da multiplicação do solo para permitir a sua ocupação por um número maior de pessoas e atividades segundo Fontanele (2010).

No final do século 19, cidades norte americanas como Nova York e Chicago começaram a desenvolver os seus modelos de edifícios altos. Inicialmente a altura dos edifícios foi determinada pelas limitações de tecnologia e acessibilidade a iluminação natural. A partir da Segunda Guerra Mundial, esse cenário evoluiu, pois as novas tecnologias como ar condicionado, elevadores, estruturas metálicas e o aço permitiram aumentar a altura dos edifícios e criar um microclima interno independente do ambiente externo. Assim, um novo modelo de arquitetura, os edifícios envidraçados chamados de “estilo internacional”, passaram a ser exportados e copiados por várias cidades como um ícone da arquitetura contemporânea e símbolo econômico.

A crise energética dos anos 70, por outro lado, alertou o mundo para essa tipologia de edifício como grande consumidor de energia e a partir dos anos 80 novas idéias começaram a ser propostas: os edifícios inteligentes e sustentáveis. Contudo, a definição do que é um edifício alto, ou a partir de quantos pavimentos um edifício passa a ser percebido e definido como alto, está sujeito a variações.

De acordo com o CTBUH, Council on Tall Buildings and Urban Habitat (2013), não existe uma única definição do que consiste um edifício alto, mas sim algumas características que o enquadram nesse contexto.

- a) altura em relação ao contexto: não é apenas a altura, mas o contexto no qual ele está inserido. Assim, um edifício com 14 andares pode não ser alto, mas se ele estiver em uma zona residencial predominantemente baixa ele se destacará em relação ao entorno (Figura 13);



Figura 13 - Edifício alto e sua relação no entorno
Fonte: CTBUH (2013)

- b) proporção do edifício: existem edifícios que não são exatamente altos, mas sua proporção delgada passa a sensação de maior altura, principalmente se o seu entorno não for tão alto. Por outro lado, existem edifícios com grande área de ocupação que são bastante altos, mas sua proporção não o caracteriza como um edifício alto (Figura 14) e,

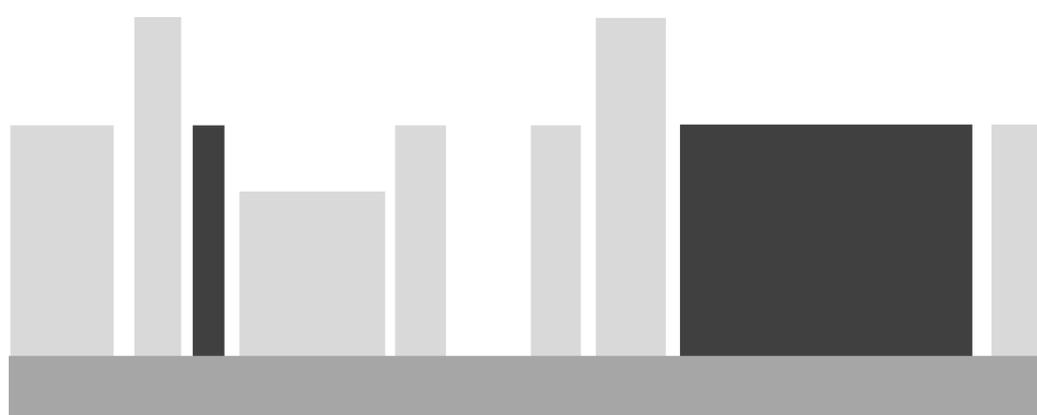


Figura 14 - Edifício alto e sua proporção
Fonte: CTBUH (2013)

- c) tecnologias de edifícios altos: a Figura 15 demonstra algumas das tecnologias de engenharia que podem ser utilizadas nos edifícios altos. À esquerda, elevadores para o transporte vertical de cargas, pessoas, alimentos, etc. À direita, a estratégia de contraventamento que é o sistema de ligação entre os principais elementos de uma estrutura com a finalidade de aumentar a rigidez da construção. É, em engenharia civil, um sistema de proteção contra a ação do vento.

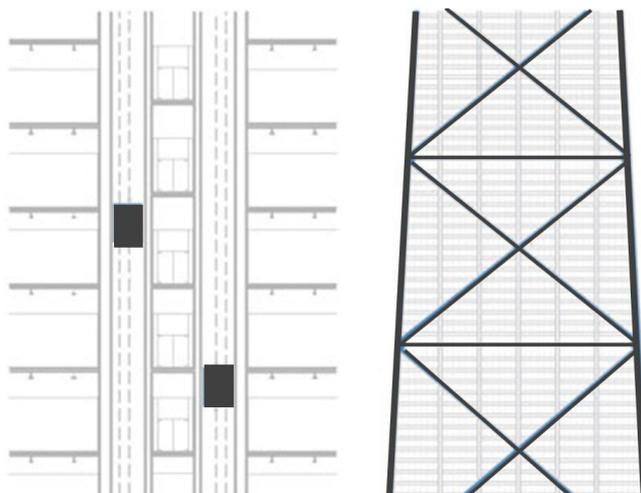


Figura 15 - Tecnologias para edifícios altos
 Fonte: CTBUH (2013)

Nas últimas décadas, a indústria dos edifícios altos demonstrou acelerado desenvolvimento graças à evolução das tecnologias. Na Figura 16 é possível perceber a rápida mudança no gabarito do *skyline* considerando um intervalo temporal de apenas duas décadas.

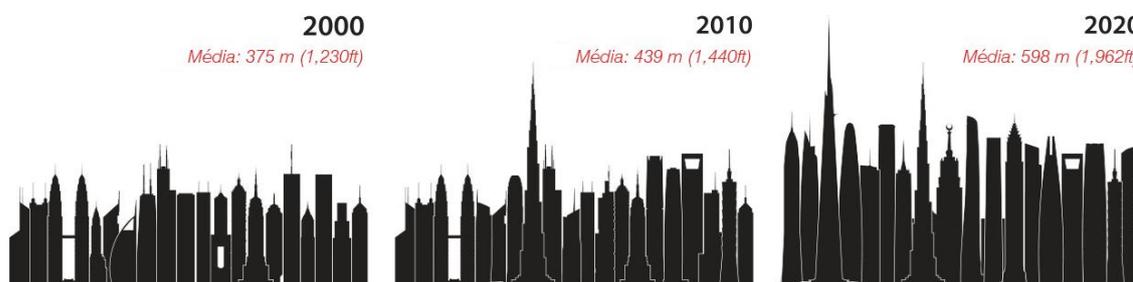


Figura 16 - Comparação dos 20 prédios mais altos do mundo
 Fonte: CTBUH (2013)

Portanto, para a definição do que é um edifício alto, o número de pavimentos é um indicativo pobre, pois muitas vezes a altura do pé direito de um edifício com menos pavimentos pode ser maior e torná-lo mais alto em relação a sua altura em metros do que um edifício com mais pavimentos e pé direito mais baixo.

Para o CTBUH (2013), existem ainda outras nomenclaturas para os edifícios altos. São os “*Supertall*” com altura acima de 300 m e os “*Megatall*” com altura acima de 600 m. A Figura 17 mostra quais serão os 20 edifícios mais altos do mundo em 2020 considerando aqueles que já estão construídos ou que estão em construção e até os que estão em processo de desenvolvimento, mas praticamente iniciando suas obras (CTBUH, 2013).

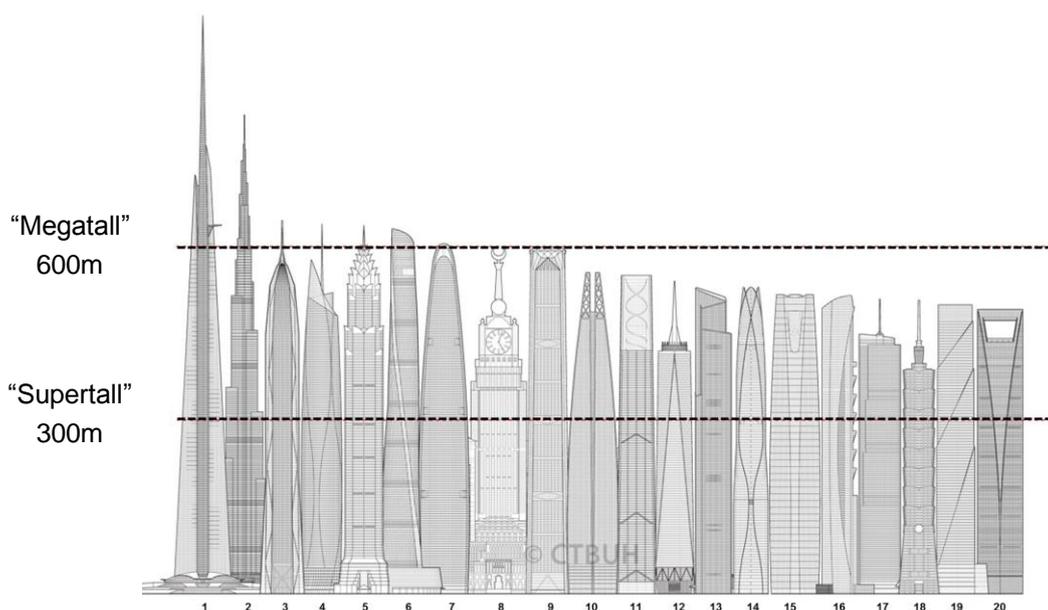


Figura 17 - Os 20 edifícios mais altos do mundo em 2020
Fonte: CTBUH (2013)

De acordo com a Tabela 3, é possível saber quando será finalizado cada um desses 20 edifícios e onde estão sendo construídos.

Tabela 3 - Característica dos edifícios da Figura 17

	Edifício	Cidade	Ano	Altura (m)	Altura (ft)
1	Kingdom Tower	Jeddah	2019	1.000	3280
2	Burj Khalifa	Dubai	2010	828	2712
3	Ping An Finance Center	Shenzhen	2016	660	2165
4	Seoul Light DMC Tower	Seoul	2009	640	2101
5	Signature Toer Jakarta	Jakarta	2020	638	2093
6	Shanghai Tower	Shanghai	2015	632	2073
7	Wuhan Greenland Center	Wuhan	2017	606	1988
8	Makkan Royal Clock Tower Hotel	Mecca	2012	601	1972
9	Goldin Finance 117	Tianjin	2016	597	1957
10	Lotte World Tower	Seoul	2016	555	1819
11	Doha Convention Center and Tower	Doha	2017	551	1808
12	Onde World Trade Center	Nova York	2014	541	1776
13	Chow Tai Fook Guangzhou	Guangzhou	2016	530	1739
14	Tianjin Chow Tai Fook Binhal Center	Tianjin	2018	530	1739
15	Dalian Greenland Center	Dalian	2018	518	1699
16	Pentominium	Dubai	2020	516	1693
17	Busan Lotte Town Tower	Busan	2020	510	1674
18	Taipei 101	Taipei	2004	508	1667
19	Kaisa Feng Long Centre	Shenzhen	2020	500	1640
20	Shanghai World Financial Centre	Shanghai	2008	492	1614

Fonte: CTBUH (2013)

Além disso, existem também outros critérios para medição da altura desses edifícios.

- altura relativa à arquitetura: na Figura 18 se observa a altura medida do nível da calçada até o topo arquitetônico do edifício, incluindo torres, mas não incluindo antenas, sinalização, bandeiras ou outros equipamentos técnicos;

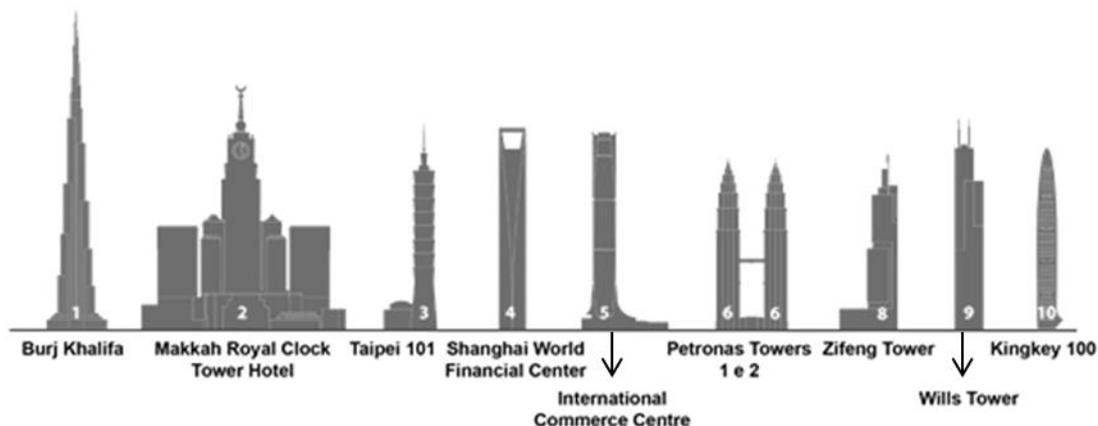


Figura 18 - Os 10 edifícios mais altos do mundo relativos à arquitetura
Fonte: CTBUH (2013)

A Tabela 4 mostra o nome de cada um dos edifícios com suas respectivas cidades, ano de construção, altura em metros e altura em pés.

Tabela 4 - Características edifícios da Figura 18

	Edifício	Cidade	Ano	Altura (m)	Altura (ft)
1	Burj Khalifa	Dubai	2010	828	2712
2	Makkah Royal Clock Tower Hotel	Mecca	2012	601	1972
3	Taipei 101	Taipei	2004	508	1667
4	Shanghai World Financial Centre	Shanghai	2008	492	1614
5	International Commerce Centre	Hong Kong	2010	484	1588
6	Petronas Towers 1 e 2	Kuala Lumpur	1998	452	1483
7	Zifeng Tower	Nanjing	2010	450	1476
8	Willis Tower	Chicago	1974	442	1451
9	Kingkey 100	Shenzhen	2011	442	1449

Fonte: CTBUH (2013)

- altura relativa ao uso dos pavimentos: altura medida do nível da calçada até o último pavimento ocupado, conforme Figura 19;

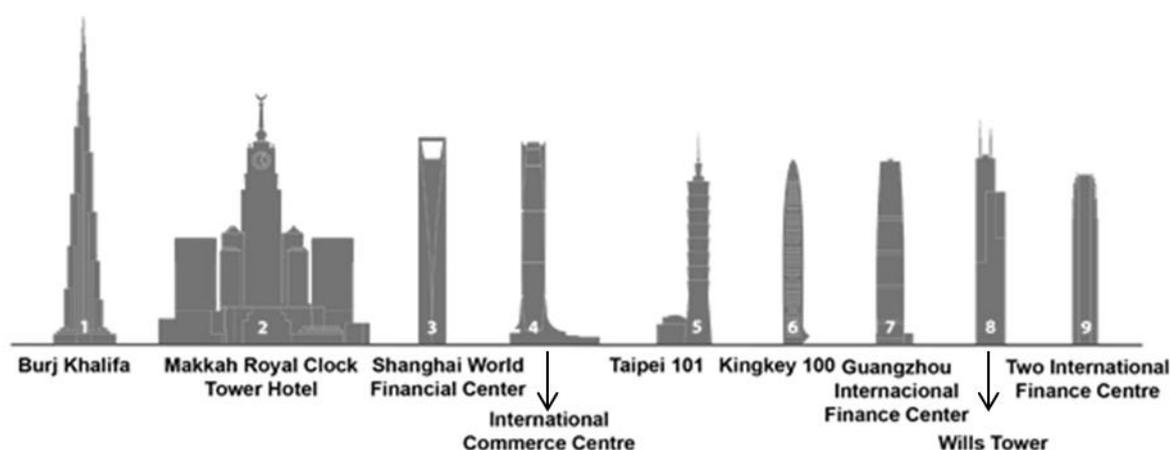


Figura 19 - Os 10 edifícios mais altos do mundo relativos ao uso dos pavimentos
Fonte: CTBUH (2013)

A Tabela 5 mostra o nome de cada um dos edifícios com suas respectivas cidades, ano de construção, altura em metros e altura em feet.

Tabela 5 - Característica edifícios da Figura 19

	Edifício	Cidade	Ano	Altura (m)	Altura (ft)
1	Burj Khalifa	Dubai	2010	585	1918
2	Makkah Royal Clock Tower Hotel	Mecca	2012	559	1833
3	Shanghai World Financial Centre	Shanghai	2008	474	1555
4	International Commerce Centre	Hong Kong	2010	469	1538
5	Taipei 101	Taipei	2004	438	1437
6	Kingkey 100	Shenzhen	2011	427	1401
7	Guangzhou International Finance Center	Guangzhou	2010	415	1362
8	Willis Tower	Chicago	1974	413	1354
9	Two International Finance Centre	Hong Kong	2003	388	1271

Fonte: CTBUH (2013)

- altura até a extremidade do edifício: na Figura 20 é possível observar que a altura medida do nível da calçada até o ponto mais alto do edifício, independente do material ou função do deste elemento. Inclui antenas, bandeiras, sinalização e outros equipamentos técnicos.

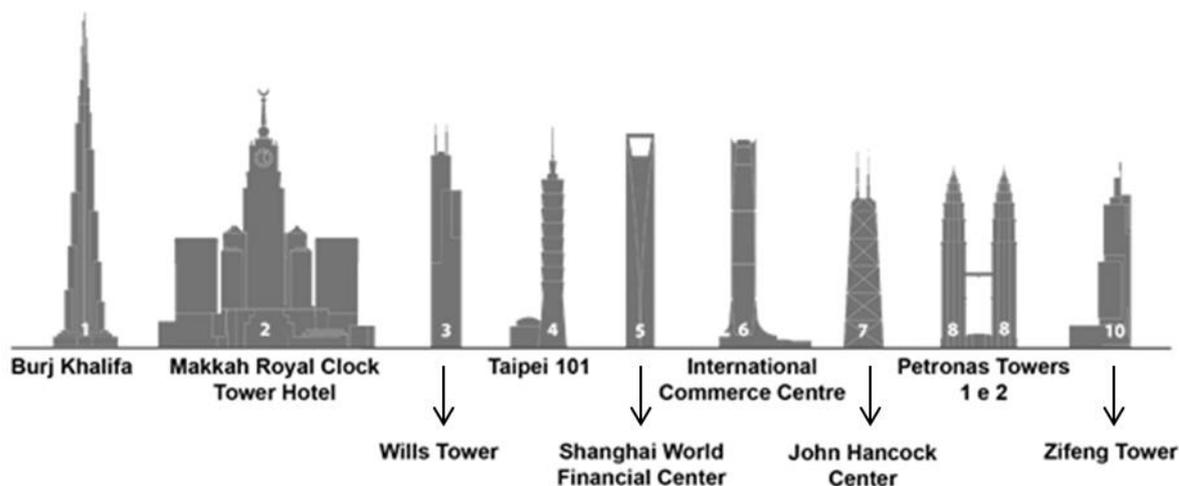


Figura 20 - Os 10 edifícios mais altos do mundo relativos à sua extremidade
Fonte: CTBUH (2013)

A Tabela 6 mostra o nome de cada um dos edifícios com suas respectivas cidades, ano de construção, altura em metros e altura em feet.

Tabela 6 - Características do edifício da Figura 20

	Edifício	Cidade	Ano	Altura (m)	Altura (ft)
1	Burj Khalifa	Dubai	2010	585	1918
2	Makkah Royal Clock Tower Hotel	Mecca	2012	559	1833
3	Willis Tower	Chicago	1974	527	1729
4	Taipei 101	Taipei	2004	508	1667
5	Shanghai World Financial Centre	Shanghai	2008	494	1622
6	International Commerce Centre	Hong Kong	2010	484	1588
7	John Hancock Center	Chicago	1969	457	1483
8	Petronas Towers 1 e 2	Kuala Lumpur	1998	452	1483
9	Zifeng Tower	Nanjing	2010	450	1476

Fonte: CTBUH (2013)

Para o CTBUH (2013) também são considerados os usos desses edifícios, pois existem algumas construções, torres de telecomunicações, por exemplo, que não se enquadram nessa classificação. Para um edifício ser considerado alto, também é necessário que ele tenha uma ocupação mínima de 50% dos seus pavimentos, conforme Figura 21.

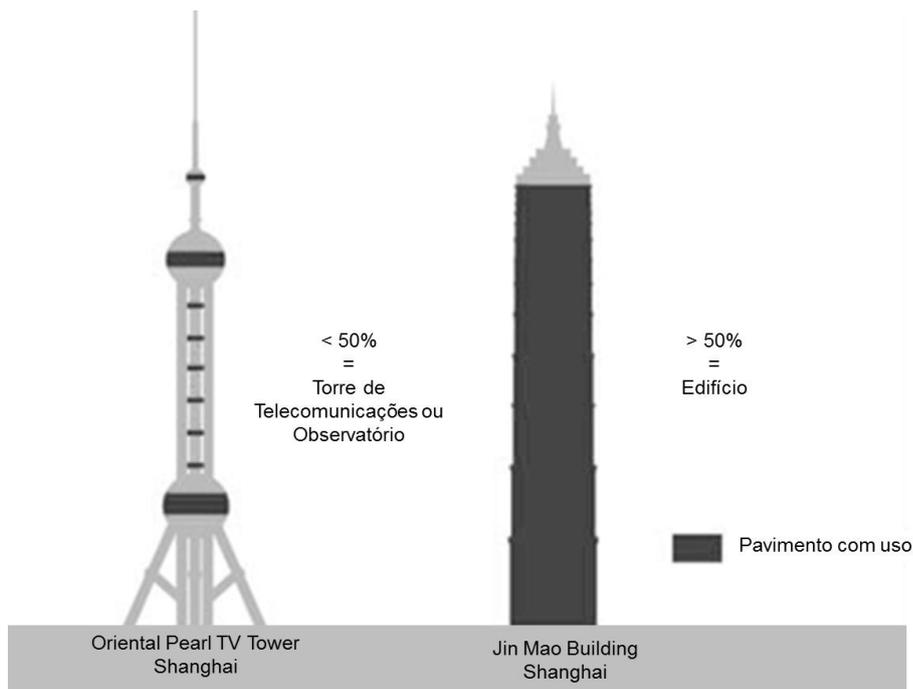


Figura 21 - Diferença entre uma torre de telecomunicação e um edifício alto
Fonte: CTBUH (2013)

Pode se observar ainda, que caso o edifício atenda essa especificação, ele pode ter um único uso, se 85% ou mais do total dos seus pavimentos for dedicado à mesma tipologia, ou pode ser de uso misto, caso ele tenha uma ou mais funções com áreas significativas, ver Figura 22.

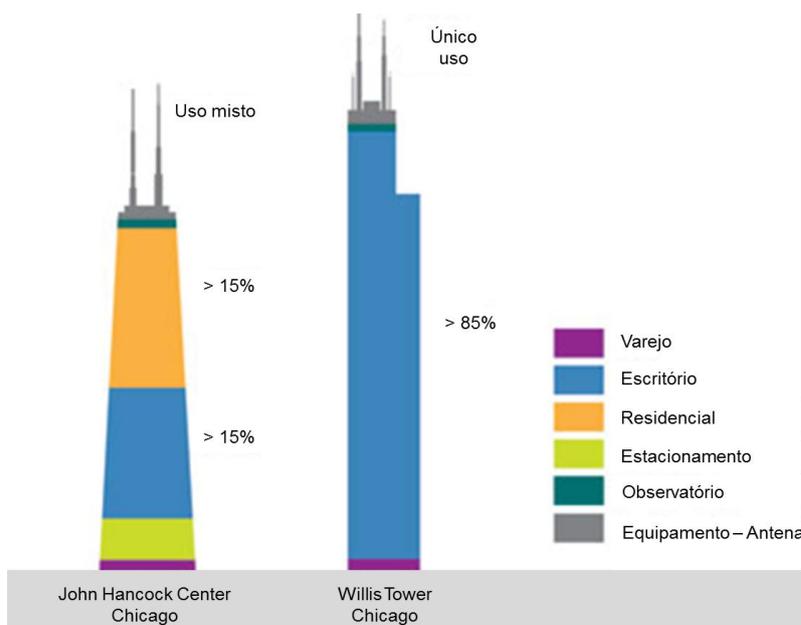


Figura 22 - Porcentagem das tipologias de uso em um edifício
Fonte: CTBUH (2013)

Um edifício residencial/comercial significa que ele tem um uso predominante de residências, mas contém uma área relativamente grande de comércio. Áreas de apoio, estacionamentos, instalações mecânicas não constituem funções de edifício misto.

Na Tabela 7 estão descritos os 50 edifícios construídos mais altos do mundo atualmente. Seus usos predominantes são o residencial e o comercial.

Tabela 7 - Os 50 edifícios mais altos do mundo

	Edifício	Cidade	m	Pavs.	Ano	Material	Uso
1	Burj Khalifa	Dubai (AE)	828	163	2010	misto	uso misto
2	Makkah Royal Clock Tower H.	Mecca (SA)	601	120	2012	misto	uso misto
3	Taipei 101	Taipei (TW)	508	101	2004	composto	escritório
4	Shanghai World Financial C.	Shanghai (CN)	492	101	2008	composto	uso misto
5	International Commerce C.	Hong Kong(CN)	484	108	2010	composto	uso misto
6	Petronas Tower 2	K. L. (MY)	452	88	1998	composto	escritório
7	Petronas Tower 1	K. L. (MY)	452	88	1998	composto	escritório
8	Zifeng Tower	Nanjing (CN)	450	66	2010	composto	uso misto
9	Willis Tower	Chicago (US)	442	108	1974	aço	escritório
10	KK 100	Shenzhen (CN)	442	100	2011	composto	uso misto
11	Guangzhou International F. C.	Guangzhou(CN)	439	103	2010	composto	uso misto
12	Trump International Hotel & T.	Chicago (US)	423	98	2009	concreto	uso misto
13	Jin Mao Tower	Shanghai (CN)	421	88	1999	composto	uso misto
14	Princess Tower	Dubai (AE)	413	101	2012	misto	residencial
15	Al Hamra Tower	Kuwait City(KW)	413	80	2012	concreto	escritório
16	Two International Finance C.	Hong Kong(CN)	412	88	2003	composto	escritório
17	23 Marina	Dubai (AE)	393	90	2012	concreto	residencial
18	CITIC Plaza	Guangzhou(CN)	390	80	1996	concreto	escritório
19	Shun Hing Square	Shenzhen (CN)	384	69	1996	composto	escritório
20	Empire State Building	Nova York (US)	381	102	1931	aço	escritório
21	Elite Residence	Dubai (AE)	380	87	2012	concreto	residencial
22	Central Plaza	Hong Kong(CN)	374	78	1992	concreto	escritório
23	Bank of China Tower	Hong Kong(CN)	367	72	1990	composto	escritório
24	Bank of America Tower	Nova York (US)	366	55	2009	composto	escritório
25	Almas Tower	Dubai (AE)	360	68	2008	concreto	escritório
26	The Pinnacle	Guangzhou(CN)	360	60	2012	concreto	escritório
27	JW Marriott Marquis Hotel T 1	Dubai (AE)	355	82	2012	concreto	hotel
28	JW Marriott Marquis Hotel T 2	Dubai (AE)	355	82	2013	concreto	hotel
29	Emirates Tower One	Dubai (AE)	355	54	2000	concreto	escritório
30	Tuntex Sky Tower	Kaohsiung (TW)	348	85	1997	composto	uso misto
31	Aon Center	Chicago (US)	346	83	1973	composto	escritório
32	The Center	Hong Kong(CN)	346	73	1998	aço	escritório
33	John Hancock Center	Chicago (US)	344	100	1969	aço	uso misto

Continua...

Continuação da Tabela 7...

34	Tianjin World Financial Center	Tianjin (CN)	337	75	2011	aço	escritório
35	The Torch	Dubai (AE)	337	79	2011	composto	residencial
36	Keangnam Hanoi Landmark T.	Hanoi (VN)	336	72	2012	concreto	uso misto
37	Shimao International Plaza	Shanghai (CN)	333	60	2006	concreto	uso misto
38	Rose Rayhaan By Rotana	Dubai (AE)	333	71	2007	concreto	hotel
39	Minsheng Bank Building	Wuhan(CN)	331	68	2008	composto	escritório
40	China World Tower	Beijing (CN)	330	74	2010	aço	uso misto
41	Longxi International Hotel	Jiangyin (CN)	328	72	2011	composto	uso misto
42	Al Yaqoub Tower	Dubai (AE)	328	69	2013	composto	uso misto
43	The Index	Dubai (AE)	326	80	2010	concreto	uso misto
44	The Landmark	Abu Dhabi (AE)	324	72	2013	concreto	uso misto
45	Deji Plaza Phase 2	Nanjing (CN)	324	62	2013	concreto	escritório
46	Q1 Tower	Gold Coast(AU)	323	78	2005	composto	residencial
47	Wenzhou Trade Center	Wenzhou (CN)	322	68	2011	concreto	uso misto
48	Burj al Arab	Dubai (AE)	321	56	1999	composto	hotel
49	Nina Tower	Hong Kong(CN)	320	80	2006	concreto	uso misto
50	Chrysler Building	Nova York (US)	319	77	1930	aço	escritório

Fonte: CTBUH (2013)

O CTBUH (2013) também analisa uma série de edifícios altos que apresentam uma grande porção da sua altura sem ocupação para apenas se enquadrarem na classificação dos edifícios mais altos. Denominados como uma nova categoria, “edifícios vaidosos”, são aqueles em que é medida a altura entre o último pavimento ocupado e o topo do edifício.

Com uma altura vaidosa de 124 m dentro dos 321 m totais, o edifício Burj Al Arab, ilustrado na Figura 23 e Figura 24, tem a maior proporção de área não ocupada considerando a lista dos edifícios mais altos. Do total de sua altura, 39% é apenas para deixá-lo entre os mais altos.

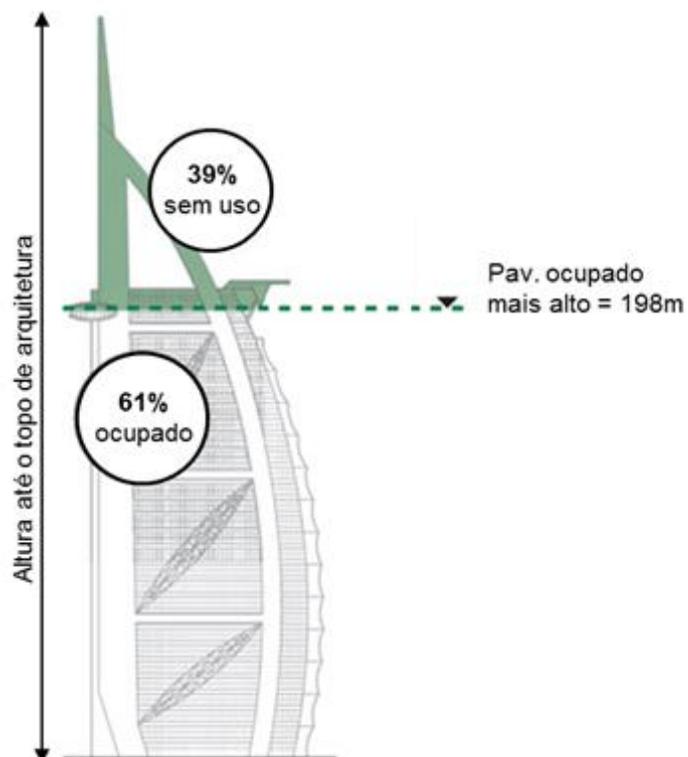


Figura 23 - Edifícios com maior proporção de altura sem uso
Fonte: CTBUH (2013)



Figura 24 - Burj Al Arab
Fonte: Jumeirah Website (2014)

A pesquisa elaborada pelo CTBUH em 2011 afirma que nos últimos 10 anos, o número de edifícios mais altos que 200 m passou de 286 para 602. Curiosamente,

esses edifícios encontram-se em apenas 32 países no mundo todo. Mesmo com a recente explosão imobiliária na Ásia, apenas agora é que está começando a se equilibrar a proporção entre a quantidade de edifícios altos e a população global. A Ásia contém hoje, 56,8% (342) dos edifícios mais altos que 200 m e 57,5% de toda população global. A Europa, por sua vez, representa 10,6% da população mundial e apenas 3,7% (22) dos edifícios mais altos do mundo ea América contém 29,6% (178) dos edifícios mais altos do mundo e 13,6% da população mundial.

2.6 EXEMPLO DE EDIFÍCIOS ALTOS

Para demonstrar exemplos de edifícios altos já construídos e a relação destes com o seu entorno, foram escolhidos seis empreendimentos de destaques, sendo quatro internacionais e dois nacionais.

2.6.1 Edifício Seagram

O edifício Seagram em Nova York (projeto de Mies Van der Rohe e Philip Johnson, construído em 1958), é identificado como uma das construções mais importantes dos Estados Unidos no contexto de edifícios altos. Representando um marco inicial para a nova tipologia construtiva internacional, possui a mesma secção transversal plana em todos os pavimentos (SCHMID, 2008). O edifício implantando em um contexto bem verticalizado na cidade de Nova York não interfere consideravelmente no aspecto de sombreamento, mas os gastos energéticos gerados por ele e sua relação com o espaço público deixam a desejar. Ver Figura 25.



Figura 25 - Edifício Seagram em Nova York
Fonte: Holanda (2013)

Definindo um novo modelo econômico para as cidades e uma nova proposta arquitetônica, o edifício ignora o contexto onde está inserido. Suas fachadas envidraçadas transformam o espaço interno em verdadeiras estufas graças a alta incidência solar. A conexão entre o espaço interno e o ambiente externo fica cada vez mais distante e a instalação de equipamentos de ar condicionado passa a falsa idéia de solução aos seus usuários. O isolamento do espaço interno começou a ser repensado somente a partir dos anos 60 e 70 com as crises ecológicas e econômicas enfrentadas graças a alta carga térmica consumida pelos edifícios novos (SCHMID, 2008).

A Figura 26 mostra a praça em frente ao Seagram. Sua função é valorizar o acesso principal e ampliar o espaço público. Contudo, a implantação do edifício configura uma barreira entre a quadra onde está inserido e o entorno imediato, pois as permeabilidades físicas e visuais tornam-se comprometidas no pavimento

térreo. Além disso, a permanência de pessoas é pouco incentivada e esse espaço transforma-se em uma praça seca e sem vida.



Figura 26 - Praça do edifício Seagram em Nova York
Fonte: Holanda (2013)

2.6.2 Edifício Commerzbank HQ

O edifício Commerzbanck foi projetado pelo escritório de arquitetura Norman Foster and Partners e construído em 1997. Está localizado em Frankfurt AM Main, Alemanha e compreende usos comerciais (escritórios e restaurante) e residenciais. Com 56 pavimentos atinge uma altura de 258 m, possui 897 m² de área do pavimento tipo e 120.000 m² de área total. Segundo Umakoshi (2008), sua arquitetura é definida pelas características abaixo:

- Possui três torres interligadas pelo núcleo dos elevadores, formando um volume triangular.
- O embasamento do edifício possui 6 pavimentos e abriga as residências e um auditório.
- O edifício é dividido em grupos de níveis chamados de vilas, com 12 pavimentos.
- Possui jardins em andares superiores que mudam a orientação a cada quatro pavimentos e que permitem a entrada de luz natural e ventilação para o interior do edifício. (Figura 27).

- O edifício está no centro financeiro da cidade (Figura 28) onde desempenha papel de *status* e desenvolvimento econômico.
- Estudos mostram que o edifício não causa sombras excessivas em parques ou praças, de acordo com os critérios estabelecidos pela Prefeitura.
- O edifício incrementa a ventilação urbana, tendo em vista que no verão há pouca ocorrência de ventos.

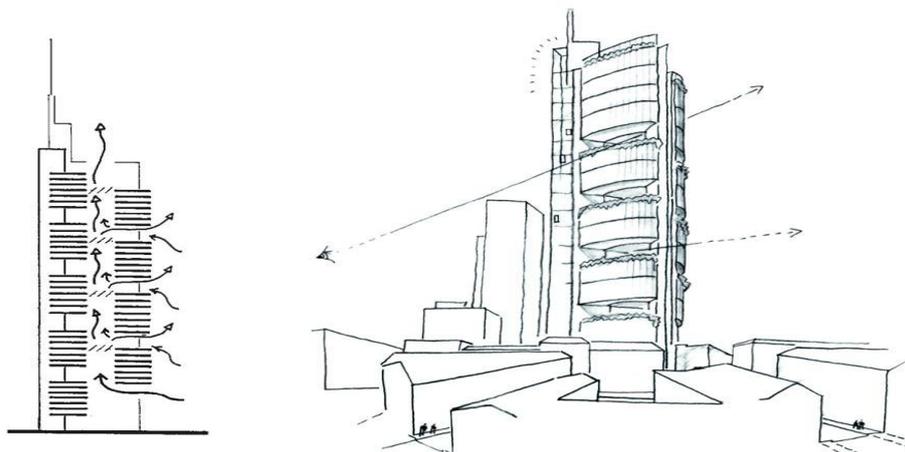


Figura 27 - Esquema de ventilação e visuais
Fonte: Norman Foster and Partners website (2014)



Figura 28 - Edifício Commerzbank HQ
Fonte: Norman Foster and Partners website (2014)

2.6.3 Edifício Swiss Re

O edifício Swiss Re Headquarters, localizado em Londres, foi projetado pelo escritório de arquitetura Norman Foster and Partners. Segundo Umakoshi (2008), é definido como um empreendimento comercial e formado por salas de escritório e outras atividades de atendimento ao público. Construído em 2004, o edifício possui 41 pavimentos e 180m de altura. Contudo, o fato do entorno já apresentar edifícios altos – entre 84 a 183 m (Figura 29) minimiza o impacto de sombreamento gerado por ele.



Figura 29 - Skyline esquemático da cidade
Fonte: Norman Foster and Partners website (2014)

Seu pavimento tipo compreende entre 1.170 a 1.550 m² de área, totalizando 72.400 m² de área construída.

Sua volumetria apresenta dupla curvatura e com isso reduz os efeitos dos ventos no nível do pedestre (Figura 30). Além disso, 80% da área do térreo é pública (Figura 31) evidenciando a preocupação do arquiteto com a relação entre a conexão do edifício e a cidade.

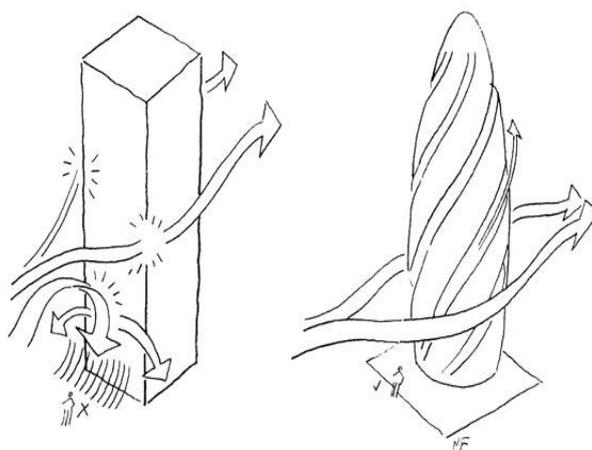


Figura 30 - Esquema do impacto do vento no edifício
Fonte: Norman Foster and Partners website (2014)



Figura 31 - Acesso de pedestre pelo nível do térreo
Fonte: Norman Foster and Partners website (2014)

Sua forma arquitetônica que se destaca na paisagem, com planta circular e diâmetros variáveis permite maior visão do céu a partir do nível da rua, garantindo mais insolação ao terreno (Figura 32).



Figura 32 - Edifício Swiss Re
Fonte: Norman Foster and Partners website (2014)

2.6.4 Edifício Leadenhall Street

O edifício 122 Leadenhall Street, localizado em Londres, foi projetado pelo escritório de arquitetura Rogers StirkHarbour + Partners e construído em 2011. Empreendimento comercial com 52 pavimentos e altura total de 225 m. Possui área total de 96.000 m² formado por pavimentos tipo de 1.980 m² no 5º pavimento e até 583m² no 45º pavimento (UMAKOSHI, 2008).

O Leadenhall Street possui forma esbelta com uma silhueta distinta dentro de um aglomerado emergente de edifícios altos conforme ilustrado na Figura 33.



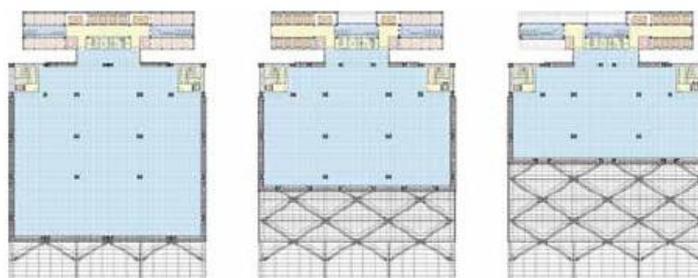
Figura 33 - Edifício Leadenhall Street
Fonte: Rogers and Partners Website (2014)

O projeto oferece generosos espaços públicos, aproximadamente 80% do pavimento térreo é de uso público para garantir a permeabilidade urbana e o conforto dos pedestres, conforme a Figura 34 ilustra.



Figura 34 - Praça para pedestres no nível térreo
Fonte: Rogers and Partners website (2014)

Segundo Umakoshi (2008), o projeto, inicialmente, formava uma grande barreira visual para a Tower of London e para a St. Paul Cathedral. Como estratégia para reduzir este impacto, foi proposta uma volumetria triangular. Seu perfil afunilado, conforme mostra a Figura 35 e a Figura 36, passou a valorizar principalmente o ângulo de visão a partir da Fleet Street.

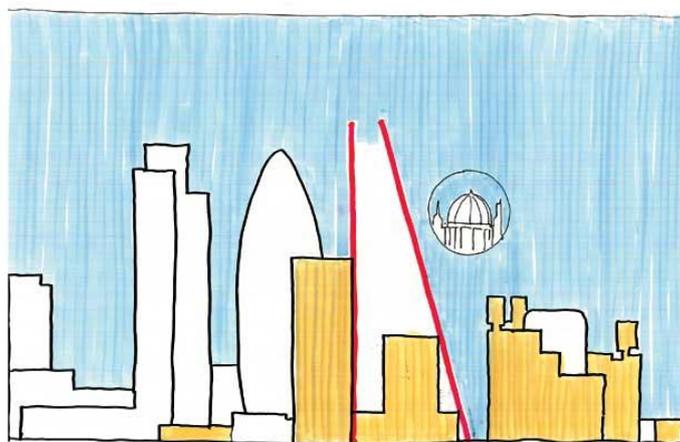


(a)

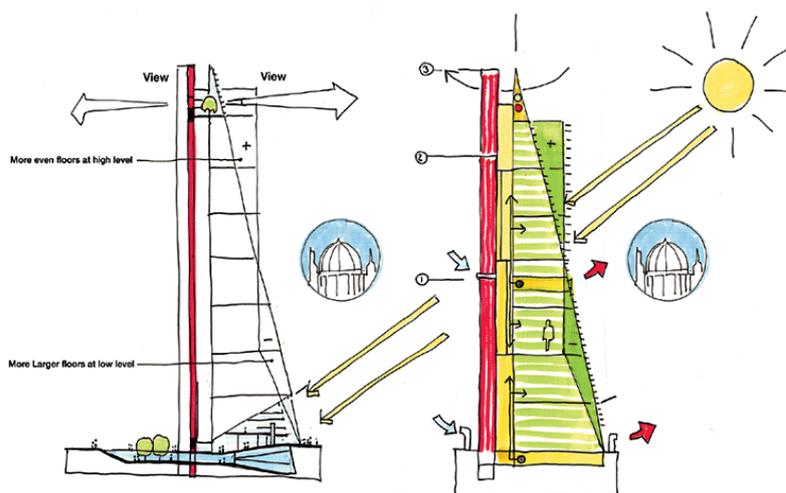
Figura 35 - Conceitos do projeto arquitetônico
Fonte: Rogers and Partners website (2014)

Continua...

Continuação da figura 35.



(b)



(c)

No item “a” as plantas mostram como a área dos pavimentos vão reduzindo conforme a altura do edifício em função da inclinação da fachada. O item “b”, por sua vez, mostra como o perfil afunilado poderia desobstruir a visual para pontos turísticos importantes da cidade, além de favorecer a iluminação difusa para a torre em frente. O item “c”, por final, mostra um diagrama de irradiação solar e como os pavimentos irão receber mais luz natural no espaço interno graças à redução de área.

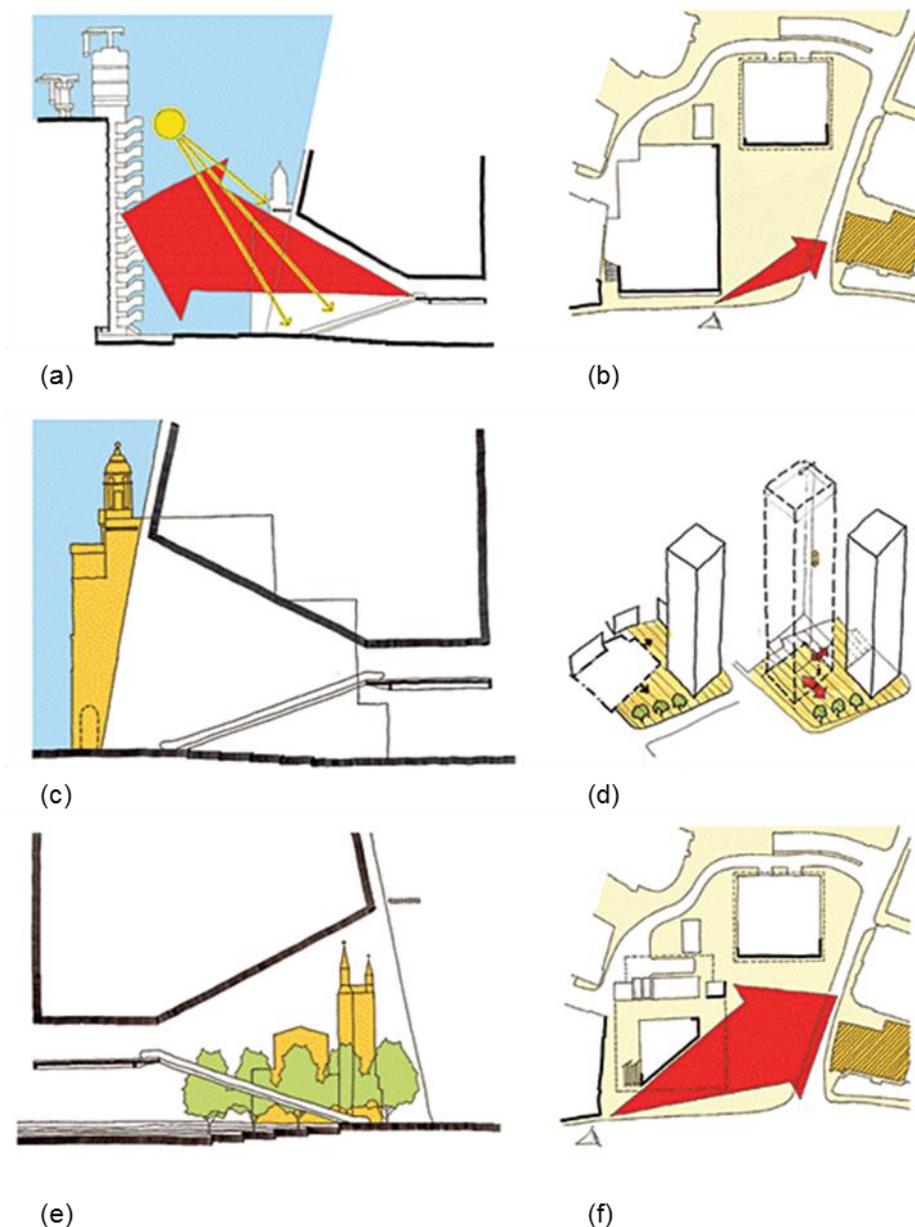


Figura 36 - Esquema e diretrizes para elaboração do projeto arquitetônico
Fonte: Rogers and Partners website (2014)

Algumas estratégias arquitetônicas como continuação do espaço público para dentro dos limites do edifício (figura “a”); a inclinação da fachada para visualização de pontos importantes na cidade (figura “c”) e a criação de espaços públicos generosos com pequena taxa de ocupação (figura “d”) valorizam muito a relação do empreendimento com a cidade e seu entorno. Além disso, o desenvolvimento da planta do projeto teve como preocupação o posicionamento correto para evitar que o edifício se tornasse uma barreira visual para a cidade. A figura “b” mostra que a construção de St. Andrew Undershaft seria visualizada

somente a partir da praça de Santa Helena. Contudo, a solução adotada e mais adequada está representada nas figuras “e” e “f” com inclinação do desenho da planta do edifício e o deslocamento do pavimento térreo a fim de valorizar a permeabilidade visual.

Em relação a altura total não houve influência negativa, pois o edifício já estava inserido em um trecho urbano verticalizado.

Para incentivar o uso de bicicletas terão 339 vagas e facilidades aos usuários como vestiários com chuveiros.

2.6.5 Edifício Ventura Corporate Towers

O edifício Ventura Corporate Tower, localizado no Rio de Janeiro e projetado pelo escritório de arquitetura Aflalo & Gasperini Arquitetos tem 36 andares e 160 m de altura. Uso comercial e pavimentos tipo com área variando entre 800 a 1.850 m². O empreendimento já está construído e totaliza 170.000 m² de área com 1.600 vagas de estacionamento.

Segundo Umakoshi (2008), foi o primeiro edifício carioca a receber a certificação LEED³ (*Leadership in Energy & Environmental Design*). Estratégias de redução de uso de água e energia, utilização de material reciclado, coleta seletiva de resíduos foram adotados no edifício. Para otimização dos sistemas, foi entregue um manual de uso do edifício aos seus usuários.

Duas torres de mesma altura expressam uma forma tipicamente norte americano de planta quadrada e núcleo de circulação vertical central (Figura 37).

O edifício em questão localiza-se próximo a outros edifícios altos, não causando grandes impactos visuais e de sombreamento.

Não há criação de espaço público no nível térreo e nem estratégias contra turbulência do vento na altura dos pedestres.

Para atender as exigências do LEED em relação ao consumo energético gerado pela fachada envidraçada, foram adotadas algumas medidas como aplicação

³LEED é um programa de certificação de edifícios verdes que reconhece as suas estratégias e práticas sustentáveis. Para receber o certificado é necessário que o projeto arquitetônico satisfaça aos pré-requisitos mínimos para atingir os diferentes níveis de classificação.

de granito em uma das fachadas e a utilização de vidros laminados refletivos com alta transmitância luminosa e baixa transmitância térmica.

Também houve redução de 30% do consumo de água potável com a utilização de dispositivos economizadores e a implantação de sistemas de captação de água pluvial para usos menos nobres (ar condicionado, irrigação, espelhos d'água e lavagem de calçadas).

As coberturas receberam tratamento especial para evitar a absorção de calor para o edifício com áreas verdes que também auxiliarão na absorção de água.



**Figura 37 - Imagem aérea do edifício no seu contexto urbano
Fonte: Skycrapercity website (2009)**

2.6.6 Edifício Universe

O edifício Universe, localizado em Curitiba e projetado pelo escritório de arquitetura Konigsberger Vannucchi foi entregue em 2014 com 44 andares e 154 m de altura. Desenvolvido no conceito de Uso Misto, com habitações e espaços comerciais na mesma torre, o Universe (Figura 38) é o prédio mais alto de Curitiba.



Figura 38 - Perspectiva do edifício
Fonte: Konigsberger Vannucchi website (2009)

A torre foi implantada quase ao centro do terreno. Junto à esquina da Rua Comendador Araújo e Visconde do Rio Branco foi criada uma pequena praça (A) de acesso residencial e comercial. Ao centro da Rua Visconde do Rio Branco foi implantada outra praça (B) para acesso corporativo e de eventos. Para a Rua Vicente Machado foram previstos apenas acessos de serviço (Figura 39).

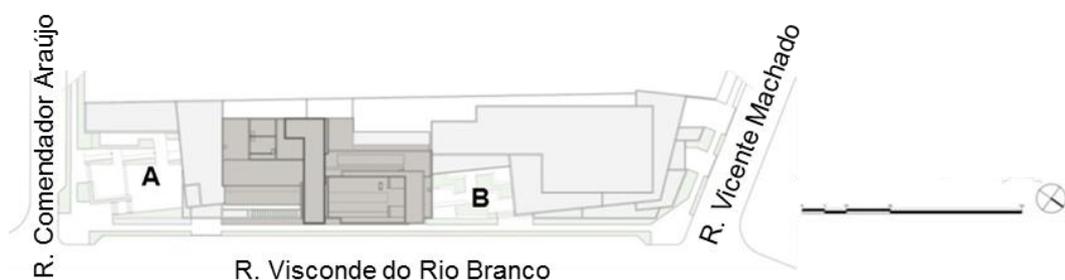


Figura 39 - Implantação do edifício Universe
Fonte: Konigsberger Vannucchi (2009)

Junto da implantação vemos os primeiros reflexos de sombreamento das soluções acima descritas. A torre está implantada no sentido noroeste/sudeste, sendo assim, a praça (A) estará sombreada no período da manhã em função dos

edifícios vizinhos e após as 12:00hs pela própria torre, em função de sua implantação. Quanto à praça (B), esta tende a receber pequena quantidade de sol nordeste, mas em função do centro de eventos estar posicionado justamente nesta direção, o mesmo irá gerar sombreamento constante nesta área conforme Figura 40.

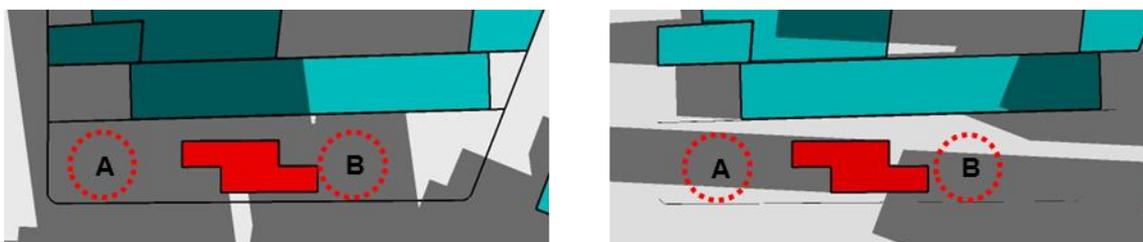


Figura 40 - Esquema de Sombreamento
Fonte: Aatoria Própria (2014)

2.6.7 Resultado dos Exemplos

Os exemplos de edifícios internacionais apresentados anteriormente mostram que todos estão localizados em uma região já verticalizada na cidade e, por isso, não comprometem o entorno imediato com a projeção de suas sombras. Além disso, aqueles que foram construídos nos últimos anos procuraram desenvolver soluções arquitetônicas, principalmente em relação à forma construída, que evitassem o aumento da velocidade do vento, o bloqueio de visuais importantes, favorecesse a permeabilidade física ao nível do térreo, integrasse o edifício com o espaço público, etc.

Por outro lado, o edifício localizado em Curitiba demonstrou ser o que menos se preocupa com o contexto urbano em que está inserido e com questões de sustentabilidade para o próprio empreendimento. Seu sombreamento interfere nas suas próprias áreas de lazer e nas construções vizinhas.

2.7 O QUE É IMPACTO AMBIENTAL?

A Resolução n°001/86 do CONAMA considera impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e/ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das

atividades humanas, que direta ou indiretamente afetam a saúde, a segurança e o bem estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, e a qualidade dos recursos naturais.

A urbanização das cidades produz um microclima específico que está diretamente ligado à geometria da forma urbana e a proporção de áreas verdes disponíveis. As formas mais verticalizadas quando agrupadas geram *canyons*, espaços abertos definidos pelo paralelismo das fachadas contínuas dos edifícios. O efeito do calor acumulado no *canyon* urbano combinado com os túneis de vento que se formam e a redução do fator de visão do céu pela proximidade e altura dos edifícios, resulta em espaços com conforto questionável e incremento de energia para um bom desempenho ambiental dos edifícios (NOGUEIRA, 2011).

A necessidade de verticalização para o melhor aproveitamento da infraestrutura disponível gera impactos em seu entorno imediato que devem ser discutidos. O acesso à luz do sol que permite o aquecimento dos espaços internos e a redução da luz artificial nas áreas construídas e, crescimento das vegetações nos espaços públicos abertos, não é uma opção, e sim uma necessidade para a qualidade na manutenção desses espaços. O direito a luz do sol deve ser de extrema importância na reavaliação da configuração do espaço urbano.

2.8 CLIMA E MICROCLIMA URBANO

O ambiente urbano é o resultado da interação de elementos que abrangem os componentes físicos, climáticos, econômicos e culturais. Por sua vez, o clima urbano é um sistema desse ambiente que resulta da interação entre fenômenos naturais e as atividades antrópicas ocorridas nas cidades (NOGUEIRA, 2011).

A interação do clima com a configuração e o uso do espaço urbano, pode provocar uma desorganização na dinâmica climática, contribuindo para a formação de ambientes climáticos diferenciados, fazendo com que cada cidade ou bairro possa ter seu próprio microclima.

“Esta desorganização, provocada principalmente pelas atividades antropogênicas, afeta de forma significativa as condições de conforto ambiental na cidade, alterando alguns tributos do clima como a temperatura, umidade, pluviosidade, dinâmica dos ventos locais, nebulosidade e a qualidade do ar, determinando, contudo, o microclima urbano” (NOGUEIRA, 2011).

“As influências das alterações causadas pela urbanização na atmosfera se estendem para além dos limites urbanos, alterando os climas locais e projetando seus efeitos nos espaços circundantes” (NOGUEIRA, 2011). As áreas urbanizadas tendem a apresentar temperaturas mais altas e umidade mais baixa quando comparadas ao meio rural, conforme Quadro 1.

	ELEMENTO	COMPARANDO A AMBIENTES RURAIS
POLUENTES	Núcleos de condensação	10 vezes mais
	Partículas	10 vezes mais
	Misturas Gasosas	5 a 25 vezes mais
RADIAÇÃO	Total em superfície horizontal	0 a 20% menos
	Ultravioleta, inverno	30% menos
	Ultravioleta, verão	5% a menos
NEBULOSIDADE	Duração da luz solar	5% a 15% menos
	Nuvens	5% a 10% mais
	Nevoeiro, inverno	100% mais
	Nevoeiro, verão	30% mais
PRECIPITAÇÃO	Quantidades	5% a 15% mais
	Dias com menos de 5mm	10% mais
	Queda de neve, interior da cidade	5% a 10% menos
	Queda de neve, limite da cidade	10% mais
	Tempestades	10% a 15% mais
TEMPERATURA	Média anual	0,5°C a 3°C mais
	Mínima de inverno	1°C a 2°C mais
	Máxima de verão	1°C a 3°C mais
UMIDADE RELATIVA	Dias com uso de aquecimento	10% menos
	Média anual	6% menos
	Inverno	2% menos
	Verão	6% menos
VELOCIDADE DO VENTO	Média anual	20% a 30% menos
	Rajadas de vento	10% a 20% menos
	Calmaria	5% a 20% menos

Quadro 1 - Alterações climáticas produzidas pelas cidades
Fonte: Nogueira (2011)

As principais alterações climáticas provocadas pela urbanização são:

- mudança da superfície física do solo pela densa construção e pavimentação, fazendo com que a superfície fique impermeável,

aumentando sua capacidade térmica, a vazão das águas pluviais e rugosidade e alterando o movimento do ar;

- aumento da capacidade armazenadora de calor com a diminuição do albedo;
- emissão de contaminantes, que aumentam as precipitações e modificam a transparência da atmosfera.

Essas alterações criam uma circulação de ar típica dos centros urbanos, fazendo com que a cidade se pareça com uma ilha quente rodeada por um entorno mais frio conhecido como “Ilha de calor”.

Graças a esse aquecimento, diferentes campos de pressão são produzidos, pois o ar quente no centro das massas construídas sobe, dando origem a correntes verticais. Essas, por sua vez, favorecem a retenção de poluentes que serão dispersos apenas no entorno e num processo contínuo é gerado um movimento particular de gases conforme a Figura 41.

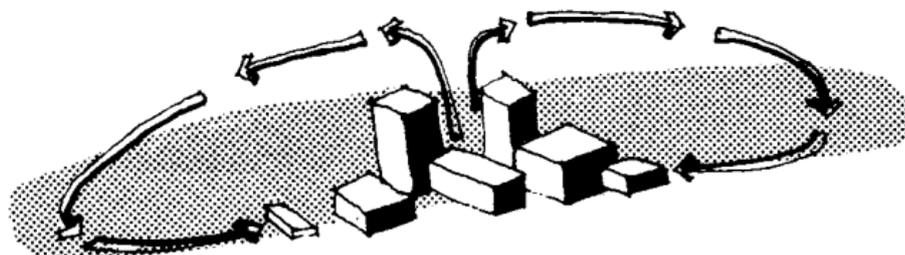


Figura 41 - Domo urbano de poeira
Fonte: Romero (2000)

As principais características produzidas por esse fenômeno são:

- temperaturas mais altas que o entorno circundante: A temperatura da cidade aumenta devido a alta proporção de energia secundária consumida e a modificação das características de absorção das superfícies urbanas (que em geral são impermeáveis e de cor escura).
- regime especial de ventos: Os ventos são completamente modificados pelo tecido urbano, através das zonas de densidades variadas, possíveis canalizações de ventos ao longo das ruas, espaços livres e áreas verdes disseminadas. A altura das edificações podem variar tanto a direção quanto a velocidade das correntes de ar, podendo causar efeitos

favoráveis ou desfavoráveis sobre a cidade conforme representado na Figura 42.

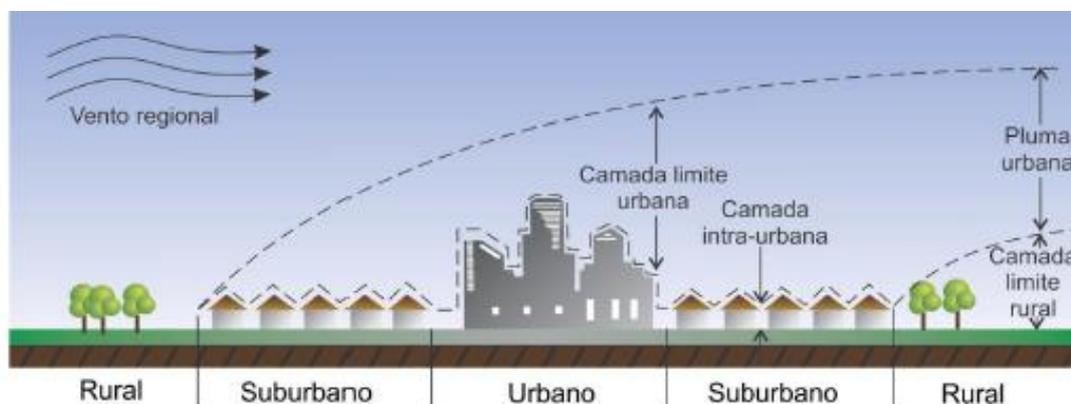


Figura 42 - Representação das alterações atmosféricas urbanas
Fonte: Nogueira (2011)

- menor umidade e aridez ambiental: Devido à predominância, nas cidades, de grandes áreas edificadas sobre as áreas verdes e cursos d'água. Os revestimentos existentes na superfície urbana produzem um aquecimento superficial e uma evapotranspiração quase nula, pois a água da chuva escorre rapidamente, não podendo ser retida devido às condições de baixa permeabilidade da superfície do solo.

“A situação na cidade ainda é agravada pela redução e má distribuição da área verde. Vegetação reduz a poluição do ar por meio da retenção e filtragem de partículas de poeira nas superfícies das folhas e das trocas gasosas, liberando oxigênio e absorvendo o dióxido de carbono” (MIANA, 2010).

Nogueira (2011) diz que os conceitos e metodologias, que tratam da classificação das escalas de estudo do clima de toda e qualquer investigação científica, incluem dimensões relativas ao espaço e ao tempo, permitindo, assim, uma melhor compreensão do clima urbano, como mostrado no Quadro 2.

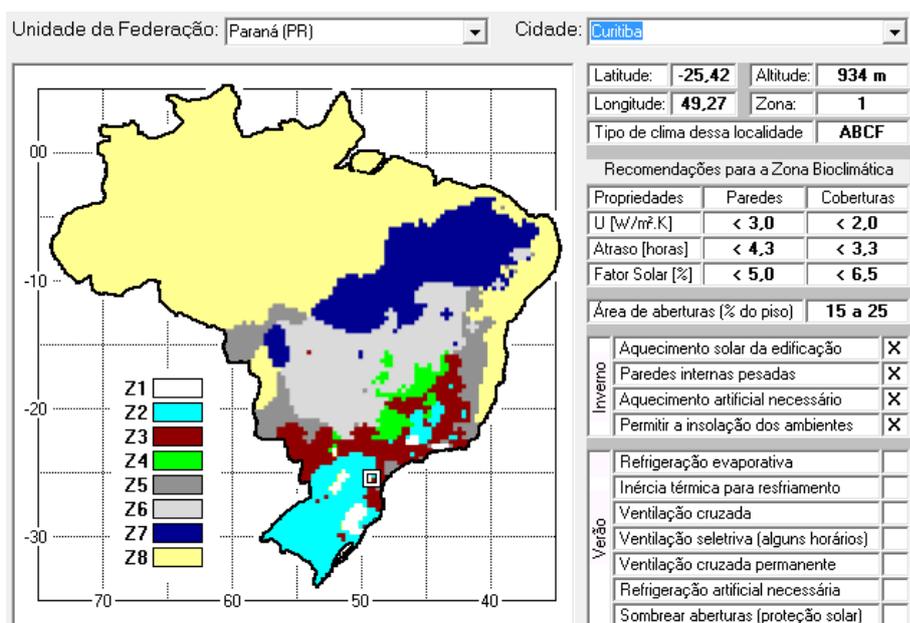
ORDEM DE GRANDEZA	SUBDIVISÕES	ESCALA HORIZONTAL	ESCALA VERTICAL	TEMPORALIDADE DAS VARIAÇÕES MAIS REPRESENTATIVAS	EXEMPLIFICAÇÃO ESPACIAL
Macroclima	Clima sazonal Clima regional	> 2.000 km	3 a 12 km	algumas semanas a vários decênios	o globo, um hemisfério, oceano, continentes, mares,
Mesoclima	Clima regional Clima local Topoclima	2.000 km a 10 km	12 km a 100 m	de várias horas a alguns dias	região natural, montanha, região metropolitana, cidade, etc.
Microclima	-	10 km a alguns metros	abaixo de 100m	de minutos ao dia	bosque, uma rua, uma edificação/casa, etc.

Quadro 2 - Organização das escalas espaciais e temporais do clima
Fonte: Nogueira (2011)

2.8.1 Zonas Bioclimáticas e Estratégias para Condicionamento Térmico

Para Lamberts, Dutra e Pereira (1997) e Garnica (2011), um projeto bioclimático é aquele que adapta a arquitetura ao clima local visando atingir um desempenho térmico adequado.

Segundo a NBR 15.220/05 de desempenho térmico de edificações, o território brasileiro foi dividido em oito zonas relativamente homogêneas quanto ao clima conforme Quadro 3.



Quadro 3 - Estratégias bioclimáticas para Curitiba
Fonte: Autoria Própria - ZBBR (2013)

Para cada uma destas zonas, formulou-se um conjunto de recomendações técnico construtivas que otimizam o desempenho térmico das edificações, através de sua melhor adequação climática. Curitiba encontra-se na zona 1, a qual determina o aquecimento solar da edificação e vedações internas pesadas como principais estratégias de condicionamento térmico para o período de inverno. Essas recomendações são apontadas, pois segundo os dados do Gráfico 1, apenas 20% durante todo o ano apresentam períodos de conforto e 80% de períodos em desconforto sendo estes 73,2% de frio e 6,84% de calor.

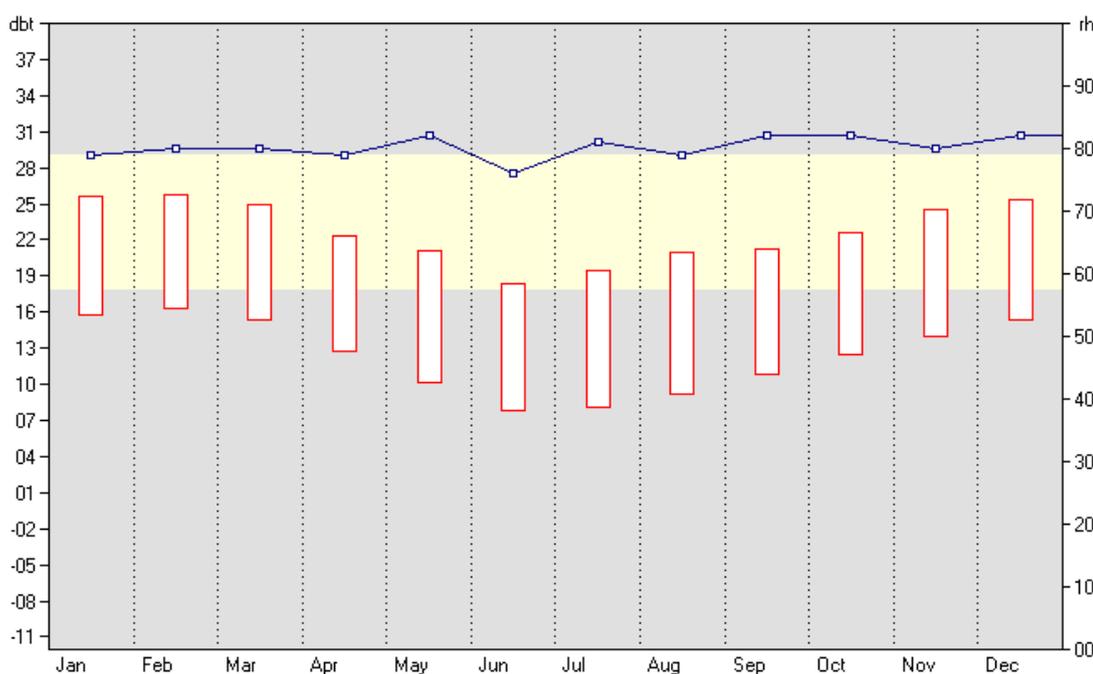


Gráfico 1 - Faixa de conforto para Curitiba segundo temperatura e umidade
Fonte: Autorial Própria - ABC (2013)

O gráfico acima mostra em barras verticais a variação da temperatura para cada mês e a linha de umidade relativa ao longo do ano. A faixa em amarelo, definida como o intervalo de conforto para as pessoas, mostra que poucos períodos do ano atingem temperatura e umidade ideais simultaneamente.

A Carta bioclimática sugerida por Givoni em 1969, Figura 43, facilita a análise das características climáticas de uma determinada região e do ponto de vista do conforto humano, pois ilustram a combinação entre temperatura e umidade em um determinado momento.

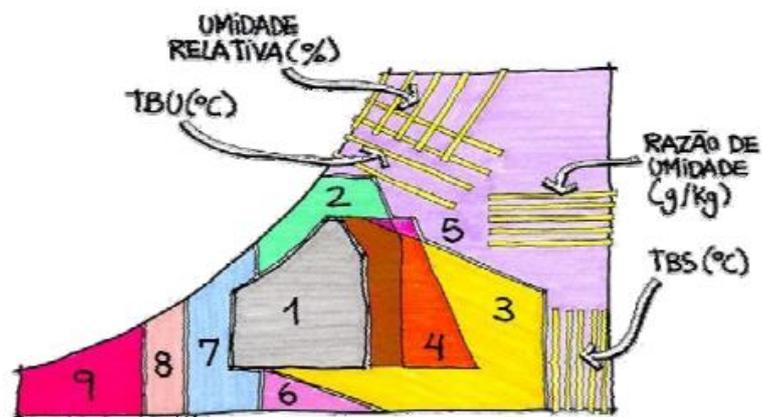


Figura 43 - Carta bioclimática de Givoni
Fonte: Lamberts et al (1997)

Nesse sistema desenvolvido, aparecem alternativas para dilatar a zona de conforto, que se encontra no centro da carta, por meio da adoção de estratégias arquitetônicas para alterar o clima desconfortável no interior dos edifícios. Para a situação de Curitiba, a Figura 44, elaborada no *software* ABC, aponta que os principais aspectos a serem aprimorados são: aquecimento solar e inércia térmica para aquecimento.

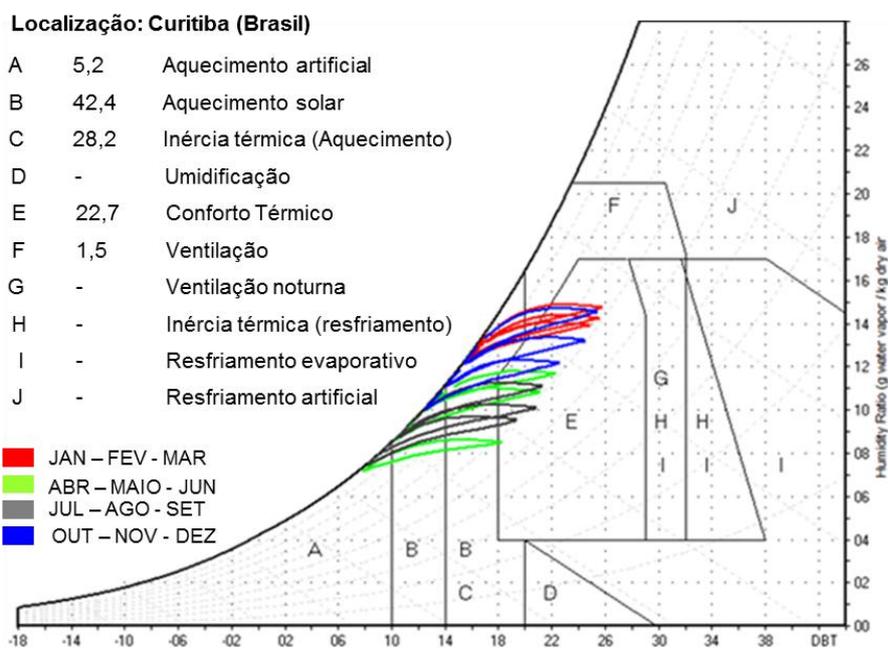


Figura 44 - Carta bioclimática de Curitiba
Fonte: Autoria Própria (2013)

Como estratégia arquitetônica para o aquecimento solar pode-se utilizar vidros nas coberturas para permitir a insolação direta nos ambientes internos (Figura 45).

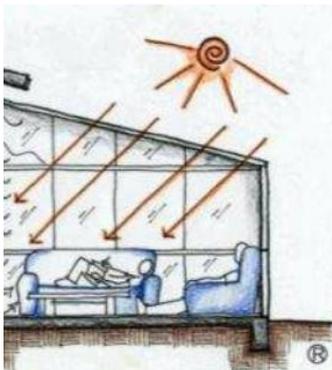
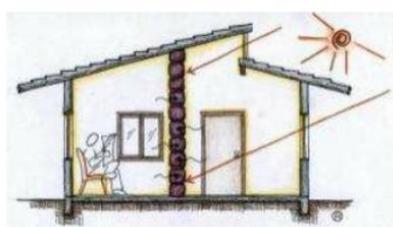
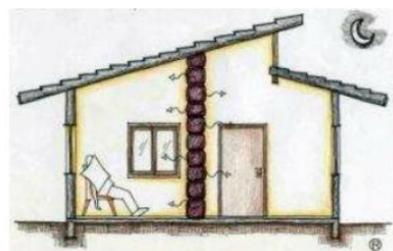


Figura 45 - Estratégia para aquecimento solar
Fonte: Lamberts et al (1997)

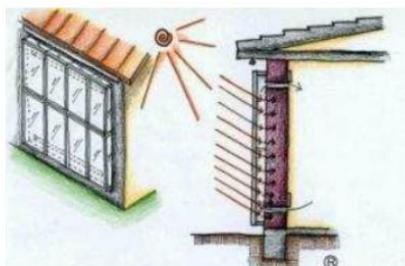
Para garantir maior massa térmica para aquecimento existem soluções como a utilização de paredes e fundações robustas na construção de residências (Figura 46).



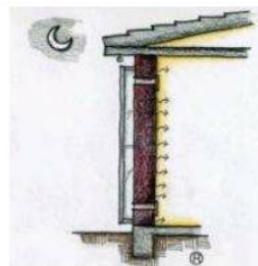
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 46 - Estratégias para inércia térmica
Fonte: Lamberts et al (1997)

Conforme figura “a” a parede espessa, disposta no meio do ambiente, recebe e acumula o calor do sol vindo através das aberturas. À noite, figura “b”, o calor é dissipado para dentro dos ambientes aquecendo- os. Na situação da figura

“c”, a parede espessa está imediatamente atrás de um painel de vidro. O espaço entre eles funciona como uma estufa que acumula calor durante o dia e à noite, figura “d”, se transfere da parede para o ambiente.

O Gráfico 2, elaborado no *software* Ecotect, confirma que as primeiras e as últimas semanas do ano, verão no hemisfério sul, atingem as maiores temperaturas, entre 18°C e 28°C em Curitiba ao longo do dia. Para os meses de inverno, Junho, Julho e Agosto, as temperaturas variam entre 10°C e 20°C. Contudo, durante todo o ano as variações térmicas são grandes, sendo as manhãs e noites sempre mais frias e as tardes mais quentes.

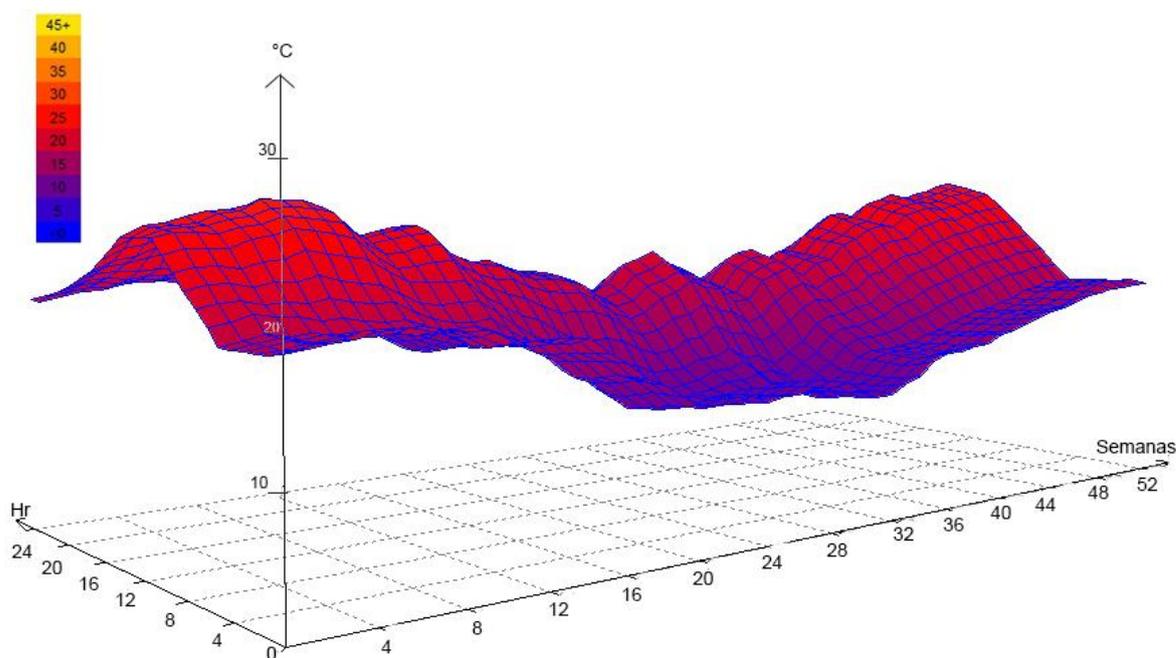


Gráfico 2 - Temperatura média anual em Curitiba
Fonte: Autoria Própria (2014)

O Gráfico 3 representa a umidade relativa de Curitiba evidenciando os altos valores que estão presentes durante o ano todo. Segundo os dados obtidos no Ecotec, as variações acontecem ao longo do dia, sendo os períodos da manhã e da noite frios e úmidos, enquanto as tardes são quentes e mais secas. Essa situação permanece praticamente constante ao longo do ano não sofrendo interferência com as estações.

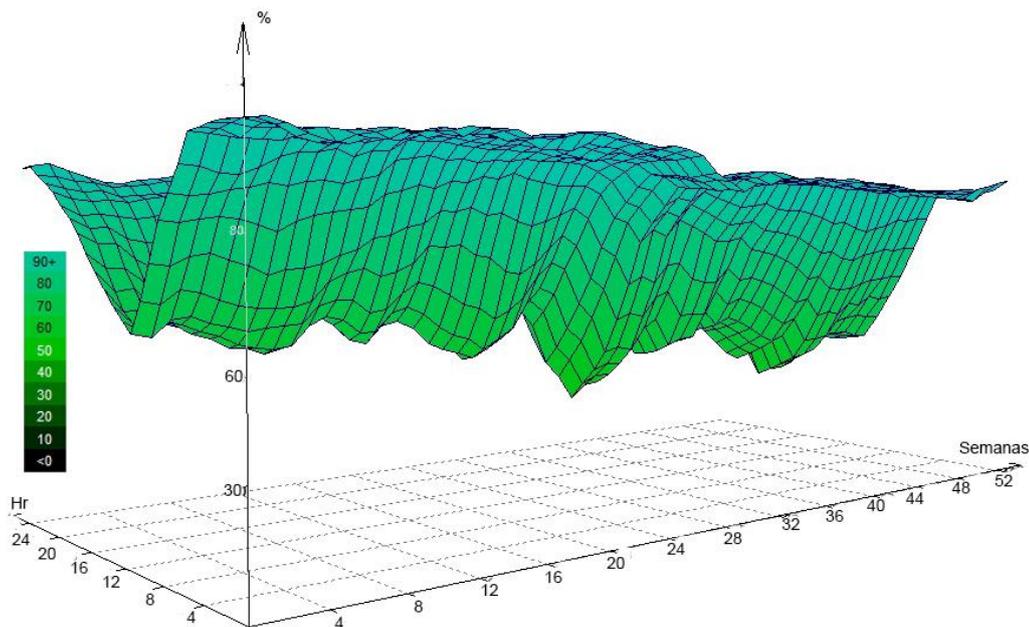


Gráfico 3 - Umidade relativa de Curitiba
Fonte: Autoria Própria (2014)

O Gráfico 4 demonstra como a radiação solar está diretamente relacionada aos horários do dia. Segundo o Ecotect, no início da manhã e nos períodos noturnos a radiação é nula e conforme vai se aproximando do meio dia, quando o sol está a pino, as taxas aumentam consideravelmente. Para Curitiba, as variações ao longo do ano não são tão expressivas. Nota-se que 4 períodos atingem maiores índices intercalados por poucas semanas de radiação menor.

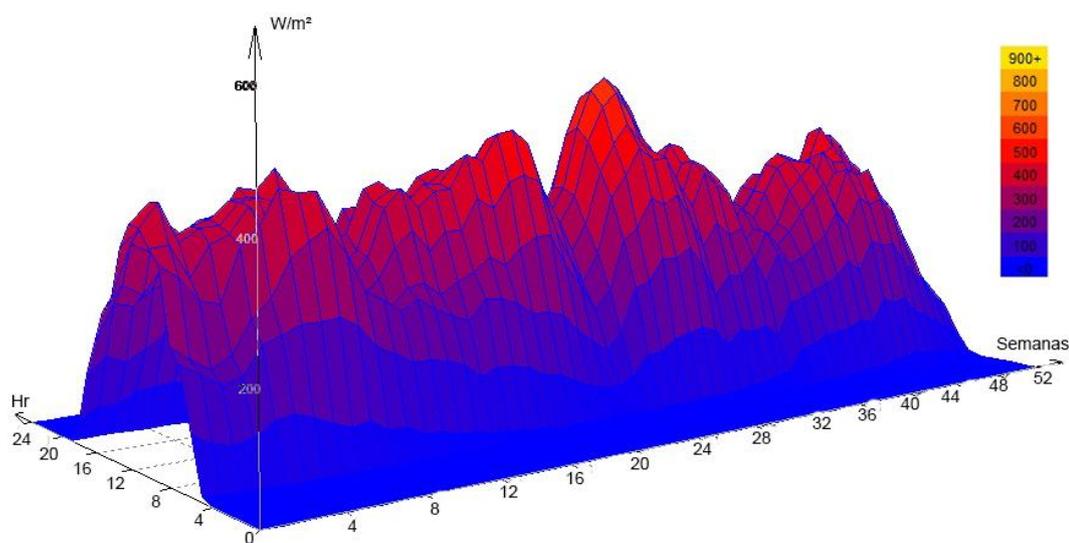


Gráfico 4 - Radiação solar direta em Curitiba
Fonte: Autoria Própria (2014)

Por último, o Gráfico 5, elaborado no Ecotect, representa a nebulosidade anual média de Curitiba. Seus índices, apesar de sempre elevados, variam consideravelmente tanto ao longo do dia quanto ao longo do ano. O período que mais se destaca abrange as semanas 28 e 32, no período de inverno com 40% de nebulosidade, ao passo que nas primeiras e últimas semanas do ano a taxa atinge 95%.

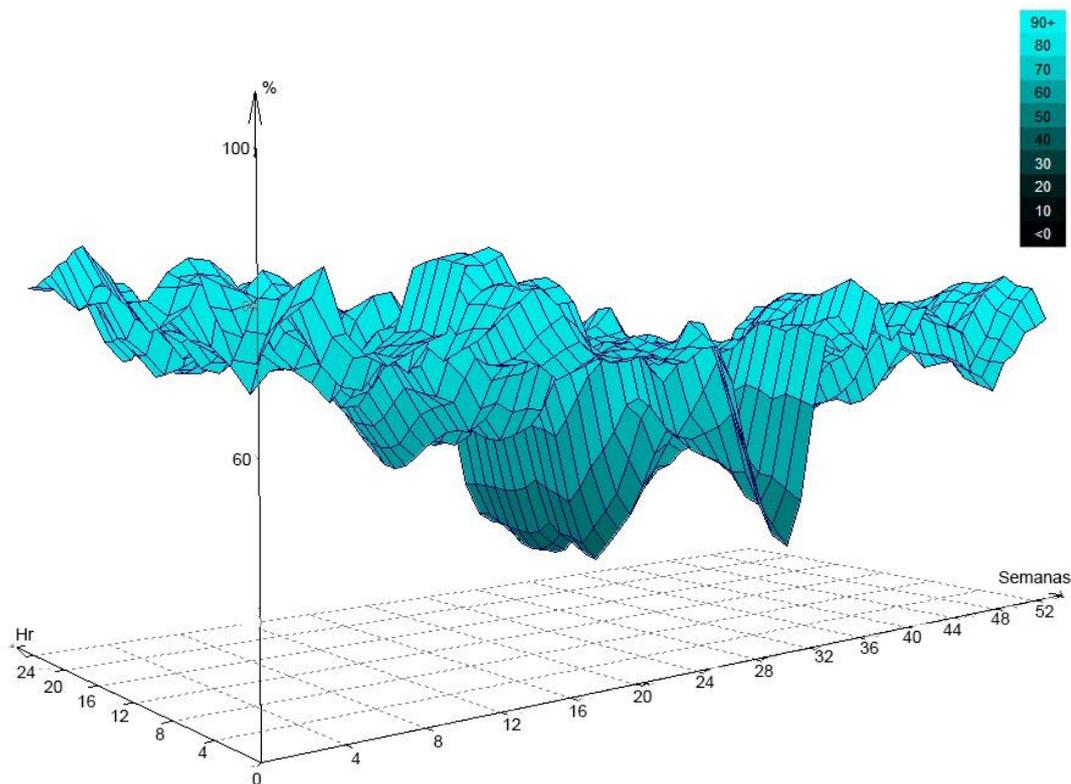


Gráfico 5 - Nebulosidade média em Curitiba
Fonte: Autoria Própria (2014)

Por ser uma cidade com grandes períodos do ano em desconforto é imprescindível o aproveitamento máximo da irradiação solar nos dias ensolarados para a qualidade dos espaços internos.

3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

A definição da região de estudo foi desenvolvida em quatro etapas. A primeira com breve histórico sobre o planejamento urbano da cidade de Curitiba; a segunda sobre o centro da cidade, como ele se desenvolveu e como está atualmente; a terceira etapa sobre a zona central, pois é a região com maior capacidade para verticalização em Curitiba e, a última, com a definição dos períodos de que serão feitas as análises e simulações.

3.1 CONCEITOS IMPORTANTES

Inicialmente, serão apresentados conceitos e termos técnicos utilizados na arquitetura e no urbanismo para o bom entendimento do trabalho.

3.1.1 Plano Diretor

É um plano criado por um grupo de planejadores urbanos que tem impacto para toda a cidade, durante certo período. Ele mostra como a cidade é atualmente e como ela deveria ser no futuro. Mostra como os terrenos devem ser utilizados e se a infraestrutura pública da cidade deve ser expandida, melhorada ou criada. Os limites de altura das construções de cada região também são estipulados no Plano Diretor.

3.1.2 Zoneamento

Normas gerais de uso (residencial, comercial, industrial, etc.) e ocupação do solo (altura, número de pavimentos, recuos, etc.) para cada região de Curitiba com o intuito de orientar os investimentos públicos e disciplinar as atividades da iniciativa privada.

3.1.3 Taxa de Ocupação – TO

Ilustrada na Figura 47, é a relação percentual entre a projeção da edificação e a área do terreno, ou seja, ela representa a porcentagem do terreno sobre o qual há edificação.

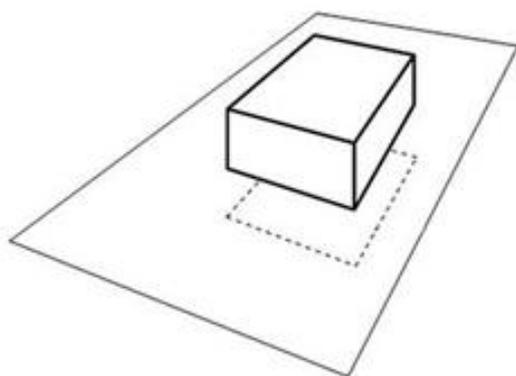


Figura 47 - Esquema ilustrativo para taxa de ocupação
Fonte: Saboya (2009)

3.1.4 Coeficiente de Aproveitamento - CA

O Coeficiente de Aproveitamento é um número que, multiplicado pela área do lote, indica a quantidade máxima de metros quadrados que pode ser construída em um lote, somando-se as áreas de todos os pavimentos.

A Figura 48 mostra duas possibilidades de edificação em um lote de 24 x 30m, com CA = 2. A primeira, que utiliza TO = 50%, permite apenas 4 pavimentos. A segunda distribui a área edificada em 8 pavimentos, cada um com TO = 25%.

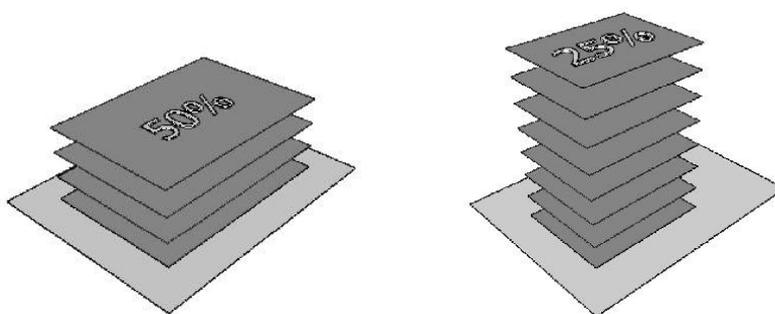


Figura 48 - Variações do número de pavimentos e da TO, mantendo o mesmo CA
Fonte: Saboya (2009)

3.1.5 Altura Máxima – “H”

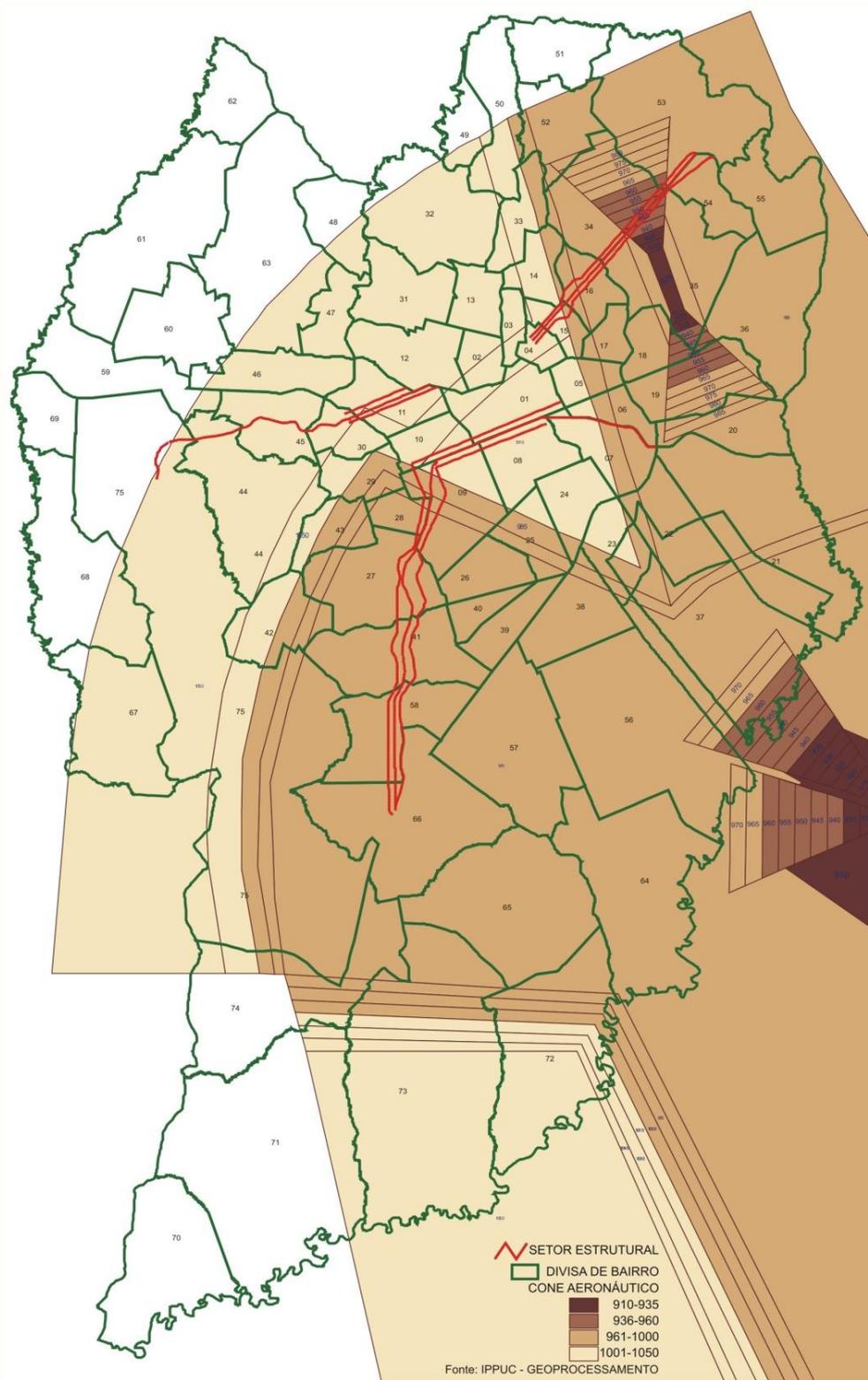
Altura máxima que o zoneamento permite. Geralmente decrescente em relação aos eixos de crescimento da cidade.

3.1.6 Limite Estipulado pelo Cone da Aeronáutica

Limite de altura apresentado na Guia Amarela definindo os padrões de segurança estipulados pela Aeronáutica (Mapa 1). Conforme é mostrado, as manchas em marrom definem regiões com limite de altura a ser construído em função da rota dos aviões. Quanto mais escuras as manchas, mais crítica é a região e, portanto, menores deverão ser as edificações. O centro, bairro 1, encontra-se na zona de altura livre, contudo as construções devem respeitar o limite máximo de 1.050 m de altura.

BAIRROS

- 01 - Centro
- 02 - São Francisco
- 03 - Centro Cívico
- 04 - Alto da Glória
- 05 - Alto da Rua XV
- 06 - Cristo Rei
- 07 - Jardim Botânico
- 08 - Reboças
- 09 - Água Verde
- 10 - Batel
- 11 - Bigorriho
- 12 - Mercês
- 13 - Bom Retiro
- 14 - Ahú
- 15 - Juvevê
- 16 - Cabral
- 17 - Hugo Lange
- 18 - Jardim Social
- 19 - Tarumã
- 20 - Capão da Imbuia
- 21 - Cajuru
- 22 - Jardim das Américas
- 23 - Guabirota
- 24 - Prado Velho
- 25 - Parolim
- 26 - Guaíra
- 27 - Portão
- 28 - Vila Isabel
- 29 - Seminário
- 30 - Campina do Siqueira
- 31 - Vista Alegre
- 32 - Pilarzinho
- 33 - São Lourenço
- 34 - Boa Vista
- 35 - Bacacheri
- 36 - Bairro Alto
- 37 - Uberaba
- 38 - Hauer
- 39 - Fanny
- 40 - Lindóia
- 41 - Novo Mundo
- 42 - Fazendinha
- 43 - Santa Quitéria
- 44 - Campo Comprido
- 45 - Mossunguê
- 46 - Santo Inácio
- 47 - Cascatinha
- 48 - São João
- 49 - Taboão
- 50 - Abranches
- 51 - Cachoeira
- 52 - Barreirinha
- 53 - Santa Cândida
- 54 - Tingui
- 55 - Atuba
- 56 - Boqueirão
- 57 - Xaxim
- 58 - Capão Raso
- 59 - Orleans
- 60 - São Braz
- 61 - Butiatuvinha
- 62 - Lamenha Pequena
- 63 - Santa Felicidade
- 64 - Alto Boqueirão
- 65 - Sítio Cercado
- 66 - Pinheirinho
- 67 - São Miguel
- 68 - Augusta
- 69 - Riviera
- 70 - Caximba
- 71 - Campo de Santana
- 72 - Gancho
- 73 - Umbará
- 74 - Tatuquara
- 75 - Cidade Industrial



IPPUC Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba - SIN - Banco de Dados

Mapa 1 - Cone de aproximação da aeronáutica em Curitiba
Fonte: IPPUC (2006)

3.1.7 Guia Amarela

Documento disponível no site da internet (http://www5.curitiba.pr.gov.br/gtm/gam/gam_form.asp) com informações de um determinado imóvel, tais como: localização do terreno, o enquadramento na Lei de Zoneamento, sistema viário, usos permitidos, parâmetros construtivos, parâmetros de parcelamento do solo e informações complementares.

3.1.8 Potencial Construtivo

Segundo a Lei 9.803/2000, que dispõe sobre a transferência de potencial construtivo, o proprietário de um imóvel impedido de utilizar plenamente o potencial construtivo definido na Lei de Zoneamento e Uso do Solo, por limitações urbanísticas relativas à proteção e preservação do patrimônio Histórico, Cultural, Natural e Ambiental definido pelo Poder Público, inclusive Tombamento, poderá transferir parcial ou totalmente o potencial não utilizável desse imóvel. A transferência de Potencial Construtivo é admitida para imóveis situados nas zonas e setores especiais, com os usos e parâmetros máximos estabelecidos no Quadro 4, ou seja, a Zona Central admite um coeficiente de aproveitamento 5. Com a compra de potencial construtivo passa-se a construir com CA de 6 para usos comerciais e 7 para usos residenciais. Estimula-se dessa forma a construção de edifícios residenciais e empreendimentos com mais área computável valorizando mais o terreno usufruindo o máximo que a infraestrutura da região pode oferecer.

ZONAS/ SETORES	USOS	CA MÁX.	H MÁX. (PAV.)	AFASTAMENTO DAS DIVISAS
ZONA TRANSIÇÃO - BR 116	Habitação Coletiva Habitação Transitória 1 e 2 Comércio e Serviço Setorial	1,8	6	Até 2 pav. = facultado acima de 2 pav. = H/6 atendido o mínimo de 2,50m
ZONA TRANSIÇÃO AV. MAL. FLORIANO PEIXOTO	Habitação Coletiva Habitação Transitória 1	1,5	4	
ZONA TRANSIÇÃO NOVA CURITIBA - VIAS EXTERNAS Demais Terrenos	Habitação Coletiva Habitação Transitória 1	1,8 1,5	8 6	

Quadro 4 - Valores para transferência de potencial
Fonte: PMC (2000)

Continua...

Continuação do Quadro 4.

SETOR ESPECIAL DO CENTRO CÍVICO	Habitação Coletiva Habitação Transitória 1 e 2 Comércio e Serviço Setorial	2,5	10	Até 2 pav. = facultado acima de 2 pav. = H/6 atendido o mínimo de 2,50m
SETORES ESPECIAIS CONECTORES	Habitação Coletiva Habitação Transitória 1 e 2 Comércio e Serviço Setorial	2	8	
SETOR ESPECIAL INSTITUCIONAL	Habitação Coletiva Habitação Transitória 1	1,5	4	Pav. Térreo = facultado demais pav. = H/6 atendido o mínimo de 2,50m
ZONAS ESPECIAIS	Usos estabelecidos na Lei de Zoneamento e Uso do Solo	1	-	H/6 atendido o mínimo de 2,50m
ZONA CENTRAL	Habitação Coletiva Habitação Transitória 1 e 2	7	LIVRE	2,00m
	Comércio e Serviço Setorial	6	LIVRE	2,00m

3.1.9 Projeção de Cenários

O método de Projeção de Cenários está baseado na análise de situações urbanas prováveis em termos de evolução de um ambiente (cada situação corresponde a um cenário) e/ou de situações hipotéticas.

Tem por objetivo orientar as autoridades governamentais no cumprimento de suas metas de longo prazo, por meio de indicadores de tendências prováveis. As variáveis a serem analisadas terão maior ou menor grau de influência na determinação dos estudos futuros dos sistemas urbanos. Os cenários surgem a partir da ação contínua dos planejadores e do ambiente a ser estudado, incluídos aí fatores naturais e externalidades.

De acordo com Ávila e Santos (1989), os cenários podem ser classificados em três categorias:

- a) cenários evolutivos e antecipatórios – Os cenários evolutivos descrevem as trajetórias do sistema em estudo, desde o presente até um determinado horizonte, procurando ver as consequências de decisões tomadas hoje e no futuro próximo. Os cenários antecipatórios, por sua vez, descrevem um estado futuro do sistema, omitindo considerações de como chegar até determinada data.
- b) cenários tendenciais e cenários alternativos – A distinção entre tendências e alternativas está no escopo da análise. Nos cenários

tendências, políticas e situações não diferem radicalmente das tradicionais; para cenários alternativos, no entanto, procura-se investigar possibilidades estruturalmente distintas daquelas previamente determinadas.

- c) cenários exploratórios e cenários normativos – Os cenários exploratórios procuram, para uma dada situação, analisar as consequências de várias políticas escolhidas *a priori* ou de maneira interativa; ao contrário, os normativos estabelecem as consequências desejadas e procuram determinar, para cada situação, que políticas permitam atingir a meta desejada.

O método de construção de cenários tem por objetivo construir representações do futuro para a tomada de decisões no presente. Essas, por sua vez, buscam destacar as tendências dominantes e as possibilidades de impacto ambiental que os futuros empreendimentos poderão vir a propagar.

A construção do cenário e das diretrizes é constituída por três fases:

- a) a construção da base, na qual são definidos a formulação de um problema, a identificação do sistema e seu exame por meio de suas principais variáveis e, a análise dos atores e suas estratégias;
- b) busca e identificação do conjunto de possibilidades e redução da incerteza, na qual podem ser listadas as possibilidades futuras usando um conjunto de hipóteses que se relacionam com a continuidade ou interrupção de tendências;
- c) desenvolvimento de cenários, que podem ser desde concepções embrionárias, dado que podem ainda ser baseados em conjuntos de hipóteses restritas, ou cenários já implementados. Nessa fase devem ser descritas as rotas a serem seguidas para se atingir os cenários desejados.

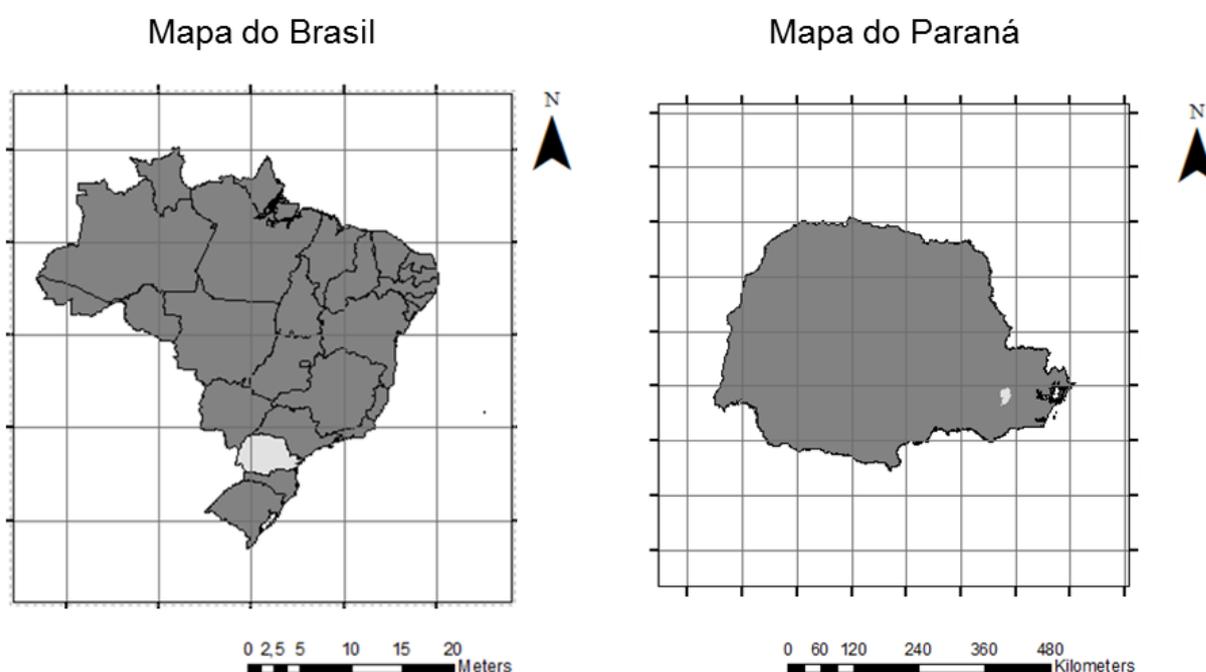
3.1.10 Lei 9.800/00

A Lei 9.800/2000 dispõe sobre o Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo e estabelece critérios e parâmetros construtivos com o objetivo de orientar e ordenar o

crescimento da cidade visando a melhor utilização de cada região em função do sistema viário, topografia e infraestrutura existentes.

3.2 CURITIBA

Curitiba, município brasileiro e capital do Estado do Paraná, foi fundada em 1693. Hoje abriga 1.751.907 habitantes segundo o IBGE e ocupa uma área de 435km². Sua Região Metropolitana está localizada na região leste do Estado com uma área de 13.528,46 km² e população de 3.261.168 habitantes, (Mapa 2).



Mapa 2 - Localização do Paraná no Brasil e a localização de Curitiba no Paraná
Fonte: Autoria Própria

A Figura 49 mostra os macro níveis de interferência de Curitiba no entorno. O nível 1 – interface mesorregional considera as principais cidades pólo num raio de abrangência de aproximadamente 100 km do marco zero da cidade. O nível 2 – interface metropolitana abrange as cidades da região metropolitana que apresentam maiores níveis de interdependência funcional num raio de aproximadamente 10 km do marco zero. O nível 3 – interface urbana apresenta a proximidade entre os bairros que fazem limite com o bairro centro e que se encontram a um raio de aproximadamente 5 km do marco zero.

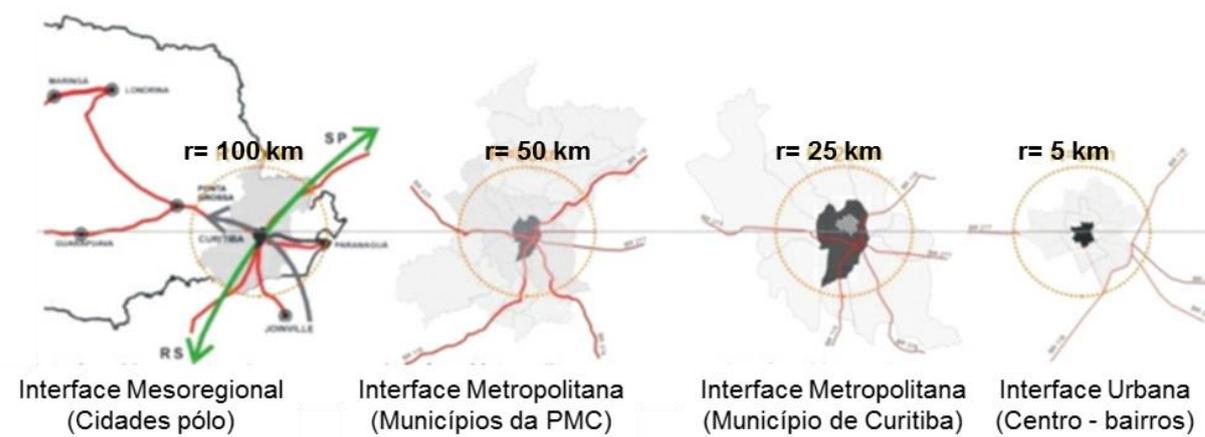


Figura 49 - Macro níveis de interferência de Curitiba no entorno
Fonte: Taboada e Muniz (2009)

O processo da evolução urbana de Curitiba sempre teve como principal responsável no seu planejamento o sistema viário. A partir dele, ruas foram traçadas, eixos de circulação definidos e a direção de expansão da cidade estabelecido (IPPUC, 2010).

Em 1943, o Plano Agache iniciou formalmente as posturas de desenvolvimento da cidade. Executado pelo arquiteto francês Alfred Agache, a proposta previa crescimento radial, o qual incluía medidas de saneamento, áreas residenciais, serviços e indústrias e reestruturação viária, sua principal base de sustentação (IPPUC, 2010).

Em 1953, em decorrência do Plano Agache, foi aprovada a primeira Lei de Zoneamento de Curitiba – Lei nº 699/53 que propôs diretrizes e normas técnicas para ordenar o crescimento físico, urbano e espacial da cidade; organizar as funções urbanas; estabelecer o zoneamento de atividades que orientam o desenvolvimento; definir a distribuição dos espaços abertos e reservar áreas para expansão da cidade.

No início da década de 60, o Plano Agache precisava ser revisado, pois já estava defasado à nova realidade. Assim, a Lei nº 1908/60 aprovou o Plano Piloto de Zoneamento de Uso, implantando as Unidades de Vizinhança – 47 urbanas com zonas delimitadas em residenciais, comerciais, industriais e 5 rurais. Cada uma destas unidades deveria ser provida com sistema viário adequado, escola básica, área verde para recreação pública, além de ordenamento para o uso e ocupação do solo.

Em 1964 foi proposto o Plano Preliminar de Urbanismo através do Concurso Público lançado pela Prefeitura de Curitiba. Sua concepção propunha uma nova forma de crescimento da cidade, diferentemente da idéia radial do Plano Agache. O novo modelo teria uma expansão linear a fim de buscar a melhoria da qualidade de vida da população. Seus principais objetivos eram integrar o transporte, sistema viário e uso do solo; descongestionar a área central e preservar o centro tradicional; conter a população de Curitiba dentro dos seus limites físico- territoriais e criar um suporte econômico ao desenvolvimento urbano.

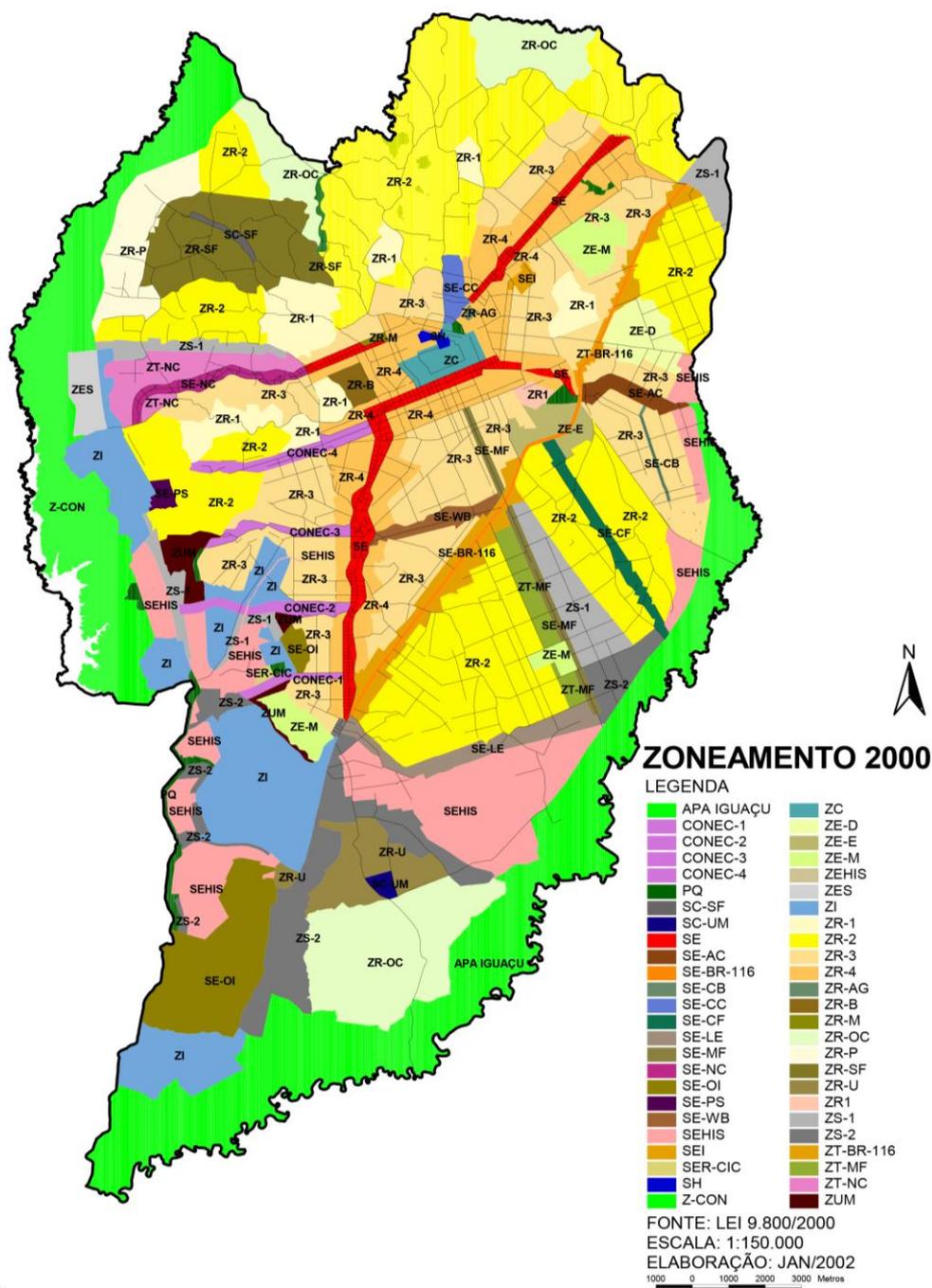
Nos anos 80, a Cidade produziu o PMDU (Plano Municipal de Desenvolvimento Urbano) com diretrizes para outro modelo de desenvolvimento caracterizado pelos centros secundários e foi implantada a Rede Integrada de Transporte consolidando as estações de transbordo.

Em 1982 os cinco eixos estruturais de expansão e adensamento foram definidos e um dos instrumentos mais importantes de incentivo construtivo da cidade foi aprovado: a Lei do Solo Criado a qual foi utilizada para incentivar o desenvolvimento nas áreas de habitação popular e preservação do patrimônio histórico.

Em 1986, o Decreto 142, incentivado pela criação dos centros secundários em 80, estabeleceu a divisão de Curitiba em 9 Administrações Regionais com o intuito de identificar as características e similaridade de cada uma dessas regiões.

Na década de 90 as administrações regionais ganharam força e se transformaram em referência nos bairros. As primeiras Ruas da Cidadania foram construídas junto aos terminais de transporte coletivo para promover lazer e cultura à população.

Aprovada no final de 2000, a Lei nº 9.800/2000 representou a maior reformulação nas diretrizes de crescimento da cidade, desde a instituição do Plano Diretor de 1966, e é utilizada até hoje. Ver Mapa 3.



Mapa 3 - Mapa de zoneamento de Curitiba
 Fonte: IPPUC (2000)

Entre 2005 e 2008, o Programa Marco Zero abrangia de um lado projetos de revitalização de praças e ruas centrais, com ênfase aos aspectos socioeconômicos, ambientais e de acessibilidade e, de outro lado, a reestruturação de vias para implementação de melhorias no sistema de transporte coletivo.

Em 2011, a Operação Urbana Consorciada da Linha Verde foi criada pela Lei 13.909 de dezembro de 2011. A lei estabelecia diretrizes urbanísticas para a

área de influência da antiga BR – 116 em seu trecho urbano em Curitiba, entre a região do Atuba, ao norte do município e a região do Pinheirinho, ao sul da Cidade. Projetado como um novo eixo de expansão da cidade, a Linha Verde teve como intenção revitalizar uma área degradada com grande ênfase no sistema viário, conforme Figura 50.

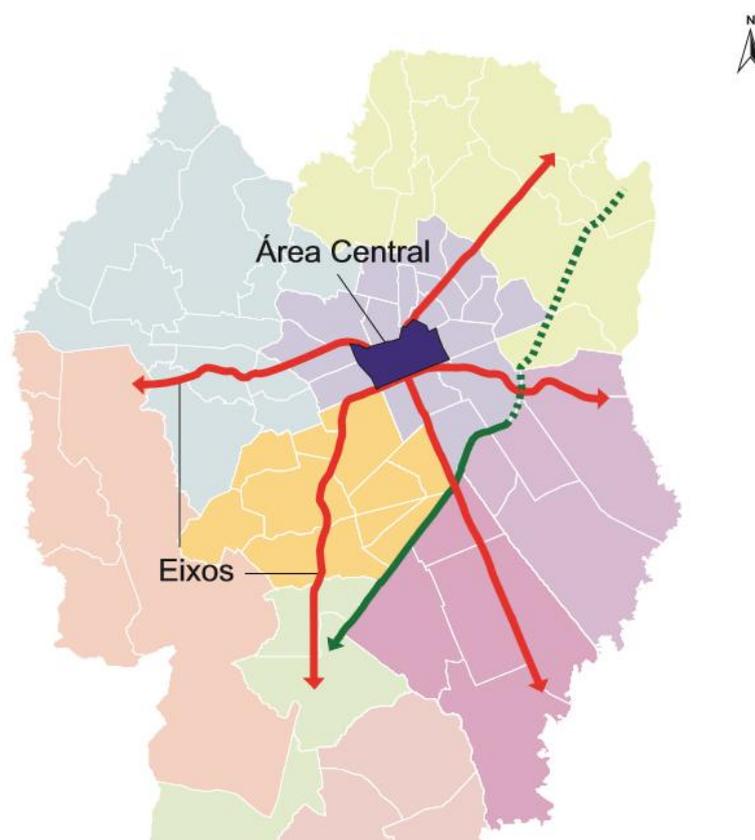


Figura 50 - Diagrama de diretrizes de crescimento de Curitiba
Fonte: IPPUC (2010)

O mapa mostra em vermelho os eixos de crescimento e expansão da cidade ao longo dos anos e em verde a Linha Verde, citada anteriormente, como nova região de desenvolvimento.

Cabe ao IPPUC o monitoramento desse crescimento urbano. O Instituto propõe incentivos ou desestímulos à ocupação e ao adensamento, de acordo com o planejamento da cidade. Segundo Lopes (2009), o zoneamento e o uso do solo, mais que disciplinadores da ocupação urbana, são usados como agentes indutores e promotores do processo de desenvolvimento da cidade: orientam os investimentos públicos e privados.

3.3 CENTRO DE CURITIBA

O Centro de Curitiba encontra-se consolidado há mais de cinco décadas. Esta condição, segundo o Plano Preliminar de Requalificação da Área Central elaborado por Taboada e Muniz (2009), pode explicar a falta de investimentos na área da construção civil, tendo em vista os custos elevados que seriam necessários para a demolição das antigas estruturas edificadas. Outra grande questão que influencia o processo de degradação da paisagem é a inadequação dos edifícios mais antigos às normas legais vigentes que não previam a construção de áreas de estacionamento. Dessa forma, muitos terrenos com mais de 1.000 m² tornaram-se apenas barracões cobertos para abrigarem a grande demanda de veículos diários. Estes, muitas vezes encontram-se em situação irregular, pois não apresentam áreas de acumulação⁴ compatível com o seu porte e prejudicam a fluidez do trânsito. O resultado desse processo de ocupação gera grande especulação imobiliária, tendo em vista que pouco se investe nas estruturas físicas desses estacionamentos e muito se arrecada com os valores pagos por cada veículo. Todo esse processo acaba por desestimular os usos residenciais e comerciais de padrão médio/alto, pois as áreas desocupadas tem um valor alto que não são compatíveis com a qualidade do espaço urbano existente (TABOADA; MUNIZ, 2009).

O custo de vida aumenta e as poucas pessoas que residem no centro acabam se deslocando para os outros bairros. Inicia-se dessa forma o processo de descentralização espontânea, a qual acontece pela redução de oportunidades econômicas no local (LOPES, 2009). Assim, o centro fica caracterizado por uma intensa vida diurna com atividades voltadas ao comércio e serviço e grande concentração de pessoas e veículos, mas à noite, os espaços tornam-se perigosos e a criminalidade e a prostituição aumentam devido à falta de moradia no local. É possível perceber por meio da Figura 51 que em 1980 a densidade domiciliar no bairro Centro estava entre 3,72 e 4,41 e que após uma década esse índice já havia reduzido para 3,02 – 3,71. Posteriormente, em 2000 o índice havia reduzido

⁴Área de acumulação é uma área livre reservada dentro do imóvel para o acúmulo da entrada de veículos, como inclinação máxima de 5%, de forma a não interferir na via de acesso, sendo aceita como área de acúmulo a rampa de acessos de veículo, quando o controle de acesso estiver localizado em outro pavimento.

novamente para 1,60 – 2,30 e permanece até hoje entre os bairros com menores densidades domiciliares.

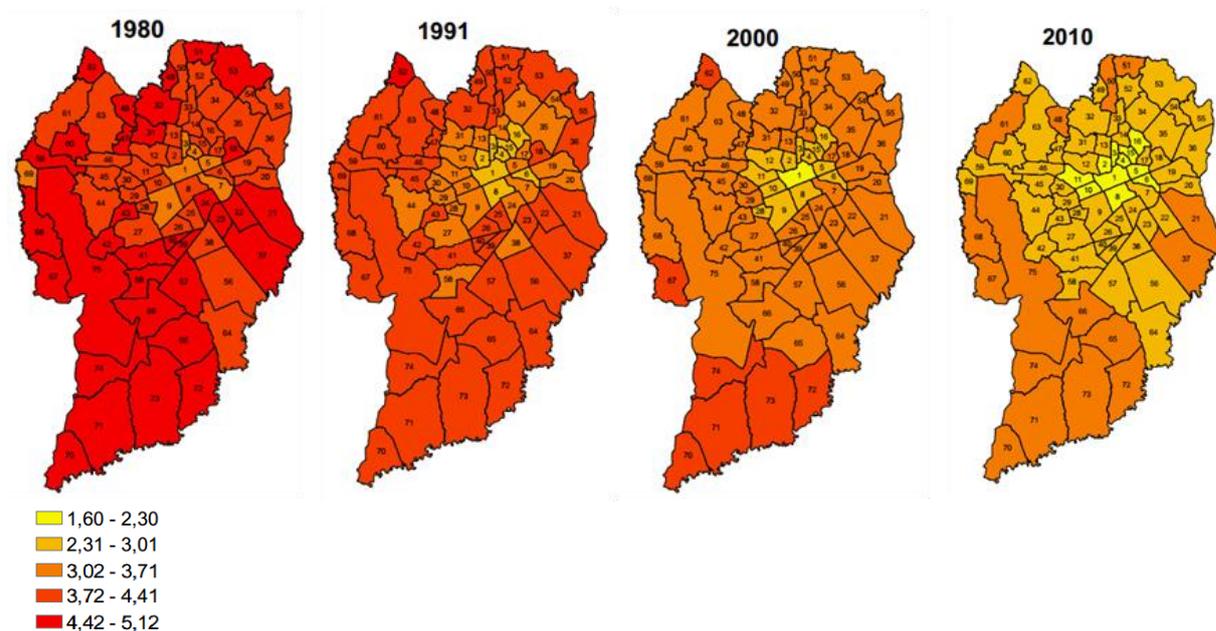


Figura 51 - Densidade domiciliar em Curitiba segundo os censos demográficos
Fonte: IPPUC (2010)

Em todos os mapas, o bairro centro está representado pelo número 1.

A Tabela 8 apresenta os dados referente a projeção dos domicílios particulares permanentes a partir de 2015 até 2020. Os índices vão respectivamente de 15.727 para 16.046, ou seja, apesar de pouco significativo, espera-se um crescimento habitacional para o bairro centro para os próximos 6 anos.

Tabela 8 - Projeção dos domicílios particulares permanentes

Bairros	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Centro	15.727	15.794	15.859	15.923	15.985	16.046
Centro Cívico	2.092	2.100	2.107	2.115	2.122	2.129
Cidade Industrial	73.953	75.724	77.443	79.128	80.776	82.387

Fonte: IPPUC (2000)

3.4 DELIMITAÇÃO DA ZONA DE ESTUDO

Com a intenção de avaliar a influência do sombreamento gerado pelos edifícios em Curitiba, buscou-se na Lei 9.800/00 de uso e ocupação do solo e na Portaria 80, as regiões da cidade com maior capacidade para verticalização. Para melhor interpretação dos dados foi montado o Quadro 5 com todos os parâmetros construtivos que podem influenciar na altura dos edifícios: Coeficiente de Aproveitamento, a Taxa de Ocupação, a Altura Máxima, o Limite estipulado pelo Cone da Aeronáutica e o Potencial Construtivo.

Lei 9.800/00 e 9.803/2000					
Zoneamento		H	C.A.	T.O.	Potencial Construtivo
ZC	Zona Central	Livre	5	Térreo e 1Pav. = 100% Outros Pavs. = 66%	7 para habitação 5 para comércio
SE	Setor Especial Estrutural	Livre	4	Térreo e 1Pav. = 100% Outros Pavs. = 50%	5 para habitação 6 para comércio
SE BR 116	Linha Especial da BR 116	Livre	2	50%	3
SE CC	Setor Especial Centro Cívico	Livre	5	50%	2,5
SE NC	Setor Especial Nova Curitiba	Livre	3	50%	1,8

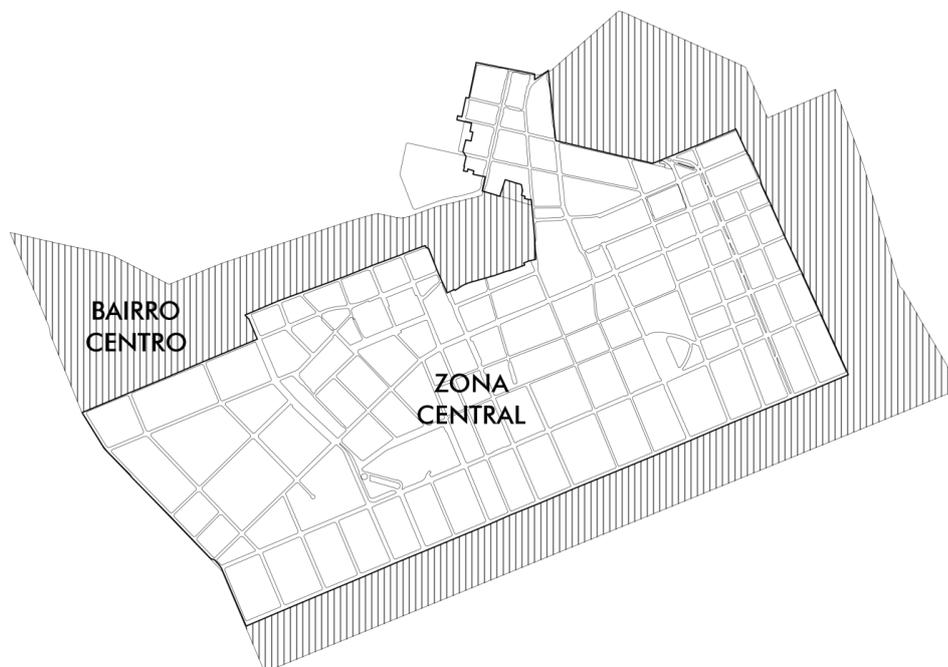
Quadro 5 - Zonas com altura livre

Fonte: Autoria Própria (2014)

As zonas em Curitiba que apresentam altura livre são a ZC (Zona Central), a SE (Setor Especial Estrutural), a SE-BR 116 (Setor Especial da BR 116 – Linha Verde), a SE-CC (Zona Especial Centro Cívico) e a SE-NC (Setor Especial Nova Curitiba). Em seguida, foram analisados os coeficientes de aproveitamento para cada uma das zonas acima e verificados que a ZC e a SE-CC são as regiões com maior capacidade para construção. A primeira determina que a taxa de ocupação é 100% para o térreo e primeiro pavimento e 66% para os demais pavimentos. Já a segunda determina que a taxa de ocupação é 50%. Contudo, o Potencial Construtivo da ZC é de 7 para usos residenciais e 5 para usos comerciais enquanto na ZC- CC é de apenas 2,5. Neste caso, optou-se pela Zona Central como área de estudo considerando seu alto potencial para verticalização e maior capacidade de impacto de sombreamento.

3.5 ZONA CENTRAL DE CURITIBA

A ZC- Zona Central de Curitiba localiza-se dentro dos limites do bairro Centro e é formada por 122 quadras como mostra o Mapa 4.



Mapa 4 - Zona Central com delimitação das quadras
Fonte: Autoria Própria (2014)

A seguir, no Quadro 6, estão todas as informações desta zona: usos permitidos para construção, coeficiente de aproveitamento, taxa de ocupação, altura máxima, recuos e afastamentos e taxa de permeabilidade.

ZONA CENTRAL – ZC
PARÂMETROS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

USOS				OCUPAÇÃO						
PERMITIDOS	TOLERADOS	PERMISSÍVEIS	PORE (m²)	COEFC. APROV.	TAXA OCUP. MÁX. (%)	ALTURA MÁXIMA (PAV.)	RECIO MIN. ALIN. FREDIAL (m)	TAXA PERMEAB. MIN. (%)	AFAST. DAS DIVISAS (m)	LOTE MIN. (medida x Área)
- Habitação Coletiva - Habitação Institucional - Habitação Transitória 1 e 2 - Comunitário 2 – Lazer e Cultura (1) - Comunitário 2 – Culto Religioso (1) - Comércio e Serviço Viciinal, de Bairro e Setorial (1) (2)	- Habitação Unifamiliar - Comunitário 1			5	Térreo e 1º pav. = 100% Demais pav. = 66%	Livre	-	(4)	Térreo e 1º pav. = Facultado Demais pav. = 2,00m	11x330
- Indústria Tipo I (3)		- Comunitário 2 e 3 - Ensino	100m²	-						

Observações:

- (1) Proibido estacionamento comercial e da atividade dentro do Anel Central de Tráfego Lento.
- (2) Com exceção de hipermercado.
- (3) Somente alvará de localização em edificações existentes.
- (4) Atendido o § 5º do Art. 42.

Quadro 6 - Legislação Zona Central
Fonte: Lei 9.800/00 – IPPUC (2010)

3.6 DELIMITAÇÃO DO PERÍODO DE ANÁLISE DO TRABALHO

De acordo com o IPPUC (2006), a preocupação com o planejamento urbano de Curitiba tornou-se uma necessidade a partir da década de 1950 devido ao seu acelerado ritmo de crescimento. Em 1965, a administração municipal realizou um concurso público para a elaboração do Plano Diretor da cidade. A proposta vencedora, resultado do consórcio entre as empresas SERETE e Jorge Wilhelm Arquitetos Associados, estabeleceu o Plano Preliminar de Urbanismo o qual deu origem ao primeiro Plano Diretor de Curitiba aprovado em 1966.

Este, por sua vez, fundamentou o planejamento urbano sobre o tripé Transporte Coletivo/ Sistema Viário/ Uso do Solo para integrar as estruturas físicas e funcionais da cidade e direcionar seu crescimento de forma linearizada.

Sabendo da necessidade de adaptação dos conceitos básicos à dinâmica da cidade e sua evolução, o Plano Diretor sempre é revisto de 10 em 10 anos. A última revisão do Plano ocorreu em 2004 pela legislação federal (Estatuto das Cidades/ Lei 10.257 de 10 de julho de 2001) e a próxima está acontecendo neste ano (2014). Por isso, este estudo busca contemplar uma análise em três períodos bem definidos.

- 2004 - período 1: Passado, quando aconteceu a última revisão do Plano Diretor. Abrange todos os edifícios construídos até esta data.
- 2014 – período 2: Hoje, quando está sendo revisado o Plano Diretor e é de grande importância a análise do impacto que as construções estão gerando em termos de sombreamento. Abrange todos os edifícios construídos até esta data, incluindo o período 1.
- 2024 – período 3: Futuro, quando acontecerá a próxima revisão do Plano Diretor. Trata-se de uma projeção de cenário baseada nos acontecimentos do período 2. Abrange todos os edifícios construídos até esta data, incluindo o período 1 e 2.

4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A simulação computacional das construções verticalizadas foi elaborada nos *softwares* Sketchup Pro 2014, Auto CAD e Ecotect em um recorte de Curitiba com a intenção de analisar a influência do seu sombreamento na Zona Central. Para isso foram estudadas as ocupações desses edifícios nos lotes disponíveis e interpretada a eficiência do instrumento regulatório, Lei 9.800/00 de uso e ocupação do solo do município de Curitiba e a Portaria 80/2013 da Secretaria Municipal do Urbanismo, quanto à qualidade do espaço público.

As técnicas de pesquisa aplicadas, baseadas nos conceitos de Markoni e Lakatos (1991), foram a observação e o levantamento de campo para o desenvolvimento de uma análise real e os materiais de auxílio utilizados foram a máquina fotográfica, prancheta e mapa de loteamentos fornecido pelo IPPUC (Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba).

O Mapa Mental 1 resume rapidamente a sequência do raciocínio lógico aplicado nesta pesquisa. As perguntas chave onde, quando e como foram fundamentais para a ordenação das etapas e organização do trabalho. Os tópicos 2 e 3 já foram explicados no capítulo anterior. Agora, serão detalhados todos os processos de mapeamento, análises e resultados encontrados.

1. Avaliar impacto de sombreamento gerado pelos edifícios em Curitiba.

↓
ONDE?

2. Zona Central de Curitiba (ver quadro 5)

↓
QUANDO?

3. Período 1 (2004)
Período 2 (2014)
Período 3 (2024)

↓
COMO?

4. Mapeamento

- Mapear grandes lançamentos no Centro de Curitiba
 - Site das principais construtoras
 - Alvarás liberados pela PMC
 - Levantamento no local
- Analisar aglomeração desses lançamentos para encontrar um recorte de pesquisa.
- Definir quadras a serem estudadas dentro do recorte de pesquisa.
- Analisar perfil dos empreendimentos construídos até 2004.
- Analisar perfil dos empreendimentos construídos entre 2004 e 2014.
- Definir possíveis terrenos para simulação do período 3 com base nos dados encontrados do período 2.
- Projeção de cenário das edificações do período 3.
- Simulação Volumétrica dos três períodos.
- Análise do impacto de sombreamento por meio dos *softwares* Auto CAD, Sketchup Pro e Ecotect.

Considerando que o zoneamento é uma área determinada pelos mesmos parâmetros legais e construtivos, não há razões para simular toda a sua extensão. Assim, foi delimitado um recorte de estudo ainda menor, dentro da zona central, que atua como uma amostra dos principais impactos gerados pelo sombreamento deste zoneamento no seu entorno imediato.

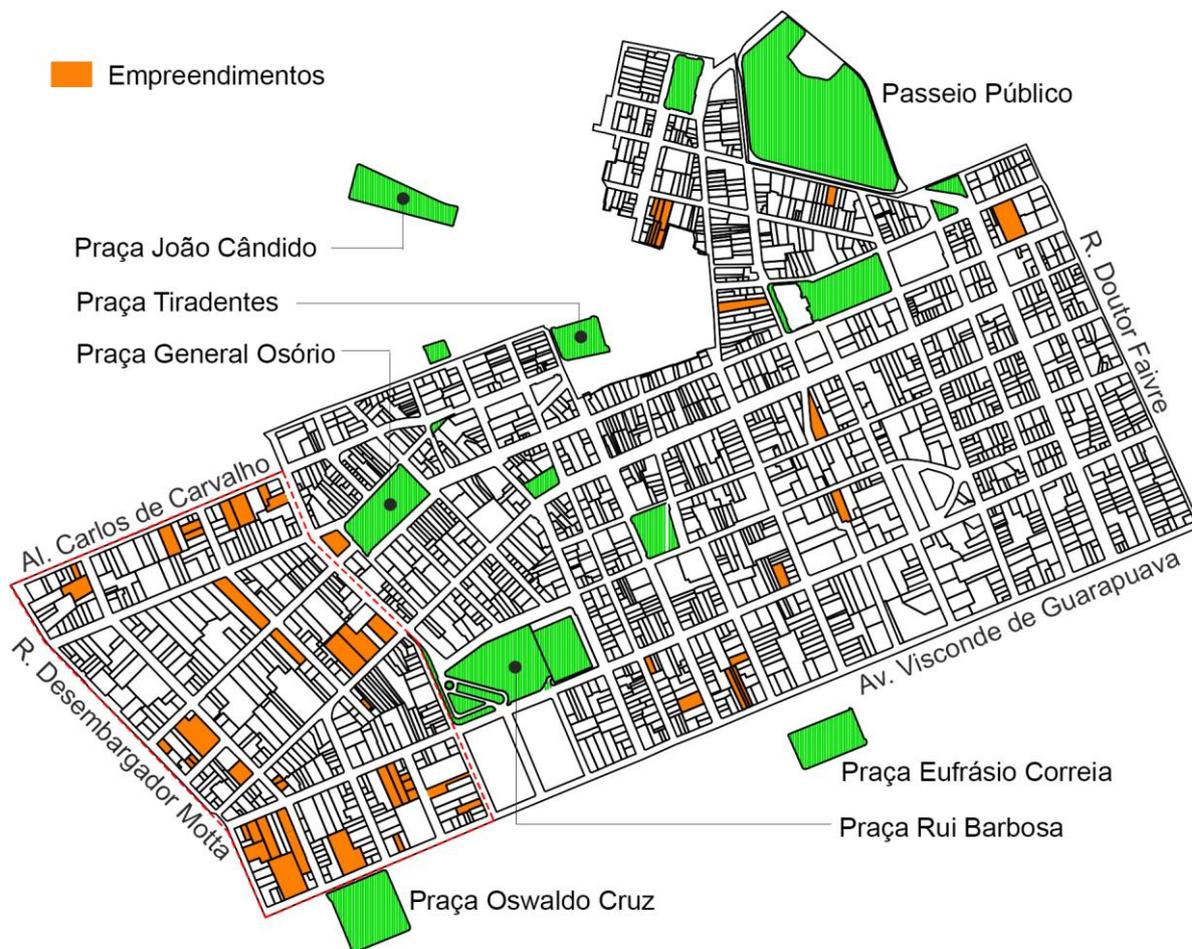
4.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

Para a definição do recorte de pesquisa dentro desta área, foram apontados todos os empreendimentos construídos ou em construção desde 2004 até hoje (período 2) e todas as praças e áreas públicas próximas ou dentro deste zoneamento. Para isto, foram selecionadas as construtoras que atuam hoje em Curitiba na região central conforme o Quadro 7.

Arce	GFA	JL	Rossi
Belmmen	Hafillnk	Laguna	Stuhlberger
Brookfield	Heitzfeld	Monarca	San Remo
Cyrella	Helbor	Neubau	Thá
Concorde	Hestia	Partilha	Tecnisa
Dória	Hugo Peretti	PDG	Terrasse
Gafisa	Invespark	Riskalla	VCG

**Quadro 7 - Construtoras atuantes na Zona Central de Curitiba atualmente
Fonte: Autoria Própria (2014)**

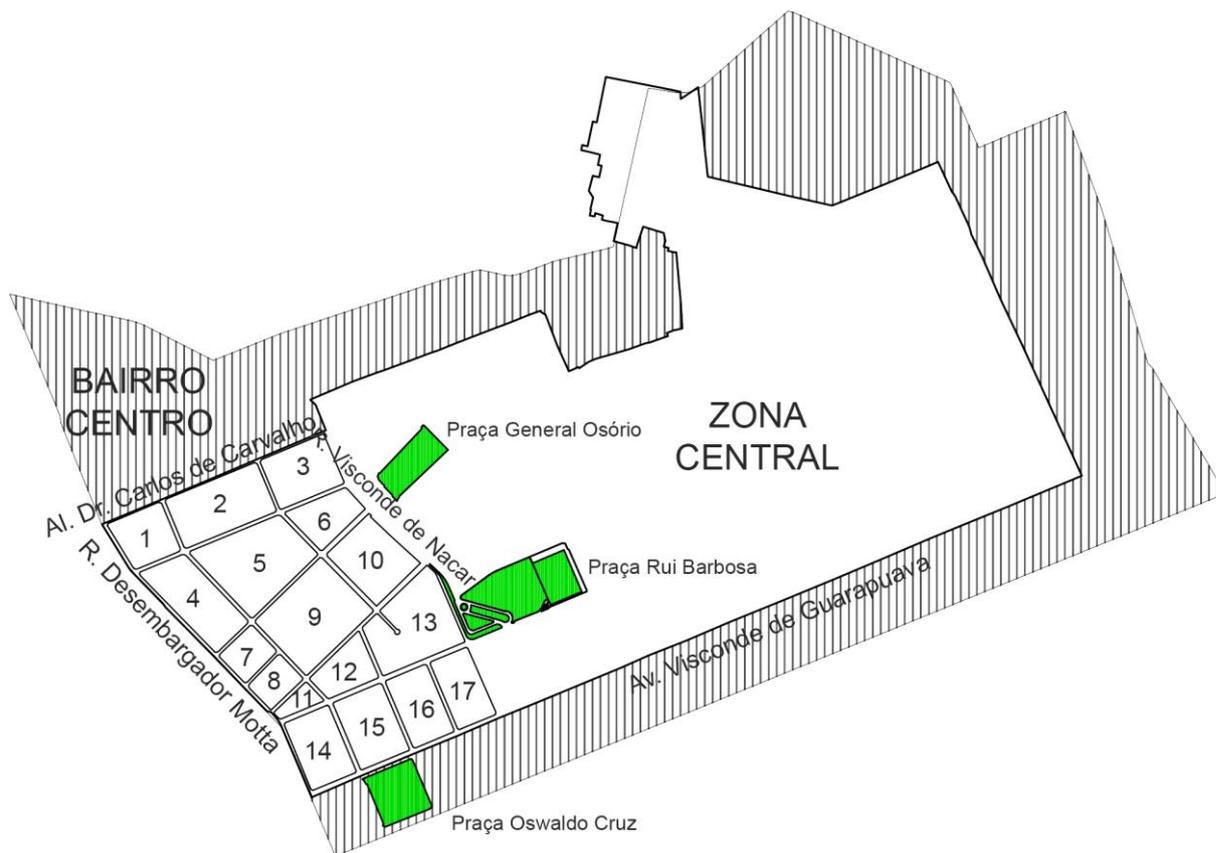
Posteriormente, foram acessados todos os *sites* das construtoras acima para verificação dos empreendimentos construídos e os seus lançamentos. Como em todos eles haviam informações sobre a data de construção e a localização dos edifícios, foi possível mapear os empreendimentos que estavam dentro da Zona Central no período entre 2004 e 2014. As praças e áreas verdes, por outro lado, foram localizadas pela observação tanto *in loco* quanto pelo pelas imagens áreas atuais fornecidas pelo IPPUC (Mapa 5).



Mapa 5 - Zona Central com empreendimentos hachurados
Fonte: Autoria Própria (2014)

4.1.1 Definição do Recorte de Pesquisa

Nitidamente foi encontrada uma aglomeração de construções entre as ruas Carlos de Carvalho, Visconde de Guarapuava, Desembargador Motta e Visconde de Nácar conforme Mapa 6. Essa área mais adensada causará um impacto maior de sombreamento e, portanto, foi escolhida como recorte de estudo. A área engloba 17 quadras e está no limite oeste do zoneamento, onde a valorização imobiliária é maior segundo dados do Instituto Bridi e SINDUSCON- PR. As praças escolhidas para análise de impacto foram a Rui Barbosa, General Osório e Oswaldo Cruz, pois estão dentro do alcance do impacto de sombreamento.



Mapa 6 - Zona Central com recorte de pesquisa definido
Fonte: Autoria Própria (2014)

4.2 ESTUDO DO RECORTE

Como foi desenvolvida uma análise da influência do sombreamento no recorte definido anteriormente em três períodos bem definidos, 2004, 2014 e 2024, foi necessário analisar o perfil dos empreendimentos construídos em cada fase.

4.2.1 Levantamento de Dados – Período 1 (2004)

Como metodologia de pesquisa foi feito um levantamento de campo no dia 29 de março de 2014 com o auxílio de uma base de lotes e quadras impressa fornecida pelo IPPUC. Foram observados e anotados a quantidade de pavimentos de cada edificação e, com canetas coloridas, as tipologias de uso de construção de acordo com os Quadro 8 e 9 e o Mapa 7.

QUADRA	QUANTIDADE DE PAVS. DE CADA LOTE				QUADRA	QUANTIDADE DE PAVS. DE CADA LOTE				
	NORTE	LESTE	SUL	OESTE		NORTE	LESTE	SUL	OESTE	
1	23	34	4	25	5	11	3			
	10	17	1	16		2	1			
	19	1	2	1		16	16			
	2		2	22		2	3			
	9		2			2	2			
	9		1			2	-			
	11					2	2			
	1					15	1			
2	2	8	2	8	3	-				
	1	10	1	5	44	9				
	2	22	13	-		1				
	2	3	1			2				
	25	3	1		6	2	24	1	8	
	5	3	2			10		17	2	
	15		4			2		2		
	29		1			-		11		
	1		4			11		5		
	5		1			-		3		
	1		18			12		2		
	6					7		2		
2				12			1			
3	13	4	2	-		23		24		
	3	12	15	16		7	16	-	-	23
	26	12	2	10			11		11	
	11	5	-		5			2		
	2	4	8		21					
	15		13		3					
	3		11		2		21	1	-	
			11		2			2		
		-		1			22			
4			3		-		1			
			2		5		2			
	1	1	18	20	9	-	23	1	22	
	1	17	5	16		2	5	-	12	
	2	20	1	6		4	18	4	17	
	8	22	20	2		2	2	4	-	
	-	-	2	15		2		-	4	
	-	2		16		2		20	4	
	-	2		15		2		2		
	18		2	8			2			
			2	17			2			
				2		2				
				-		2				
				2		7				
						2				

Quadro 8 - Altura de cada edifício dentro da área de recorte
Fonte: Autoria Própria (2014)

Continua...

Continuação do quadro 8.

QUADRA	QUANTIDADE DE PAVS. DE CADA LOTE				QUADRA	QUANTIDADE DE PAVS. DE CADA LOTE			
	NORTE	LESTE	SUL	OESTE		NORTE	LESTE	SUL	OESTE
10	24	4	19	13	14	4	20	30	11
	3	19	20	14		13	2	5	14
	4	-	34	1		16	15	10	14
	19	26	1	1		26		-	26
	2	24		13		16			8
	13			13		11			
	2			12		28			
	2								
11	3				15	3	2	2	2
	2	3	2			-	10	-	2
	2		4			-	11	19	2
	22		22			14	23	4	16
	5		1			19	4		7
	2		1			12	1		-
	2					2	16		19
13					16		8		
12	6	1	2	14	16		9		
	20	-	13				1		
	-	6	-				-		
	17	1	2			2	2	4	12
	2	2	11			1	-	13	12
	-	2	2			2	3	8	19
	-	2	5			-			11
	17		4			7			1
	12					2			2
13							1		
13	12	3	3	16	17				2
	17	2	2	16		2	2	-	2
	20	2	-	17		2	-	7	3
	3	2	-			1	3	1	3
	1	3	-			7	-	10	32
	2	12	12			4	9		-
	-	2	16			2	2		2
	-	22	2						
	2	18	20				-		
	3	-	15				2		
	3	8	23				3		
	2	23	17						
	2		16						
	2								
2									
4									

No quadro anterior cada coluna representa a quantidade de lotes que existem em cada face das quadras e, para cada lote está o número de pavimentos de cada edifício.



Mapa 7 - Mapa de uso do solo do recorte de pesquisa
Fonte: Autoria Própria

As principais tipologias do recorte são comerciais e residenciais. Quase não há lotes vagos para futuros empreendimentos, mas existem muitos estacionamentos que poderão vir a incorporar grandes edifícios. Esses terrenos, por sua vez, encontram-se bem distribuídos em toda área de estudo.

4.2.2 Levantamento de Dados – Período 2 (2014)

Os edifícios do período 2 já foram mapeados na etapa de definição do recorte de pesquisa, pois eles foram a base para escolha da região com maior impacto de sombreamento desde 2004 (Mapa 8).



Mapa 8 - Empreendimentos do período 2
Fonte: Autoria Própria (2014)

Para analisar o perfil desses empreendimentos foi necessário buscar no *site* da Prefeitura de Curitiba todas as guias amarelas com as informações técnicas de cada terreno. Para isso, foram utilizadas as indicações fiscais que estão no arquivo DWG fornecido pelo IPPUC.

Como a maioria dos terrenos já foram unificados durante o processo de construção dos edifícios, não é possível saber a quantidade de lotes que foram necessários para a realização do mesmo, mas a área total é o suficiente para a análise do perfil. Na Tabela 9 é mostrado o perfil dos empreendimentos do período 2 com as características do lote e do tipo de construção dos 33 edifícios pesquisados e, na Figura 52, fotos dos empreendimentos do período 2.

Tabela 9 - Perfil dos empreendimentos do período 2

77% DOS EMPREENDIMENTOS MAPEADOS ESTÁ NA ÁREA DE RECORTE												
EMPREENDIMENTO	INDICAÇÃO FISCAL	TESTADA	ÁREA TERRENO (m ²)	TAXA DE OCUPAÇÃO	STATUS	TIPOLOGIA	QUANTIDADE DE PAVIMENTOS	CONE AERONÁUTICA	QUADRA			
1	11118007	14	422	56%	CONSTRUIDO	COMERCIAL	12	RESPEITA	A			
2	11118038	38	2091	26%	EM OBRA	RESIDENCIAL	34	RESPEITA	A			
3	11119061	30	1885	40%	CONSTRUIDO	COMERCIAL	26	RESPEITA	B			
4	11119056	17	738	66%	CONSTRUIDO	COMERCIAL	8	RESPEITA	B			
5	11119021	15	670	49%	CONSTRUIDO	COMERCIAL	10	RESPEITA	B			
6	11120040	23	1449	23%	EM OBRA	RESIDENCIAL	25	RESPEITA	C			
7	11120034	35,5	2241	30%	CONSTRUIDO	COMERCIAL	29	RESPEITA	C			
8	11120035	21	760	39%	CONSTRUIDO	COMERCIAL	15	RESPEITA	C			
9	11120039	25	982	57%	CONSTRUIDO	COMERCIAL	12	RESPEITA	C			
10	11121001	40	54	38	39	1789	32	RESPEITA	-			
11	11134010	142	28	28	3976	44	ACIMA DE 40	NÃO RESPEITA	E			
12	21004025	30	18	57%	CONSTRUIDO	COMERCIAL	15	RESPEITA	G			
13	21004003	10	487	60%	EM OBRA	RESIDENCIAL	11	RESPEITA	G			
14	21004004	11	21		CONSTRUIDO	USO MISTO	21	RESPEITA	G			
15	21005002	73	52	30	4261	21	ENTRE 20-29	RESPEITA	H			
16	11137058	18	91	42%	EM OBRA	USO MISTO	21	RESPEITA	H			
17	11132050	10	987	29%	CONSTRUIDO	COMERCIAL	23	RESPEITA	I			
18	11132054	39	3491	48%	CONSTRUIDO	RESIDENCIAL	32	RESPEITA	J			
19	11132067	59	28	14%	CONSTRUIDO	COMERCIAL	20	RESPEITA	J			
20	11139046	15	1689	66%	CONSTRUIDO	COMERCIAL	20	RESPEITA	J			
21	21006028	21	219	66%	EM OBRA	COMERCIAL	10	RESPEITA	M			
22	21006026	9	615	66%	EM OBRA	RESIDENCIAL	14	RESPEITA	L			
23	21017002	12	398	62%	CONSTRUIDO	RESIDENCIAL	13	RESPEITA	N			
24	21017035	32	1773	34%	CONSTRUIDO	COMERCIAL	26	RESPEITA	N			
25	21017045	22	979	59%	CONSTRUIDO	RESIDENCIAL	16	RESPEITA	N			
26	21017044	22	1964	38%	CONSTRUIDO	RESIDENCIAL	26	RESPEITA	N			
27	21017043	52	1110	23%	CONSTRUIDO	COMERCIAL	28	RESPEITA	N			
28	21017008	52	2036	50%	CONSTRUIDO	COMERCIAL	20	RESPEITA	N			
29	21016053	55	4140	40%	EM OBRA	RESIDENCIAL	30	RESPEITA	N			
30	21007013	12	456	18%	EM OBRA	RESIDENCIAL	-	RESPEITA	O			
31	21007035	10	46%	66%	CONSTRUIDO	RESIDENCIAL	13	RESPEITA	P			
32	21007031	17			EM OBRA	USO MISTO	35	RESPEITA	P			
33	21007032	22	3.995	46%	EM OBRA	RESIDENCIAL	32	RESPEITA	Q			
34	21007010	21		66%	EM OBRA	RESIDENCIAL	-	RESPEITA	Q			
35	21007009	14			EM OBRA	RESIDENCIAL	-	RESPEITA	Q			
36	21008034	8	1294	46%	EM OBRA	RESIDENCIAL	32	RESPEITA	Q			
37	21008010	20	1113	66%	EM OBRA	RESIDENCIAL	-	RESPEITA	Q			

Fonte: Autoria própria (2014)

Na Tabela 9, estão apontadas as características dos 33 empreendimentos mapeados na área de recorte. Em relação às informações sobre o terreno encontram-se a distância, em metros, das testadas (face do lote voltado para a rua), a área do terreno e taxa de ocupação. Estes estão separados por tonalidades de cores diferentes para agrupar aqueles que possuem até 1.000m², entre 1.000 e 2.500 m², entre 2.500 e 4.500 m² e acima de 4.500 m². Sobre o edifício apresentam-se informações sobre *status* (construído ou em obra), tipologia (residencial, comercial e uso misto), quantidade de pavimentos separados por grupos até 19 pav., entre 20 e 29 pav., entre 30 e 39 pav. e acima de 40 pav. e o cone da aeronáutica.

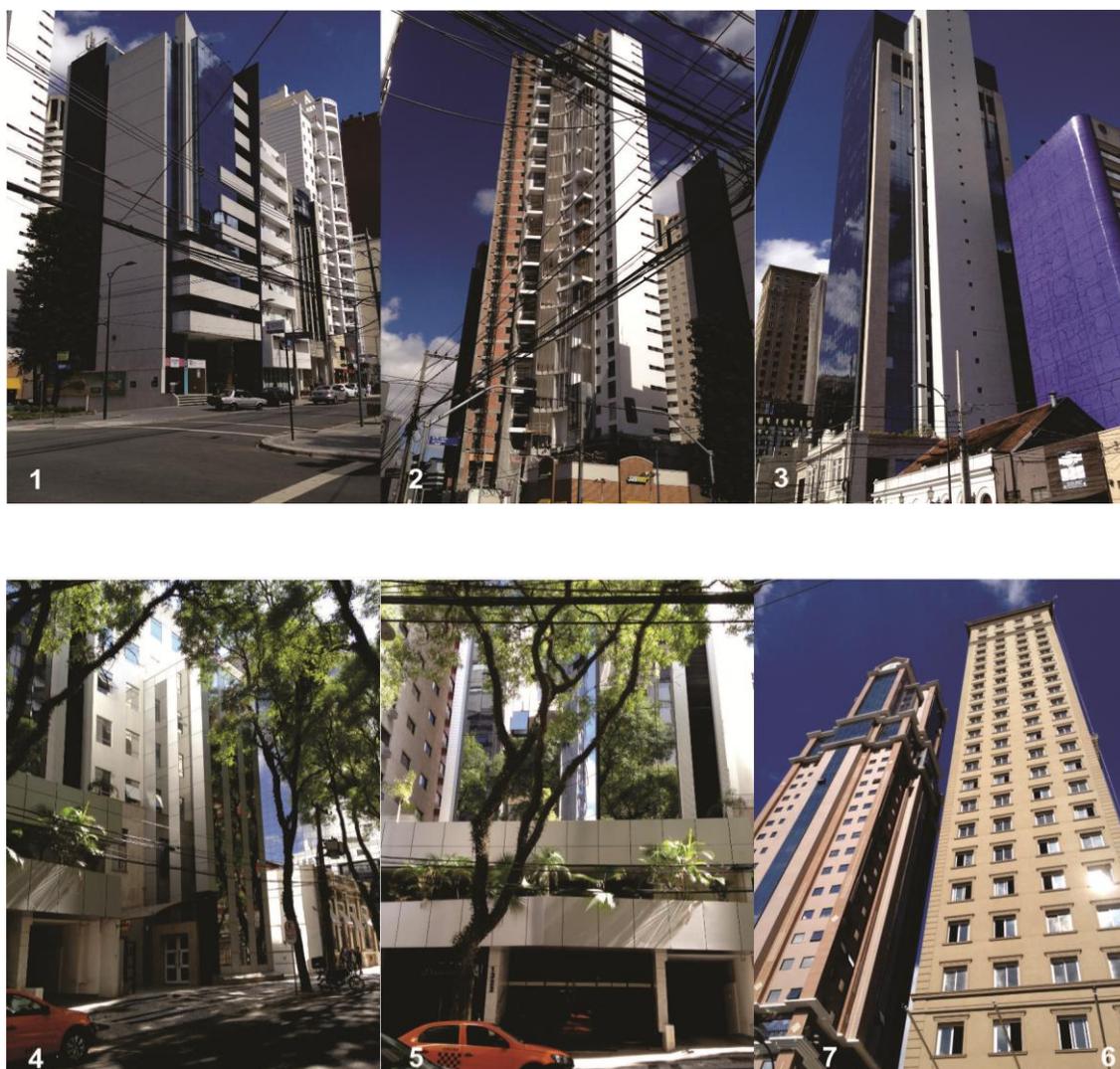


Figura 52 - Empreendimentos período 2 (01-33)
Fonte: Autoria Própria – Levantamento de Campo (2014)

Continua...



Continua...



Continua...



4.2.3 Análise dos Períodos 1 e 2

Para a definição do perfil dos empreendimentos do período 2 foram elaborados gráficos com os dados encontrados para melhor visualização dos resultados. No Gráfico 6, dos 33 edifícios analisados, 28% possuem testada entre 20 e 29m e 26% entre 30 e 39m. Por apresentarem índices muito parecidos e mais elevados do que os outros apontados, somaram-se esses dois

resultados, representando o total de 54% dos lotes possuindo testada entre 20 e 39m de comprimento.

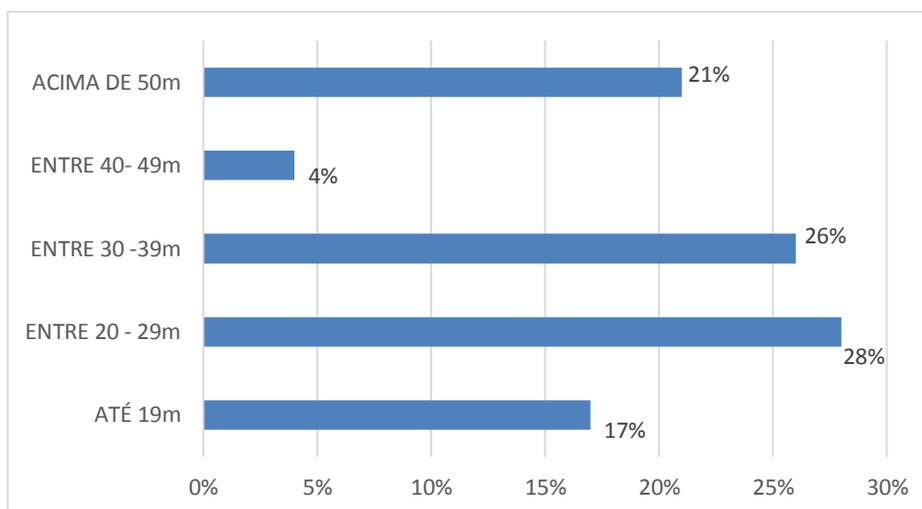


Gráfico 6 - Largura da testada
Fonte: Autoria Própria (2014)

Do total de lotes pesquisados, 43% possuem área total entre 1.000 m² e 2.500 m² (Gráfico 7), ou seja, lotes relativamente grandes, mas que podem ser encontrados individualmente. Aqueles lotes que ultrapassam mais de 3000 m² tendem a ser formados pela unificação de dois ou mais lotes que anteriormente estavam um ao lado do outro.

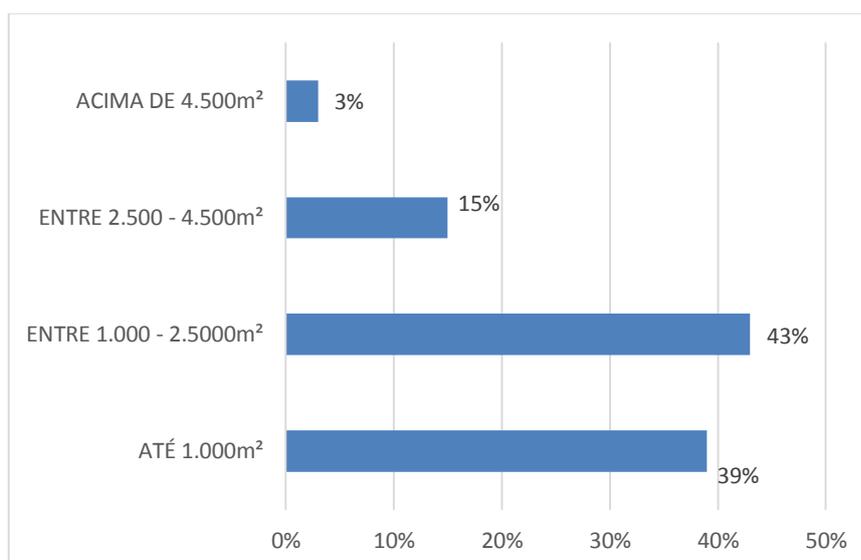


Gráfico 7 - Área dos terrenos
Fonte: Autoria Própria (2014)

De acordo com o Gráfico 8, 67% dos empreendimentos já estão construídos e 33% estão em obra. Isso demonstra que o impacto de sombreamento gerado pelos edifícios do período 2 está praticamente concluído tendo ainda poucas alterações até a conclusão da obra desses edifícios.

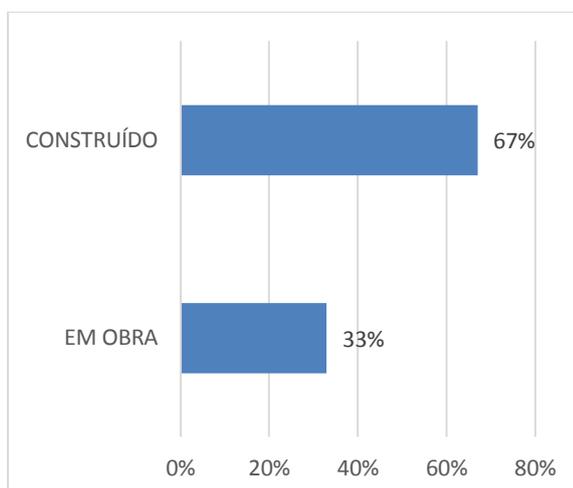


Gráfico 8 - Relação entre edifícios construídos e em obra
Fonte: Autoria Própria (2014)

Conforme o Gráfico 9, 46% dos edifícios são comerciais, 39% residenciais e apenas 15% de uso misto. Isso reforça os dados referentes a baixa densidade domiciliar do bairro Centro e a característica de ser uma região que predomina as atividades diurnas relacionadas ao comércio.

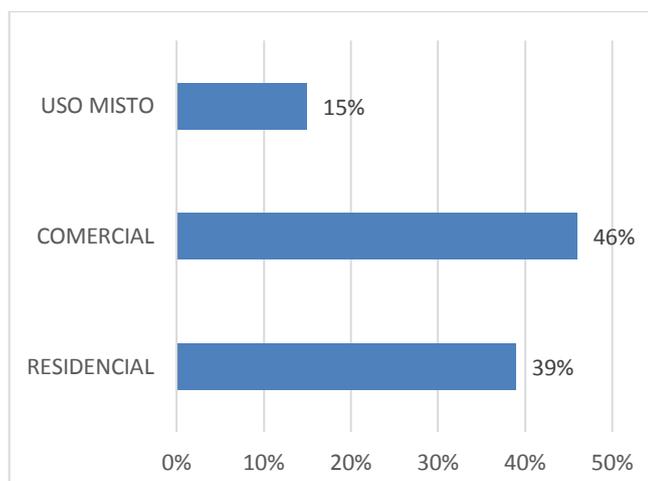


Gráfico 9 - Tipologia de uso dos edifícios
Fonte: Autoria Própria (2014)

Conforme o Gráfico 10, 36% dos edifícios analisados tem até 19 pavimentos e outros 36% tem entre 20 e 29 pavimentos. Dessa forma, somaram-se os dois dados para apresentar um único resultado, ou seja, 72% dos edifícios apresentam até 29 pavimentos (Gráfico 11).

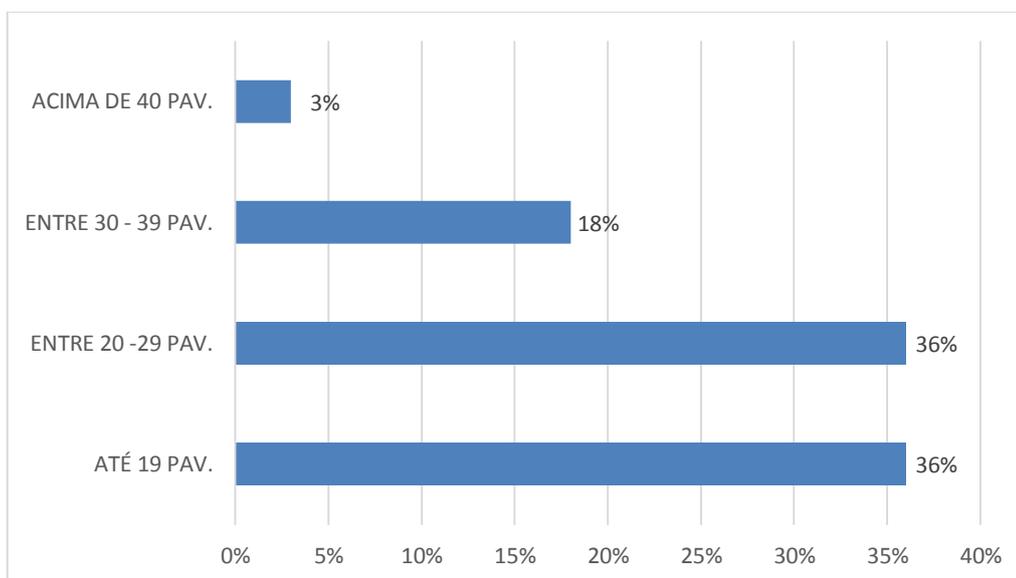


Gráfico 10 - Quantidade de pavimentos
Fonte: Autoria Própria (2014)

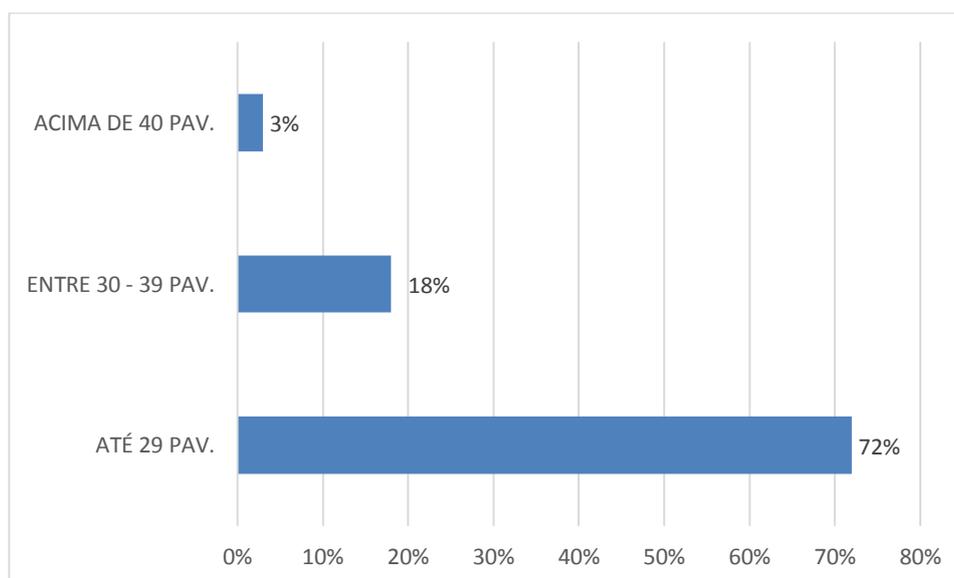


Gráfico 11 - Resultado da quantidade de pavimentos
Fonte: Autoria Própria (2014)

Do total, apenas o Edifício Universe, atualmente o edifício mais alto de Curitiba com 44 pavimentos, não respeita o cone de altura da aeronáutica (Gráfico 12), todos os outros estão dentro do limite imposto.

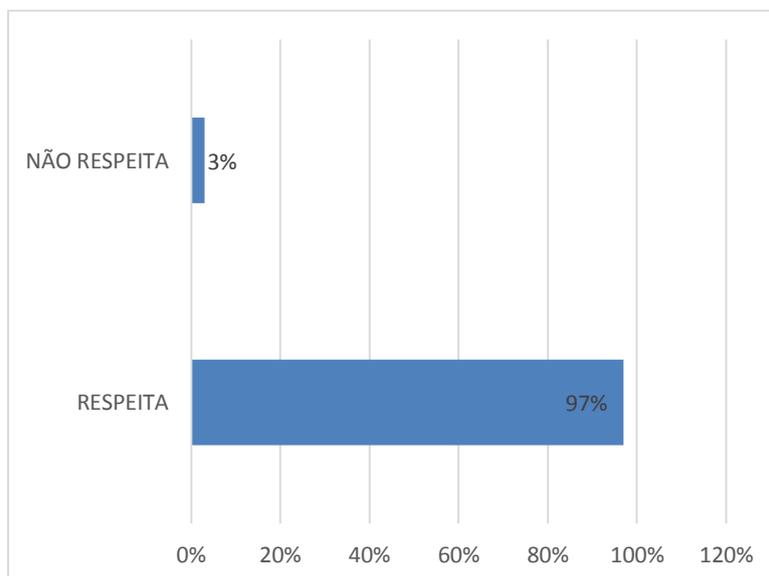


Gráfico 12 - Edificações que respeitam o cone da aeronáutica
Fonte: Autoria Própria (2014)

Também foi elaborada a Tabela 10 que relaciona a área dos terrenos com as suas respectivas taxas de ocupações. Por meio da sobreposição de imagens do Google Earth com a base em DWG de lotes, foi possível desenhar a projeção de cada edificação e calcular a sua proporção no terreno.

Tabela 10 - Taxa de ocupação dos 33 empreendimentos

ÁREA TERRENO	TO	MÁX	MÍN.
ATÉ 1.000m ²	56%	66%	39%
	66%		
	49%		
	39%		
	57%		
	57%		
	60%		
	66%		
	66%		
	62%		
	59%		
66%			
ENTRE 1.000 E 2.500m ²	26%	66%	23%
	40%		
	23%		
	30%		
	33%		
	42%		
	29%		
	66%		
	34%		
	38%		
	23%		
	50%		
	46%		
66%			
ENTRE 2.500 E 4.500m ²	12%	51%	12%
	51%		
	25%		
	26%		
	18%		
	46%		
ACIMA 4.500m ²	40%	40%	

Fonte: Autoria Própria (2014)

Para os terrenos com até 1.000 m² de área a taxa de ocupação máxima é de 66% e a mínima de 39%. Para os terrenos entre 1.000 e 2.500 m² a máxima também é de 66% e a mínima de 23% e para os terrenos entre 2.500 e 4.500 m² entre 51% e 12%. Por fim, para os terrenos com área acima de 4.500 m² a taxa de ocupação é de 40%.

Mapa 10 com os terrenos já unificados e com suas indicações fiscais a fim de analisar o perfil de cada um para a seleção apenas daqueles aptos a receberem futuros empreendimentos conforme as características médias dos empreendimentos do período 2.

- Testada com comprimento mínimo de 20m.
- Terrenos com no mínimo 1.000m² de área.
- Respeitar a Taxa de Ocupação proporcional à área do terreno conforme Tabela 10.



Mapa 10 - Lotes disponíveis unificados
Fonte: Autoria Própria (2014)

De acordo com a Tabela 11, todos os terrenos que respeitaram os critérios mínimos simultaneamente foram selecionados para a futura simulação de impacto. Apenas o lote 4 que se enquadra nos requisitos mínimos e mesmo assim não foi

escolhido, pois em sua guia amarela há uma observação de atingimento de faixa de drenagem no meio de seu terreno, o que inviabiliza a construção de grandes empreendimentos. Neste caso, ele não foi selecionado para a simulação.

Tabela 11 - Lotes escolhidos para simulação do período 3

LOTES ESCOLHIDOS											
EMPREEND.	INDICAÇÃO FISCAL	QUANTIDADE DE LOTES	LOTE VAGO	ESTACION	À DEMOLIR	TESTADA		ÁREA DO LOTE		QUADRA	OBS
1	11118033	1			X	30	12	360		A	-
2	11118017	1		X		12		368		A	LOTE ATINGIDO NOS FUNDOS
3	11119059	1		X		14	32	2.642		B	-
4	11119030	2	X			24		1.506	2.188	B	LOTE ATINGIDO NO MEIO
	11119029		X		11		682	LOTE ATINGIDO NO MEIO			
5	11119027	1		X		31		1.166		B	LOTE ATINGIDO NOS FUNDOS
6	11119014	1			X	14		821		B	-
7	11120026	1		X		12		480		C	LOTE ATINGIDO NOS FUNDOS
8	11120021	3		X		12		813	3.252	C	LOTE ATINGIDO NOS FUNDOS
	11120020			X	21		1.010	LOTE ATINGIDO NOS FUNDOS			
	11120007			X	28		1.429	-			
9	11133004	1		X		16		712		F	-
10	11133002	1		X		34		1500		F	-
11	11134018	1		X		20		1911		E	-
12	11134021	1		X		10		572		E	-
13	11134026	1		X		20		1045		E	-
14	11134037	1		X		27		1422		E	-
15	11135007	2		X		50	29	1.350	2.520	D	-
	11135006			X	16		1.170	-			
16	11135038	1		X		27		1676		D	-
17	21004020	1		X		11	11	990		G	-
18	21005010	5	X			15		339	2562	H	-
	21005011		X		16		913	-			
	21005012		X		11		582	-			
	21005016		X		11		529	-			
	21005017		X		7		199	-			
19	11137059	1	X			11		268		I	-
20	11137028	1		X		22		1996		I	-
21	11137025	1		X		9		793		I	-
22	11137016	3		X		15		1.395	3.015	I	-
	11137015			X	8		746	-			
	11137021			X	10		874	-			
23	11132058	1	X			10	18	180		J	-
24	11132038	1			X	18		414		J	-
25	11139055	1		X		10		270		M	-
26	11139035	3		X		9		635	1836	M	-
	11139036			X	7		566	-			
	11139034			X	9		635	-			
27	11139009	2		X		8		720	1425	M	-
	11139010			X	7		705	-			
28	11139067	2	X			28		452	764	M	-
	11139063				X	2		312			-
29	21006007	3		X		11		664	2559	L	-
	21006006			X	15		809	-			
	21006019			X	22		1086	-			
30	21006003	2		X		15		514	1.032	L	-
	21006024		X		9		518	-			
31	21017033	1		X		42	19	1033		N	-
32	21016002	2		X		31		2.807	3.071	O	-
	21016034		X		11		264	-			
33	21008032	1		X		45	44	4136		Q	-
34	21008007	1		X		14		798		Q	-
35	21008013	2		X		7		158	334	Q	-
	21008014			X	8		176	-			

Fonte: Autoria Própria (2014)

No Mapa 11 estão apenas os lotes selecionados para simulação e na Figura 53 o levantamento fotográfico de cada um deles.



Mapa 11 - Terrenos aptos à simulação do período 3
Fonte: Autoria Própria (2014)

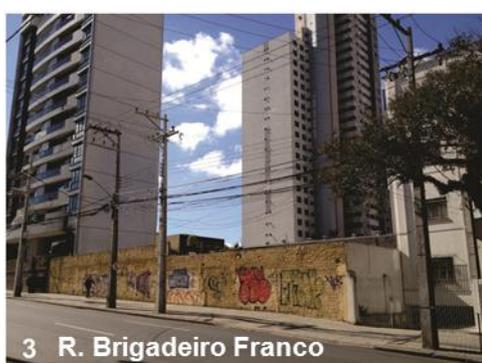
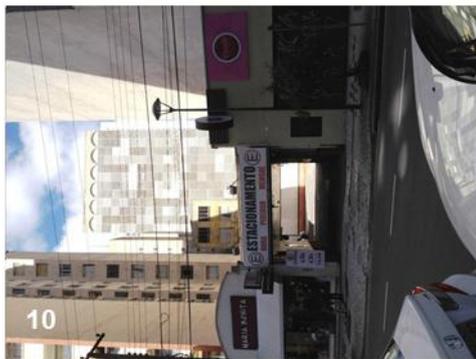
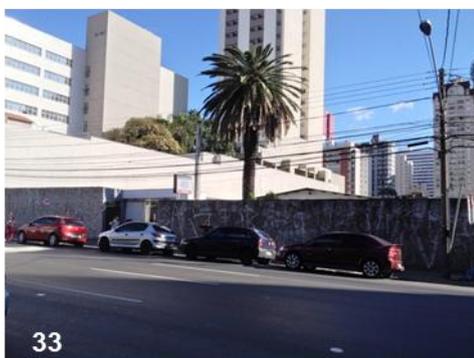


Figura 53 - Terreno para empreendimentos período 3 (03- 33)
Fonte: Autoria Própria – Levantamento de Campo (2014)

Continua...



Continua...



4.2.5 Análise Período 3 - Projeção de Cenário

Para a modelagem dos três períodos de análise foi utilizado o *software* Sketchup Pro 2014 com uma base de lotes DWG e a imagem aérea obtida no Google Earth para o perfeito posicionamento de cada edifício existente.

- Período 1 (2004): No levantamento de campo foram identificadas todas as construções existentes antes de 2004 e a quantidade de pavimentos conforme visto anteriormente.

- Período 2 (2014): engloba todas as edificações do primeiro período e os 33 novos empreendimentos levantados.
- Período 3 (2024) – projeção de cenário: engloba todas as edificações do primeiro e do segundo períodos e os futuros empreendimentos. Para a definição de uma projeção de cenário será utilizado como referência o perfil dos edifícios do período 2, partindo do pressuposto que nos próximos 10 anos serão construídos edifícios com os mesmos conceitos técnicos.

Para a definição das características gerais dos futuros empreendimentos foi elaborada uma pesquisa nos *sites* relacionados ao mercado imobiliário: Instituto Bridi, SECOVI- PR e SINDUSCON- PR. Neles foi possível obter informações como expectativas e necessidades dos consumidores, custos de matérias primas, ajuste de preços, etc.

Para a determinação da quantidade de pavimentos dos futuros empreendimentos foi necessário saber qual a área total que poderia ser construída em cada terreno e a área que a torre ocuparia. Para isso, utilizaram-se as seguintes fórmulas abaixo:

Cálculo do Embasamento: Formado pelos dois primeiros pavimentos (térreo e o primeiro pavimento), pode utilizar de acordo com a Lei 9.800/00 100% da área do terreno. Logo:

$$EM = 2 \times AT \quad (1),$$

em que:

EM: Embasamento

AT: Área do Terreno

Cálculo do Potencial Máximo: O coeficiente de aproveitamento na Zona Central é 5. Contudo, as construtoras se utilizam do recurso da compra de potencial para aumentar a área permitida a ser construída com a finalidade de valorização máxima do terreno. Na ZC é permitido, com a compra, coeficiente 6 para usos comerciais, e 7 para residenciais. Como constatado na análise dos empreendimentos do período 2, todos os edifícios sempre utilizam o máximo permitido para construção; dessa forma será usado o valor 7 considerando o caso mais agressivo. Logo:

$$PTM = AT \times CAM \quad (2),$$

em que:

PTM: Potencial Total Máximo

AT: Área do Terreno

CAM: Coeficiente de Aproveitamento Máximo = 7

Cálculo Taxa de Ocupação: Considerando que o edifício mais alto do recorte, e coincidentemente o mais alto de Curitiba, gera o maior impacto em relação a capacidade de sombrear o entorno, utilizou-se suas características de projeto para a simulação da pior situação para cada terreno. Foi estipulado para a área dos pavimentos da torre 480m², igual ao Edifício Universe, e calculado a taxa de ocupação que esse edifício ocuparia dentro de cada lote. Logo:

$$TO = 480 \div AT \quad (3),$$

em que:

TO: Taxa de Ocupação

AT: Área do Terreno

Contudo, verificou-se no final se a taxa de ocupação para cada terreno estava dentro do intervalo determinado no período 2 como ideal para cada grupo de área de terrenos conforme Tabela 12.

Tabela 12 - Intervalo de taxa de ocupação ideal para cada grupo de terrenos

EMPREEND.	AT	MÁX	MÍN
31	1033	66%	23%
13	1045		
5	1166		
14	1422		
10	1500		
16	1676		
26	1836		
11	1911		
20	1996	51%	12%
15	2520		
29	2559		
18	2562		
3	2642		
22	3015		
32	3071		
8	3252		
33	4136		

Fonte: Autoria Própria (2014)

Cálculo da altura do empreendimento:

$$T = PTM - EM \quad (4),$$

em que:

T: Torre

PTM: Potencial Total Máximo

EM: Embasamento

$$QP = (T \div AP) + 2 \quad (5),$$

em que:

QP: Quantidade de Pavimentos

T: Torre

AP: Área do Pavimento da Torre

2: Dois pavimentos de embasamento (Térreo e Primeiro Pavimento)

Para cada um dos lotes selecionados foram calculadas todas as fórmulas para encontrar os volumes adequados na modelagem volumétrica dos edifícios. Ver Quadro 10 ao Quadro 26.

TERRENO: 3	GUIA AMARELA: 11119059	índice	m ²
AT	ÁREA DO TERRENO	-	2642
EM	EMBASAMENTO	2	5284
TO	TAXA DE OCUPAÇÃO	18,17%	480
PTM	POTENCIAL TOTAL MÁXIMO	7	18494
T	TORRE	-	13210
AE	ALTURA DO EDIFÍCIO	27 + 2	29

Quadro 9 - Definição de altura para o terreno 3

Fonte: Autoria Própria (2014)

TERRENO 5	GUIA AMARELA: 11119059	índice	m ²
AT	ÁREA DO TERRENO	-	1166
EM	EMBASAMENTO	2	2332
TO	TAXA DE OCUPAÇÃO	41,17%	480
PTM	POTENCIAL TOTAL MÁXIMO	7	8162
T	TORRE	-	5830
AE	ALTURA DO EDIFÍCIO	12 + 2	14

Quadro 10 - Definição de altura para o terreno 5

Fonte: Autoria Própria (2014)

TERRENO 8	GUIA AMARELA: 11119059	índice	m ²
AT	ÁREA DO TERRENO	-	3252
EM	EMBASAMENTO	2	6504
TO	TAXA DE OCUPAÇÃO	14,76%	480
PTM	POTENCIAL TOTAL MÁXIMO	7	22764
T	TORRE	-	16260
AE	ALTURA DO EDIFÍCIO	34 + 2	36

Quadro 11 - Definição de altura para o terreno 8

Fonte: Autoria Própria (2014)

TERRENO 10	GUIA AMARELA: 11119059	índice	m ²
AT	ÁREA DO TERRENO	-	1500
EM	EMBASAMENTO	2	3000
TO	TAXA DE OCUPAÇÃO	32,00%	480
PTM	POTENCIAL TOTAL MÁXIMO	7	10500
T	TORRE	-	7500
AE	ALTURA DO EDIFÍCIO	16 + 2	18

Quadro 12 - Definição de altura para o terreno 10

Fonte: Autoria Própria (2014)

TERRENO 11	GUIA AMARELA: 11119059	índice	m ²
AT	ÁREA DO TERRENO	-	1911
EM	EMBASAMENTO	2	3822
TO	TAXA DE OCUPAÇÃO	25,12%	480
PTM	POTENCIAL TOTAL MÁXIMO	7	13377
T	TORRE	-	9555
AE	ALTURA DO EDIFÍCIO	20 + 2	22

Quadro 13 - Definição de altura para o terreno 11

Fonte: Autoria Própria (2014)

TERRENO 13	GUIA AMARELA: 11119059	índice	m ²
AT	ÁREA DO TERRENO	-	1045
EM	EMBASAMENTO	2	2090
TO	TAXA DE OCUPAÇÃO	45,93%	480
PTM	POTENCIAL TOTAL MÁXIMO	7	7315
T	TORRE	-	5225
AE	ALTURA DO EDIFÍCIO	11 + 2	13

Quadro 14 - Definição de altura para o terreno 13

Fonte: Autoria Própria (2014)

TERRENO 14	GUIA AMARELA: 11119059	índice	m ²
AT	ÁREA DO TERRENO	-	1422
EM	EMBASAMENTO	2	2844
TO	TAXA DE OCUPAÇÃO	33,76%	480
PTM	POTENCIAL TOTAL MÁXIMO	7	9954
T	TORRE	-	7110
AE	ALTURA DO EDIFÍCIO	15 + 2	17

Quadro 15 - Definição de altura para o terreno 14

Fonte: Autoria Própria (2014)

TERRENO 15	GUIA AMARELA: 11119059	índice	m ²
AT	ÁREA DO TERRENO	-	2520
EM	EMBASAMENTO	2	5040
TO	TAXA DE OCUPAÇÃO	19,05%	480
PTM	POTENCIAL TOTAL MÁXIMO	7	17640
T	TORRE	-	12600
AE	ALTURA DO EDIFÍCIO	26 + 2	28

Quadro 16 - Definição de altura para o terreno 15

Fonte: Autoria Própria (2014)

TERRENO 16	GUIA AMARELA: 11119059	índice	m ²
AT	ÁREA DO TERRENO	-	1676
EM	EMBASAMENTO	2	3352
TO	TAXA DE OCUPAÇÃO	28,64%	480
PTM	POTENCIAL TOTAL MÁXIMO	7	11732
T	TORRE	-	8380
AE	ALTURA DO EDIFÍCIO	17 + 2	19

Quadro 17 - Definição de altura para o terreno 16

Fonte: Autoria Própria (2014)

TERRENO 18	GUIA AMARELA: 11119059	índice	m ²
AT	ÁREA DO TERRENO	-	2562
EM	EMBASAMENTO	2	5124
TO	TAXA DE OCUPAÇÃO	18,74%	480
PTM	POTENCIAL TOTAL MÁXIMO	7	17934
T	TORRE	-	12810
AE	ALTURA DO EDIFÍCIO	27 + 2	29

Quadro 18 - Definição de altura para o terreno 18

Fonte: Autoria Própria (2014)

TERRENO 20	GUIA AMARELA: 11119059	índice	m ²
AT	ÁREA DO TERRENO	-	1996
EM	EMBASAMENTO	2	3992
TO	TAXA DE OCUPAÇÃO	24,05%	480
PTM	POTENCIAL TOTAL MÁXIMO	7	13972
T	TORRE	-	9980
AE	ALTURA DO EDIFÍCIO	21 + 2	23

Quadro 19 - Definição de altura para o terreno 20

Fonte: Autoria Própria (2014)

TERRENO 22	GUIA AMARELA: 11119059	índice	m ²
AT	ÁREA DO TERRENO	-	3015
EM	EMBASAMENTO	2	6030
TO	TAXA DE OCUPAÇÃO	15,92%	480
PTM	POTENCIAL TOTAL MÁXIMO	7	21105
T	TORRE	-	15075
AE	ALTURA DO EDIFÍCIO	31 + 2	33

Quadro 20 - Definição de altura para o terreno 22

Fonte: Autoria Própria (2014)

TERRENO 26	GUIA AMARELA: 11119059	índice	m ²
AT	ÁREA DO TERRENO	-	1836
EM	EMBASAMENTO	2	3672
TO	TAXA DE OCUPAÇÃO	26,14%	480
PTM	POTENCIAL TOTAL MÁXIMO	7	12852
T	TORRE	-	9180
AE	ALTURA DO EDIFÍCIO	19 + 2	21

Quadro 21 - Definição de altura para o terreno 26

Fonte: Autoria Própria (2014)

TERRENO 29	GUIA AMARELA: 11119059	índice	m ²
AT	ÁREA DO TERRENO	-	2559
EM	EMBASAMENTO	2	5118
TO	TAXA DE OCUPAÇÃO	18,76%	480
PTM	POTENCIAL TOTAL MÁXIMO	7	17913
T	TORRE	-	12795
AE	ALTURA DO EDIFÍCIO	27 + 2	29

Quadro 22 - Definição de altura para o terreno 29

Fonte: Autoria Própria (2014)

TERRENO 31	GUIA AMARELA: 11119059	índice	m ²
AT	ÁREA DO TERRENO	-	1033
EM	EMBASAMENTO	2	2066
TO	TAXA DE OCUPAÇÃO	46,47%	480
PTM	POTENCIAL TOTAL MÁXIMO	7	7231
T	TORRE	-	5165
AE	ALTURA DO EDIFÍCIO	11 + 2	13

Quadro 23 - Definição de altura para o terreno 31

Fonte: Autoria Própria (2014)

TERRENO 32	GUIA AMARELA: 11119059	índice	m ²
AT	ÁREA DO TERRENO	-	3071
EM	EMBASAMENTO	2	6142
TO	TAXA DE OCUPAÇÃO	15,63%	480
PTM	POTENCIAL TOTAL MÁXIMO	7	21497
T	TORRE	-	15355
AE	ALTURA DO EDIFÍCIO	32 + 2	34

Quadro 24 - Definição de altura para o terreno 32

Fonte: Autoria Própria (2014)

TERRENO 33	GUIA AMARELA: 11119059	índice	m ²
AT	ÁREA DO TERRENO	-	4136
EM	EMBASAMENTO	2	8272
TO	TAXA DE OCUPAÇÃO	11,61%	480
PTM	POTENCIAL TOTAL MÁXIMO	7	28952
T	TORRE	-	20680
AE	ALTURA DO EDIFÍCIO	43 + 2	45

Quadro 25 - Definição de altura para o terreno 33

Fonte: Autoria Própria (2014)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos levantamentos de dados dos três períodos foi possível simular a volumetria do cenário atual e futuro e obter resultados por meio dos *softwares* Sketchup Pro, Auto CAD e Ecotect.

5.1 ANÁLISE DO SOMBRAMENTO SEGUNDO O SOFTWARE SKETCHUP

Na Figura 54 estão representados em azul todos os edifícios construídos no período 1 (2004) com suas respectivas formas, alturas e dimensionamentos específicos. As praças General Osório, Rui Barbosa e Oswaldo Cruz aparecem com imagens aéreas.



Figura 54 - Simulação Edifícios Período 1
Fonte: Autoria Própria (2014)

Na Figura 55 estão representados em azul os edifícios do período 1 e em vermelho os edifícios construídos no período 2 (2014). É possível verificar que a massa construída do período 1 é mais adensada do que o período 2, mas menos verticalizada, pois os edifícios mais novos utilizaram tecnologias mais avançadas que permitiram a construção de um número maior de pavimentos.

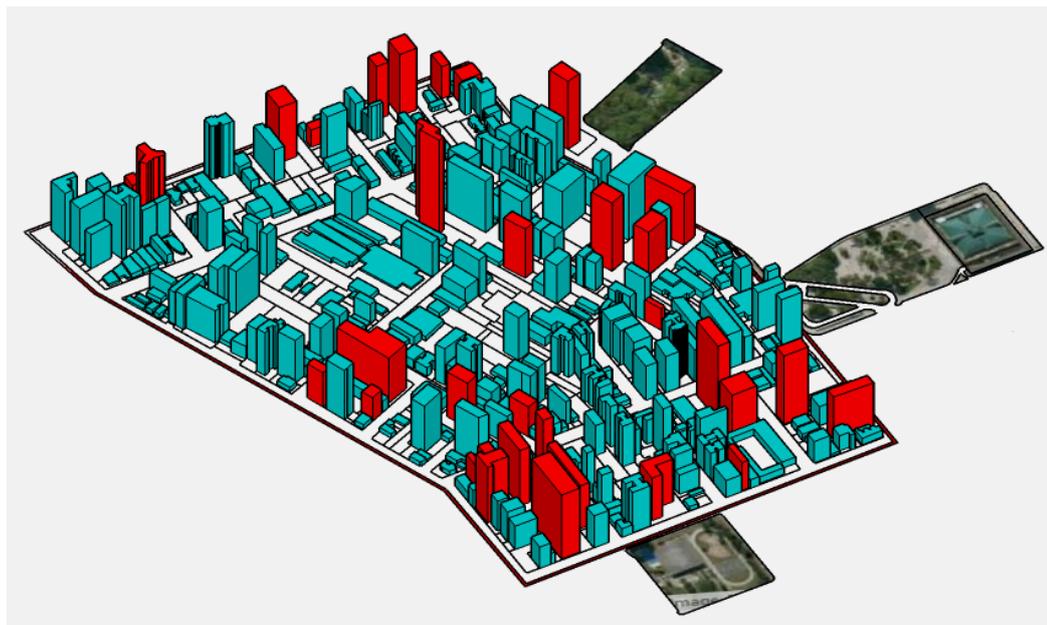


Figura 55 - Simulação Edifícios Período 2
Fonte: Autoria Própria (2014)

Na Figura 56 estão representados em azul os edifícios do período 1, em vermelho do período 2 e em amarelo a projeção da massa a ser construída no período 3 (2024) a qual apresenta a menor quantidade de prédios. Isso porque os lotes potenciais para construção de edifícios de grande porte são poucos, uma vez que este recorte já está muito adensado e praticamente saturado.

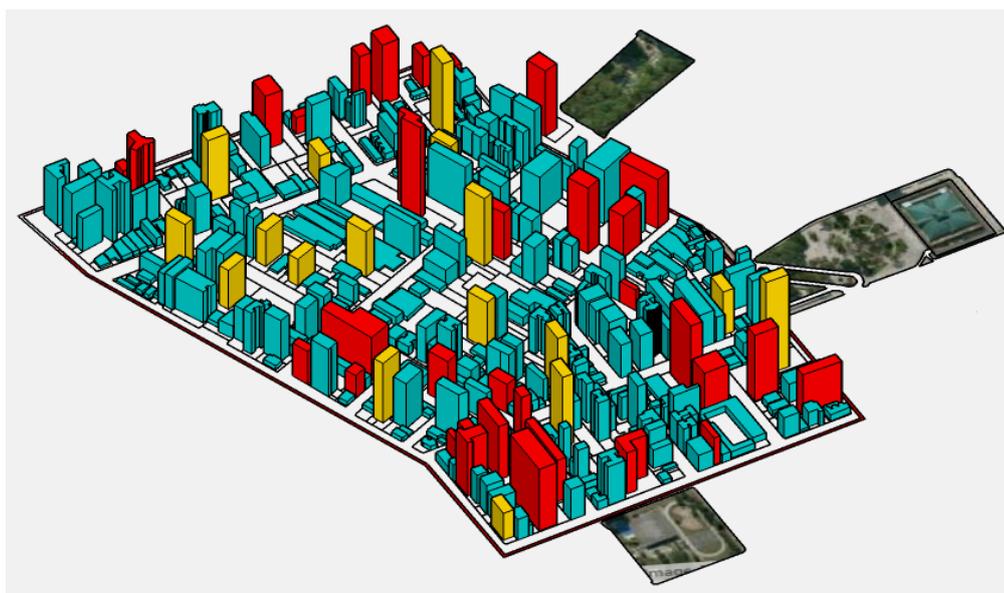


Figura 56 - Simulação Edifícios Período 3
Fonte: Autoria Própria

Ainda no *software* Sketchup foram projetadas as sombras no solstício de inverno (dia em que o sol atinge a maior distância angular em relação ao plano que passa pela Linha do Equador, sendo assim o dia mais curto e a noite mais longa), 21 de Junho e, no solstício de verão (dia mais longo) definido no dia 21 de Dezembro. As sombras foram simuladas em três períodos: às 9:00 da manhã, quando as sombras são projetadas para oeste visto que o sol nasce no leste; ao meio dia quando o sol está a pino e as sombras se tornam bem reduzidas e, ao entardecer. No inverno o último horário de sol é às 17:00 e no verão é às 18:00. Após a simulação das sombras foi necessário exportar imagens em cada situação para o cálculo das áreas sombreadas em cada período e em cada horário no *software* Auto CAD.

5.2 ANÁLISE DO SOMBRAMENTO SEGUNDO O SOFTWARE AUTO CAD

No Auto CAD foram criados polígonos hachurados no entorno das sombras nas áreas públicas (ruas, praças, calçadas) e na área fora do recorte de estudo. Com o auxílio da ferramenta “LIST” do Auto CAD foi possível obter as informações de área e perímetro relativas de cada polígono como mostra a Figura 57.

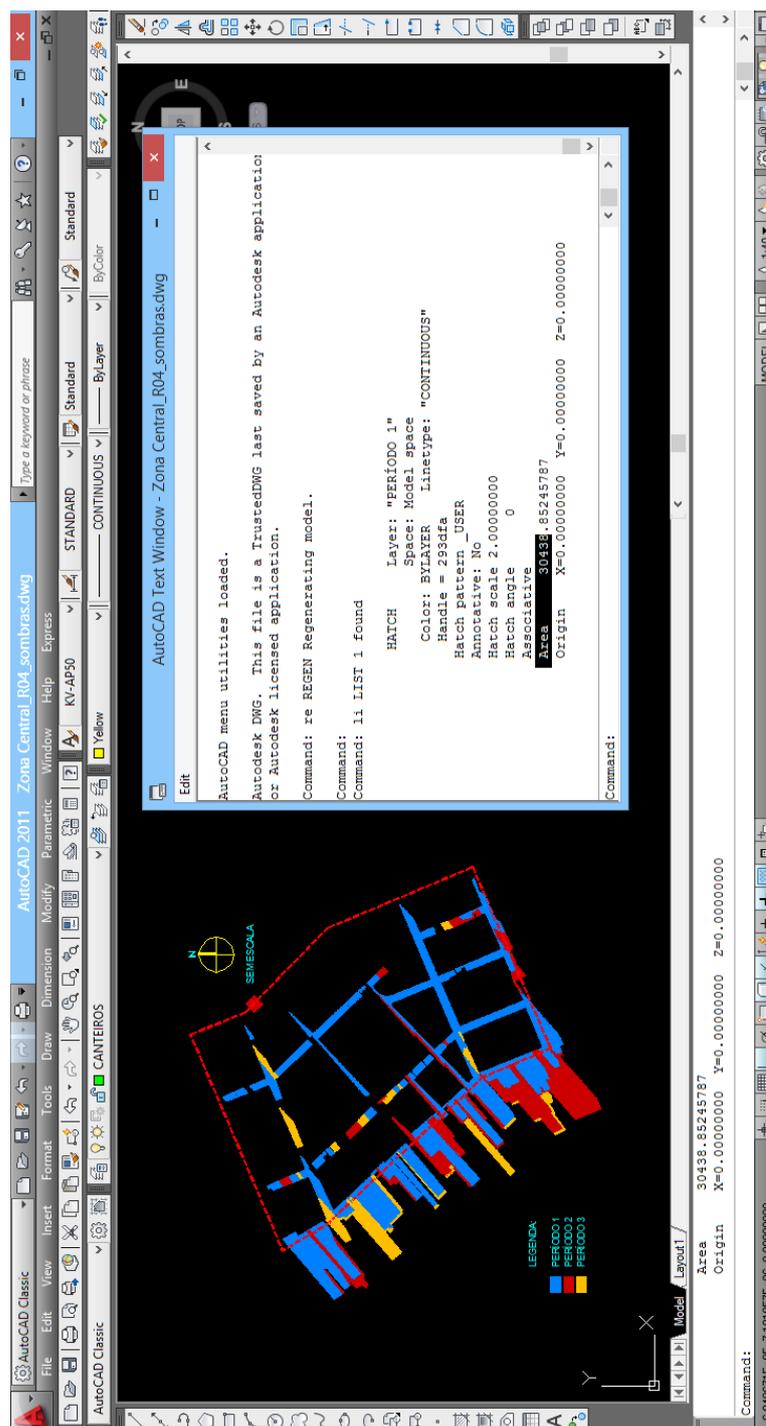
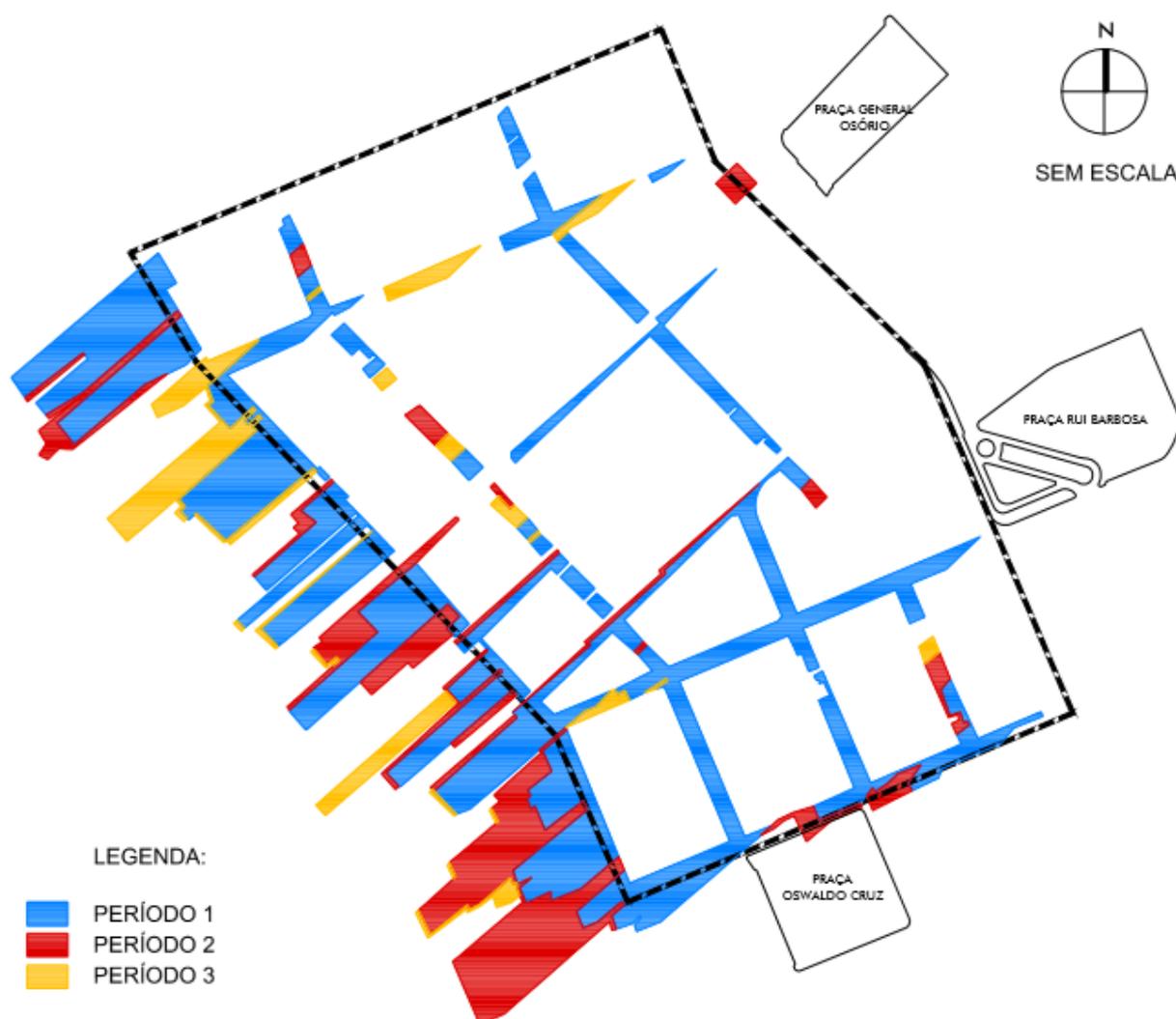


Figura 57 - Cálculo das áreas de sombra no software Auto CAD
Fonte: A autoria Própria (2014)

As hachuras desenhadas estão com as mesmas cores utilizadas na simulação 3D: azul para período 1, vermelho para período 2 e amarelo para período 3.

Conforme o Mapa 12, que representa as sombras no inverno às 9:00, todas as praças estão recebendo sol, mas a maioria das ruas dentro do recorte já

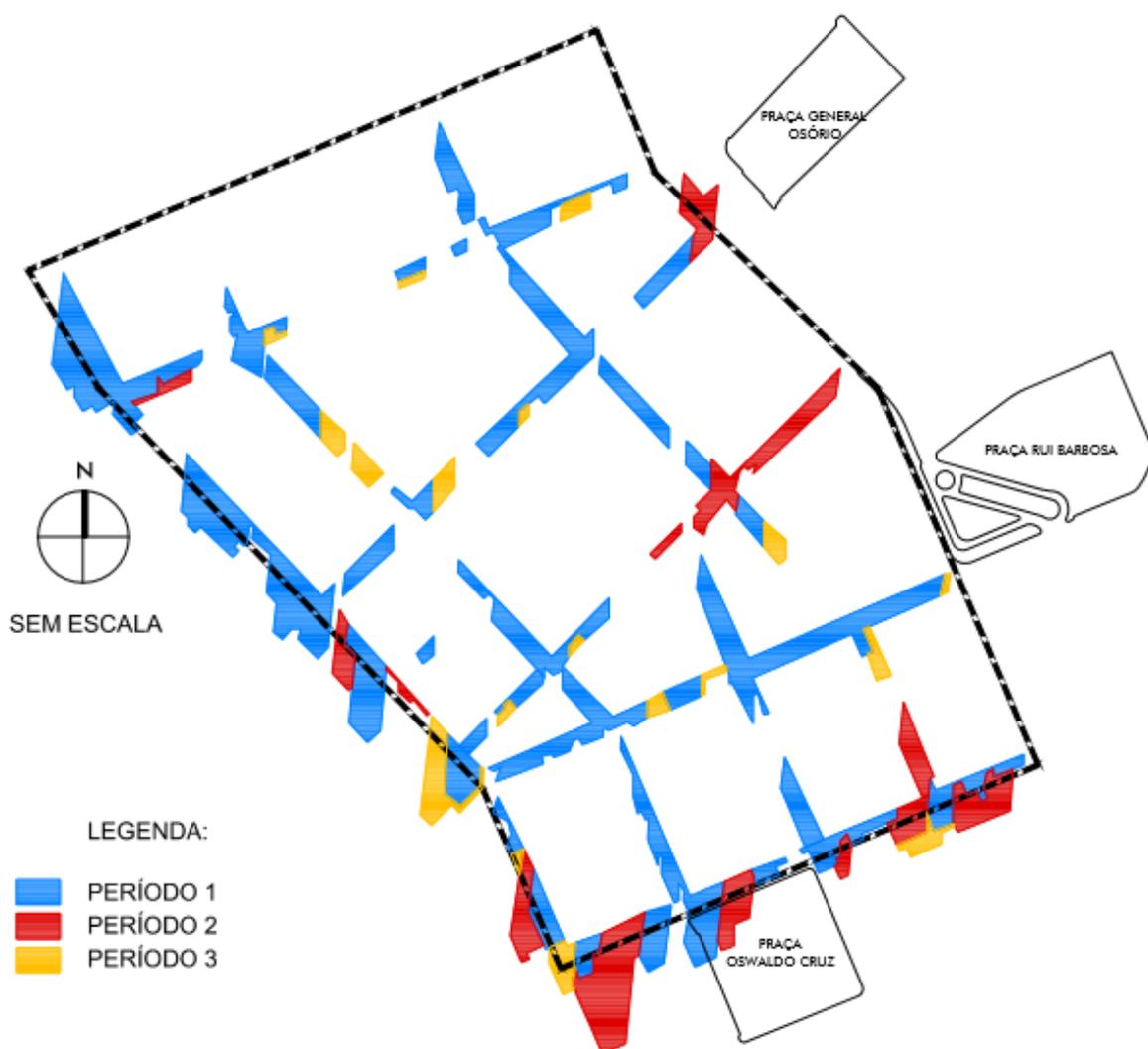
encontram-se sombreadas desde o período 1 (azul). A sobreposição do período 2 (vermelho) e o período 3 (amarelo) apresenta pouco impacto dentro do limite de estudo, mas ao sul, fora do recorte, há uma porção mais representativa de áreas sombreadas do período 2.



Mapa 12 - Sombras dos três períodos durante o inverno às 9:00
Fonte: Autoria Própria (2014)

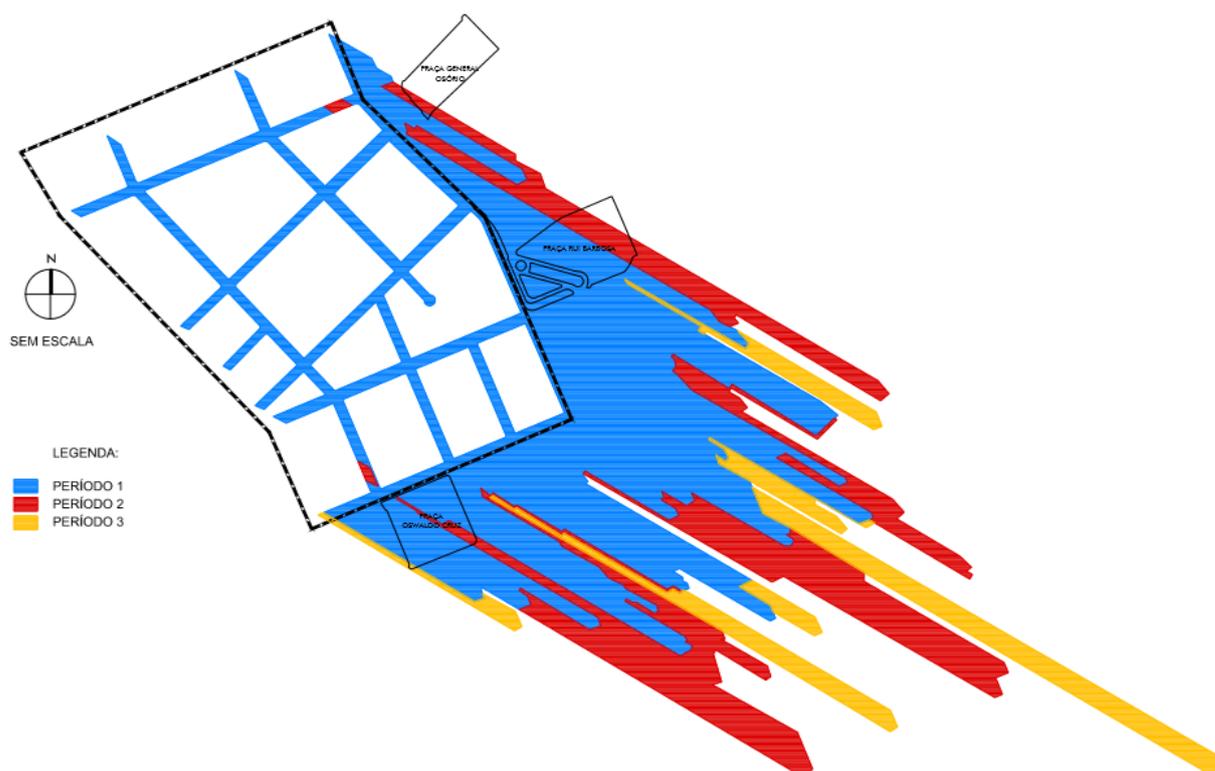
O Mapa 13, que representa as sombras de inverno às 12:00, mostra áreas bem reduzidas em relação ao mapa anterior, pois este é o horário que o sol está mais alto e produz menos sombras no solo. A praça Oswaldo Cruz recebe um pouco de sombra na porção norte, mas todas as outras continuam recebendo 100% de sol.

Por mais que o impacto de sombreamento seja menor do que o período da manhã, as ruas e calçadas dentro do recorte continuam sombreadas.



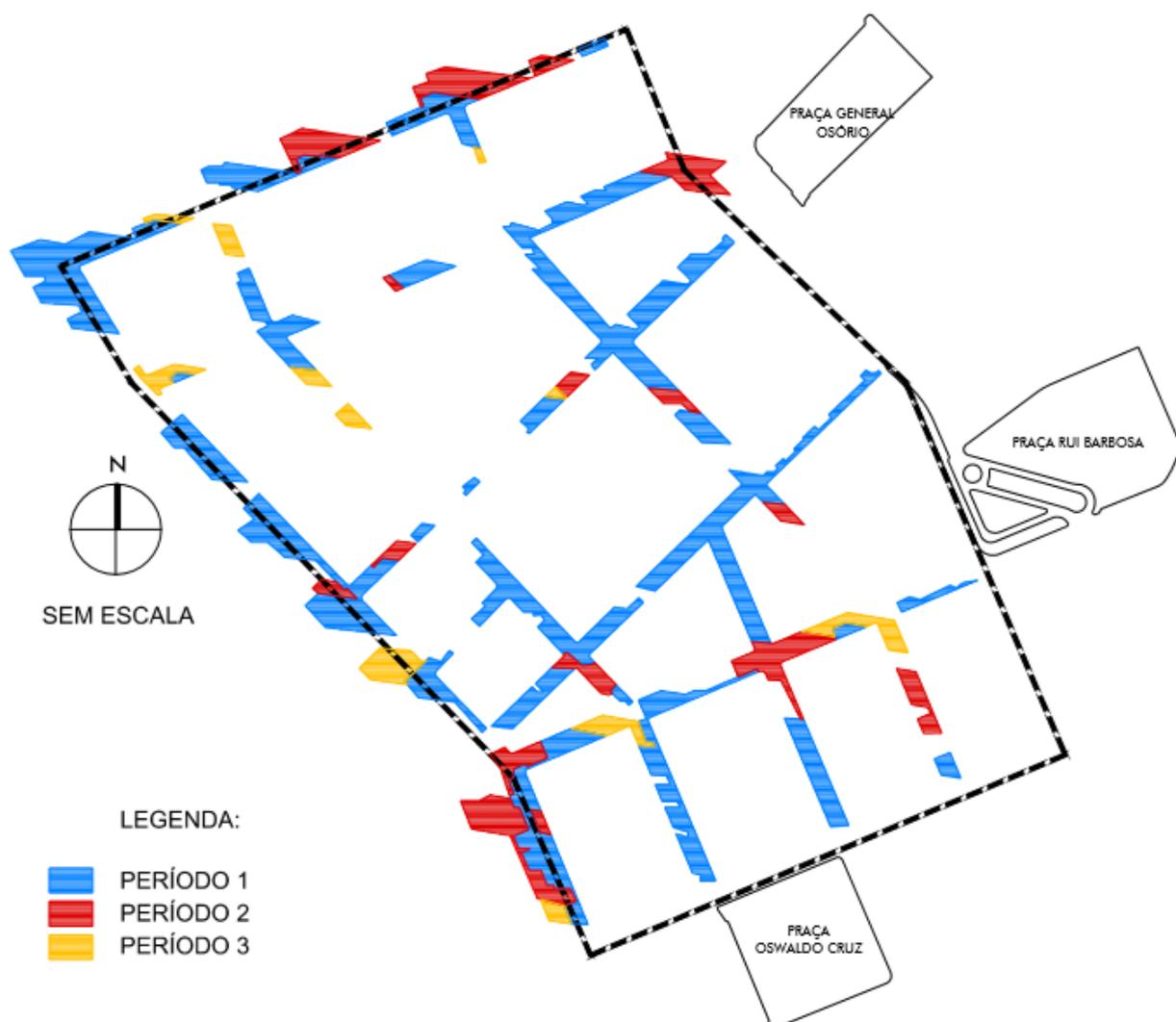
Mapa 13 - Sombras dos três períodos durante o inverno às 12:00
Fonte: Autoria Própria (2014)

O Mapa 14, que representa as sombras de inverno às 17:00, apresenta o maior impacto de sombreamento fora da área de recorte e atinge completamente a praça Rui Barbosa e a Praça Oswaldo Cruz. A sobreposição das hachuras do período 2 e 3 também demonstram uma grande diferença em relação ao período 1, mas as ruas dentro da área de estudo já estavam totalmente sombreadas desde a primeira simulação.



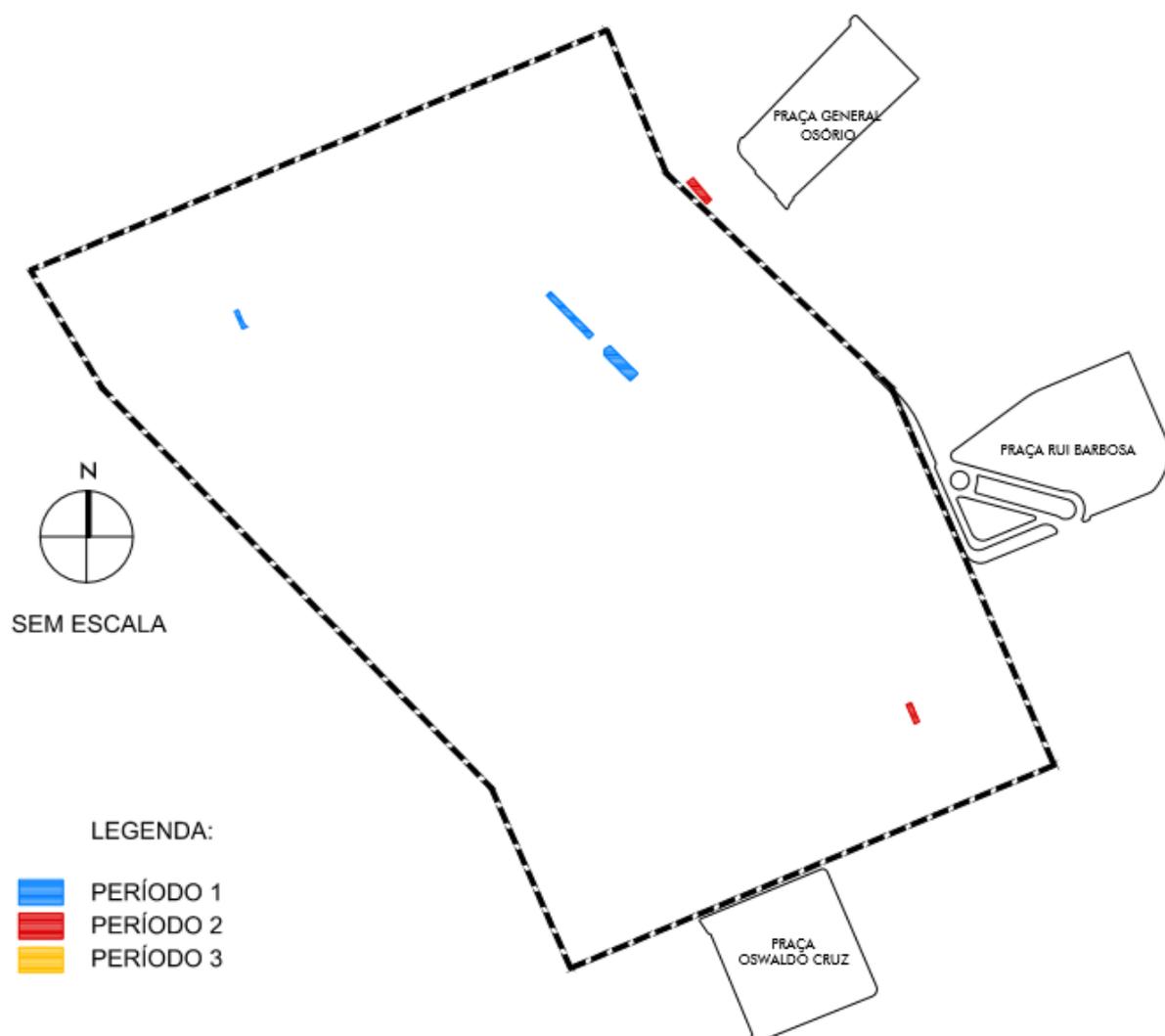
Mapa 14 - Sombra dos três períodos durante o inverno às 17:00
Fonte: Autoria Própria (2014)

O Mapa 15, que representa as sombras de verão às 09:00, apresenta poucas áreas sombreadas tanto dentro do recorte como fora e as três praças com 100% de acesso ao sol. O impacto dos três períodos são proporcionais as suas massas construídas, sendo o primeiro o que mais se destaca.



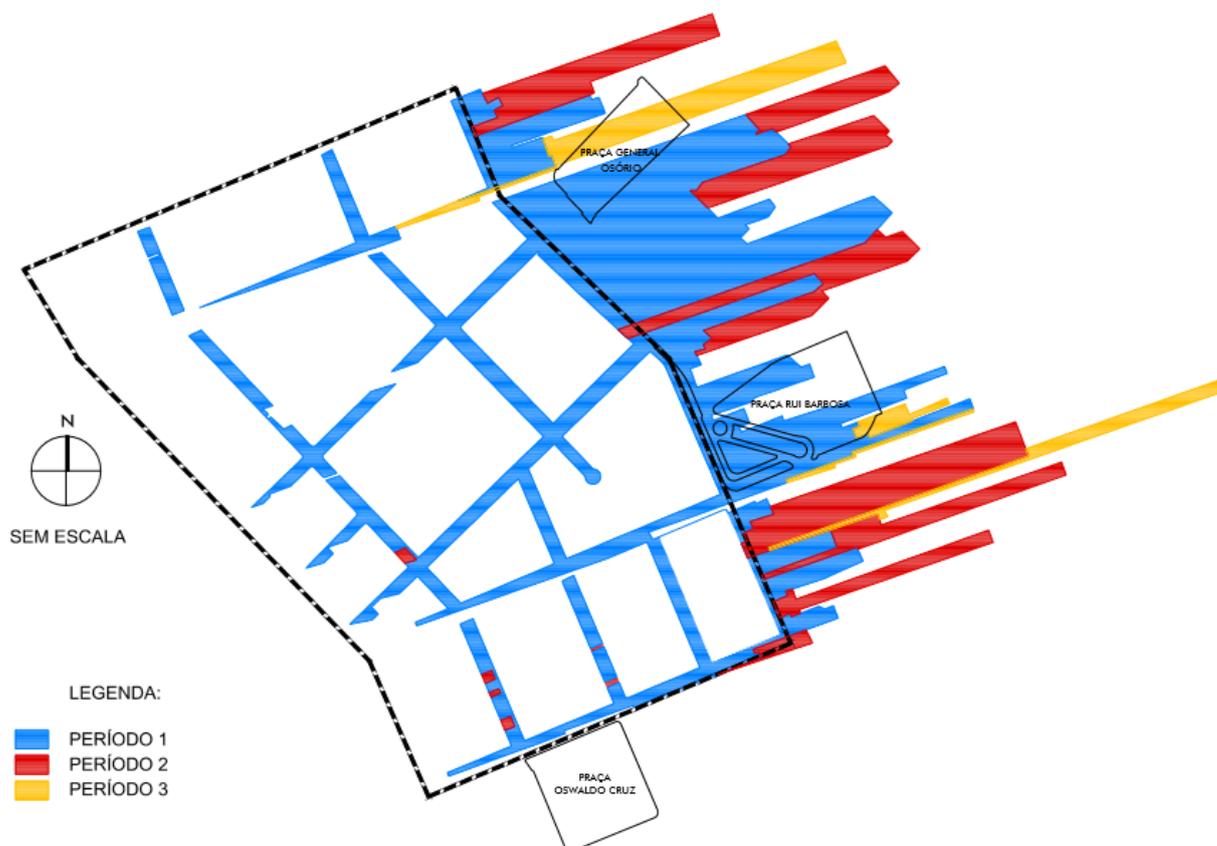
Mapa 15 - Sombras dos três períodos durante o verão às 9:00
Fonte: Autoria Própria (2014)

O Mapa 16, que representa as sombras de verão às 12:00, tem praticamente 100% da área de estudo com acesso ao sol e nenhuma praça está sombreada. O período 3 não apresentou nenhuma área de impacto relativo ao sombreamento de seus edifícios.



Mapa 16 - Sombra dos três períodos durante o verão às 12:00
Fonte: Autoria Própria (2014)

O Mapa 17, que representa as sombras de verão às 18:00, apresenta o maior impacto de sombreamento na estação do verão, mas suas áreas são bem inferiores as encontradas no mesmo horário durante o inverno. Aqui as praças General Osório e Rui Barbosa estão completamente sombreadas, mas nenhum período chegou a atingir a praça Oswaldo Cruz. Os três períodos apresentam grande participação no impacto de sombreamento, mas o terceiro é o que atinge maiores distâncias.



Mapa 17 - Sombra dos três períodos durante o verão às 18:00
Fonte: Autoria Própria (2014)

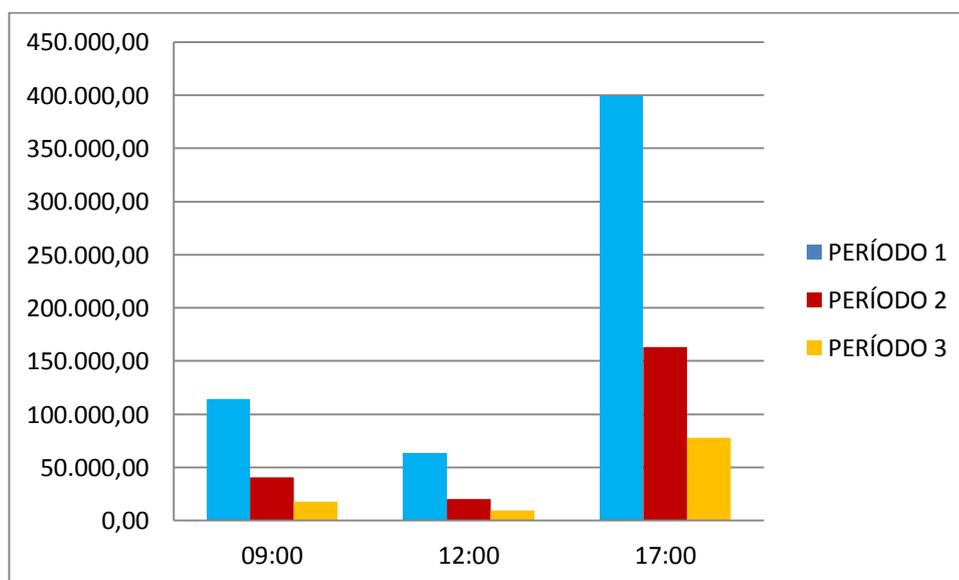
Posteriormente, foram organizadas as áreas sombreadas calculadas com o auxílio do *software* Auto CAD em tabelas no Excel para análise quantitativa do impacto gerado pelo recorte de estudo na Zona Central.

Segundo a Tabela 13, o Gráfico 13 e o Gráfico 14, o período 1, no inverno, apresenta a maior área de impacto com aproximadamente 400 mil metros quadrados, ou seja, um Parque Tingui ou 36 campos de futebol oficial completamente sombreado às 17:00. Por outro lado, o período 3 apresentou apenas 77 mil metros quadrados sombreados, equivalente a área do Passeio Público em Curitiba ou 7 campos de futebol. Em 2024, quando todos os edifícios dos três períodos estiverem construídos, haverá uma área de 640 mil metros quadrados sombreada, praticamente a metade do Parque Barigui ou 58 campos de futebol.

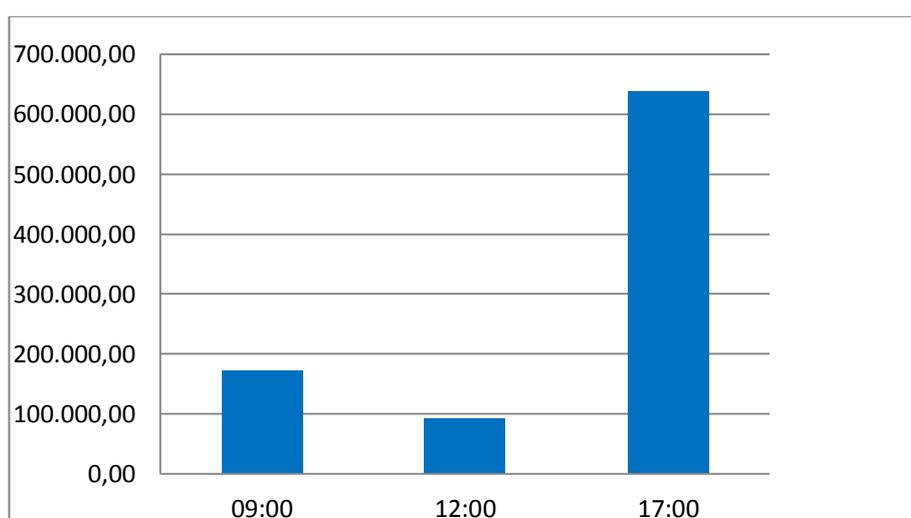
Tabela 13 - Área das sombras em cada período durante o inverno

ÁREA (m ²) DE SOMBREAMENTO NOS ESPAÇOS PÚBLICOS			
INVERNO	09:00	12:00	17:00
PERÍODO 1	114.057,00	63.527,00	398.223,00
PERÍODO 2	40.363,00	20.481,00	162.904,00
PERÍODO 3	18.072,00	9.234,00	77.717,00
TOTAL	172.492,00	93.242,00	638.844,00

Fonte: Autoria Própria (2014)

**Gráfico 13 - Análise das áreas das sombras durante o inverno**

Fonte: Autoria Própria (2014)

**Gráfico 14 - Análise do total das áreas de sombras durante o inverno**

Fonte: Autoria Própria (2014)

Para o período de verão, segundo a Tabela 14, o Gráfico 15 e o Gráfico 16, a sombra dos três períodos somados no horário de maior impacto (17:00) atinge até 295 mil metros quadrados de área (27 campos de futebol), ou seja, o pior cenário nesta estação não se aproxima nem da área atingida durante apenas o período 1 no inverno.

Tabela 14 - Área das sombras em cada período durante o verão

ÁREA (m ²) DE SOMBREAMENTO NOS ESPAÇOS PÚBLICOS			
VERÃO	09:00	12:00	17:00
PERÍODO 1	54.451,00	799,00	197.746,00
PERÍODO 2	16.702,00	294,00	75.079,00
PERÍODO 3	6.688,00	-	22.953,00
TOTAL	77.841,00	1.093,00	295.778,00

Fonte: Aatoria Própria (2014)

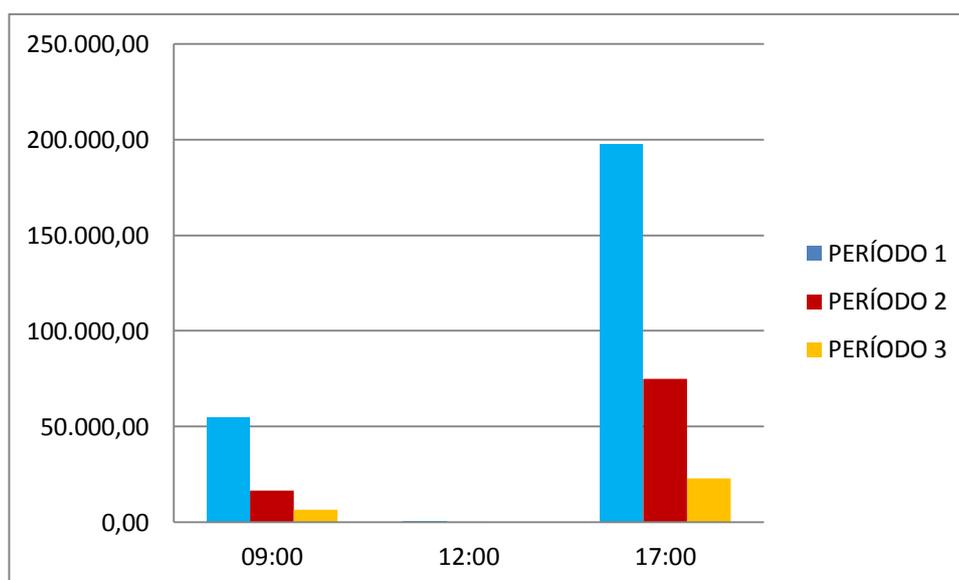


Gráfico 15 - Análise das áreas das sombras durante o verão
Fonte: Aatoria Própria (2014)

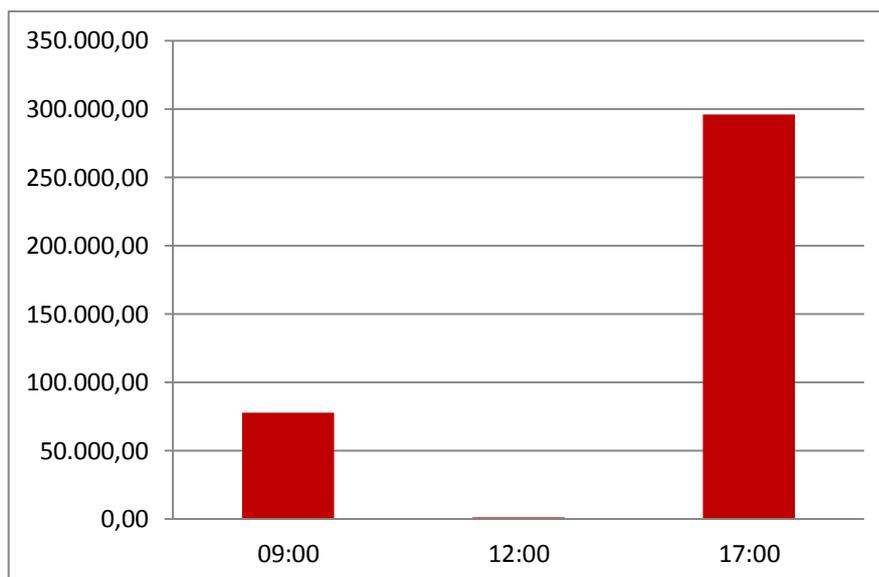


Gráfico 16 - Análise do total das áreas de sombras durante o verão
Fonte: Aatoria Própria (2014)

Fazendo uma análise comparativa por meio do Gráfico 17, Gráfico 18, Gráfico 19 e Gráfico 20, a projeção de sombra gerada pelos edifícios durante o inverno sempre alcança maiores distâncias, pois o sol do inverno apresenta alturas mais baixas do que no verão. Dessa forma o desconforto térmico nas ruas e calçadas é potencializado pela falta de exposição ao sol.

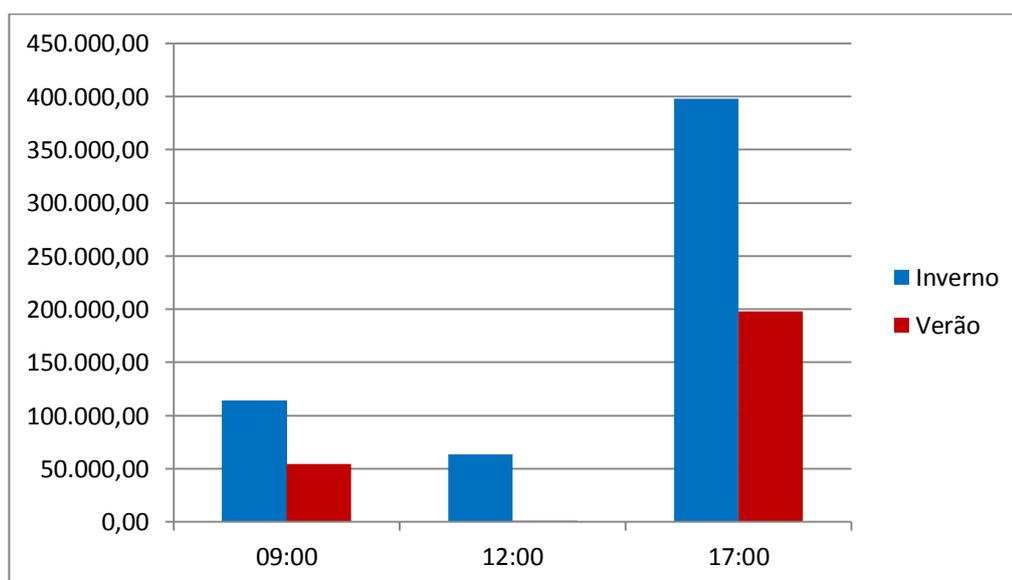


Gráfico 17 - Total das áreas sombreadas no inverno e no verão no Período 1
Fonte: Aatoria Própria (2014)

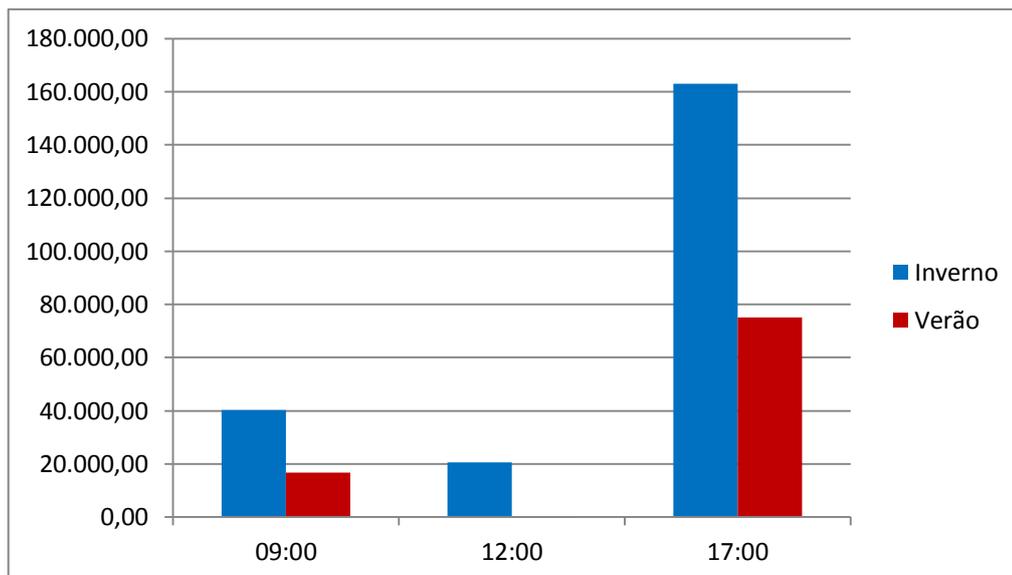


Gráfico 18 - Total das áreas sombreadas no inverno e no verão no Período 2
Fonte: Autoria Própria

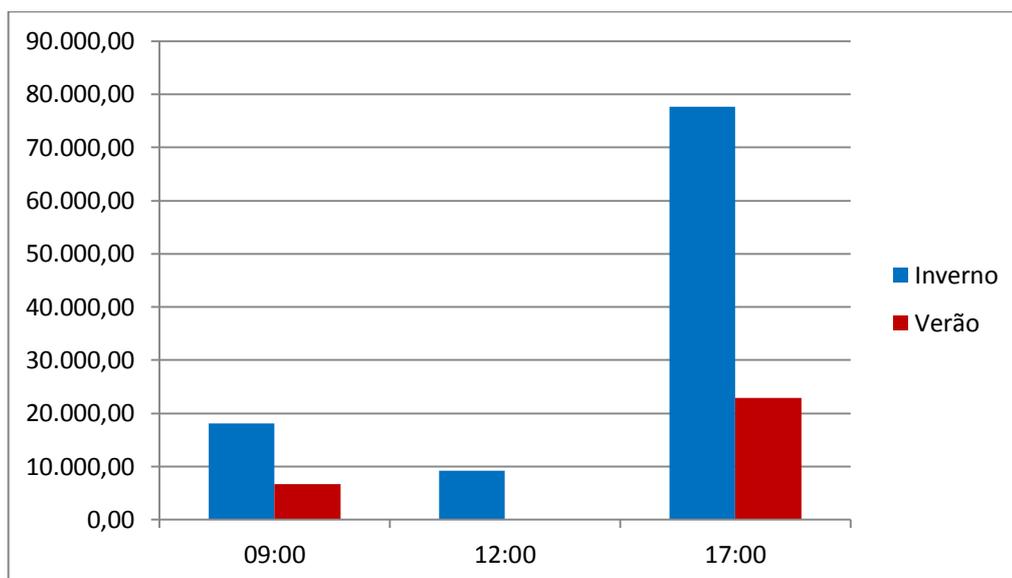


Gráfico 19 - Total das áreas sombreadas no inverno e no verão no Período 3
Fonte: Autoria Própria

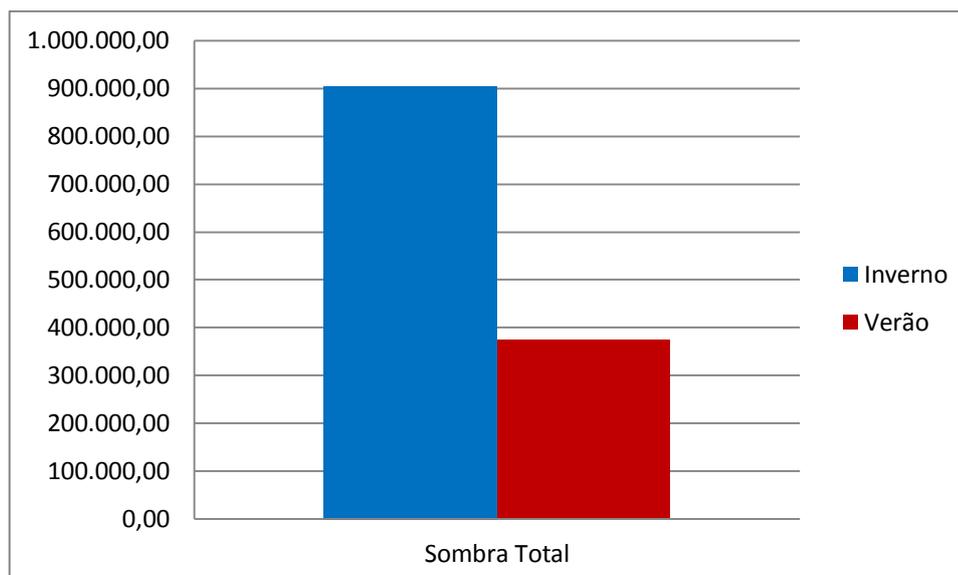


Gráfico 20 - Total das áreas sombreadas no inverno e no verão nos 3 períodos
Fonte: Autoria Própria

Analisando o gráfico acima, as sombras totais do inverno chegam até 900.000m² de área enquanto as sombras no verão atingem menos de 400.000m². Enquanto busca-se a maior área de exposição ao sol nos dias mais frios para aquecimento e maior conforto térmico e no verão áreas sombreadas, os resultados apresentados definem informações contraditórias as necessidades do ser humano em Curitiba.

5.3 ANÁLISE DO SOMBREAMENTO SEGUNDO O SOFTWARE ECOTECT

Com o objetivo de analisar a influência direta que edifícios altos exercem no seu entorno imediato foram desenvolvidas simulações computacionais no *software* Ecotect nos solstícios de inverno e de verão. No primeiro período foram analisados apenas os horários da tarde, visto ser o intervalo mais relevante para aquecimento dos ambientes internos garantindo o conforto térmico para a noite. No segundo período, as simulações foram feitas nos horários da manhã, pois representam o sol mais saudável e temperaturas a níveis confortáveis. A tarde, durante o verão, é interessante que haja áreas sombreadas para evitar o uso de equipamentos de ar condicionado que despendem grandes gastos energéticos.

Como amostra de estudo para a Zona Central foi escolhido o edifício Universe como gerador de sombra e os quatro edifícios mais próximos a ele como sendo os objetos a serem analisados. Destes, dois são de uso comercial e dois de uso residencial com o intuito de avaliar as diferenças entre cada tipologia, de acordo com Figura 58.



Figura 58 - Edifícios que sofrem influência da sombra gerada pelo Universe
Fonte: Autoria Própria

A Figura 58 mostra a planta do recorte de pesquisa com os lotes que contêm os edifícios a serem estudados. A sombra no solstício de verão entre 9:00 e 11:00 (a) atinge o lote 1 (edifício comercial de 18 andares) e o lote 2 (condomínio residencial de duas torres com 4 pavimentos). As sombras de solstício de inverno entre 15:00 e 16:00 (b) e às 17:00 (c) atingem o lote 3 (edifício comercial com 27 andares) e o lote 4 (prédio residencial com 28 andares) respectivamente.

Nas simulações volumétricas a seguir é possível perceber como a implantação do Universe interfere nos edifícios ao redor em termos de quantidade

de luz solar direta que estes recebiam e que agora deixaram de receber, de acordo com as Figura 59 e 60.

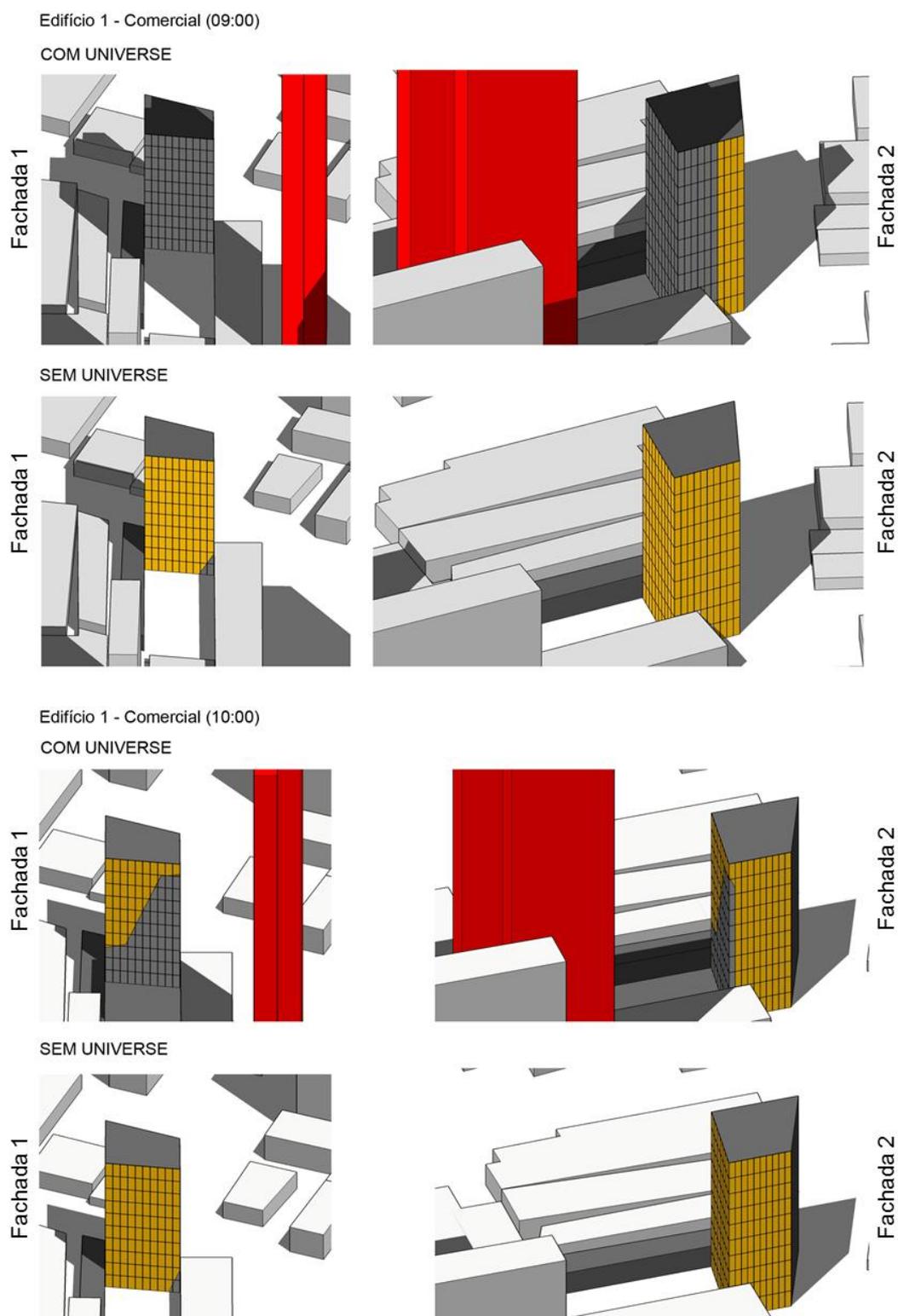


Figura 59 - Simulação solstício de verão - Ed. comercial (9:00 – 10:00)
Fonte: Ecotect – Autoria Própria

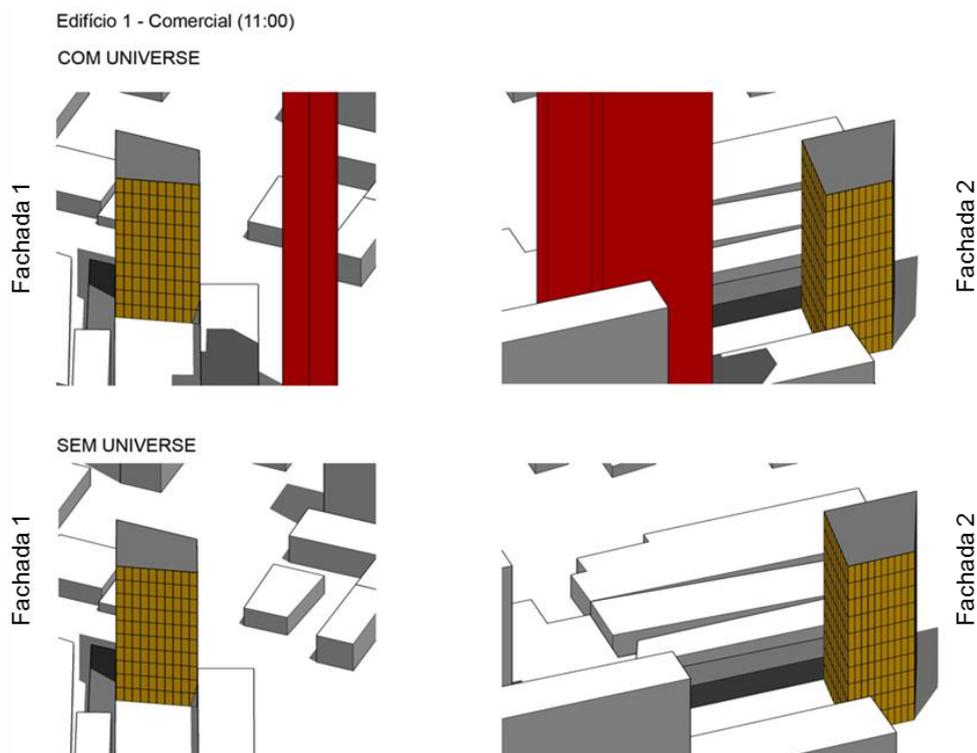


Figura 60 - Simulação solstício de verão - Ed. comercial (11:00)
Fonte: Ecotect – Autoria Própria

Nas figuras anteriores os quadrados em amarelo representam a porção da fachada que recebe luz solar direta e os quadrados cinzas o que estão sombreados. Para quantificar a diferença entre a área que sofreu influência antes e depois da inserção do Universe foi elaborada a Tabela 15.

Tabela 15 - Resultados simulação solstício de verão - Ed. comercial

Latitude: -25.5°	Dia: 21 Dezembro	Edifício: 01		
Longitude: -49.2°	Sol nasce: 05:26	Tipologia: Comercial		
Zona: -3.0hrs	Sol se põe: 19:02	Fachada: 01		
Dados Gerais			Sombreamento	
Horário	Azimute	Altitude	Com Universe	Sem Universe
09:00	98.2°	45.9°	100%	2%
10:00	93.5°	59.4°	60%	2%
11:00	87.2°	72.9°	1,5%	1,5%
Latitude: -25.5°	Dia: 21 Dezembro	Edifício: 01		
Longitude: -49.2°	Sol nasce: 05:26	Tipologia: Comercial		
Zona: -3.0hrs	Sol se põe: 19:02	Fachada: 02		
Dados Gerais			Sombreamento	
Horário	Azimute	Altitude	Com Universe	Sem Universe
09:00	98.2°	45.9°	60%	10%
10:00	93.5°	59.4°	15,5%	9%
11:00	87.2°	72.9°	8%	8%

Fonte: Autoria Própria

Na Tabela 15 é possível encontrar o dia e horário de cada simulação. Para às 9:00 da fachada 1, por exemplo, há uma diferença de 98% de área sombreada com a construção do Universe. Para o horário das 10:00 esse valor reduz para 58%, e às 11:00 já não há mais impactos, pois a posição do sol reduz o comprimento da sombra. Para a fachada 2 às 9:00 existe uma diferença de 50% de área sombreada e às 10:00 6,5%.

A mesma sombra durante o solstício de verão também atinge outro edifício, identificado na planta como 2 e sendo residencial. Ver as simulações na Figura 61.

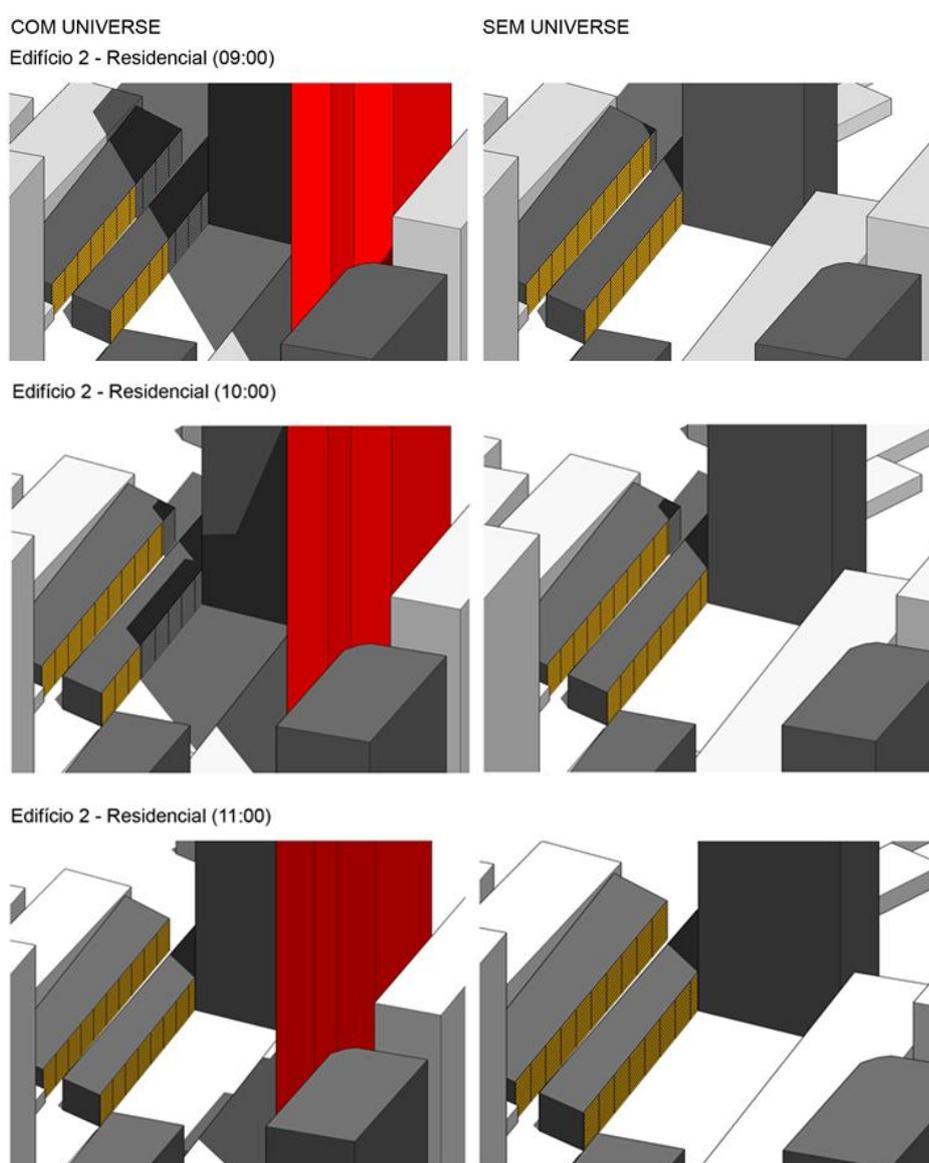


Figura 61 - Simulação solstício de verão - Ed. residencial
Fonte: Ecotect – Autoria Própria

O empreendimento na Figura 61 acima está disposto em dois blocos, sendo o da direita nomeado como fachada 1 e o da esquerda como fachada 2 na Tabela 16.

Tabela 16 - Resultados simulações solstício de verão - Ed. residencial

Latitude: -25.5°	Dia: 21 Dezembro	Edifício: 02			
Longitude: -49.2°	Sol nasce: 05:26	Tipologia: Residencial			
Zona: -3.0hrs	Sol se põe: 19:02	Fachada: 01			
Dados Gerais			Sombreamento		
Horário	Azimute	Altitude	Com Universe	Sem Universe	
09:00	98.2°	45.9°	50,5%	20,5%	
10:00	93.5°	59.4°	70,5%	20,5%	
11:00	87.2°	72.9°	70,5%	1,5%	
12:00	59.6°	86.1°	Sol a pino	Sol a pino	
Latitude: -25.5°	Dia: 21 Dezembro	Edifício: 02			
Longitude: -49.2°	Sol nasce: 05:26	Tipologia: Residencial			
Zona: -3.0hrs	Sol se põe: 19:02	Fachada: 02			
Dados Gerais			Sombreamento		
Horário	Azimute	Altitude	Com Universe	Sem Universe	
09:00	98.2°	45.9°	30,5%	0,5%	
10:00	93.5°	59.4°	10%	10%	
11:00	87.2°	72.9°	0%	0%	
12:00	59.6°	86.1°	Sol a pino	Sol a pino	

Fonte: Autoria própria

Na Tabela 16, os resultados mostram uma variação menor do que a encontrada na Tabela 15. Isso ocorre, pois esse edifício é formado por poucos pavimentos e uma parte do sombreamento é gerado por outros empreendimentos ao seu redor. De qualquer forma, a fachada 1 e 2, às 9:00, apresentam individualmente 30% a mais de sombreamento com o Universe. Para o horário das 10:00, a fachada 1 terá 50% de acréscimo de sombra enquanto que a fachada 2 não sofrerá influência.

Por fim, a sombra gerada no solstício de inverno entre 15:00 e 16:00 alcança o edifício 3 (comercial) e às 17:00 o edifício 4 (residencial), de acordo com a Figura 62.

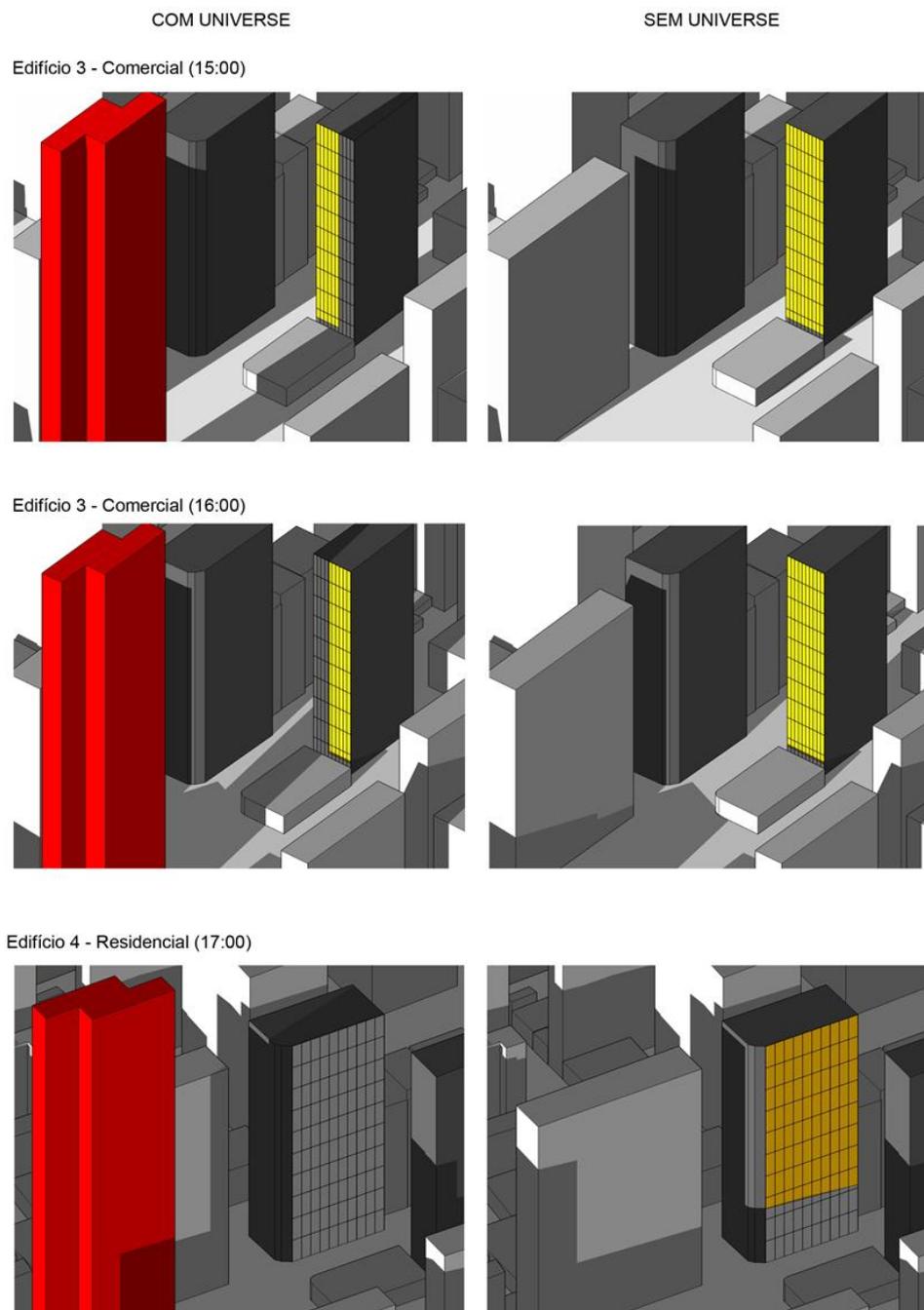


Figura 62 - Simulação solstício de inverno - Ed. comercial e residencial
Fonte: Ecotect – Autoria própria

Como é possível perceber na imagem anterior, o edifício comercial analisado sofre profundamente com a construção do edifício Universe. Entre 15:00 e 16:00 da tarde toda a sua fachada receberá sombra variando alguns trechos conforme a movimentação da mesma. Para o edifício residencial o horário das 17:00 também gera grande influência na fachada analisada. Ver Tabela 17.

Tabela 17 - Resultado simulação solstício inverno

Latitude: -25.5°	Dia: 21 Junho	Edifício: 03		
Longitude: -49.2°	Sol nasce: 07:06	Tipologia: Comercial		
Zona: -3.0hrs	Sol se põe: 17:30	Fachada: 01		
Dados Gerais			Sombreamento	
Horário	Azimute	Altitude	Com Universe	Sem Universe
15:00	-42.0°	27.3°	43%	5%
16:00	-52.3°	17.4°	43%	5%
Latitude: -25.5°	Dia: 21 Junho	Edifício: 04		
Longitude: -49.2°	Sol nasce: 07:06	Tipologia: Residencial		
Zona: -3.0hrs	Sol se põe: 17:30	Fachada: 01		
Dados Gerais			Sombreamento	
Horário	Azimute	Altitude	Com Universe	Sem Universe
17:00	-60.4°	6.1°	100%	24%
18:00	59.6°	86.1°	Noite	Noite

Fonte: Autoria própria

A Tabela 17 mostra como as fachadas analisadas se comportam. Para o edifício 3, enquanto a metade longitudinal direita recebe sol a esquerda está sombreada e com o passar de duas horas a situação se inverte. Neste intervalo toda a fachada norte, teoricamente a que receberia mais sol, terá 76% de área sombreada. Caso o Universe tivesse respeitado o skyline do seu entorno sua influência seria proporcionalmente menor. Para a fachada oeste do edifício 4, o mesmo dado é encontrado, 76% de sua área será sombreada às 17:00.

5.4 DISCUSSÃO GERAL

O sol do inverno caracteriza-se por uma trajetória angular mais baixa do que o sol de verão. Isso comprova o fato das sombras durante o mês de junho apresentarem maior alcance horizontal e maior área computada. Enquanto os três períodos acumulados no verão totalizam 295.778 m² de área sombreada, o inverno atinge 638.844 m². Na primeira etapa das simulações, foi analisado o impacto de sombreamento apenas nas áreas públicas (praças, ruas e calçadas) e pode-se verificar que o período 1 (2004), sempre definiu as maiores porções sombreadas, visto que a massa edificada é muito mais adensada do que em outros períodos. No horário de pôr do sol no inverno, 17:00, as sombras sempre apresentam o maior

impacto e conseqüentemente o momento do dia de mais desconforto, considerando que o calor do sol já diminuiu consideravelmente e as temperaturas também.

As áreas sombreadas somando todos os períodos expõem claramente o problema gerado no inverno, justamente quando se deve ter a maior insolação possível para aquecimento e redução de energia elétrica e no verão, pela necessidade de espaços sombreados.

As praças General Osório, Rui Barbosa e Oswaldo Cruz, que possuem massas de vegetação de grande porte, receberão sol das 9:00 da manhã até metade da tarde garantindo o crescimento e vitalidade dessas espécies. Esses espaços, frequentados principalmente no período diurno, serão agradáveis e convidativos do ponto de vista de acesso ao sol. Apenas no final da tarde estarão sombreados, não representando um grande problema.

As ruas e calçadas dentro do recorte estarão quase sempre sombreadas na sua totalidade. Apenas no verão ao meio dia, quando o sol atinge sua máxima altura é que muito pouco será sombreamento. Contudo, torna-se questionável a qualidade de permanência nesses espaços considerando as altas temperaturas em Dezembro.

Conclui-se que as áreas de grande acumulação de pessoas (as praças) estão posicionadas adequadamente em relação ao recorte de estudo recebendo sol durante 7 horas aproximadamente. Apenas as áreas entre as quadras é que ficam prejudicadas. Esses espaços são utilizados pelas pessoas apenas como trajeto para circulação sem serem convidativas a permanência. Além disso, pouco se explora em termos de qualidade espacial e urbana entre o edifício e a cidade no nível do térreo. Apenas o Edifício Universe e o Edifício Pestana é que liberam área em seus terrenos para o convite do pedestre caminhar e usufruir do seu espaço semi-público.

Em contrapartida, na segunda etapa das simulações geradas, a projeção da sombra do empreendimento Universe comprovou a grande influência nos edifícios mais próximos a ele. Em todas as fachadas estudadas observou-se alguma diferença nos índices de sombreamento com e sem o edifício gerador de sombra variando de 30% a 98% de incremento de áreas que não receberiam mais a luz solar direta.

6 CONCLUSÃO

Como visto no primeiro capítulo, o crescimento e o adensamento urbano são inevitáveis e vêm causando diversas alterações ao meio natural e à qualidade ambiental das cidades. A verticalização das construções e o impacto gerado por elas, foco da dissertação, comprometem a sustentabilidade do tecido urbano e exigem novos processos de adaptação e transformação dos espaços.

No Brasil, o mercado imobiliário buscou nas últimas décadas melhorar a relação econômica de suas ações. As áreas centrais com alta valorização urbanística, graças à infraestrutura de ruas, calçadas, comércio, praças exigiam uma ocupação condizente para justificar tal investimento do poder público. Contudo, a busca para suprir essas demandas gerou cidades pouco sustentáveis do ponto de vista de conforto térmico e insolação, pois enquanto as leis estimulavam a densificação do solo, ao mesmo tempo retiravam de algum atributo urbanístico as qualidades mínimas passíveis de utilização para o usuário.

Deve-se compreender, contudo, que a urbanização em si não é um problema, e sim a forma como as cidades estão sendo construídas e ocupadas. A verticalização das construções considerando apenas a ocupação dos lotes vagos caminha para uma solução inviável. A intenção de redução de impacto gerado por esse processo no entorno imediato juntamente com a necessidade de maximização da ocupação do solo deve ser planejada em um contexto mais significativo. A arquitetura como produtora dos espaços construídos deve gerar propostas que sejam encaradas como uma nova forma de pensar o espaço e não apenas soluções para problemas pontuais. Dessa forma, a elaboração de projetos deve ter como premissa a adequação ao clima e ao contexto local, da mesma forma que devem ser analisados os impactos ambientais dessas sobre as construções vizinhas e os espaços externos localizados em uma área de influência.

O acesso ao sol e a disponibilidade de luz natural proporcionam conforto térmico e redução considerável da necessidade de energia elétrica durante o período diurno. Além disso, a acumulação de calor pela irradiação solar permite maior qualidade do espaço interno e redução de sistemas auxiliares de condicionamento térmico nos períodos de inverno.

Devido a esse desenvolvimento urbano acelerado e aos problemas da falta de qualidade ambiental e urbana gerada por ele, muitos debates foram feitos a fim de definir as direções que o crescimento das cidades deveria tomar. Alguns idealizadores comentados no capítulo 2 como Walter Gropius e Le Corbusier defenderam princípios que são vistos hoje como ferramentas para a construção de cidades mais sustentáveis. O acesso das pessoas aos espaços verdes, a valorização do pedestre, a disponibilidade de transporte público adequado, etc.

Com relação às propostas de Gropius para os aspectos de insolação, destacam-se as simulações para definir a quantidade total de blocos em um lote, distância entre eles e a altura de cada edificação. Le Corbusier, por outro lado, propôs a idéia das Cidades Torres compostas por edifícios altos afastados entre si 300 m e dispostos em terrenos com extensa área verde. Manter o conceito de máxima multiplicação do solo urbano sem comprometê-lo de forma a manter qualidade no espaço público ao nível da rua e garantir insolação adequada para todas as habitações poderia ser uma solução adequada aos problemas enfrentados hoje nas cidades.

O edifício torre, marco da arquitetura contemporânea, marca geograficamente e socialmente uma localidade da cidade. Contudo, os impactos negativos gerados por essa tipologia principalmente em relação à projeção de sombra alteram muito a qualidade do espaço e o conforto térmico na sua área de influência. Além disso, dissolve a relação urbana e social entre seus ocupantes e as atividades no nível da rua. Como visto na revisão de literatura, muitos empreendimentos são construídos apenas com a intenção de se enquadrar entre os edifícios mais altos do mundo. Estes, com grande proporção de área construída, mas não ocupada, transformam-se em enormes esculturas geradoras de sombra. Para cada contexto urbano definem-se quais são os aspectos mais relevantes a serem considerados como qualidade de espaço. A formação de uma arquitetura marcante e reconhecida, a preservação dos aspectos naturais, a qualidade em termos de conforto térmico, enfim, cada cultura e sociedade expressa o que é mais importante para ela. Para Curitiba, cidade que segundo a NBR 15.220/05 determina o aquecimento solar como principal estratégia de condicionamento térmico para o período de inverno, é imprescindível que se preserve o acesso ao sol tanto nos espaços públicos quanto para as construções existentes a fim de garantir a permanência confortável das pessoas. Essas recomendações são apontadas, pois

durante todo o ano a cidade apresenta 80% de períodos de desconforto, sendo 73,2% de frio e apenas 6,84% de calor.

No capítulo 3, delimitação do estudo, inúmeros conceitos importantes foram apresentados para defender o que seria estudado e por que. A Zona Central, definida como região com mais probabilidade de verticalização em Curitiba, foi simulada em três períodos considerados essenciais para análise da amostra de sombreamento. Após a definição do que e quando seria estudado nas simulações computacionais, definiu-se um recorte mais preciso a fim de obter resultados mais significativos.

No capítulo 4, procedimento experimental, foram feitos levantamentos de campo para cada um dos períodos. Em seguida, a análise minuciosa do período 2 possibilitou definir as características das construções que seriam simuladas no período 3.

No capítulo 5, resultados e discussão, o apoio de ferramentas de simulação computacional para avaliação da influência do sombreamento dos edifícios dentro do recorte de estudo possibilitou através da representação do modelo real a obtenção de dados numéricos e volumétricos para a sua análise. Os resultados de tais avaliações quando elaboradas ainda na fase preliminar de projetos podem dar suporte na tomada de decisões dos futuros empreendimentos com a intenção de minimizar os impactos gerados por eles no seu entorno.

Os edifícios analisados que já estão construídos comportaram-se como personagens independentes dentro da esfera urbana, pois a projeção de suas sombras comprometem consideravelmente o desempenho térmico, lumínico e energético das edificações vizinhas.

Dessa forma, a verticalização exagerada na Zona Central de Curitiba considerando apenas a ocupação dos lotes vagos é negativa. A intenção de redução de impacto ambiental no entorno imediato juntamente com a necessidade de ocupação máxima do solo deve ser planejada em um contexto mais significativo, englobando as quadras que estejam em um raio de influência direta.

Sugere-se que os órgãos responsáveis pela revisão do Plano Diretor analisem a possibilidade de especificar melhor a questão de altura livre em certos zoneamentos da cidade com o critério de proporcionalidade do entorno construído. Assim, impactos expressivos de sombreamento como o caso do Universe seriam evitados nos próximos empreendimentos. Partindo do contexto que as áreas

públicas entre quadras já estão quase que totalmente comprometidas, a continuação do adensamento urbano com futuras edificações não é uma preocupação. A grande questão está relacionada aos edifícios altos que tem suas sombras projetadas em um raio de grande influência e interferem consideravelmente nas construções vizinhas. Assim, a idéia de preservar o *skyline* já consolidado na cidade pode ser uma solução interessante do ponto de vista de redução do impacto de sombreamento.

De qualquer forma, a atual ocupação do solo explora a disponibilidade da infraestrutura que é oferecida nessa região e valoriza a área central que até pouco tempo atrás estava abandonada. O que se deve fazer para futuras situações é propor edifícios sustentáveis que considerem a região em que estão sendo implantados e analisar todas as condicionantes locais a fim de minimizar ao máximo os impactos gerados por ele.

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como oportunidade para continuação desta pesquisa ou para trabalhos futuros são sugeridos alguns estudos:

- verificação do impacto que o sombreamento na Zona Central de Curitiba gera em relação aos aspectos sociais, econômicos e ambientais no seu entorno;
- verificação da influência do sombreamento em outras áreas verticalizadas em Curitiba;
- elaboração de um plano ou guia de investimentos imobiliários para orientação de compra e venda de imóveis;
- prospecção de investimentos para novos espaços públicos. Terrenos com pouca capacidade para construção ou com limitantes naturais (rios, nascentes) poderiam ser destinados à áreas livres no centro da cidade ou praças de bolso;
- mensurar o impacto energético nas edificações que foram recentemente sombreadas por edifícios altos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220/05: Desempenho térmico de edificações. Parte 1: definições, símbolos e unidades.** Rio de Janeiro, 2005.

ÁVILA, Henrique de Azevedo; SANTOS, Márcio Peixoto de Sequeira. **Cenários: o estudo de futuros alternativos.** Ciência e Cultura, Brasília, v.41, n.3, p. 241-249, mar. 1989.

BENTLEY, Ian; ALCOCK, Alan; MURRAIN, Paul; MCGLYNN, Sue; SMITH, Graham. **Responsive environments: A manual for designers.** Oxford, 1997.

BURKE John. **O presente do fazedor de machados.** Capítulo 1. Rio de Janeiro, Editora Bertrand Brasil, 1999.

CAMPI, Mario. **Skycrapers. An Architectural Type of Modern Urbanism.**ETH Zurich: Department of Architecture, 2000.

CAMPOS, Giovana de Almeida Coelho. **Universe, o Edifício Mais Alto de Curitiba: Uma Análise Qualitativa e Quantitativa do Impacto Ambiental Causado pelo Sombreamento no Entorno.**In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA E SOCIEDADE. Curitiba, 2013.

CENTRAL PARK – Official website of New York City’s Central Park. Disponível em: <<http://www.centralparknyc.org/>>. Acesso em Julho de 2014.

CONAMA. **Resolução Conama 01/86.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em Maio de 2014.

CTBUH – Council on Tall Buildings and Urban Habitat. Dados em <<http://www.ctbuh.org/>>. Acesso em 07 de Setembro de 2013.

DUARTE, Denise Helena. **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental; método para previsão do comportamento térmico e melhoria de desempenho do ambiente urbano**. Tese (Doutorado) – Área de concentração: Estruturas Ambientais Urbanas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

DUDEQUE, Irã. Material de aula. Graduação Arquitetura e Urbanismo. Universidade Positivo, Curitiba. 2008.

FIGUEROA, Mário. **Habitação coletiva e a evolução da quadra**. Arqtextos, Texto especial nº 357. São Paulo, Portal Vitruvius, fevereiro 2006. Disponível em <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/06.069/385>>. Acesso em outubro de 2013.

FREY, Hildebrand. **Designing the City: Towards a More Sustainable Urban Form**. London: E & FN Spon, 1999.

FONTENELE, Sabrina. **Relações entre o traçado urbano e os edifícios modernos no Centro de São Paulo. Arquitetura e Cidade (1938/ 1960)**. 2010. 274f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo 2010.

FOSTER, NORMAN. **Foster + Partners Website**. Disponível em: <<http://www.fosterandpartners.com/>>. Acesso em Março de 2014.

GARNICA, Mariana. **Diretrizes construtivas utilizando o zoneamento bioclimático brasileiro**. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Florianópolis, 2011.

GIACOMELI, Daniele. **Caracterização da Arborização Viária e sua Influência no Microclima Urbano na Escala do Pedestre**. 2013. 129f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana da Universidade de São Carlos. 2013, São Carlos.

GOLEMAN, Daniel. **Inteligência Ecológica**. Editora Campus. 2010.

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise H. e MULFARTH, Roberta. **Sustentabilidade Ambiental Urbana no ensino de graduação: Proposta do departamento de tecnologia**. In: ENCAC ELACAC 2007 – IX Encontro Nacional e V Encontro latino- americano de conforto no ambiente construído, 2007, Ouro Preto.

GREGOLETTO, Débora; Reis, Antônio Tarcísio da Luz. **Os edifícios altos na percepção dos usuários do espaço urbano**. Cadernos do PROARQ (UFRJ), v. 1, p. 89-110, 2012.

GRIMMOND, Sue. **Urbanization and Global environmental change: Local Effects of Urban Warming**. London. Department of Geography, January 2007.

HOLANDA, Marina de. **Clássicos da Arquitetura: Edifício Seagram/ Mies van der Rohe**. Maio 2013. Archdaily Brasil. Disponível em: <<http://www.archdaily.com.br/br/01-80364/classicos-da-arquitetura-edificio-seagram-mies-van-der-rohe>>. Acesso em maio de 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Dados em <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em Agosto de 2013.

IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. Dados em <<http://www.ippuc.org.br/>>. Acesso em 01 de Outubro de 2013.

IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. **Mapa de Zoneamento de Curitiba (2000)**. Dados em <<http://www.ippuc.org.br/default.php>>. Acesso em 01 de Outubro de 2013.

IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. **Planejamento Urbano (2006)**. Dados em <<http://www.ippuc.org.br/default.php>>. Acesso em 01 de Outubro de 2013.

IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. **Cone de Aproximação da Aeronáutica em Curitiba (2006)**. Dados em <http://curitibaemdados.ippuc.org.br/Curitiba_em_dados_Pesquisa.htm>. Acesso em 01 de Outubro de 2013.

IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. **Diagrama de diretrizes de crescimento de Curitiba (2010)**. Dados em <<http://www.ippuc.org.br/default.php>>. Acesso em 01 de Outubro de 2013.

IPPUC - INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA. **Densidade Domiciliar em Curitiba segundo os censos demográficos (2010)**. Dados em <http://curitibaemdados.ippuc.org.br/Curitiba_em_dados_Pesquisa.htm>. Acesso em 01 de Outubro de 2013.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION. Dados em <<http://www.cibworld.nl/site/home/index.html>>. Acesso em 05 de Julho de 2013.

INSTITUTO BRIDI – Instituto de Pesquisa de Opinião e Mercado. Dados em <<http://institutobridi.com.br/curitiba/>>. Acesso em outubro de 2013.

JUMEIRAH – Burj Al Arab Jumeirah. Dados em: <<http://www.jumeirah.com/en/hotels-resorts/dubai/burj-al-arab/>>. Acesso em Julho 2014.

LABEEE: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Dados em <<http://www.labeee.ufsc.br/>>. Acesso em 02 de Outubro de 2012.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW Editores. 1997.

LE CORBUSIER. **A Carta de Atenas**. São Paulo: HUCITEC: EDUSP, 1993.

LEED – Leadership in Energy and Environmental Design. Dados em <<http://www.gbcbrazil.org.br/?p=certificacao>> Acesso em Setembro de 2013.

LOPES, Rodrigo Lourenço. **Processo de Descentralização da Cidade de Curitiba**. Iniciação Científica, Curitiba, v.1, n.1, p 63-70, 2009.

MACIEL, Carlos Alberto. **Villa Savoye: arquitetura e manifesto**. Arqtextos, Texto especial nº 024.07. São Paulo, Portal Vitruvius, maio 2002.

MARCONI, Marina de Andrade & LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia de pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

MARTINI, Lígia; MAIA, Marcus. **Vitamina D: quando vale a pena suplementar?** Revista Online Saúde da Vida, 2013. Disponível em: <<http://www.saudedavida.com.br/assuntos/vitamina/vitamina-d-vitamina>>. Acesso em Maio de 2014.

MAUNSELL, Faber. **Tall Buildings and Sustainability**. Corporation of London, 68f. March, 2002.

MIANA, Anna Christina. **Adensamento e Forma Urbana: Inserção de parâmetros ambientais no processo de projeto**. 2010. 394f. Tese (Doutorado) – Área de concentração: Tecnologia da Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

MULFARTH, Roberta Kronka. **Arquitetura de Baixo Impacto Humano e Ambiental**. 2002. 202f. Tese (Doutorado), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

NEW YORK WEBSITE – The Official Guide NYC. Disponível em :<<http://www.nycgo.com/>>. Acesso em Julho de 2014.

NOGUEIRA, Aline Maria Pereira. **Configuração urbana e microclimas: estudo em loteamento horizontal de Maceió – Alagoas**. 2011. 184f. Dissertação (Mestrado) – Dinâmicas do Espaço Habitado, Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2011.

ONU – Organização das Nações Unidas. Dados em <<http://www.un.org/en/development/desa/population/index.shtml>>. Acesso em 05 de Outubro de 2013.

PMC – Prefeitura Municipal de Curitiba. **Lei 9.803/2000 – Potencial Construtivo**. Dados em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/legislacao-especifica-smu/457>>. Acesso em Maio de 2014.

PMC – Prefeitura Municipal de Curitiba. **Lei 9.800/ 2000 – Zoneamento, Uso e Ocupação**. Dados em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/legislacao-zoneamento-smu/220>>. Acesso em Maio de 2014.

PMC – Prefeitura Municipal de Curitiba. **Portaria 80**. Dados em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/legislacao-smu-smu/211>>. Acesso em Maio de 2014.

PRATA, Alessandra. **Impacto da altura de edifícios nas condições de ventilação natural do meio urbano**. 2005. 271f. Tese (Doutorado) – Área de concentração: Estruturas Ambientais Urbanas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

RAMIRES, Julio Cesar de Lima. **O processo de verticalização das cidades brasileiras**. Universidade Federal de Uberlândia – Minas Gerais. Uberlândia. 2011.

ROGERS, PARTNERS. Disponível em: <<http://www.rogersarchitects.com/>>. Acesso em Maio de 2014.

ROGERS, Richard; GUMUCHDJIAN, Philip. **Cidades para um Pequeno Planeta**. Barcelona: GUSTAVO GILI GG, 2001.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano**. São Paulo, Pro Editores, 2000, 128p. il. 2ª edição.

SABOYA, Renato. **Taxa de Ocupação e Coeficiente de Aproveitamento**. Disponível em: <<http://urbanidades.arg.br/2007/12/taxa-de-ocupacao-e-coeficiente-de-aproveitamento/>>. Acesso em Maio de 2014.

SAKINÇ, Esra; SOZEN, Mujgan. **The effect of tall buildings on solar acess of the environment, Istanbul Levent as Case**. Metu JFA 2012.

SAYADI, Mohammad Hossein. **Impact of Tall Buildings in Environmental Pollution**. Environmental and Civil Engineering Department, Iran. March, 2012.

SCHMID, Aloísio Leoni. **Edifícios altos: a regularidade das aberturas (de cima até embaixo) questionada do ponto de vista ambiental**. Arqtextos (São Paulo. Online), v. 094 p. 2, 2008.

SCUSSEL, Maria Conceição Barletta; SATTLER, Miguel Aloysio. **Cidades em (trans)formação: impacto da verticalização e densificação na qualidade do espaço residencial**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, nº 3 p. 137-150. Set. 2010.

SKYCRAPERCITY. Disponível em: <<http://www.skyscrapercity.com/forumdisplay.php?f=1185>>. Acesso em Maio de 2014.

SECOVI- PR – Sindicato da Habitação e Condomínios. Dados em <<http://www.secovipr.com.br/>>. Acesso em Outubro de 2013.

SINDUSCON- PR – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Paraná. Dados em <http://www.sinduscon-pr.com.br/principal/home/>. Acesso em 02 de Outubro de 2013.

TABOADA, Antonio; MUNIZ, Robinson. **Plano Preliminar de Requalificação da Área Central**. Caderno IPPUC. 129p. Curitiba, 2009.

UMAKOSHI, Erica Mitie. **Uma visão crítica do edifício alto sob a ótica da sustentabilidade**. 2008. 270f. Dissertação (Mestrado) – Área de Concentração: Tecnologia da Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

USGBC – US GREEN BUILDING COUNCIL. Application Guide for Lodging/ using the LEED Green Building Rating System/ 2001. em www.usgbc.org . Acesso em 15 de Setembro de 2013.

VANNUCCHI, Konigsberger. Disponível em: <http://www.kvarch.com/>. Acesso em Novembro de 2013.