

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

O ENVELOPE SOLAR E O DIREITO AO SOL

Aluno
DENIS ROBERTO CASTRO PÉREZ

PROF. DR. ÉDISON FÁVERO
Orientador

Agosto 2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

O ENVELOPE SOLAR E O DIREITO AO SOL

DENIS ROBERTO CASTRO PÉREZ

Dissertação apresentada ao corpo docente da FEC – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre na área de concentração de Arquitetura e Construção.

Campinas, SP, 30 de agosto de 2007

Campinas, SP, 30 de agosto de 2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE -
UNICAMP

C279e Castro Pérez, Denis Roberto
O envelope solar e o direito ao sol. / Denis Roberto
Castro Pérez.--Campinas, SP: [s.n.], 2007.

Orientador: Édison Fávero
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e
Urbanismo.

1. Arquitetura e radiação solar. 2. Energia solar –
Sistema passivo. 3. Planejamento urbano. 4. Direito
urbanístico. I. Fávero, Édison. II. Universidade Estadual
de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura
e Urbanismo. III. Título.

Título em Inglês: The solar envelope and the right to the sun

Palavras-chave em Inglês: Solar envelope, Solar rights, Insolation, urban
legislations

Área de concentração: Arquitetura e Construção

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora: Lucila Chebel Labaki e Ari Vicente Fernandes

Data da defesa: 30/08/2007

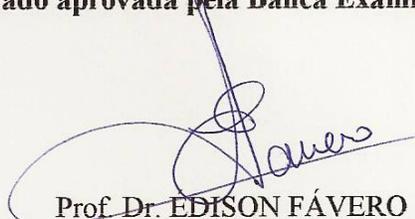
Programa de Pós-Graduação: Engenharia Civil

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO**

O ENVELOPE SOLAR E O DIREITO AO SOL

Denis Roberto Castro Pérez

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:



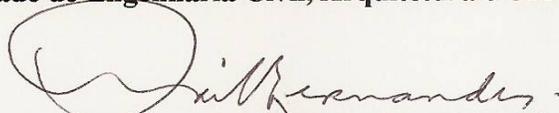
Prof. Dr. EDISON FÁVERO

**Presidente e Orientador/FEC – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e
Urbanismo - Unicamp**



Prof. Dra. LUCILA CHEBEL LABAKI

FEC – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - Unicamp



Prof. Dr. ARI VICENTE FERNANDES

**FAU PUCAMP – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Pontifícia
Universidade Católica de Campinas**

Campinas, 30 de Agosto de 2007

DEDICATÓRIA

Às novas gerações:
os netos recentemente nascidos, Nicolás e Catherine;
as sobrinhas-netas Yara e Ísis;
os filhos Denise, Daniel e Maria Carolina;
os sobrinhos Juliana, Alessandra e Carlos Augusto.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, arquiteto e professor, Dr. Édison Fávero, não só pelas sábias ponderações e precisas colocações, mas também por toda a amizade consolidada neste caminho

Ao professor Dr. Luis Lauro Francisco Filho, por todo o apoio para o cumprimento do PED – Programa de Estágio Docente

Aos professores da FEC, prof. Dra. Lucila Labaki, prof. Dr. Carlos Alberto Mariotoni, professoras Dra. Regina Coeli Ruschel e Dra. Ana Luisa Nogueira de Camargo Harris, professora Dra. Stelamaris Rolla Bertoli e prof. Dra. Silvia Mikami Pina

A Ana Tereza Murgel de Castro Santos, professora de produção de textos, pela revisão da redação deste trabalho

À minha companheira de todas as horas, Márcia Beltramini, pela sua paciência e compreensão

Finalmente, os agradecimentos especiais, ao amigo e colega, arquiteto e professor, MSc. Jorge Daniel Villar, por ser o responsável e incentivador incansável no meu retorno à vida acadêmica

RESUMO

CASTRO PÉREZ, Denis Roberto. **O Envelope Solar e o Direito ao Sol.** Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2007. 177 f. Dissertação de Mestrado.

Este trabalho apresenta um estudo que investiga formas de regulamentação de acesso ao sol e da sua qualificação, nos processos de planejamento urbano e projeto do edifício. Pela grande disponibilidade de sol e luz natural no país, torna-se recomendável esta regulamentação. Com o aprofundamento do conhecimento do envelope solar e a introdução do seu conceito nas legislações urbanísticas, é possível garantir o direito, em legislação específica, do acesso ao sol conforme determinantes climáticas. Esta pesquisa visa a proposição de subsídios para a reformulação e adequação, ou criação de novas legislações, bem como conscientizar o Poder Público para o uso do envelope solar e de outras condicionantes na emissão de diretrizes que servirão para dar início ao projeto arquitetônico. A pesquisa foi norteadada pela construção dos envelopes solares, por latitude, orientação, em determinadas horas no solstício de inverno, em zonas urbanas do município de Campinas com distintas densidades. Com o auxílio de ferramentas CAD e de outros programas de computação, foram construídos os envelopes solares que serviram de base para a obtenção de dados e análises das relações entre os índices urbanísticos com as características físicas dos terrenos, edifícios, vizinhança, densidades, insolação e sombreamento, com a verificação da legislação local. Finalmente, são apresentados os resultados obtidos - conclusões que poderão contribuir para o crescimento urbano organizado e sustentável, abrindo novas possibilidades de projetos para o desenho urbano e a arquitetura.

Palavras-chave: envelope solar, direito ao sol, insolação, legislação urbanística.

ABSTRACT

CASTRO PÉREZ, Denis Roberto. **The Solar Envelope and the Right to the Sun**. Campinas, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Urban Design, State University of Campinas, 2007. 177 p. Master in Science Dissertation.

This work presents a study that investigates forms of regulation of access to the sun and its qualification, in the processes of urban planning and project of the building. Given the great availability of sun and natural light in the country, this regulation becomes recommendable. With the spread of the knowledge about the solar envelope and the introduction of its concept in the urbanistic legislations, it is possible to guarantee the right to the sun access according to specific climatic conditions. This research aims at the proposal of subsidies for the reformularization and adequacy, or creation of new legislations, as well as to acquire knowledge the Public Power for the use of the solar envelope and other directivities to the architectural project. The research was guided by the construction of the solar envelopes, by latitude, orientation, in determined hours in the winter solstice, in urban zones of the city of Campinas with distinct densities. With the aid of CAD tools and other programs of computation, the constructed solar envelopes that had served as basis for the attainment of data and analyses of the relations between the urbanistic indexes and the physical characteristics of lands, buildings, neighborhood, densities, insolation and shadowing, with the verification of the local legislation. Finally, conclusions are presented the gotten results - that will be able to contribute for the organized and sustainable urban growth, opening new possibilities of projects for the urban drawing and architecture.

Key words: solar envelope, solar rights, insolation, urban legislations

SUMÁRIO

Resumo	ix
Abstract	xi
Lista de figuras	xv
I. Introdução	1
1. Objetivo	4
2. Organização do texto	4
II. Revisão Bibliográfica	7
1. Acesso ao Sol	9
1.1. Antecedentes históricos	10
1.2. A Modernidade	22
1.3. Legislações específicas	24
2. O Envelope Solar	35
2.1. Geração do envelope solar	39
2.2. A orientação das ruas	46
2.3. O tempo de insolação	48
2.4. O envelope de iluminação	52
2.5. Aplicações do envelope solar	56
3. Do Direito Urbanístico	80
3.1. Conceito de Urbanismo e Direito Urbanístico	80
3.2. Conceito de Urbanização	82
3.3. Evolução do Direito Urbanístico	84
3.4. Direito de Propriedade	89
3.4.1. Direito de Construir	90
3.4.2. Vizinhança	91
3.4.3. Restrições de Vizinhança	92
3.4.4. Limitações Administrativas	94
3.5. A Constituição Federal	96
3.6. O Estatuto da Cidade	97
3.7. Da Ordenação do Solo	101
3.7.1. Parcelamento do Solo Urbano	101
3.7.2. Condomínios e Incorporações Imobiliárias	104
III. Materiais e Métodos	107
1. O Município de Campinas	107
1.2. Legislação Municipal	109

1.2.1. Lei Complementar 15/2006. Plano Diretor	111
1.2.2. Lei 6.031/88. Uso e Ocupação do Solo	112
1.2.3. Lei Complementar 09/03. Código de Obras	113
1.2.4. Lei 1.933/59. Parcelamento do Solo Urbano	115
1.2.5. Lei 10.850/01. Área de Proteção Ambiental	115
2. Escolha das áreas de estudo	120
2.1. Descrição das áreas	120
2.1.1. Área de estudo I – Joaquim Egídio	121
2.1.2. Área de estudo II – Barão Geraldo	123
2.1.3. Área de estudo III – Parque Taquaral	125
2.1.4. Área de estudo IV – Cambuí	128
3. Construção dos envelopes solares	131
IV. Análise e Resultados	135
1. Área de estudo I – Joaquim Egídio	136
2. Área de estudo II – Barão Geraldo	139
3. Área de estudo III – Parque Taquaral	143
4. Área de estudo IV – Cambuí	149
5. Considerações sobre as áreas em análise	154
V. Conclusões	155
VI. Bibliografia	159
1. Referências bibliográficas	159
2. Bibliografia Consultada	163
VII. Anexos	165

Lista de Figuras

FIGURA 01: Priene, planta e foto	11
FIGURA 02: Sketch map de Olynthus	12
FIGURA 03: Planta isométrica de um bloco em Olynthus	12
FIGURA 04: Heliocaminus de Ostia	14
FIGURA 05: Heliocaminus de Tívoli	14
FIGURA 06: Foto de Longhouse Pueblo	16
FIGURA 07: Planta de Longhouse Pueblo	16
FIGURA 08: Corte de Longhouse Pueblo	16
FIGURA 09: Foto aérea de Pueblo Bonito	16
FIGURA 10: Planta de Implantação de Pueblo Bonito	16
FIGURA 11: Pueblo Bonito - sombras	17
FIGURA 12: Pueblo Acoma - cortes	18
FIGURA 13: Pueblo Acoma	18
FIGURA 14: Pueblo Acoma	18
FIGURA 15: Foto de Teotihuacan	19
FIGURA 16: Início do tempo Teotihuacan	19
FIGURA 17: Cidade de Tikal. Foto	19
FIGURA 18: Cidade de Uxmal. Foto	19
FIGURA 19; Cidade de Tenochtitlan	20
FIGURA 20; Plaza de armas de Cuzco. Foto	20
FIGURA 21: Tawantinsuyo. Mapa	20
FIGURA 22: Mamacunas, Pachacamac	21
FIGURA 23: Cahuachi, Nazca	21
FIGURA 24: Chan-Chan. Mapa	21
FIGURA 25: Chan-Chan. Foto	21
FIGURA 26: Casa para ser analisada	29
FIGURA 27: Planta de loteamento	30
FIGURA 28: Planta de implantação de lotes	31
FIGURA 29: Classificação de lotes	32
FIGURA 30: Lotes. Zonas de Acesso Solar	33
FIGURA 31: Plano Geral de loteamento	33
FIGURA 32: Horários de corte	37
FIGURA 33: Construção do envelope – ângulos de obstrução	39
FIGURA 34: Construção do envelope – ângulos de altura solar	40
FIGURA 35: Construção do envelope solar	42
FIGURA 36: Envelope Solar	43
FIGURA 37: Envelope solar	44
FIGURA 38: Variante do envelope solar	45
FIGURA 39: Traçado de Los Angeles	46
FIGURA 40: Sombras nos cruzamentos das ruas	47
FIGURA 41: Volume do envelope	48
FIGURA 42: Envelope de iluminação	55
FIGURA 43: Envelope de Direito Solar	57
FIGURA 44: Envelope Solar Coletor	57
FIGURA 45: Volume Solar	58

FIGURA 46: Determinação da altura h	58
FIGURA 47: Acesso solar para uma fachada	59
FIGURA 48: Acesso solar para toda a fachada	59
FIGURA 49: Avaliação de auto-sombreamento	60
FIGURA 50: Avaliação visual e qualitativa	60
FIGURA 51: Avaliação visual e qualitativa	60
FIGURA 52: Auto-sombreamento. Envelope solar coletor	61
FIGURA 53: Fachadas sul e leste	62
FIGURA 54: Avaliação visual do SCE	62
FIGURA 55: Propostas de fachadas	62
FIGURA 56: SCE para edificações inclinadas	63
FIGURA 57: Vista aérea e planta. Tel Aviv	64
FIGURA 58: Envelope solar	65
FIGURA 59: Plano do sítio de Dimona	67
FIGURA 60: Plano de Neve-Zin	67
FIGURA 61: Plano inclinado	67
FIGURA 62: Townscope III. Janela da trajetória solar	68
FIGURA 63: Townscope III. Janela da vista estereográfica	68
FIGURA 64; Townscope III. Sombras	68
FIGURA 65; Townscope III. Vista 3d	68
FIGURA 66: DEM para Londres	69
FIGURA 67: Diagrama de Fresnel	70
FIGURA 68: Proposta de Martin e March para Manhattan	71
FIGURA 69: Tipologias de forma urbana	71
FIGURA 70: DEMs para Londres, Toulouse e Berlim	72
FIGURA 71: Zonas passivas	73
FIGURA 72: Zonas não-passivas	73
FIGURA 73: Tipologias. Envelope solar	74
FIGURA 74: Planta e perspectivas	75
FIGURA 75: Perspectivas. Envelope solar	76
FIGURA 76: Configuração de envelope solar	76
FIGURA 77: Vista em 3D do Cityzoom	78
FIGURA 78: Blockmagic gera o percurso solar e vista da abóbada celeste	79
FIGURA 79: Modelo de avaliação e vista em 3d	79
FIGURA 80: Localização do Município de Campinas	108
FIGURA 81: Mapa do Município de Campinas	108
FIGURA 82: Plano Diretor - Macrozonas	111
FIGURA 83: Área de estudo I. Joaquim Egídio. Foto	121
FIGURA 84: Implantação geral. Joaquim Egídio	122
FIGURA 85: Área de estudo II. Barão Geraldo	124
FIGURA 86: Implantação geral. Barão Geraldo	125
FIGURA 87: Área de estudo III. Parque Taquaral. Foto	126
FIGURA 88: Implantação geral. Parque Taquaral	127
FIGURA 89: Área de estudo IV. Cambuí. Foto	128
FIGURA 90: Implantação geral. Cambuí.	129
FIGURA 91: Ecotec e Radiance	132
FIGURA 92: Janela Solar. Ecotect	132

FIGURA 93: Janela 3ds max8	133
FIGURA 94: Janela Suntool	134
FIGURA 95: Implantação Joaquim Egídio. 9:00 h	136
FIGURA 96: Vista 3d Joaquim Egídio. 9:00 h	137
FIGURA 97: Corte esquemático	137
FIGURA 98: Implantação Joaquim Egídio. 15:00 h	138
FIGURA 99: Vista 3d Joaquim Egídio. 15:00 h	138
FIGURA 100: Implantação. Barão Geraldo. 10:00h	140
FIGURA 101: Vista em 3D. Barão Geraldo. 10:00h	140
FIGURA 102: Implantação. Barão Geraldo. 14:00h	141
FIGURA 103: Vista em 3D. Barão Geraldo. 14:00h	142
FIGURA 104: Corte esquemático. Barão Geraldo	142
FIGURA 105: Corte esquemático. Barão Geraldo	142
FIGURA 106: Implantação. Parque Taquaral. 9:00 h	144
FIGURA 107: Vista 3D. Parque Taquaral	144
FIGURA 108: Corte transversal. Parque Taquaral	144
FIGURA 109: Corte longitudinal. Parque Taquaral	145
FIGURA 110: Implantação. Parque Taquaral. 15:00 h	145
FIGURA 111: Vista 3D. Parque Taquaral. 15:00 h	145
FIGURA 112: Corte esquemático. Envelope para agrupamento de casas	146
FIGURA 113: Corte esquemático. Envelope para agrupamento de casas	146
FIGURA 114: Implantação. Envelope para grupo de casas. 9:00 h	146
FIGURA 115: Vista 3d. Envelope para grupo de casas. 9:00 hs	147
FIGURA 116: Implantação. Envelope para grupo de casas. 15:00h	148
FIGURA 117: Vista 3D. Envelope para grupo de casas. 15:00h	148
FIGURA 118: Implantação Cambuí. 11:00 h	150
FIGURA 119: Implantação Cambuí. 13:00 h	150
FIGURA 120: Corte esquemático. Edif. Águas Marinhas	150
FIGURA 121: Corte esquemático. Edif. Huari	151
FIGURA 122: Corte esquemático. Edif. Carla Cristina	151
FIGURA 123: Corte esquemático. Edif. Marco Polo	152
FIGURA 124: Vista 3d. Cambuí. 11:00 h	153
FIGURA 125: Vista 3d. Cambuí. 13:00 h	153

Anexos

Anexo I: Tabela 1. Altura das cumeeiras dos envelopes solares.	165
Anexo II: Tabela 2. Altura das cumeeiras dos envelopes solares	167
Anexo III: Lei Municipal 6031/88 – LUOS – artigos 2º ao 16º	169
Anexo IV: Lei Complementar 09/2006 – Código de Obras – artigos 48º ao 78º	174

I. INTRODUÇÃO

As cidades brasileiras têm crescido desordenadamente, causando todo tipo de problemas urbanos e ambientais, sem planejamento e legislação adequados que disciplinem corretamente esse desenvolvimento. A Arquitetura Bioclimática, que propõe uma arquitetura e um urbanismo amigáveis com o meio ambiente, tem como condição os dados climáticos para definição e concepção das intervenções urbanísticas e edíficas; junto ao Direito Urbanístico, que agrupa regras e diretrizes com vistas à ordenação do território, constitui mecanismos à disposição para serem usados como garantia de um desenvolvimento sustentável e de uma melhor qualidade de vida.

“Assegurar que a insolação e a iluminação natural estejam presentes nas fachadas das edificações e entre elas, proporcionando boas condições, tanto internas quanto externas; assegurar insolação e luz natural onde elas são desejáveis, em partes dos edifícios ou em determinadas áreas do seu entorno, são objetivos a serem cumpridos no planejamento para insolação e iluminação natural” (ROBBINS, 1986 descrito por ASSIS, 2000 p. 163).

“Os critérios de desejabilidade ou de indesejabilidade da radiação solar direta sobre as envoltórias da edificação estão diretamente ligados às condições de conforto térmico no interior dos ambientes e [...] definem períodos de obstrução e não-obstrução da trajetória local aparente do sol a partir da identificação dos períodos de desconforto térmico durante o ano” (ASSIS, 2000, p. 164).

O envelope solar¹ forma um volume imaginário sobre o terreno dentro do qual o edifício deve ficar inserido para não projetar sombras indesejáveis sobre os vizinhos, permitindo, assim, acesso ao sol e à iluminação natural. Além da latitude local, o contexto urbano influencia o tamanho, a forma e a polaridade do envelope solar, importantes para as questões de conversão de energia solar por meios passivos e ativos, pois implica a mudança de orientação das maiores superfícies de fachada e

¹ KNOWLES & BERRY, 1980, conceituaram o envelope solar em *Solar envelope concepts: moderate density building applications*, por ASSIS, 2000, p. 167.

cobertura da edificação. O envelope solar pode ser um excelente instrumento para controlar densidades urbanas.

Alguns países como EUA, Austrália e Israel têm usado o envelope solar e o conceito de acesso ao sol na solução de problemas de zoneamento. Algumas cidades como Los Angeles, nos EUA, iniciaram a inclusão do conceito de direito de acesso ao sol nas legislações urbanísticas; e outras cidades como Tel Aviv, em Israel, testaram algumas intervenções urbanísticas, usando o envelope solar como instrumento de desenho urbano. No Brasil, poucas pesquisas têm sido realizadas e alguns poucos artigos foram publicados, com raros exemplos recentes de sua aplicação, na elaboração de regras de Planos Reguladores, como em Porto Alegre e em algumas outras cidades do Rio Grande do Sul, e em Belo Horizonte.

As cidades do Estado de São Paulo, para definir a insolação e arejamento dos compartimentos nos edifícios, adotam o Decreto Estadual nº 12.342 de 27 de setembro de 1.978 - Código Sanitário do Estado, que define:

“Consideram-se suficientes para insolação, iluminação e ventilação de dormitórios, salas e locais de trabalho em prédios com altura maior de 4,00m, os espaços livres fechados que contenham em plano horizontal, a área equivalente de $H^2/4$, espaços livres abertos nas duas extremidades de largura maior a $H/6$, que as aberturas devem ser $1/8$ da área útil quando de frente para a rua ou de fundo, $1/7$ da área útil quando voltado para espaço aberto em duas faces ou $1/6$ da área útil do compartimento para espaço fechado”.

Outras cidades adotam complementarmente normas locais para legislar sobre o assunto. Os Códigos de Obras de São Paulo e de Campinas² classificam os compartimentos em “grupos”, determinando seu dimensionamento, aeração e insolação por meio de quadros nos quais constam proporções das aberturas. As leis de parcelamento do solo, federal e municipal, bem como a Lei de Uso e Ocupação do Solo do Município de Campinas são omissas com relação às determinantes climáticas.

Estas leis, que fazem referências simplórias ao acesso ao sol, não contemplam a latitude da cidade, trajetória aparente do sol, orientação das fachadas e aberturas, os

² Lei Municipal nº 11.228 de 25 de junho de 1992 e Lei Complementar nº 09 de 23 de dezembro de 2003, respectivamente.

dados climáticos em geral, o que prejudica a sua eficácia, causando esse crescimento desordenado bem como a falta de qualidade nos traçados urbanos e edificações em geral. Como são muito genéricas, precisam ser revistas.

Com a aprovação do Estatuto da Cidade³, os municípios com mais de 20.000 habitantes e os pertencentes a Regiões metropolitanas foram obrigados a elaborar o seu Plano Diretor, instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana. Porém, dos 5.561 municípios no país, 1.389 têm mais de 20.000 habitantes e a maioria, ou seja, 4.172, não o fazem⁴. As grandes cidades possuem um centro consolidado, muito verticalizado e com altas densidades, tendo ao seu redor bairros de características horizontais, os quais sofrem pressões para o adensamento, mudanças de uso, e verticalização.

Com a aplicação do envelope solar como instrumento de zoneamento, poderá também ser reduzido o consumo de energia nos edifícios, possibilitando uma melhor utilização da energia solar; bem como um melhoramento nos transportes, pelo aumento relativo de densidades, com o aproveitamento da infra-estrutura. A definição de gabaritos de altura e distância entre as edificações, não impondo outras restrições ao projeto do edifício na forma de ocupação do solo, estimulará o uso de elementos arquitetônicos e concepções novas de aberturas para controle de iluminação e ventilação natural, permitindo a produção de espaços com qualidade e eficiência energética, assegurando, também, a salubridade nos ambientes internos e externos. A inclusão do seu conceito nas legislações urbanísticas, ambientais e edilícias, nos níveis federais, estaduais e municipais, e o seu uso, não só proporcionarão um crescimento sustentável, como abrirão novas possibilidades de projetos para a arquitetura e o desenho urbano.

O estudo dos casos apresentados, com a construção dos envelopes solares, levando em consideração a latitude, a orientação, em determinadas horas do dia 21 de

³ Estatuto da Cidade – Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001

⁴ Fonte: Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 2001

junho - solstício de inverno - comporta as suas simulações e tipologias com as edificações e respectivos terrenos, em zonas urbanas do município de Campinas, com densidades diferentes e com o auxílio de ferramentas de AutoCad e Autodesk 3ds max8 para insolação, além de outros programas de computação, os quais podem vir a ser considerados como dispositivos para controle de adensamento e de ocupação do solo urbano. Portanto, com a verificação da legislação urbanística, os envelopes solares podem servir de base para a obtenção de dados e análises para a determinação de revisão, adequação ou adaptação das legislações, da forma como os ensaios se apresentam nos resultados obtidos.

1. Objetivo

Este trabalho tem como objetivo geral, o aprofundamento do conhecimento do envelope solar, as suas relações com o solo e a sua ocupação, visando à introdução do seu conceito nas legislações urbanísticas, bem como a proposição da criação de subsídios para a reformulação destas legislações, com a consideração de garantias de direito de acesso ao sol. Com os resultados das análises e avaliações do desempenho dos envelopes solares construídos sobre as áreas urbanas com suas edificações, e de acordo com a legislação urbana, pode-se levar ao poder público, aos arquitetos e urbanistas, e à população em geral, a conscientização do direito de acesso ao sol, e do uso do envelope solar na escolha do conjunto de regras e parâmetros para ajuste de suas leis de uso e ocupação do solo urbano, propiciando ambientes urbanos com mais qualidade térmica.

2. Organização do texto

A apresentação do trabalho dar-se-á conforme a seguinte composição de capítulos:

O Capítulo I apresenta a introdução ao problema abordado: o direito ao sol e o envelope solar na legislação urbanística, destacando o objetivo do estudo.

O Capítulo II expõe uma revisão da literatura que deverá dar sustentação teórica ao trabalho, incluindo os temas sobre o acesso ao sol com seus antecedentes históricos; Grécia, Roma, América do Norte, América Central e América do Sul; sua evolução moderna e algumas legislações que incluem o acesso ao sol; sobre o envelope solar, sua conceituação, a sua construção e orientação de ruas; sobre o seu desenvolvimento em outros países e no Brasil; sobre o Direito Urbanístico e legislações; e sobre a legislação vigente na cidade de Campinas.

O Capítulo III apresenta os locais escolhidos para os estudos, e os materiais e métodos utilizados na pesquisa.

O Capítulo IV apresenta os resultados obtidos, revistos os dados conforme projetos conhecidos, e levantamentos efetuados nas zonas estudadas, além de algumas conclusões deste trabalho.

O Capítulo V apresenta as conclusões do trabalho, as considerações sobre os estudos de caso apresentados e os resultados obtidos para as condições de insolação nos edifícios analisados, suas vizinhanças e relações com as legislações.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O levantamento bibliográfico contemplou dois temas principais, que se iniciaram entre três e quatro décadas atrás. Eles se desenvolvem paralelamente e, aqui, propõe-se um vínculo entre ambos para efetuar a nossa pesquisa - Arquitetura Bioclimática e Direito Urbanístico. Desde a década de 70, com a denominação de projeto bioclimático, iniciam-se os estudos da arquitetura bioclimática e estes vêm se desenvolvendo em todas as partes do mundo. As pesquisas do projeto bioclimático buscam reduzir os custos de energia, obtendo de forma natural condições de conforto térmico por meio de estratégias bioclimáticas exploradas pelos projetos do traçado urbano e da edificação.

A formulação do Direito Urbanístico pode ser considerada recente, pois após a explosão urbana que aconteceu no país, na década de 60, iniciam-se os estudos da matéria. O tratamento jurídico dos fenômenos urbanos passa a ser estudado no Brasil a partir da criação, em 1976, da disciplina de Direito Urbanístico nos cursos de pós-graduação da Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo, ganhando foro de especialização (MUKAI, 2002).

A ordenação do uso e ocupação do solo é um dos aspectos substanciais do planejamento urbanístico (SILVA, 1997). Preconiza uma estrutura mais orgânica para as cidades, mediante a aplicação de instrumentos legais de controle do uso e da ocupação do solo, com o que se procura obter uma desejável e adequada densidade populacional e das edificações nos aglomerados urbanos. O zoneamento do solo é conceituado como um instrumento legal utilizado pelo poder público, para controlar o uso da terra, as densidades de população, a localização, a dimensão, o volume dos edifícios e seus usos específicos em prol do bem-estar geral.

A fixação dos índices de aproveitamento do terreno mais adequados para as edificações destinadas aos diferentes usos, nas diversas zonas, permitirá um zoneamento do volume das edificações, que combinado com o zoneamento de uso e com as exigências de área de terreno por moradia, possibilitará um zoneamento aproximado da densidade da população. Os índices urbanísticos constituem, pois, com

a dimensão dos lotes, os instrumentos normativos com que se definem os modelos de assentamento urbano, em função da densidade populacional e edilícia desejável para determinada zona ou área.

A taxa de Ocupação e o Coeficiente de Aproveitamento são instrumentos que definem uma distribuição eqüitativa e funcional de densidades (edilícia e populacional) compatíveis com a infra-estrutura e equipamentos de cada área considerada. Pelo primeiro se estabelece a área de terreno que será ocupada pela edificação; e, pelo segundo, fixa-se a quantidade de edificação, em metros quadrados, que pode ser construída na superfície edificável do terreno. Os recuos e afastamentos servem para garantir condições de aeração e iluminação, para reduzir riscos de incêndio, assegurar espaços para jardins e proporcionar ambiente saudável e seguro. O gabarito designa a altura das edificações e indica um sentido volumétrico.

A legislação urbanística no Brasil continua sem nenhuma sistematização coerente de suas normas (MUKAI, 2002). Conciliar o desenvolvimento de nossas cidades, sua expansão demográfica, sua trajetória econômica, com hábitos saudáveis de vida, em ambiente puro e agradável, é o desafio do momento presente (MACHADO, 1998). O direito urbanístico preocupa-se com o desenvolvimento da cidade, para assegurar, com o emprego de todos os recursos técnicos disponíveis, vida condigna para toda a população, demonstrando uma íntima ligação com o meio ambiente. Não é possível separar mais o direito urbanístico do direito ambiental (MUKAI, 2002). O Estatuto da Cidade, que regulamentava os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988 e que estabelece diretrizes gerais da política urbana, vem dar suporte jurídico mais consistente às estratégias e aos processos de planejamento urbano, regulamentando os existentes e criando novos instrumentos urbanísticos a fim de promover o desenvolvimento e ocupação do solo urbano.

1. Acesso ao sol

A tendência ao adensamento e à verticalização dos grandes centros urbanos acaba por comprometer o acesso das edificações ao sol e à luz, muitas vezes com sérias conseqüências quanto a aspectos sanitários e de habitabilidade dos ambientes interiores (ASSIS, 2000, p. 161). O baixo aproveitamento da energia solar, tanto do ponto de vista passivo quanto ativo, tem resultado na freqüente necessidade de usar climatização e iluminação artificiais durante todo o ano; assim, a revisão da Lei de Uso e Ocupação do Solo procurou incorporar uma proposta para a garantia de acesso ao sol e à luz (ASSIS & VALADARES, 1994 apud ASSIS, 2000, p. 162), abordando, assim, as questões de conforto ambiental e economia de energia na cidade.

Segundo Frota (2004, p. 15) “O Sol é a chave dos fenômenos atmosféricos. Ao incidir, sob os mais diferentes ângulos, sobre a superfície da Terra, por tempos que variam entre 0 e 24 horas, conforme a latitude e a época do ano, e ainda sobre variadas formas, materiais e cores, determina os mais variados climas”.

De acordo com Knowles (2003, p. 1):

“O Sol é fundamental para todo tipo de vida, é a fonte de nossa visão, do calor, da energia e do ritmo das nossas vidas; seus movimentos informam nossa percepção de tempo e espaço e a nossa escala no universo. Garantir a acessibilidade ao sol é, portanto, essencial para a conservação de energia e para a qualidade de nossas vidas. Sem o acesso ao sol, as nossas percepções do mundo e de nós mesmos são alteradas. Sem a garantia de acesso ao sol enfrentamos a incerteza e a desorientação, podemos perder nosso senso de quem somos e onde estamos”.

Para projetar e localizar os edifícios, junto com a natureza, deve-se levar em conta os ritmos básicos da trajetória do sol. O conceito de acesso solar deve ser definido pela variação da trajetória diária e sazonal do sol em sua relação com a terra. O acesso solar é, também, uma referência ao tempo e ao espaço, pois existe uma relação entre quando e onde o acesso ao sol pode ser obtido. A garantia de acesso ao sol é, por conseqüência, uma questão de estar em um lugar por um período de tempo determinado. Onde e quando se quer o acesso ao sol, torna-se assunto de controle

associado a uma finalidade. O sol se movimenta por dia e estação do ano, e é sempre uma fonte de calor e de luz; é uma fonte de caráter dinâmico e eterno.

“Nada é tão certo e consistente como o movimento do sol através do céu. O que não é certo é se a futura construção em propriedade vizinha obstruirá o sol”, (LECHNER, 1991, p. 214). É possível projetar para obter o acesso solar com muita exatidão, se os vizinhos estiverem suficientemente distantes, ou se houver limitações ao que pode ser construído. Embora as leis que protegem o acesso solar sejam raras, elas existem em alguns países, como veremos adiante. Mas as discussões atuais sobre o acesso solar concentram-se no sol como uma reposição para fontes de combustível, aparentemente incertas, e como meio para preservação da nossa qualidade de vida. A energia solar é percebida como uma substituição direta para a luz artificial e o calor. As tecnologias atuais não mostram durabilidade, enquanto a energia solar é uma fonte eterna e gratuita, e por isso, importante para nossas vidas, portanto, devemos proteger o seu acesso. O sol é, pois, uma condição preliminar para as aptidões mentais e físicas, conseqüentemente, deve dar-se ênfase ao acesso solar como uma condição para melhorar a qualidade de vida nas cidades.

1. 1. Antecedentes históricos:

Na Antiga Grécia, Sócrates dizia que a casa ideal deveria ser fresca no verão e quente no inverno. Os gregos careciam de meios artificiais para refrescar suas casas no verão e os seus sistemas de calefação não eram adequados para mantê-las quentes no inverno. No século V AC, numerosas zonas da Grécia estavam quase sem árvores, pois a sua madeira era usada para queima. Isso causava escassez de combustível já naquela época, e os gregos tinham que importar a madeira. Muitas cidades-estado regularam o uso da madeira e do carvão. Em Atenas até proibiram o uso da madeira de oliveira para fazer carvão. A fonte alternativa energética estava aí (o sol), abundante e gratuita. O uso da energia solar como ajuda no aquecimento foi uma resposta positiva para combater a escassez energética. Aprenderam a construir suas casas para beneficiar-se dos raios solares no inverno frio e para evitar o calor do sol nos meses

quentes do verão. A técnica grega consistiu em entender que a altura do sol variava ao longo das estações, ou que a inclinação⁵ dos raios solares era variável. Para a latitude 40° N, no verão, ao meio dia, o sol está a 70°, enquanto no inverno percorre uma trajetória mais baixa, de 26° (BUTTI & PERLIN, 1980⁶, apud ESPÍ, 1999, p.2).

Nos desenhos solares gregos podem ser observados dois aspectos: o desenho do próprio edifício (a proporção do seu pórtico) e a sua relação com o edifício vizinho. A casa com pátio central resolveu estas relações, pois o edifício da frente é a própria entrada da casa. Mesmo assim, era necessário que a ordem urbana permitisse essa disposição, daí as ruas serem orientadas no sentido leste-oeste. Sócrates explicava: “Nas casas orientadas ao sul, o sol penetra pelo pórtico no inverno, enquanto que no verão, o arco solar descrito se eleva por nossas cabeças e por em cima do telhado, de tal forma que há sombra”.

Os antigos gregos planejaram cidades inteiras, na Grécia e Ásia Menor, como a cidade de Priene (figura 1), que permite que cada moradia tenha o acesso ao sol durante o inverno, mantendo aquecidos os compartimentos de repouso. Apesar da difícil topografia do lugar, todas as casas, mesmo as menores, eram desenhadas conforme o princípio geométrico da orientação solar. Para tanto, as ruas principais eram orientadas no sentido leste-oeste; e as secundárias, no sentido norte-sul.

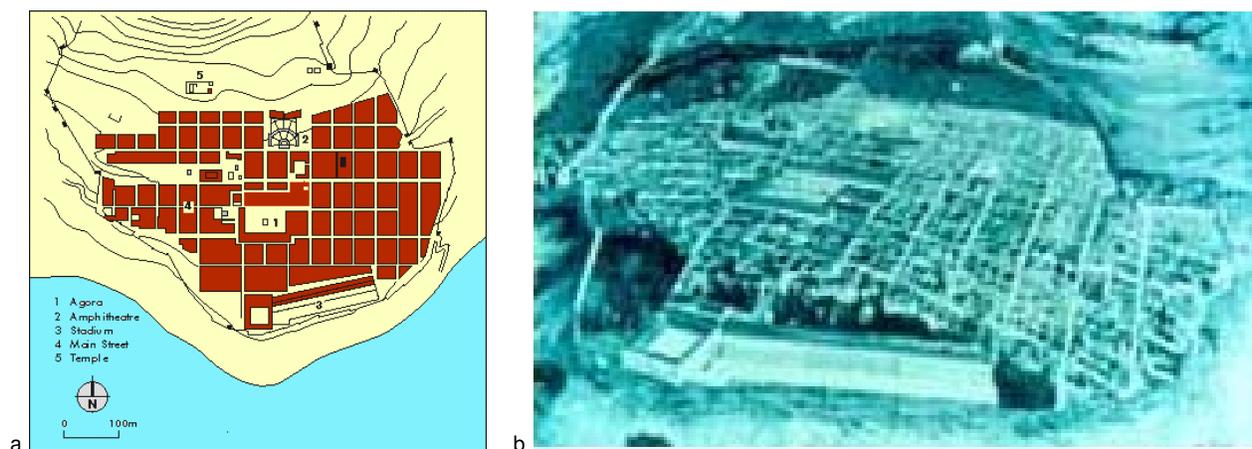


Fig. 1. a) Planta do Centro de Priene, e b) Foto aérea da cidade. Fonte: Butti & Perlin, 1985.

⁵ Por isso, a palavra clima vem do grego que significa inclinação.

⁶ Butti, Ken & Perlin, John, A Golden Thread: 2500 years of Solar Architecture & Technology, Van Nostrand Reinhold Company, New York and London, 1980.

Outra cidade grega, Olynthus, construída por volta de 500 anos AC, foi planejada também, de modo que a maioria das edificações pudesse fazer frente às ruas leste-oeste, e recebesse o sol diretamente na face sul (figura 2). O pátio permitia que o sol do inverno penetrasse profundamente no interior das casas, enquanto protegia os espaços do sol do verão.



Fig. 2. Sketch Map de Olynthus. Fonte: Nicholas Cahill, 2004

A figura 3 apresenta um bloco em Olynthus, que mostra os arranjos na composição dos blocos, os quais estavam sempre na mesma orientação e tamanho - eram dez casas por bloco e cada casa construída ao redor de um pátio aberto para a face sul. Os antigos gregos levaram em consideração o projeto solar dos seus edifícios e queriam que suas cidades fossem "modernas" e "civilizadas" (LECHNER, 1991, p. 208).

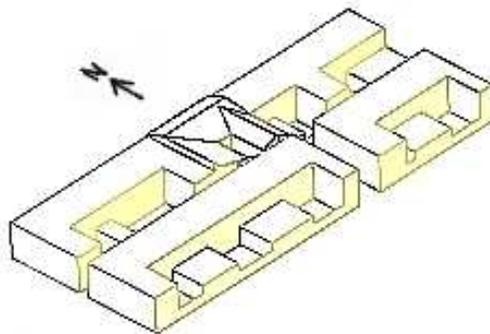


Fig. 3. Desenho de Walter Graham publicado por KNOWLES (1974). Planta isométrica de um bloco de Olynthus mostra que os volumes construídos tomam vantagens da orientação sul. Adaptação: Daniel B. Perez, 2006.

Os romanos inspiraram-se nas cidades gregas para fundar as suas, segundo Harouel (1990), determinando nos dois eixos da cidade, as suas ruas principais, que se cruzam em ângulo reto, denominados de *decumanus* (leste-oeste) e *cardo* (norte-sul).

Segundo Espí (1999, p. 4), na antiga Roma, o consumo de madeira como combustível era enorme, não só para aquecer os banhos públicos, mas para a indústria, construção de barcos e casas etc. Os romanos usavam sistemas de aquecimento conhecidos como “calidarium”⁷ e “ipocaustos”⁸, os quais queimavam madeira ou carvão e podiam devorar 150 quilos de madeira por hora, ou mais de 15 metros cúbicos por dia, o que causava a falta desses recursos rapidamente, e eles tinham que importar a madeira de lugares muito distantes. Assim, a população romana decidiu adotar a técnica solar grega, desenvolvendo-a e adaptando-a aos diferentes climas do império, empregando o vidro no fechamento das janelas, para garantir os ganhos e evitar as perdas de energia - sendo aplicada nos edifícios públicos e nos banhos. A arquitetura solar adquiriu importância tal, que a garantia dos direitos ao sol (o direito a que a casa vizinha não se interponha entre o sol e a própria casa) ficaria incorporada à lei romana.

Dizia Vitrúvio⁹: “Se desejamos que os desenhos de nossas casas sejam corretos, devemos começar por tomar nota dos países e climas em que estas serão construídas. Um tipo de casa parece apropriado para o Egito, outro para a Espanha... outro ainda diferente para Roma, e assim sucessivamente com regiões e países de características diferentes. Isto é porque uma parte da terra se encontra diretamente embaixo do curso do sol, outra é distante dele, enquanto que outras se encontram na metade dos caminhos entre as anteriores... É evidente que os desenhos de casas deveriam conformar-se às diversidades do clima”. Vitrúvio ainda especificava o lugar da casa em que deveria ficar cada habitação, de acordo com o seu uso, a fim de propiciar um conforto maior.

⁷ Calidarium: sistema de aquecimento de água usados para os banhos.

⁸ Ipocaustos: compartimentos construídos em túneis subterrâneos onde uma fornalha aquecia o ar que por sua vez aquecia os ambientes.

⁹ Vitrúvio escreveu o Tratado sobre Arquitetura no século I AC defendendo os princípios *utilitas, firmitas e venustas* (*utilidade, rigidez e beleza*) que deveriam estar presentes em todas as construções. Pollio, Marcus Vitruvius, *Ten books*, disponível em: <www.lih.gre.ac.uk/vitruvius.htm> Acesso em 16 jun 2007

No século I DC, à medida que as madeiras iam se esgotando, os romanos começaram a construir de acordo com a técnica da orientação solar. Plínio, o Jovem, escritor romano, deu forma às suas duas casas, uma invernal e outra de verão, segundo as técnicas solares gregas, sendo uma delas, semicircular com uma grande janela, por onde entrava a luz do sol durante o dia. Era conhecida como o “heliocaminus”¹⁰, pois guardava o calor no seu interior, com as aberturas orientadas ao sudoeste e dotadas de fechamentos com vidros planos (figuras 4 e 5).



Fig. 4 e 5. Heliocaminus, Ostia e Tívoli. Fontes: Butti & Perlin, 1985, adaptado por Daniel Pérez, 2006 e Nicoletto Lanciano, 2005.

Ainda Vitrúvio: “o lugar para os banhos deve ser tão temperado como possível e estar longe do norte... Deveriam estar virados para o sol poente do inverno, pois quando o sol do poente ilumina com seu resplendor irradia calor, tornando esta orientação mais cálida à última hora da tarde [quando era o costume tomar banho]”.

Os arquitetos Faventino e Paládio (século IV DC) escreveram manuais nos quais fixam as técnicas solares, além da reciclagem da água, pois pela disposição das casas de campo, essas ficavam em cima dos banhos quentes para serem beneficiadas pelo calor (ESPÍ, 1999). A importância do acesso ao sol, porém, fica registrada no Código do Imperador Justiniano, no século VI:

“Se um objeto está colocado de forma a ocultar o sol a um heliocaminus, deve afirmar-se que tal objeto cria sombra num lugar onde a luz do sol constitui uma absoluta necessidade. Isto é assim uma violação do direito do heliocaminus ao sol”.

¹⁰ Heliocaminus era um compartimento que captava a energia solar e guardava o calor (forno solar).

Apesar deste registro jurídico, a forma urbana das cidades romanas não permitiu o acesso de todos ao sol. Só as classes favorecidas tinham este acesso, não acontecendo o mesmo com as moradias mais humildes, que não desfrutavam de orientações adequadas.

Depois da queda do Império Romano, os princípios da orientação solar não foram utilizados na Europa por, pelo menos, mais de mil anos, embora os construtores vernáculos mantivessem uma tradição implícita, baseada no senso comum, na disponibilidade de materiais e energia e na adaptação dos recursos ao redor, como é o caso da arquitetura do mediterrâneo europeu, de povoados da Ásia e do norte da África. Porém, é na América do Norte que as tribos de índios *Pueblos* estabeleceram comunidades solares altamente sofisticadas.

Na América do Norte, a cultura Anasazi, constituída por índios de várias aldeias, evidencia um alto grau de sensibilidade aos movimentos diários e sazonais do sol, assim como à ação dos ventos. Segundo Rapoport (1978)¹¹, descrito por Romero (2001, p. 56), a palavra '*Pueblos*' aplica-se a uma grande diversidade de abrigos em desfiladeiro, planalto ou vale e agrupa inúmeros grupos tribais e lingüísticos (Hopi, Zuni e Tewa, entre outros), os quais se desenvolveram no Sudoeste dos Estados Unidos a partir do século VI, numa região árida de extremos climáticos - verão quente e seco, e noites frias no inverno. Exemplos destes assentamentos existem em *Longhouse Pueblo*, em Mesa Verde, Colorado (figuras 6, 7 e 8), em *Pueblo Bonito* (figuras 9, 10 e 11), *Chaco Canyon*, e *Pueblos Taos*, em *New México*, e *Pueblo Acoma*, também em *New México* (figuras 12, 13 e 14). Os princípios solares não só afetam as residências em particular, mas também ordenam o próprio traçado das cidades, capazes de garantir a todas as residências o acesso ao sol (ESPÍ, 1999, p. 22).

O controle do sol se dá pela orientação sul que capta sol no inverno e não permite a insolação direta no verão; o mesmo acontece com a ação do vento. Para o vento frio do Norte, no inverno, ficam expostas barreiras (naturais e construídas) e, no

¹¹ RAPOPORT, Amos. "El Pueblo y el Hogar" em *Cobijo y Sociedad*, org. Paul Oliver, Madrid, H. Blume Ediciones, 1978.

verão, são permitidas as brisas frescas (ROMERO, 2001, p. 59), como mostram as figuras de 6 a 11.

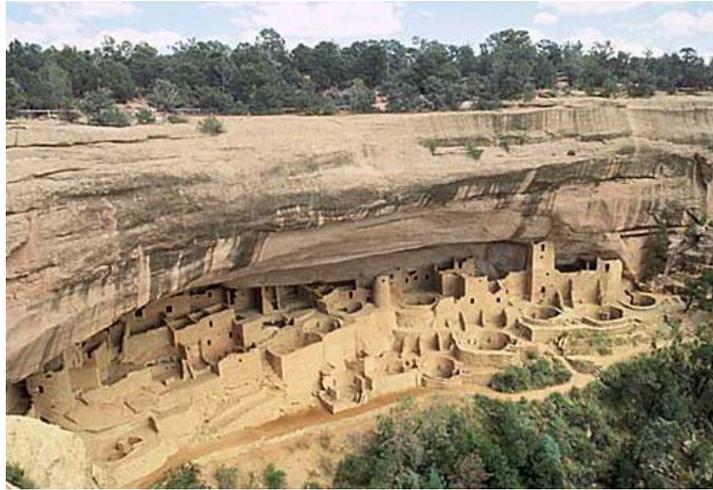


Fig.6. Foto: Longhouse Pueblo. Fonte: Robert Winslow, 2006. <http://rwinslow.smugmug.com>. Keyword/architecture/1/66639506,

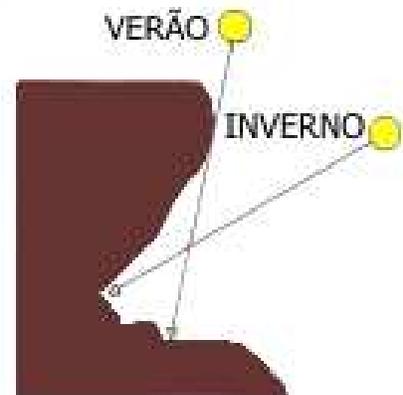
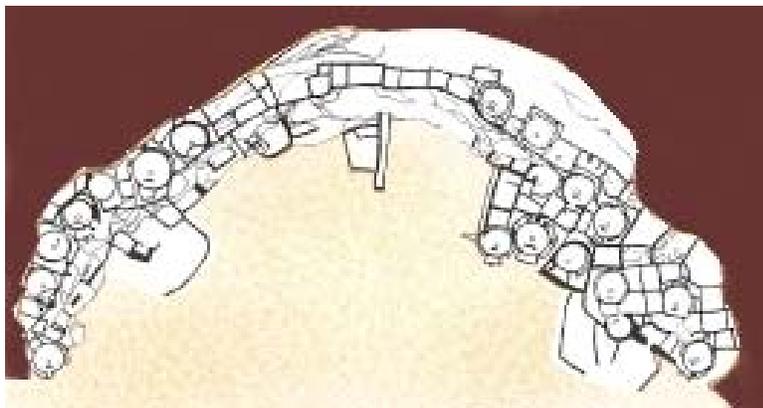


Fig. 7 e 8. Planta e corte de Longhouse Pueblo. Fonte: Knowles, adaptado por Daniel B. Pérez, 2006

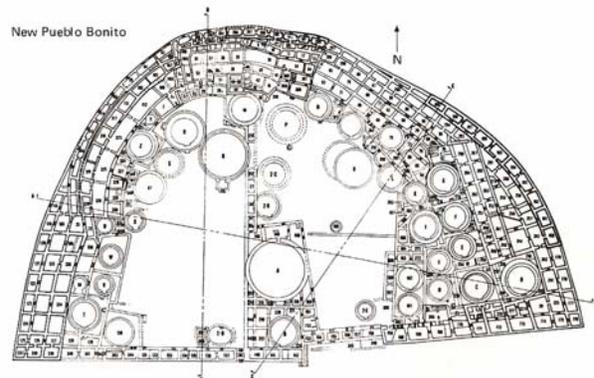
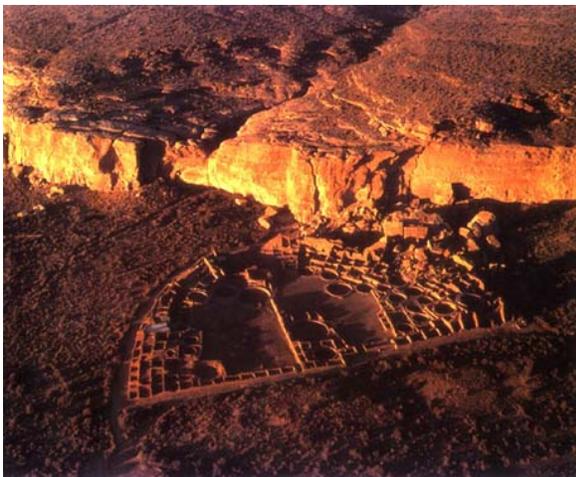


Fig. 9 e 10. Foto aérea e Planta de Implantação de Pueblo Bonito em New México. Fonte: Arq. Dennis Holloway, 2005.

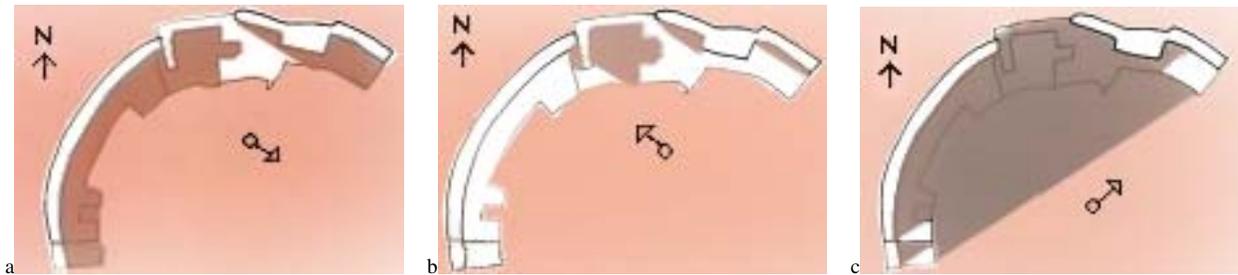


Fig. 11. Pueblo Bonito, sombras em a) Poente solstício de verão, b) Nascente solstício de Inverno e c) Poente solstício de inverno

Fonte: Knowles, 1974, adaptado por Daniel B. Pérez, 2006

A “cidade do céu” de Acoma constitui um dos mais sofisticados exemplos de acessibilidade solar. Acordos entre os habitantes geraram acesso ao sol. Construída no alto de um platô, no deserto, Acoma exemplifica o planejamento inicial. Consta de três fileiras de casas orientadas sobre um eixo leste-oeste; cada unidade articula-se em um, dois ou três pavimentos, dispostas para permitir a plena exposição solar de cada residência no inverno. A maioria das portas e janelas abre para o sul, as paredes são grossas, de adobe, e os tetos e terraços são feitos em toras e juncos, recobertos com uma mistura de barro com palha.

De acordo com Knowles (2003, p. 2), os acomanos construíram as suas casas apropriadas para o clima do alto deserto; os raios solares baixos do inverno incidem diretamente sobre as paredes de face sul, as quais retêm o calor durante o dia e o liberam para aquecer os espaços internos nas noites frias. Em contraste, o sol do verão passa alto, por cima, atingindo muito mais diretamente os tetos-terraços que armazenam menos calor, refletindo-o. O espaçamento entre as fileiras de casas é distante o suficiente para evitar sombras de inverno nas paredes e terraços, permitindo o armazenamento de calor nas paredes. Foi realmente esta relação crítica entre a altura dos edifícios e a área de sombra que inicialmente deu origem ao conceito do **envelope solar**. A figura 12a ilustra esquematicamente estas relações, enquanto a figura 12b, mostra a incidência da radiação solar nas paredes e tetos-terraços. Já as figuras 13 e 14 mostram, em vistas tridimensionais virtuais, o sítio de Pueblo Acoma, com seus edifícios e suas respectivas sombras.

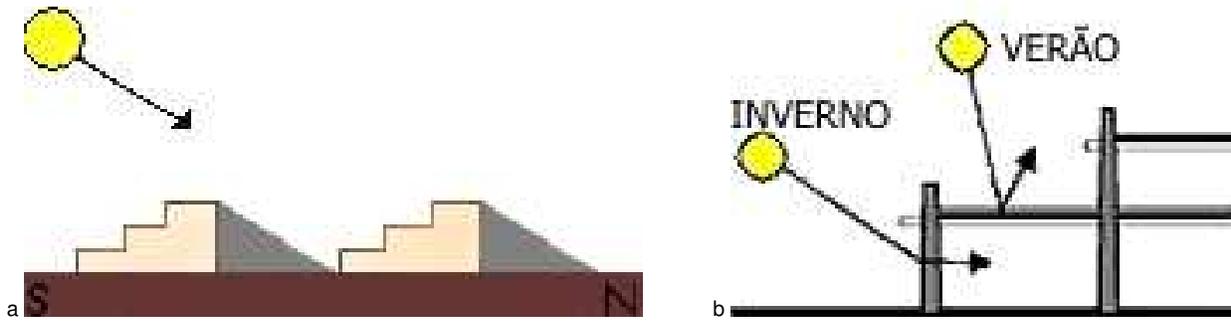


Fig. 12. Pueblo Acoma, New México. Fonte: Knowles (2003) adaptado por Daniel B. Pérez (2006).

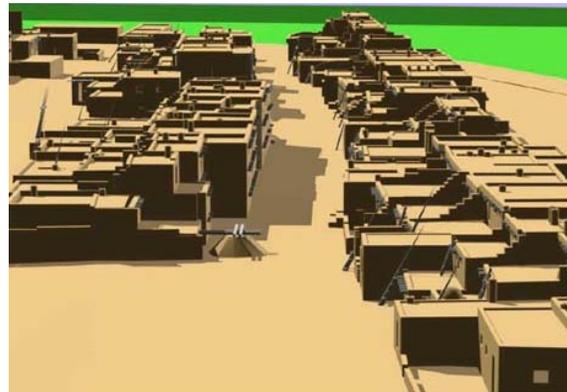


Fig. 13 e 14. Pueblo Acoma, New México. Fotos aéreas virtuais vista do NE e vista do Leste, Arq. Dennis Holloway, 2005

Na América Central e do Sul existem inúmeros exemplos da arquitetura e do urbanismo de civilizações, como a Azteca, a Maia e a Inca, cujos edifícios principais sempre foram implantados na orientação dos pontos cardeais, e as ruas também. Os edifícios em forma piramidal sugerem o uso do envelope solar. **O Sol sempre foi um referencial** para as suas atividades religiosas e para o cotidiano de suas vidas, como podemos observar a seguir:

Na Cultura Tolteca, a cidade de Teotihuacan, localizada na latitude 19°41'N, foi construída entre os séculos III e IX AC, a 50 km da cidade do México, implantada num eixo norte-sul, conhecido como a calçada dos mortos, com a pirâmide da lua na frente e a do sol ao lado; eram aproximadamente 150.000 pessoas habitando um território de 30 km² (figuras 15 e 16). A primeira grande urbe da América pré-colombiana, com traçado urbano de grande densidade e racionalidade, constituindo-se no sítio arqueológico mais

importante por apresentar, além dos templos do centro cerimonial, todos os bairros residenciais com as suas tipologias habitacionais em formato de cruz.

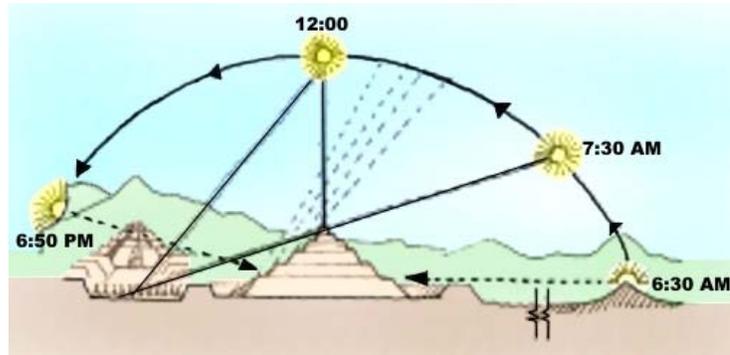


Fig. 15. Foto de Teotihuacan. Fonte: www.teotihuacan.com Fig. 16. O tempo. Fonte: Gonzáles Lobo, 1992. Adaptação: Pérez, 2006

Na Cultura Maia, a cidade de Tikal (figura 17), dentre outras, é implantada também nos eixos norte-sul e leste-oeste; foi construída entre os séculos III e IX DC, e era formada por um grupo de edifícios altos (de até 70m de altura), dispostos de forma tal, que um edifício não cobre visualmente o outro e não projeta sombras sobre os outros.



Fig. 17. Foto da cidade de Tikal.

Fonte: www.geocities



Fig. 18. Foto vista da cidade de Uxmal.

Fonte: www.geocities

A cidade de Uxmal (Séc. VI-XII DC) (figura 18) colocava de forma muito cuidadosa a orientação dos templos, dos observatórios e de todos os edifícios considerados importantes, para serem construídos de acordo com as interpretações maias das órbitas dos astros.

O Império Azteca e a sua capital Tenochtitlan (figuras 19a e 19b) erigida no meio do lago Texcoco, no século XIV DC (1325), foi construída com uma geometria rigorosa, seguindo os pontos cardeais, e abrigou mais de 100.000 habitantes.



Fig. 19. Cidade de Tenochtitlan. a) Plano Geral e b) Planta da área central.

Fonte: www.geocities.com e Gonzáles Aragon,1992 respectivamente.

Na América do Sul, a Cultura Inca construiu a sua capital em Cuzco (figura 20), cuja praça central, quadrada, foi implantada para orientar os seus lados para as quatro regiões conhecidas como “suyos” (orientadas nos pontos cardeais), já que o Império foi chamado de Tawantinsuyo (figura 21) e as quatro regiões de “Chinchaysuyo” ao Noroeste, “Contisuyo” ao sudoeste, “Collasuyo” ao sudeste e “Antisuyo” ao nordeste. O Sol representava, para os Incas, a maior divindade - o deus sol - conhecido como Wirakocha, ditava todas as regras da vida cotidiana e dos atos religiosos.



Fig. 20. Plaza de Armas, Cuzco atual. Latitude 13°65'S

Fonte: www.geocities.com/CapitolHill/6502/hkapurm.mid

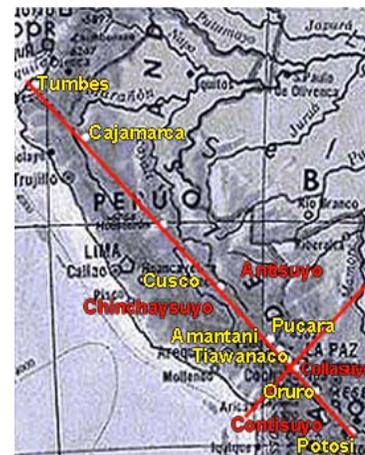


Fig. 21. Tawantinsuyo.

Fonte: www.enjoyperu.com/cosmovision/arqueotours

As culturas pré-incaicas, também implantavam as suas cidades na relação dos eixos norte-sul, como é o caso de “Pachacamac”, ao sul de Lima (figura 22), construída durante vários séculos e por distintas culturas, (de I AC até XII DC); e de “Cahuachi”, capital de Nazca (figura 23), construída entre os séculos I a VI DC e que só desde há 20 anos vem sendo desenterrada das areias do deserto peruano.



Fig. 22 e 23. Palácio das Mamacunas, Pachacamac (séc. XV DC) e Cahuachi, Nazca (sec.IV DC).

Fonte: www.labyrinthina.com e <http://aero.info/oldghwh/ps/cahuachi/>

E há outros exemplos destas culturas que implantavam suas edificações obedecendo as regras do movimento do sol, como em Chan-Chan¹², capital do Reino Chimú (séc. XII a XV DC), ao norte do Peru (figuras 24 e 25), com uma população de mais de 60.000 habitantes - toda construída em adobe com paredões de até 12,00 ms de altura, dispostos na orientação principal norte-sul, e cuja função, além de defensiva, era sombrear os caminhos de acesso e captar as brisas marinhas que se deslocam do sul para o norte, conduzindo-as para dentro da cidade e refrescando-a.

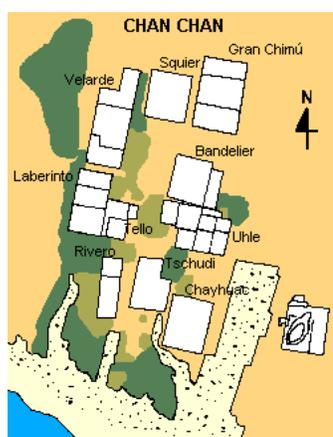


Fig. 24. e 25. Chan-Chan. Implantação Geral e Vista das Ruínas com o Oceano Pacífico ao fundo.

Fonte: www.antropologia.com.ar/peru/chanchan.htm.

¹² Chan-Chan, era Jang-Jang que na língua Muchick significa: Sol-Sol.

1.2. A modernidade

Na segunda metade do século XIX, com o crescimento rápido de cidades como Nova York, Filadélfia, Boston, ou Chicago, nos Estados Unidos, de forma paralela ao crescimento das cidades européias, as condições urbanas eram muito ruins, com residências de péssima qualidade construtiva, orientadas de qualquer forma, sem ventilação adequada. Com o traçado urbano junto a altas densidades, os edifícios impediam o acesso ao sol dos edifícios vizinhos. Este problema, mais urbano do que edilício, segundo Espí (1999, p. 24), chamou a atenção do arquiteto William Atkinson, que em 1904 reformava Boston, e percebeu que...

“o arranha-céu beneficia-se da luz... a expensas dos edifícios mais baixos e antigos”

E ele conseguiu convencer o Poder Público de Boston, da importância de garantir o acesso ao sol para todos os edifícios, sendo logo elaboradas novas leis que limitavam a altura das novas construções. Atkinson interessou-se pela melhor orientação das habitações (sob o pressuposto de que a forma e o ordenamento urbano garantiam o acesso ao sol das fachadas) e verificou diferenças de temperatura nos compartimentos orientados de forma distinta, tanto interna quanto externamente. Em 1912, Atkinson, otimista com o potencial do sol, publicou o livro “A orientação dos Edifícios, ou projetando para o Sol”, mas poucos arquitetos seguiram as suas idéias sobre o aproveitamento da orientação solar para obter calefação grátis no inverno. Os resultados das investigações de Atkinson foram esquecidos rapidamente.

Estudiosos como Henry Wright, em 1938, e seu filho Henry N. Wright, abordaram a relação entre a orientação de uma janela e o calor num edifício, aplicando as informações meteorológicas - o quanto de calor poderia ganhar um edifício durante as diferentes estações com as janelas abertas para diferentes orientações.

Em 1938, o arquiteto George Fred Keck “redescobriu” que o vidro poderia reter o calor; numa visita que fez a uma obra, percebeu que, em pleno mês de Janeiro, com a temperatura externa abaixo de zero, mas com um sol intenso, os trabalhadores estavam dentro da obra realizando os acabamentos, com camisas, sem agasalhos, e... por causa do calor do sol. Todo fechamento envidraçado, orientado ao sul e sob beirais, era o que mais conforto proporcionava o ano inteiro. Resolveu colocar em prática a arquitetura solar e construiu algumas pequenas casas.

O Movimento Moderno e o Estilo Internacional, então, adotaram nos projetos grandes superfícies envidraçadas em qualquer direção, o que provocava enormes ganhos de calor no verão e vultosas perdas no inverno, com a conseqüente necessidade de equipamentos de calefação e de refrigeração – ou seja, o consumo desnecessário de energia artificial.

Segundo Romero (2001, p. 18), “a crise do petróleo em 1973, motivou o aparecimento de trabalhos como os de Steve Baer (1973), Donald Watson (1977), Robert e Brenda Vale (1978) e Mazria (1979), que unem a preocupação com economia de energia convencional às preocupações com a incorporação dos fatores ambientais ao desenho”. Nestes anos aparecem três tendências da arquitetura solar: arquitetura solar propriamente dita, arquitetura bioclimática e arquitetura autônoma; as três à procura de uma independência das fontes tradicionais de energia. A fim de reduzir o consumo de energia, arquitetos concentram-se em conceitos mais eficientes da insolação dos edifícios, tratando de substituir o petróleo, gás e eletricidade por energias “suaves” como o sol, os ventos, os gases biológicos. A utilização racional desta energia não produz cinzas, nem resíduos, nem emprega combustíveis, ou vigilância técnica e policial; a volta da energia solar coincide com o desenvolvimento da ecologia. Bardou e Arzoumanian, 1980, em seu livro *Sol y Arquitectura*, abordam conceituações teóricas e a análise de várias realizações de arquitetura com princípios solares, agrupadas em duas categorias, os modelos bioclimáticos e os sistemas tecnológicos. Os primeiros aproximam-se das concepções vernáculas, enquanto os segundos se apóiam na industrialização e na standardização (ROMERO, 2001, p. 20).

“Não existe arquitetura vernacular anti-climática”, Vaye e Nicolas (1977) proclamam, interessados na afinidade entre as técnicas de energia solar e os resultados arquitetônicos; e classificam os sistemas de captação solar em passivos (quando por elementos arquitetônicos) a ativos (quando por elementos técnicos externos à estrutura). Serra (1989), de acordo com Romero (2001, p. 19), tenta otimizar os sistemas naturais de controle em climas temperados, para regular os ganhos de energias naturais e as perdas energéticas do edifício através da sua pele. A concepção geral que relaciona o microclima que rodeia o edifício ao ambiente interno busca melhorar o funcionamento energético da arquitetura, por meio de técnicas conservacionistas de conexão e estabilizadoras.

1.3. Legislações específicas

Nos Estados Unidos da América do Norte, o *U.S. Department of Energy*, pela *Office of Energy Efficiency and Renewable Energy - EERE* publica *A Consumer's Guide*¹³ (um Manual para o consumidor), e define: “o acesso solar é considerado como a disponibilidade de (ou o acesso à) luz solar desobstruída, direta”. O acesso à luz do sol torna-se importante por inúmeros motivos, entre eles o de otimizar o desempenho do desenho solar passivo de edifícios, dispositivos para conversão da energia solar e disponibilidade de iluminação natural. O conceito de acesso solar surgiu nos Estados Unidos, inicialmente, como um meio dos proprietários de terra protegerem o “seu” acesso ao uso da radiação solar, a fim de evitar danos futuros. Os esforços iniciais de proteger o acesso solar levaram em consideração o direito que cada proprietário de terra teria à luz do sol. Verificaram, posteriormente, que o amplo acesso solar beneficiaria toda a comunidade de várias formas, especialmente na economia de energia, e mais: custo de implantação, conforto, economia no custo da construção, valorização de mercado, potencial futuro do uso da energia solar e estética. Diversas cidades desenvolveram manuais e/ou regulamentos para o planejamento do acesso solar; a coleta de dados, a determinação e o desenvolvimento da política; a integração de novos e/ou existentes estatutos com o acesso solar foram etapas necessárias no

¹³ Disponível em <www.eere.energy.gov/consumer/>. Acesso em: 1 abr 2007

processo. O zoneamento foi um mecanismo comum usado para proteger o acesso solar.

Ainda, o Manual para o Consumidor recomenda que a intenção da estratégia solar para implantar um edifício é muito simples, que este deve ser orientado para o sol a fim de elevar seu potencial de aquecimento no inverno e de reduzi-lo no verão. Para uma nova edificação, deixar a fachada para uma orientação de até 30º para o sul não custa nada, mas maximiza o seu potencial solar, ou deixá-la até 45º para o sudeste, pois o sol da manhã oferece muitos benefícios só com a redução de calor no verão. Com a melhor orientação, é possível projetar o edifício, incorporando as características solares como o aquecimento passivo dos ambientes, de refrigeração e de iluminação natural. As estratégias solares adotadas no projeto desde o início acarretam eficiência, reduzindo os custos de investimento, de equipamentos de aquecimento e refrigeração, bem como de manutenção. O acesso desobstruído ao sol é necessário para o melhor desempenho dos sistemas de energia solar ativos e passivos, e a sua proteção é claramente vantajosa para os sistemas em posições associadas: telhados, coletores solares para aquecimento de água, aquecimento de ambientes, e estruturas fotovoltaicas. Paredes: sistemas solares passivos como as paredes de Trombe¹⁴, estufas solares e sistemas de ganho direto. Lotes (com face sul): sistemas de coletores ativos.

Os regulamentos de zoneamento podem criar problemas para o acesso solar, com questões de altura, de recuos, restrições externas ao projeto, exigências para ocupação do lote e projeção das áreas não ocupadas, orientação do lote etc. A predominância da orientação da rua no sentido leste-oeste deve ser primordial para o desenvolvimento do parcelamento, pois promove uma ótima orientação do edifício para o acesso solar.

¹⁴ Paredes de Trombe: parede construída com material de massa térmica coberta por vidro, com espaçamento de poucos centímetros, a fim de absorver o calor, retê-lo, e à noite, liberá-lo para o interior do ambiente. Provoca, durante o dia, a circulação do ar e canaliza-o para o interior do ambiente. Sistema patenteado por Edward Morse, em 1881, e popularizado por Félix Trombe e Jacques Michel, em 1964.

Os Estados Unidos adotaram algumas leis, que promovem tecnologias de energia solar, como é *The California Solar Rights Act*¹⁵ (1978), constituindo a seção 714 do *California Civil Code*, para “assegurar que nenhum convênio, restrição, ou circunstância contida em alguma ação ou limitação contratual que afete a venda ou valor da propriedade real, limite a instalação ou o uso de sistemas de energia solar”. “É a política do Estado para promover e incentivar o uso de sistemas de energia solar e para remover os obstáculos ao seu uso”.

O Código Civil da Califórnia estabelece a criação de servidões para assegurar o direito de receber a luz solar para todo sistema de energia solar, assim como a Ata de Controle Solar de Sombras fornece proteções para limitar a vegetação nas propriedades adjacentes. A cidade de San Diego fornece isenção de impostos sobre a propriedade para quem usa equipamentos de energia solar. A cidade de San Jose descreve o que constitui o acesso solar para uma unidade de moradia, e a quantidade de sombra sobre a unidade de moradia define seu nível de acesso solar e limita o sombreamento de uma estrutura ou vegetação vizinha que não deve exceder 20% das paredes viradas para o sul, ou 10% para janelas com face sul, ou então 1,86 m², tudo às 12:00 h do dia 21 de dezembro.

Outros Estados adotaram também seus regulamentos, como é o caso da cidade de Arthur, no Texas, que prevê proteção ao acesso solar e estabelece requisitos para o desenho de ruas em novos projetos, a fim de maximizar os benefícios da energia solar. O capítulo 19 do seu *Code of Ordinances*¹⁶ (1979), define a energia solar como a “energia radiante (direta, difusa e refletida) recebida do sol”, e no parágrafo 3, da subseção A, afirma: “cabará aos loteamentos tirar vantagens da topografia e da orientação solar com o fim de que sejam fornecidos bons locais para a edificação e fornecida infra-estrutura com mais economia”. No parágrafo 3, da subseção E: “quando o parcelamento encostar com outro já desenvolvido, especificado para levantar edifícios de meia ou elevada altura, a posição dos espaços abertos sempre que possível

¹⁵ *The California Solar Rights Act*, disponível em: <www.akeena.net/about/solarrights> Acesso em: 2 abr 2207

¹⁶ *City of Port Arthur, Texas. Ordinance n° 79-78*, disponível em: <www.sustainable.doe.gov/codes/portatx> Acesso em: 2 abr 2007

protegerá as estruturas mais baixas das sombras lançadas pelos edifícios mais altos”.

No parágrafo 1º da subseção F:

“As ruas serão projetadas de forma que ao menos 80% dos edifícios, no parcelamento, possam ser orientados com seus eixos principais paralelos a 9º ao sudoeste com variação de 6º ao noroeste, ou 25º ao sudoeste. As exceções à orientação exigida podem ser concedidas desde que seja mostrado que o estrito cumprimento é impraticável devido ao tamanho, configuração, orientação da propriedade, natureza de desenvolvimento circunvizinho, e tipos de circulação, que melhorem o projeto ou as características físicas do local como a topografia ou a vegetação”.

O *Solar Access, Thermal Performance, and Heating Ordinance*¹⁷ (1980), de *Soldiers Grove City, Wisconsin*, estabelece padrões de rendimento de energia para novos edifícios, incluindo o requisito para que edifícios não residenciais recebam, no mínimo, 50% do seu aquecimento por energia solar. O *Solar Codes and Ordinances* (1996), *New Pattonsburg City*¹⁸, *Missouri*, prevê a proteção do acesso solar, promove o desenho alternativo de residência, o uso de sistemas de conversão de energia do vento, bem como outras tecnologias do uso eficiente de recursos. No Estado da Califórnia, a cidade de Santa Cruz, regulamenta no capítulo 12.28 do *Building Regulations*¹⁹ (1986), a *Solar Access Protection*, e a cidade de Santa Clara coloca em vigor o seu *Solar Shade Control Act Exemption*²⁰ (2005), definindo, entre outros termos, o acesso solar, como a capacidade da luz solar atingir um sistema de energia solar. A cidade de Dakota, em Minnesota, adota o *Solar Access Policy Plan*²¹ (1999) e classifica dois tipos de edificações para o uso de coletores solares, os ativos e os passivos, além de prever o uso de células fotovoltaicas para a conversão de energia solar em elétrica. A cidade de Sunnyvale, no capítulo 19.56 do seu *General Development Standards*²² (1999), *Solar Access*, define o acesso solar como a ausência de sombras que obstruam ou que reduzam a exposição ao sol por mais de 10% diário, no período das 9:00 às 15:00 h, nas coberturas de qualquer edificação. No capítulo 40A, *Zoning*, do título

¹⁷ *Solar Access, Thermal Performance, and Heating Ordinance, Soldiers Grove, Wisconsin, 1980*. Disponível em <www.smartcommunities.ncat.org/codes/slgrslac>. Acesso em: 2 abr 2007

¹⁸ *Solar Codes and Ordinances, New Pattonsburg, Missouri, 1996*. Disponível em <www.smartcommunities.ncat.org/codes/solar.shtml>. Acesso em 2 abr 2007

¹⁹ *Santa Cruz County Code, 1986*, disponível em <www.dsireusa.org/documents/Incentives/CA34R.htm>. Acesso em: 2 abr 2007

²⁰ *Ordinance Code County of Santa Clara, 2005*, disponível em <www.sccc.gov/SCC/docs/scc_ordinance> Acesso em: 2 abr 2007

²¹ *Solar Access Policy Plan, 1999*. Disponível em www.co.dakota.mn.us/Departments/Planning/DC2020. Acesso em: 2 abr 2007

²² *Sunnyvale Municipal Code, 1999*, Disponível em <http://qcode.us/codes/sunnyvale/view.php>. Acesso em: 2 abr 2007

Cities, towns and Districts, a legislação de Massachusetts incentiva o uso de sistemas de energia solar e protege o acesso solar pelo regulamento de orientação das ruas, dos lotes e dos edifícios, dos limites máximos de altura dos edifícios, e de limitações na altura das vegetações, protegendo também o acesso ao sol dos vizinhos.

O *Solar Access Regulations*²³ (1991), *Boulder, Colorado*, que limita a quantidade de sombra permitida por nova construção e requer que todos os novos edifícios sejam situados para permitir um bom acesso solar, além da legislação, publica um manual de acesso ao sol, ou de análise de sombras solares para ajudar arquitetos, engenheiros, empreendedores e construtores em geral a trabalhar com o direito ao sol. No capítulo 8, *Solar Access*, do título 9, *Land Use Regulations*, são apresentadas algumas definições para produzir o efeito da lei, como o “beneficiário” sendo o proprietário ou possuidor que recebe a licença de acesso solar; “envelope do edifício” é uma área em qualquer lote onde pode ser construído o edifício de acordo com as limitações de recuo; “obstrução do acesso solar protegido pela licença” aplica-se a todo objeto, estrutura, edifício ou vegetação que lance sombras sobre uma parte do sistema de energia solar durante certas horas do dia e da estação do ano; “barreira solar” seria uma obstrução hipotética projetada como descrito em seção específica; “meio dia solar” é o tempo em que o sol está exatamente ao sul na sua posição mais elevada acima do horizonte; “sistema solar” é todo sistema feito para aproveitar a luz do sol como uma fonte de energia capaz de coletar, distribuir, armazenar e aplicar a energia solar ao uso benéfico pela redução de energia não solar. Para melhor compreensão dos usuários, arquitetos, construtores e população em geral, é publicado o *Solar Access Guide or Solar Shadow Analysis*²⁴ (2000), no qual a cidade é dividida em três zonas de áreas de acesso solar, de acordo com densidades, topografia, configurações e orientações de planejamento do lote:

- 1) A Área de Acesso Solar I, para proteger lotes com 12 pés (3,66 m) de “barreira solar” em determinadas zonas,

²³ *Solar Access Regulations, Boulder, Colorado, 1991*. Disponível em <www.sustainable.doe.gov/codes/chapter8.shtml>. Acesso em 02 abr 2007

²⁴ *Solar Access Guide or Solar Shadow Analysis, City of Boulder, 2000*. Disponível em <www.ci.boulder.co.us/buildingservices>. Acesso em 02 abr 2007

- 2) Área de Acesso Solar II para proteger lotes com 25 pés (7,62 m) de “barreira solar” para outras determinadas zonas, e,
- 3) Área de Acesso Solar III, para proteger lotes por meio de processo de permissão.

Uma junta analisa os pedidos e aprova as licenças de acesso solar. Para obter a licença, uma simples apresentação da análise das sombras deve ser submetida à fiscalização, anotada a altura e orientação do edifício proposto, a inclinação do terreno e as sombras lançadas no dia 21 de Dezembro, entre as 10:00 e as 14:00 h.

De início, deve ser desenhada a planta do local mostrando as melhorias existentes, a proposta de construção ou ampliação e as linhas de divisa do lote com a indicação do norte. O segundo passo determina a altura da sombra lançada sobre parte do telhado; para tanto, devem ser marcados, em planta, o local e altura dos cantos do telhado. Na terceira etapa devem ser desenhadas as sombras aproximadas pela construção proposta, usando os padrões das figuras 26a e 26b. Os comprimentos de sombra do meio dia são projetados diretamente para o norte, enquanto os comprimentos das 10:00 e 14:00 h devem ser extraídos a 30° ao oeste e 30° ao leste, representando a linha de proteção por quatro horas (fig. 26a e 26b).

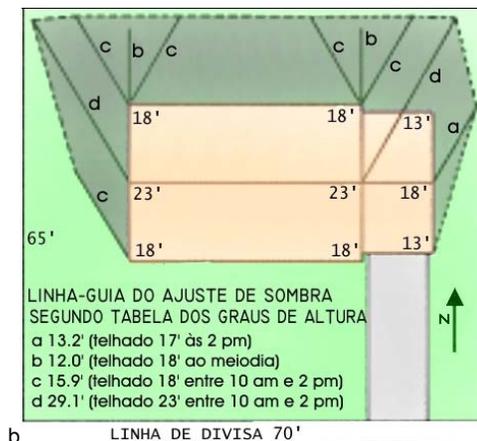


Fig. 26. a) Casa para ser analisada e b) Análise simples de sombras para uma casa. Fonte: Solar Access Guide or Solar Shadow Analysis, 2000. www.ci.boulder.co.us/buildingservices. Acesso em: 07/abr/2007. Adaptação: Daniel B. Pérez, 2006

Se a sombra resultante estiver totalmente dentro das divisas de sua propriedade, a construção ou ampliação está de acordo; se a sombra cair fora de sua propriedade,

deve ser revisto o projeto, ou deve-se apresentar uma proposta alternativa que demonstre o real impacto das sombras nos vizinhos. Se a propriedade vizinha já estiver sombreada por edifícios existentes, montanhas ou outros objetos permanentes (excluídas as árvores), e se a edificação proposta ou ampliação sombrearem parte da área vizinha que esteja fora do envelope do edifício, a edificação está isenta de cumprir as exigências do regulamento.

Para novos assentamentos, exige-se que todas as unidades que não tenham sido planejadas para incorporar características solares, tenham seu eixo principal dentro dos 30° ao leste e oeste, que os telhados devam suportar pelo menos 70 pés quadrados (5,10 m²) para os coletores solares por unidade habitacional, e que o acesso solar fique desimpedido ou por obediência a este regulamento ou a contratos particulares. A figura 27 é exemplo de um projeto pequeno no qual 100% das unidades estão situadas de acordo com este regulamento.



Fig. 27. Planta de um loteamento contemplando o regulamento. Fonte: Solar Access Guide or Solar Shadow Analysis, 2000. www.ci.boulder.co.us/buildingservices. Acesso em 07/abr/2007. Adaptado por Daniel B. Pérez, 2006

Na Austrália, o governo de New South Wales, pelo *Department of Energy, Utilities and Sustainability*, publica o *Solar Access for Lots – Guidelines for Residential Subdivision in NSW (1998)*, um manual que explica passo a passo como devem ser detalhadas, em planta, as zonas de acesso solar nos projetos de parcelamento do solo.

Mais do que controlar os tamanhos dos lotes, fornece orientação sobre a implantação das edificações dentro dos lotes com o objetivo de assegurar o acesso solar. Define o acesso solar de um lote como o seu potencial de receber a luz solar adequadamente para que determinadas áreas de uma residência capturem a energia do sol. Se um lote tiver um bom acesso solar, haverá energia solar suficiente para que o sistema solar de aquecimento de água trabalhe eficazmente; para que as áreas de estar e de repouso, com janelas, recebam a luz solar, para propiciar conforto térmico a seus ocupantes e reduzir a dependência de aquecimento artificial; os varais podem ficar ao ar livre, desobstruídos, a fim de reduzir a dependência de secadores elétricos de roupa.

Recomenda-se que, no momento de projetar o loteamento, os projetistas devem levar em consideração as dimensões de cada lote, de forma a permitir a definição de áreas *non aedificandi*, controlando, assim, a colocação das construções naqueles lotes. Estas dimensões são influenciadas pela orientação e pela altura da edificação vizinha. Assegura-se que todos os lotes consigam definir exigências mínimas para o acesso solar, como apresenta a fig. 28.



Fig. 28. Planta de Implantação de lotes com as áreas mínimas de proteção do acesso solar. Fonte: Seda – Sustainable Energy Development Authority, New South Wales, 1998

Para evitar que uma edificação crie sombras nas edificações vizinhas, uma boa implantação desta, no lote, pode dar essa garantia. Com as diretrizes do manual, é possível “ordenar” as construções nos lotes por meio do parcelamento do solo onde se proteja o acesso solar. Os traçados das ruas não são afetados, podendo ser implantadas de acordo com outras premissas, como a topografia do terreno, drenagem, otimização de potencial etc (diretrizes normais para projetos de loteamentos). As orientações norte-sul e leste-oeste podem melhorar a eficiência dos coletores nos sistemas de aquecimento solar.

São conceituados dois tipos de proteção: uma Zona Flexível de Acesso Solar - parte reservada do lote em que não se pode construir, de forma a permitir o acesso solar às janelas e ao espaço aberto privativo; e a Zona Mínima de Acesso Solar - área mínima onde não se pode construir e que pode ser movida dentro da Zona Flexível, de acordo com a ocupação da edificação. O controle da altura dos lotes contíguos às zonas flexível e mínima pode ser aplicado pelo loteador para reduzir sua profundidade, e conseqüentemente, todo o tamanho do lote. De início, os lotes devem ser classificados pela sua orientação, como mostra a figura 29a, supondo que a rua se encontra no meio da figura. Por exemplo, um lote com a frente para o norte e os fundos ao sul, é um lote 6:00; outro, com a frente para o leste e fundos para o oeste é um lote 9:00. As zonas de acesso flexível e mínima diferem de acordo com a orientação do lote, como mostra a figura 30.

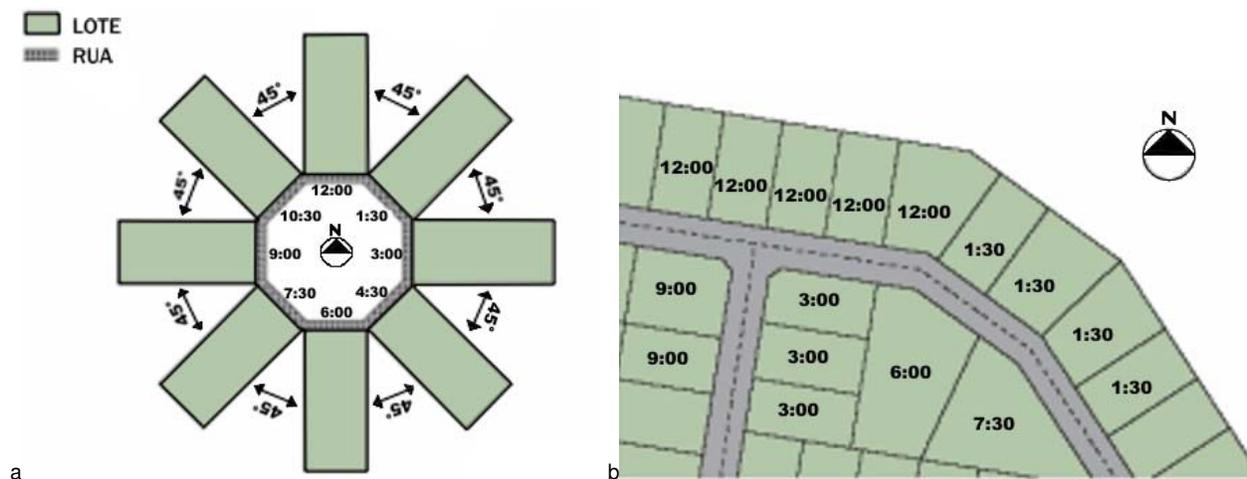


Fig. 29. a) Classificação dos lotes e b) Lotes classificados. Fonte: Seda, 1998. Adaptado por Daniel B. Pérez, 2006

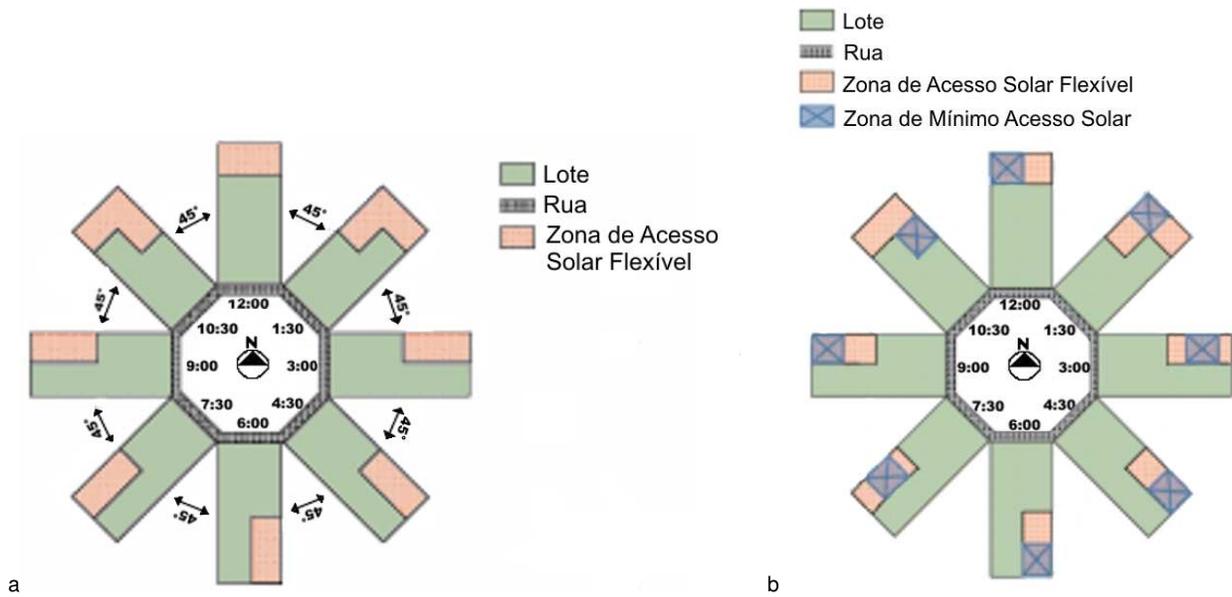


Fig. 30. Lotes com a Zona Flexível de Acesso Solar e com a Zona Mínima de Acesso Solar. Fonte: Seda, 1998



Fig. 31. Plano geral do loteamento com indicação das zonas de proteção e implantação de construções. Fonte: Seda 1998

As dimensões das zonas são dadas por uma tabela, e variam de acordo com o controle das alturas das moradias. A figura 31 mostra um plano geral de loteamento,

com a indicação das zonas flexíveis e zonas mínimas de acesso solar, e mais as intervenções, com os projetos das edificações e seus impactos na implantação geral e em cada lote.

No Brasil, foi aprovada uma lei que cria o Programa de Incentivo ao uso de aquecimento solar na cidade de Porto Alegre. Trata-se da Lei Complementar nº 560, de 03 de janeiro de 2007, que institui, no município, o Programa de Incentivos ao Uso de Energia Solar nas Edificações, com o objetivo de promover medidas necessárias ao fomento do uso e desenvolvimento tecnológico de sistemas de aproveitamento de energia solar, para o aquecimento de água em imóveis, bem como conscientizar a população sobre os benefícios da energia solar, além de outras providências. Também foi aprovado, recentemente, pela Câmara Municipal de Belo Horizonte, o projeto de lei nº 518/2005, que concede Política Municipal de incentivo a Energias alternativas. A nova lei prevê a criação de incentivos, campanhas de educação e divulgação da tecnologia, e ainda, e mais importante modifica o modo de cobrança do IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano, retirando o aquecimento solar como item de luxo nos critérios determinantes dos padrões de acabamento das edificações. Também a Câmara Municipal de São Paulo aprovou, no dia 28 de junho de 2007, um projeto de lei que incorpora ao código de obras do município (lei número 11.228/1982), a obrigação da instalação de aquecimento solar em várias tipologias de edificação: residências, apartamentos, comércio, serviços e indústria.

Por outro lado, na cidade de Campinas, com mais de 1 milhão de habitantes e município dos mais importantes no Brasil, o aquecimento solar é tratado como um luxo supérfluo, pois, para a cobrança do IPTU, a instalação de um aquecedor solar é contabilizada como melhoria no imóvel, o que leva a um aumento no valor final do tributo cobrado. Atualmente, em Campinas, o uso da energia solar é desestimulado - e não incentivado - como deveria ser em tempos de buscas de solução para o aquecimento global e a crise energética²⁵.

²⁵ Notícia publicada em: "Campinas – O sol como fonte de energia" de autoria do vereador Luis Yabiku, em 23/05/2007. Disponível em: www.cidadessolares.org.br/ Acesso em: 16 jun 2007

2. O Envelope solar

O envelope solar é uma alternativa de estratégia para o desenvolvimento de projetos para edificações que possam receber uma boa insolação e iluminação natural; é definido como “o maior volume que uma edificação pode ocupar no terreno de forma a permitir o acesso ao sol e luz natural da vizinhança imediata” (KNOWLES & BERRY, 1980, apud ASSIS, 2000, p. 167). Tem como proposta inicial e fundamental para a sua geração, a garantia de insolação nos períodos de funcionamento da edificação. O tamanho e a forma dos envelopes solares variam com o tamanho do local, a orientação e a latitude, o tempo de acesso solar desejado e a quantidade de sombra permitida em ruas e edifícios adjacentes. Knowles (2003, p. 1) acrescenta que o envelope solar “é uma forma de assegurar o acesso solar urbano para ambos, a energia e a qualidade de vida regulando o desenvolvimento dentro de limites imaginários derivados da trajetória aparente do sol”.

Os envelopes solares vêm sendo adotados em várias versões, com a manutenção de duas características: primeiro, porque são usados, geralmente, em regulamentos estritos de zoneamento; e segundo, porque sua intenção é assegurar os direitos de acesso ao sol em futuros parcelamentos do solo. O envelope solar tem a vantagem adicional de aproximar a vizinhança do problema. Em vez de restringir as construções dos vizinhos, confina o desenvolvimento na sua propriedade para proteger a vizinhança. A distinção parece ser pequena, mas as diferenças éticas e legais são bem significativas (KNOWLES, 1981, p. 7).

A natureza está cheia de exemplos de ordenações baseadas, em alguma medida, na exposição ao sol, mas o ambiente construído pelo homem não tem sido tratado com a mesma consideração. Os edifícios são geralmente construídos sem levar em conta a orientação do sol; as cidades não são direcionadas – estão estáticas, sem resposta aos ritmos de seus arredores. Para seguir mais de perto a natureza, deve-se reconhecer os ritmos básicos da mudança solar quando projetamos e locamos os nossos edifícios (KEPPL, SPACEK e PIFKO, 1993).

Ainda, de acordo com Knowles (2003, p. 2), o envelope solar é uma construção de espaço e tempo, e a construção edificada dentro dos seus limites não sombreará seus vizinhos durante períodos críticos do dia. O envelope solar é definido, conseqüentemente, pela passagem do tempo, assim como pelas restrições à propriedade. O tempo empregado seria a duração do acesso solar, um período de uma aproximação direta para o calor e a luz. A duração do acesso é determinada por uma parte do arco desenhado para representar a trajetória aparente do sol. Se o acesso for requerido por ano, podem ser usados dois arcos que representem a trajetória do sol no inverno e no verão.

O envelope solar assegura o acesso solar às propriedades em volta de um dado local, limitando o tamanho dos edifícios, evitando sombras inaceitáveis acima de um limite ao longo das divisas vizinhas da propriedade. Kensek e Knowles (1995), citados por Knowles (2003), chamam estes limites de “barreiras de sombra” (*shadow fences*). O envelope solar proporciona, também, um maior potencial no volume dentro dos limites de tempo, chamado de “horário de corte” (*cut-off times*); pelo envelope, define-se o maior volume de espaço que não lance sombras fora do local entre horários específicos do dia. Tempos maiores de acesso solar reduzirão o tamanho do envelope. Os horários de corte, que são especificados logo de manhã cedo e mais no final da tarde, resultam em volumes bem menores do que aqueles especificados para mais no final da manhã ou no começo da tarde. O tamanho e a forma do envelope solar são determinados por sombras, em certas horas, que caem sobre as propriedades vizinhas.

A figura 32 mostra como as barreiras de sombra afetam o envelope solar e como variam de acordo com o caráter da rua; e também como os horários de corte influenciam a sua construção. No inverno, em razão dos ângulos do sol estarem mais baixos, há maior impacto no volume, portanto, os tempos de corte podem ser das 10:00 h às 14:00 h; já no verão, quando os ângulos solares estão mais elevados, há menos impacto no envelope, e os horários de corte serão das 8:00 h às 16:00 h, um período mais longo do que no inverno.

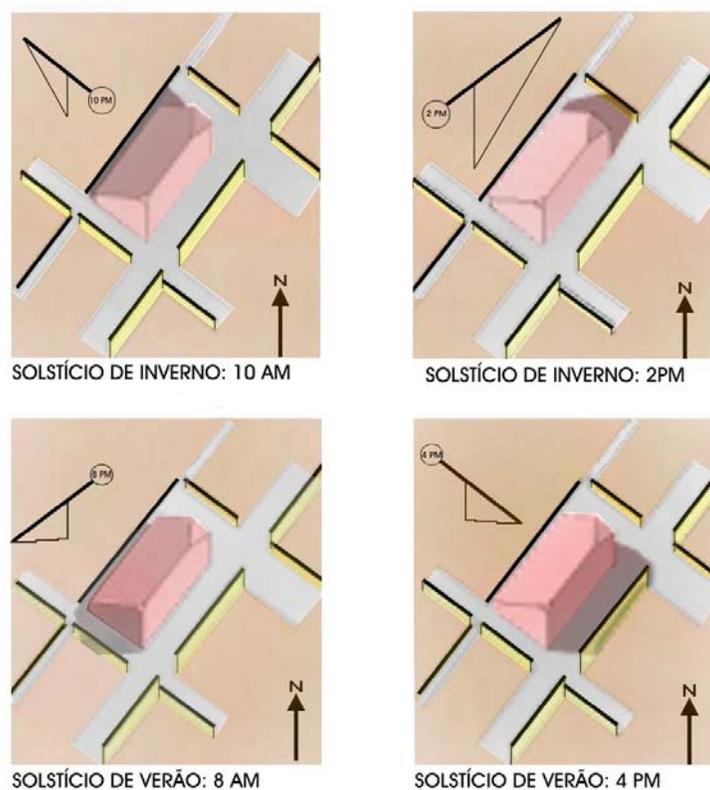


Fig. 32. Horários de corte. Fonte: Kensek & Knowles, 1995, adaptado por Daniel B. Pérez, 2006.

Segundo Saleh (1988), por Assis (2000, p. 167), há dois tipos de envelope solar:

- O envelope de sombreamento, de um lote ou área, define os limites de altura do próprio lote ou área, de modo que uma edificação que venha a ser ali construída não lance sombras indesejáveis sobre a vizinhança, para um dado perfil de insolação. Estes envelopes geram volumes finitos limitados pelos planos imaginários dos ângulos de altura solar e o plano do terreno.
- O envelope de insolação, de um dado lote ou área, formado por uma série de superfícies imaginárias que definem os limites de altura dos elementos de vizinhança, de modo que nenhuma sombra recaia sobre o lote ou área em questão durante um dado perfil de insolação. Em geral, estas superfícies desenvolvem-se verticalmente e são limitadas.

Assis (2000, p. 168), referindo-se à aplicação do conceito do envelope solar, afirma que este traz algumas vantagens e alguns novos problemas para o planejamento

urbano e para o projeto do edifício, citando Knowles e Berry (1980), que enumeram as principais vantagens:

- A redução dos gastos de energia nos edifícios e nos transportes. A economia de energia nos transportes parece resultar do aumento relativo das densidades de ocupação. Menores custos para aquecimento e/ou refrigeração dos edifícios, em função das densidades moderadas de assentamento, que expõem menos superfícies para as trocas térmicas que no caso de edificações muito isoladas; das baixas alturas resultantes para os edifícios comerciais, que necessitarão menos instalações verticais e, o mais importante para a redução de demanda de energia operante nos edifícios, que é a possibilidade efetiva de usar a energia solar, tanto por meios passivos quanto ativos, em densidades moderadas;
- É uma forma de controle necessariamente sensível às condições específicas de cada lugar, sendo mais eficiente em sua perspectiva de conjunto que outras alternativas legais, tais como acordos voluntários entre vizinhos. Além disso, representa uma mudança relativamente simples nas formas precedentes que definem gabaritos de altura e distância entre os edifícios, em geral sem nenhum comprometimento com as condições ambientais;
- Tem como característica não impor nenhuma restrição ao projeto do edifício em termos da forma de ocupação do solo. Além disso, estimula o uso de elementos arquiteturais, tais como pátios de iluminação, terraços, zenitais e novas concepções de janelas para o controle da insolação e iluminação, que podem produzir espaços de extraordinária qualidade e, ao mesmo tempo, mais eficientes do ponto de vista do consumo de energia.

Entre os principais problemas apontados está o grande impacto sobre o uso do solo, a densidade de construção e a valorização do solo urbano. Embora os estudos existentes indiquem claramente que a acessibilidade ao sol pode ser alcançada sob uma grande variedade de condições urbanas, ainda ocorrem algumas limitações potencialmente sérias sobre a densidade de ocupação, de modo que o conceito deve ser tratado para chegar a um certo equilíbrio com as necessidades de desenvolvimento urbano (ASSIS, 2000, p. 168).

Este conceito foi criticado pela baixa densidade de construção resultante, com a proporção entre a área construída e a do terreno bem menor do que na prática e pela indução a tipologias do tipo tronco-piramidal, com fachadas inclinadas para fazer uso do máximo volume disponível, como veremos a seguir.

2.1. Geração do envelope solar

Há duas formas principais de gerar um envelope solar: O processo dos ângulos de obstrução verticais²⁶, medidos a partir de um determinado nível ou abertura, são aplicados aos limites laterais, frontal, e de fundos do lote ou área, formando planos imaginários cuja interseção determina o volume do envelope solar, no qual a insolação e iluminação natural possam ser definidos e protegidos de obstruções, como na figura 33. O envelope solar pode ser gerado e implementado nos seguintes passos: verificação da orientação das fachadas; escolha do ângulo de obstrução correspondente (primeiro parâmetro); de acordo com a largura da rua, orientação das fachadas e ângulos de obstrução respectivos, pode-se obter a altura máxima da edificação sem recuos; o mesmo é feito para o lado de dentro do lote/quadra (PEREIRA e PEREIRA, 1995).

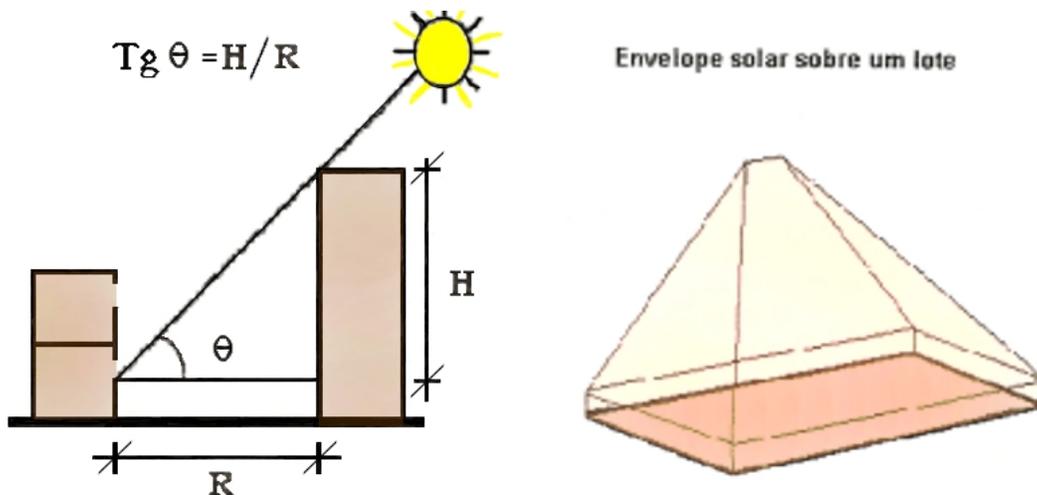


Fig. 33. Construção do envelope solar. Ângulos de obstrução. Fonte: Assis, 2000, adaptado por Daniel B. Pérez, 2006.

O outro método, usado por Ralph Knowles e R. Berry (1980), aplica os ângulos de altura solar nos cantos das divisas do lote ou área, determinando o volume do envelope pelo cruzamento diagonal dos ângulos sobre o terreno, como na figura 34 (trajetória solar representada para o hemisfério norte). Este método parece mais difícil de ser tratado no desenho geométrico, pois as representações são feitas em perspectiva isométrica, enquanto o primeiro processo pode ser tratado facilmente nas

²⁶ Usado por Pereira (1994) e Assis e Valadares (1994).

projeções em épura sobre os planos horizontal e vertical do desenho arquitetônico (ASSIS, 2000).

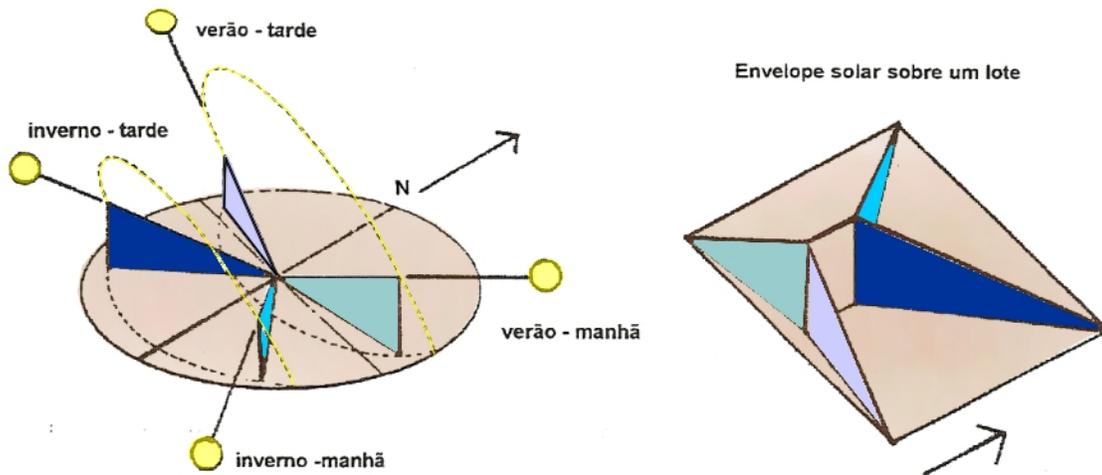


Fig. 34. Construção do envelope solar. Ângulos de altura solar. Fonte: Assis, 2000, adaptado por Daniel B. Pérez, 2006.

Para a elaboração do envelope solar existem diversas variantes: latitude, orientação, tamanho do lote, período de insolação desejado e os afastamentos entre as edificações. Entretanto, a conceituação do envelope solar deve, além de considerar os períodos de acessibilidade solar, e, muito importante, em regiões tropicais e de clima quente, os períodos de sombreamento. Existem ainda outros fatores a serem considerados, como as exigências psico-fisiológicas das pessoas com relação às condições climáticas do local (temperatura do ar externo e radiações solares incidentes nos planos verticais) e a geometria da situação (representada pela geometria do entorno construído e pela posição do sol), de modo que, ao cruzar estas informações, para se obter uma visualização tridimensional do envelope solar, podem ser analisados os seguintes aspectos (PEREIRA e PEREIRA, 1995):

- a) ângulos de obstruções verticais, que são medidos a partir de um determinado nível ou abertura, conforme fig. 33
- b) espaço tridimensional definido, em que a acessibilidade de insolação e iluminação natural sejam garantidas e protegidas de obstruções;
- c) proibições de obstruções da insolação ou da visão de parte do céu em determinados locais e horários do dia.

Assim, é possível definir uma linha limítrofe, na permissão de construções chamadas linhas de propriedade; e o envelope solar viável, que consiste no maior volume possível que uma edificação pode ocupar, permitindo o acesso solar à vizinhança. O envelope pode ser gerado pela verificação das fachadas e da escolha do ângulo de obstrução correspondente, podendo se obter a altura máxima da edificação sem recuos, atuando da mesma forma para o lado de dentro do lote ou quadra.

O desenvolvimento do envelope solar traz, como resultado, ambientes internos de uma edificação com períodos de insolação desejáveis aos ocupantes, da mesma forma que devem ser elaborados para proporcionar sombreamento em períodos de grande radiação solar, mas, além disso, é primordial compreender que vai influenciar a morfologia urbana. O volume básico de um envelope solar para uma edificação tende a ser uma pirâmide, sendo que, para uma situação real, as dimensões do lote, as dimensões das edificações circunvizinhas e suas respectivas alturas serão extremamente relevantes para a configuração final (PEREIRA e PEREIRA, 1995).

Quando o lote apresenta dimensões exíguas, especialmente quando de uma largura de terreno bastante estreita, o emprego do envelope solar demandaria recuos laterais que dificultariam substancialmente uma ocupação adequada do lote, sendo então, para tais casos, pouco recomendável. No Brasil, os lotes em geral, têm frente pequena (10m ou até menos), e, por causa dos ângulos, na construção dos envelopes solares, estes, ficam com altura insuficiente. Outro aspecto de morfologia urbana a ser estudado é que a aplicação do envelope solar em quadras resulta em amplos espaços no interior das quadras com formato de uma pirâmide invertida, e neste aspecto, em particular, sugere-se que o planejamento urbano considere e se aproprie do interior das quadras para torná-los espaços públicos ou semi-públicos. Novas configurações do espaço urbano podem ser geradas a partir do conceito do envelope solar agregado a regulamentações que levem em consideração tipologias edilícias que reflitam os aspectos socioeconômicos de cada região, portanto, a cidade seria desenhada de acordo com a largura das ruas, orientação das fachadas e ângulos de obstrução

respectivos, podendo obter-se a altura máxima das edificações dentro dos recuos proporcionados pelo envelope solar.

Como exemplo, podemos apresentar: escolhidas a forma e a orientação do sítio, a geometria do envelope solar é determinada pelo horário do dia no qual o acesso ao sol deve ser mantido (BROWN & DEKAY, 2004, p. 112). Para construir um envelope solar para um local hipotético no hemisfério norte, na latitude 40°N , que permita acesso solar aos vizinhos entre as 9:00 e 15:00 h, durante todo o ano, deve-se seleccionar o mês no qual o sol está mais baixo (Dezembro no HN) para determinar a inclinação da parte norte do envelope, e o mês no qual o sol está mais alto (Junho no HN) para determinar a inclinação da parte sul do envelope. Supondo que antes das 9 h e após as 15 h, as sombras nos sítios vizinhos sejam permitidas, as posições do sol às 9 e as 15 h, nos dias 21 de dezembro e 21 de junho definem o máximo volume do envelope solar. Na latitude 40°N , a posição do sol nestes horários segue: para 21 de dezembro, às 9 h e às 15 h: ângulo de altura solar 14° , e azimute $\pm 42^{\circ}$; e para 21 de junho, às 9 h e às 15 h: ângulo de altura solar 49° , azimute $\pm 80^{\circ}$. Na latitude 40°S , ocorre o inverso. A figura 35 mostra como é construído um envelope solar:

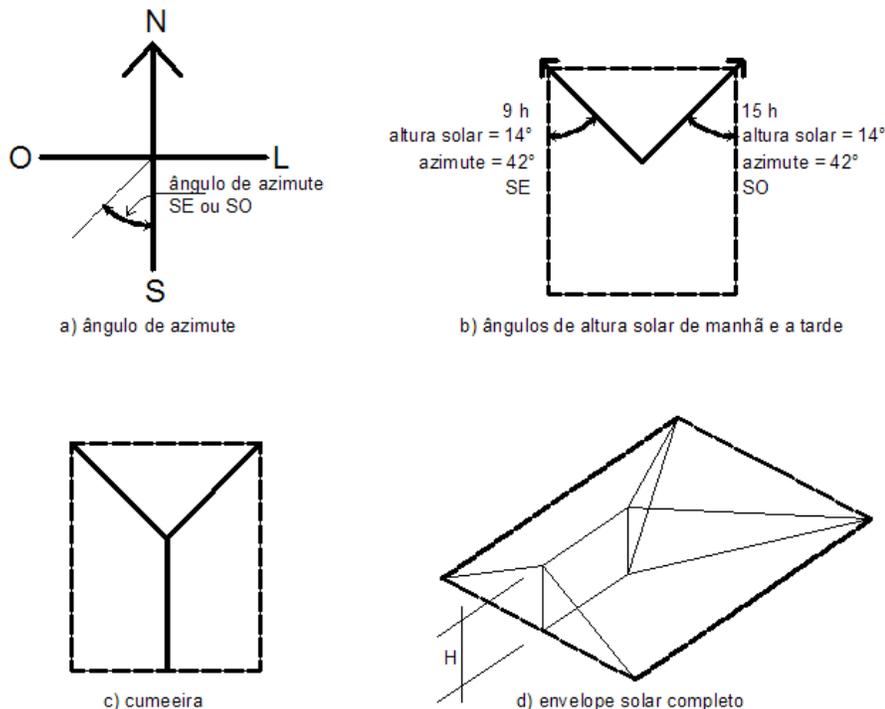


Fig. 35. Construção do envelope solar. Fonte: Brown & Dekay, 2004. Adaptado por D. Pérez, 2007

A linha diagonal para a esquina noroeste é definida pelo ângulo do sol às 9 h; a diagonal para a esquina nordeste é definida pelo ângulo às 15 h. As interseções das diagonais da manhã e da tarde formam o extremo de uma linha cumeeira. Mas, como o sol, numa latitude 40°N, não lança sombras para o sul, supõe-se que a face sul do envelope levanta-se num plano vertical. Se o sol, em qualquer momento, estiver a nordeste ou noroeste nos horários de corte, então as diagonais a nordeste ou noroeste serão definidas pelo ângulo do sol às 9 h e às 15 h. A linha de cume estará a uma altura dada pela altura das diagonais do verão, que é mais baixa. Este envelope finalizado define a altura máxima do edifício em qualquer ponto desse local e não sombreará qualquer área vizinha das 9 às 15 h de 21 de dezembro a 21 de junho.

A figura 36 apresenta o exemplo da construção de um envelope solar hipotético e mostra a geração de um pequeno edifício, que pode ser desenvolvido para uma esquina, usando o envelope, e que se estende além dos limites do local.

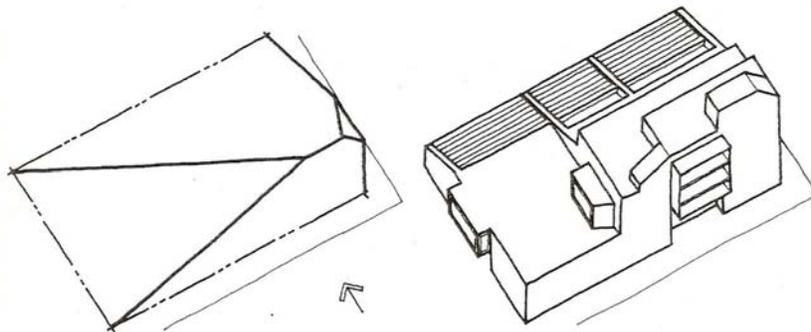


Fig. 36. Envelope Solar e sugestão de edificação. Fonte: Brown & Dekay (2004)

Bosselmann et al. (1995)²⁷, citado por Brown & Dekay (2004), num estudo de envelopes solares para controle de volumetria na cidade de Toronto, Canadá, usaram três critérios em diferentes partes da cidade: 3, 5 e 7 horas de luz do sol para uma zona de ruas comerciais na área central, para uma área de ruas de compras e turismo, e para áreas residenciais na periferia. O desenho (figura 37) mostra os envelopes permitidos para assegurar três horas de luz solar, ao menos, numa calçada das ruas entre as 10:30 e 13:30 h, no dia 21 de setembro. Enquanto a maioria das

²⁷ Bosselman, Peter, Edward Arens, Klaus Dunker, and Robert Wright (1995). "Urban Form and Climate: Case Study Toronto", *Journal of the American Planning Association*, Vol. 61, N° 2, Spring, pp. 226-239. Chicago: APA.

recomendações do estudo não foram adotadas, os controles de altura e de volume foram executados para todas as ruas principais.

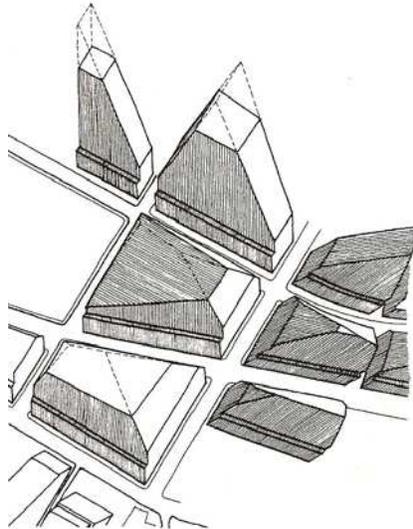


Fig. 37. Envelopes Solares. Fonte: Brown & Dekay (2004)

Brown & Dekay (2004, p. 115) prepararam tabelas (vide Anexos I e II) nos quais são mostrados os desenhos dos envelopes solares em planta, para diversas latitudes norte e sul, dia/mês e horas, ângulos resultantes para áreas com orientação leste-oeste e norte-sul, e áreas orientadas nos eixos sudeste-nordeste e sudeste-noroeste, de onde se extraem algumas verificações: como o sol de inverno em latitudes elevadas é muito baixo, o acesso solar pode ser difícil em todo o inverno, portanto, as tabelas mostram uma escala de critérios de acesso solar apropriados para cada latitude. Para os mesmos critérios de sombreamento, latitudes elevadas reservam menos altura e, conseqüentemente, menos volume do que nas latitudes mais baixas. Reduzindo o tempo de acesso solar, resultará uma ponta mais elevada; aumentando o tamanho do local, diminuirá a relação de s/v (superfície por volume) do envelope solar. Se as proporções do local resultam numa cumeeira norte-sul, o envelope conterá menos volume do que se apresentarem um eixo leste-oeste.

Num plano inclinado, se a cumeeira encontra-se no mesmo sentido da inclinação, a altura permanecerá a mesma; se a cumeeira está perpendicular ao sentido da inclinação, a sua altura irá variar: para a inclinação sul, a altura aumentará; enquanto para outras inclinações, a altura diminuirá. Mudando a orientação do nível do local para

fora dos pontos cardeais, a 30º, 45º ou 60º reduziremos a altura do envelope e seu volume. A margem do bloco pode ser alterada para aumentar o volume do envelope. O ponto do acesso pode ser tomado para iniciar a distância horizontal do outro lado da rua, também pode ser tomado a uma distância vertical acima do nível da rua. Em ambos os casos, o resultado será levantar o envelope sobre um patamar, o que é viável em zonas densas de multiuso, vertical, nos quais os andares superiores residenciais podem requerer o acesso solar e os andares de baixo, comerciais, não.

Os envelopes solares podem ser construídos a partir do ponto de vista do local a ser protegido, como no caso em que a volumetria dos edifícios em volta é limitada para permitir o acesso solar a um espaço aberto, uma praça ou um jardim (figura 38). Os critérios para o acesso solar dependem do uso e do clima; para jardins, o acesso do sol durante a primavera é crítico, enquanto as praças do centro da cidade podem usar critérios que favoreçam o uso dos pedestres ao meio dia. Os climas quentes têm as estações de primavera mais longas do que os climas mais frios. A radiação solar pode aumentar o conforto ao ar livre em estações frias. Muitas plantas necessitam, pelo menos, de 6 horas de luz do sol direta, e assim, pode ser considerado para planejamento, como o mínimo de tempo para a vegetação em espaços abertos. As melhores horas situam-se por volta do meio dia, ou seja, das 9 às 3 h (BROWN & DEKAY, 2004, p. 114).

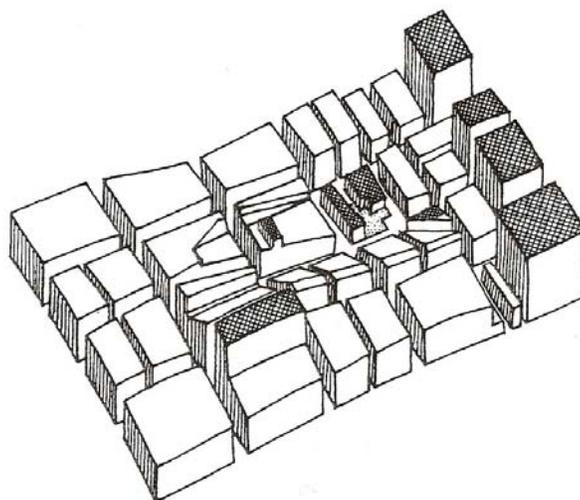


Fig. 38. Variante do envelope solar usado para desenvolver controles de altura em torno do play-ground chinês em São Francisco, Califórnia. Fonte: Brown & Dekay (2004).

2.2. A orientação das ruas

Nos Estados Unidos, na cidade de Los Angeles, Knowles (1981) verifica que o centro é composto por dois traçados: um que segue a Lei de Ordenamento do solo (Grade de Jefferson) e que acompanha a orientação dos pontos cardeais; e outro, que segue o alinhamento da velha grade espanhola, inclinada quase 45° em relação aos eixos norte-sul, leste-oeste (figura 39).

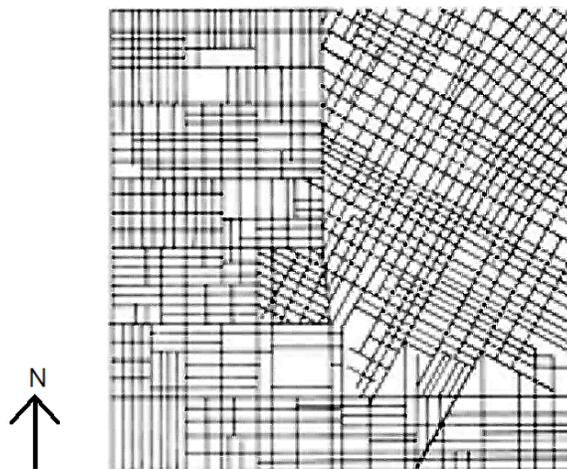


Fig. 39. Traçado do Centro de Los Angeles. Fonte: Knowles (1981) adaptado por Daniel B.Pérez, 2006.

Como existem diferenças importantes resultantes da orientação das ruas, é feita uma comparação entre os dois traçados para observar melhor estas diferenças. No inverno, nas ruas de Los Angeles (traçado Jefferson, fig. 40a), as do eixo leste-oeste são escuras e frias, pois estão sombreadas durante todo o dia; já as ruas norte-sul são iluminadas e aquecidas ao meio dia, ficando, portanto, mais agradáveis neste período. Mas, no verão, é totalmente diferente. Ao contrário do inverno quando os raios do sol vêm do sul, no verão o sol aparece bem no leste e se põe bem na linha do oeste, estando bem encima ao meio dia, o que provoca um aquecimento durante o dia inteiro para as ruas com orientação leste-oeste, e pouca sombra ao meio dia, sendo que as ruas norte-sul são um pouco sombreadas logo no início da manhã e no final da tarde. Em termos de qualidade urbana, a grade americana alinhada aos pontos cardeais resulta em orientações axiais leste-oeste frias e escuras, no inverno, e excessivamente claras e quentes no verão, enquanto as orientações axiais norte-sul são agradáveis no

inverno, porém necessitam de mais sombra no verão. A implantação destas grades não é recomendada (KNOWLES, 1981).

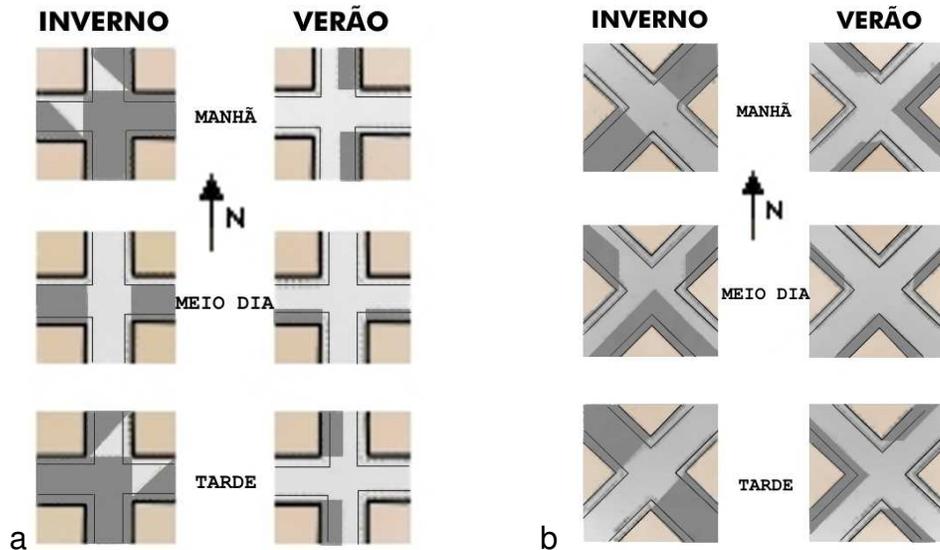


Fig. 40. a) Sombras no cruzamento de ruas orientação norte-sul e b) Sombras no cruzamento de ruas orientadas a 45° do norte
Fonte: Knowles (1981) adaptado por Daniel B. Pérez, 2006.

Por outro lado, a grade antiga espanhola (fig. 40b) parece ter vantagens sobre a qualidade das ruas com respeito à luz e ao calor. Durante o inverno, cada rua recebe os raios solares entre as 9:00 e 15:00 h, as seis horas de maior radiação; e, ao meio dia, todas as ruas são sombreadas por causa da orientação em diagonal, acaba entrando mais luz solar do que se estivessem no eixo leste-oeste. Cada rua recebe o calor e a luz do sol por algum tempo durante o inverno e, no verão, as ruas estarão recebendo sombras na maior parte do dia. As sombras aparecem o dia inteiro, exceto num período curto, logo no começo da manhã e no final da tarde, quando o sol passa rapidamente sobre as ruas diagonais.

Além da variação de altura dos envelopes causados pelas latitudes, a orientação das ruas também modifica os seus volumes. Os envelopes solares orientados pelos pontos cardeais detêm maior volume do que os orientados na diagonal. Comparando as três orientações (figura 41), verificamos que não só os tamanhos são diferentes, mas as formas também. Os envelopes solares que se formam ao longo de uma rua leste-oeste contêm um maior volume e têm a cumeeira mais alta, perto da divisa do sul. O

envelope desenvolve-se simetricamente ao longo da menor distância e assimetricamente na dimensão maior, com edifícios altos no norte e baixos no sul. Os edifícios ao longo do lado norte da rua estarão variando na sua altura, parecerão baixos nos extremos da quadra e altos no meio. Envelopes ao longo das quadras norte-sul terão menos volume e uma cumeeira mais baixa, que passa longitudinalmente no meio do bloco. A orientação das ruas é importante no projeto urbano, pois se relaciona com a legibilidade da cidade (KNOWLES, 1981).

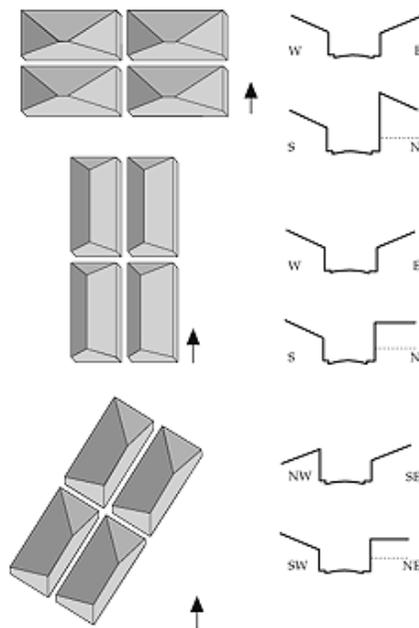


Fig. 41. Volume do envelope varia com a orientação da rua. Fonte: Knowles, 1981.

2.3. O tempo de insolação

A Carta de Atenas²⁸ apresenta na segunda parte, Estado Atual Crítico das Cidades, seu artigo 26: “é preciso exigir”, que “um número mínimo de horas de insolação deve ser fixado para cada moradia”, destacando também:

A ciência, estudando as radiações solares, detectou aquelas que são indispensáveis à saúde humana e também aquelas que, em certos casos, poderiam ser-lhe nocivas. O sol é o senhor da vida. A medicina demonstrou que a tuberculose se instala onde o sol não penetra; ela exige que o

²⁸ A Carta de Atenas, documento produzido em Novembro de 1933, na Assembléia do 4º Congresso do CIAM – Congresso Internacional de Arquitetura Moderna em Atenas, Grécia.

indivíduo seja recolocado, tanto quanto possível, nas “condições naturais”. O sol deve penetrar em toda moradia algumas horas por dia, mesmo durante a estação menos favorecida. A sociedade não tolerará mais que famílias inteiras sejam privadas de sol, e assim, condenadas ao definhamento. Todo projeto de casa no qual um único alojamento seja orientado exclusivamente para o norte²⁹, ou privado de sol devido às sombras projetadas, será rigorosamente condenado. É preciso exigir dos construtores uma planta demonstrando que no solstício de inverno o sol penetrará em cada moradia, no mínimo 2 horas por dia. Na falta disso será negada a autorização para construir. Introduzir o sol é o novo e o mais imperioso dever do arquiteto.

Segawa (2003) relata que Victor da Silva Freire, no começo do século 20, dedicou-se à revisão do Código Sanitário do Estado de São Paulo, defendendo que: “[...] tendo em conta a climatologia geral do Estado, com seu elevadíssimo grau de umidade do ar [...] a orientação dos prédios será tal que assegure uma insolação de três a quatro horas por dia, no mínimo”, e em 1911, ratificava: “a importância da ação direta dos raios do sol é fundamental na construção das cidades. O espectro solar revelou-nos os raios ultravioletas como sendo microbicidas por excelência. Todos os micróbios sem exceção são aniquilados pelos raios do sol. Ora, é incontestável que o sol tem sido esquecido nos nossos planos de cidades: é esse o ponto fundamental, que necessita reforma profunda nos nossos hábitos”.

É importante frisar o que Segawa (2003) destaca sobre o trabalho de Alexandre de Albuquerque, que em 1917 declarava: “nada se tem feito até agora, para que as novas ruas sejam orientadas de modo a facilitar o assoalamento dos prédios marginais. As fontes de consulta que possuem os nossos legisladores são as leis criadas e promulgadas em países estrangeiros. Estas leis, porém, nem sempre se adaptam aos usos indígenas e muito menos se coadunam com a nossa latitude e condições climáticas. A nossa posição geográfica, e as exigências comerciais e sociais, não aceitam em matéria de insolação, largura de prédios e altura de edifícios, as normas de Paris ou Berlim”.

Na década de 1930, o eng. Paulo Sá, especialista em conforto térmico, desenvolve uma série de estudos sobre iluminação natural e insolação nos edifícios,

²⁹ Válido para o Hemisfério Norte, no caso do Hemisfério Sul, seria ao contrário, ou seja, orientada para o sul.

junto ao INT – Instituto Nacional de Tecnologia, no Rio de Janeiro. O objetivo de Sá foi criar, a partir de resultados experimentais, uma ferramenta simplificada para a determinação das áreas das janelas necessárias à iluminação natural dos edifícios e da melhor orientação dos mesmos sob o ponto de vista da insolação e, conseqüentemente, dos ganhos térmicos (SCARAZZATO e LABAKI, 2001).

Scarazzato e Labaki (2001) comentam que a preocupação de Paulo Sá com a insolação dos edifícios se manifesta inicialmente pelos dois modos como a ação solar se faz sentir sobre *“...as características que importam à vida e ao conforto do homem: a) age o sol pelos seus efeitos actínicos que têm sua origem concentrada na extremidade ultra violeta do espectro; b) e age pelos seu efeitos thermicos, causados sobretudo pelas radiações do outro extremo do espectro”*. Analisando esses dois efeitos, ele conclui que a ação actínica fixa um mínimo de insolação, abaixo do qual fica prejudicada a saúde humana; fixa, por outro lado, um máximo, acima do qual pode causar efeitos perniciosos ao sistema nervoso. A ação térmica, analogamente, determina um máximo acima do qual *“a vida confortável e higiênica, ou mesmo a vida pura e simples se tornaria impossível”*.

Os códigos sanitários ou construtivos tiveram suas origens em países frios, onde se cogita apenas o mínimo de insolação a ser exigido; já em países quentes como o Brasil, segundo Sá (SCARAZZATO e LABAKI, 2001), a questão do máximo é mais importante. A fixação de um mínimo corresponde a admitir que a ação do sol é tanto mais benéfica quanto mais prolongada. Não o será, com certeza, pelo seu efeito térmico já que no Brasil (na parte tropical do país) há calor em excesso e o objetivo será sempre diminuí-lo quanto se possa. Além da importância dos máximos nos problemas de insolação, outra questão que se colocava, na época, era a unidade em que se costumava exprimir a insolação: **número de horas de insolação**. Numa análise bem humorada, Sá comenta que, *“fosse a hora de insolação uma unidade adequada e chegar-se-ia ao absurdo de concluir que o pólo é mais insolado do que o equador”*.

Segawa (2003) relata ainda, que o arquiteto paulista Eduardo Knesse de Mello, citado por Heitor de Sousa Pinheiro, que em 1943 publicou um folheto intitulado “Excesso de sol nos aposentos”, questionou a conveniência da insolação de verão nos compartimentos. O intuito era proteger o interior das edificações contra o sol excessivo, e não assegurar uma insolação mínima, conforme os ditames higienistas dos salubristas; postura anti-solar, que se consolidava nos anos 40. O engenheiro Paulo Sá apregoava: “[...] Quanto à ação luminosa, já mostramos em outro trabalho que os iluminamentos habituais são aqui antes excessivos do que deficientes: e não há, em regra, qualquer perigo de que falte iluminação solar (a não ser em casos excepcionais, como por exemplo, em prédios muito altos com as passagens absurdamente estreitas que entre eles se permitem). Restaria ainda a ação dos ultravioletas. Em relação a esses [...] calculamos que quase sempre atingimos fácil e superabundantemente os mínimos que os especialistas exigem.”

A Lei Estadual nº 1.561- A de 29 de dezembro de 1951, dispõe sobre aprovação da Codificação das Normas Sanitárias para Obras e Serviços (CNSOS). No seu título sexto, artigo 57, estabelece que: “quando os dormitórios tiverem aberturas voltadas para saguão, áreas ou corredor, será exigida, no dia mais curto do ano durante o período compreendido entre 10 e 15 horas, a insolação mínima de 1 hora”.

A duração de insolação de 1,5 a 2,5 horas foi o primeiro critério científico proposto, na década de 50, para aproveitar o efeito biológico da insolação (efeito bactericida). Entretanto, estudos e pesquisas posteriores demonstraram que, de fato, este parâmetro não era adequado para validar exigências normativas, uma vez que em 60% - 70% dos casos pesquisados, o nível bacteriológico não era garantido pela insolação (OBELENSKY & KORZIN,1982 apud PEREIRA,1995). Dependendo da hora do dia e época do ano, condições atmosféricas, orientação das aberturas e condições de obstrução do entorno, um mesmo valor de duração de insolação pode significar distintas doses de radiação incidente. Não obstante, também é reconhecido que uma insolação de 1 a 2,5 horas é suficiente para garantir as exigências psicológicas do homem com respeito às condições de insolação (PEREIRA, 1995).

2.4. O envelope de iluminação

Embora o envelope solar tenha sido desenvolvido inicialmente para garantir ao edifício o acesso à radiação solar, muitos dos seus conceitos são também aplicáveis ao planejamento urbano, na consideração da insolação e iluminação. O acesso à luz natural é um pré-requisito ao uso da iluminação natural nas edificações. No meio urbano verticalizado e adensado, muitas vezes não é possível valer-se do potencial da luz do dia, por isso, os critérios relativos a gabaritos de altura, e espaçamento entre edifícios deveriam ser considerados nos instrumentos reguladores do uso do solo urbano (MORAES e SCARAZATTO, 2003).

Segundo Assis (2000, p. 169), a preocupação com a preservação de condições mínimas de iluminação natural nos ambientes interiores remonta ao século passado, tendo sido melhor desenvolvida no período de pós-II Guerra Mundial, para atender às necessidades da reconstrução das cidades destruídas, principalmente na Europa. Muitos estudos foram, então, desenvolvidos para estabelecer critérios para a preservação de condições mínimas de iluminação natural, até a consolidação de um procedimento, na década de 60, referendado pelo BRS (*British Research Station*) e adotado como norma pelo então Ministério da Habitação Britânico (*Ministry of Housing and Local Government: 1964*).

O envelope solar de iluminação consiste no volume máximo que pode ser construído num terreno, e que ainda assim garanta o direito de acesso à luz natural às edificações ou sítios vizinhos (BROWN e DEKAY, 2004, p. 133). Como ferramenta de planejamento urbano, o envelope de iluminação tenderá a produzir edificações voltadas para a rua, com alta taxa de ocupação. Há, porém, uma diferença importante entre estes tipos de envelope: os envelopes solares levam em conta a incidência solar direta e são determinados pelos ângulos solares, enquanto o envelope de iluminação garante o acesso à luz natural proveniente da abóbada celeste.

Os envelopes de iluminação podem ser usados para dar forma e espaço aos edifícios, assegurando o acesso adequado da luz do dia à rua e aos edifícios adjacentes (BROWN e DEKAY, 2004, p. 133). Num cenário urbano, cada vez que aumenta a parede de uma rua, diminuem os níveis de iluminação natural. A iluminação natural para as habitações que dão frente à rua vai depender, portanto, da relação da altura do edifício e da largura da rua, da refletividade das paredes externas e da quantidade de envidraçamento nas paredes.

Para edifícios dispostos em paralelo, seria melhor construí-los mais altos e mais espaçados entre si, ficando o ângulo entre o topo do edifício e a base do outro, reduzido, o que possibilita a visão de uma parcela maior do céu nos ambientes localizados no térreo. Segundo Allen (1943), citado por Assis (2000, p. 171), disposições não paralelas dos edifícios, assim como partidos arquitetônicos do tipo “X”, “Y” e “L” têm obtido um aumento de até 70% na penetração em profundidade da luz, nos ambientes interiores, para uma mesma densidade de ocupação. O autor identificou uma íntima relação entre as escalas do urbano e do edifício para a preservação de condições de acesso à luz natural, assim como a necessidade de associação do critério de acesso à luz natural a uma política de densidade para a área urbana. Em trabalhos posteriores, os requisitos de planejamento urbano foram formulados de forma tal a garantir a cada lote uma determinada condição de acessibilidade à luz natural na escala urbana, cabendo ao arquiteto o uso adequado deste recurso à época do projeto da edificação.

Para estabelecer o critério de acessibilidade à luz do sol, estes estudos levaram em consideração a contribuição da Componente Celeste (CC) do Fator de Luz Diurna (FLD)³⁰, não considerando as componentes refletidas. Considerou-se um céu de luminância uniforme e encoberto, tornando desnecessário considerar a orientação das fachadas, assim, a quantidade de luz incidente passava a depender inteiramente do

³⁰ A componente Celeste (CC), a componente de reflexão externa (CRE) e a componente de reflexão interna (CRI), compõem a luz natural que incide sobre um plano horizontal. A somatória da contribuição de cada componente é chamada de Fator de Luz Diurna (FLD).

tamanho da área de céu visível a partir do ponto definido pelas margens das janelas e pela linha de obstrução do horizonte dos edifícios do entorno (ASSIS, 2000 p. 171).

Um dos problemas principais para a geração do “envelope de iluminação” é a fixação *a priori* de uma determinada geometria para o ambiente e suas aberturas de iluminação, o que limita seriamente a sua aplicação, deixando sem proteção legal alguma, ambientes que não se encaixam à hipótese de ambiente típico adotada (ASSIS, 2000, p. 172).

Brown e Dekay (2004, p. 134) sugerem uma relação matemática entre a altura dos prédios (H) e a largura da rua (W), variando conforme a latitude, de forma a atender um mínimo de 215 lux para um envelope de iluminação. Estabelecem, ainda, uma Tabela que indica uma regra empírica dos ângulos de espaçamento da luz do dia recomendada para diferentes latitudes. A tabela mostra a porcentagem de horas anuais entre 9:00 h e 17:00 h., onde o nível de luz do dia de 215 lux seja obtido ou excedido. São fornecidos três ângulos: baixos, para ruas largas, edifícios baixos, associados a pequenas janelas e paredes mais escuras (com baixa refletância); médios, valores recomendados, associados a janelas de tamanho médio e a paredes claras (de refletância mais elevada); e altos, para ângulos de recuo mais agudos, para ruas estreitas e edifícios altos com amplas janelas e paredes de cores claras (de alta refletância).

A tabela 1 mostra que, para baixas latitudes, janelas amplas são desnecessárias e podem causar brilho excessivo e ganhos de calor, enquanto para altas latitudes, paredes de baixa refletância não são recomendadas. As relações entre as condições do céu, latitude, refletividade das superfícies, espaçamento dos edifícios, forma e altura dos edifícios, são complexas e os ângulos de espaçamento (recuo) na tabela podem ser mais restritivos do que o necessário em algumas circunstâncias.

Tabela 1. **RELAÇÃO DE ÂNGULOS DE ESPAÇAMENTO PARA DIFERENTES LATITUDES**

Latitude N ou S	Fator Luz diurna (%)	H/W	Ângulo de espaçamento mínimo			% anuais de horas 9 h – 17 h	comentários
			Baixo	médio	alto		
0 - 8	1,0	1,7 -2,0	60	70	--	95	Janela grande
12 -16	1,0	1,7 -2,0	60	70	--	90	Janela grande
28 – 32	1,5	1,5 -2,0	50	65	70	85	
34 – 38	2,0	0,8 -2,0	39	60	65	85	
40 – 44	2,5	0,5 -1,8	24	52	61	85	
46 – 48	3,0	0,4 -1,5	22	45	56	85	
52	4,0	0,2 -1,0	11	31	45	85	
56	4,0 – 5,5	0,3 -1,0	--	23	37	80 – 85	Baixa refletiv.
60	4,0 – 6,0	0,2 -1,0	--	21	35	70 – 80	Baixa refletiv.
64	4,5 – 6,0	0,2 -0,8	--	18	32	60 – 70	Baixa refletiv.
68	5,0 – 6,0	0,2 -0,7	--	15	30	60 – 70	Baixa refletiv.
70	6,0	0,2 -0,5	--	11	24	60	Baixa refletiv.

Fonte: Brown e Dekay, 2004.

Depois de definida a relação H/W, o envelope de iluminação pode ser construído, determinando a largura da rua e a altura da parede da rua, traçando o plano de exposição do céu de um lado da rua no nível do térreo; por meio do alto da parede oposta da rua, completando o traçado nas outras ruas, fecha-se o desenho, obtendo-se uma pirâmide truncada, como apresentado na figura 42.

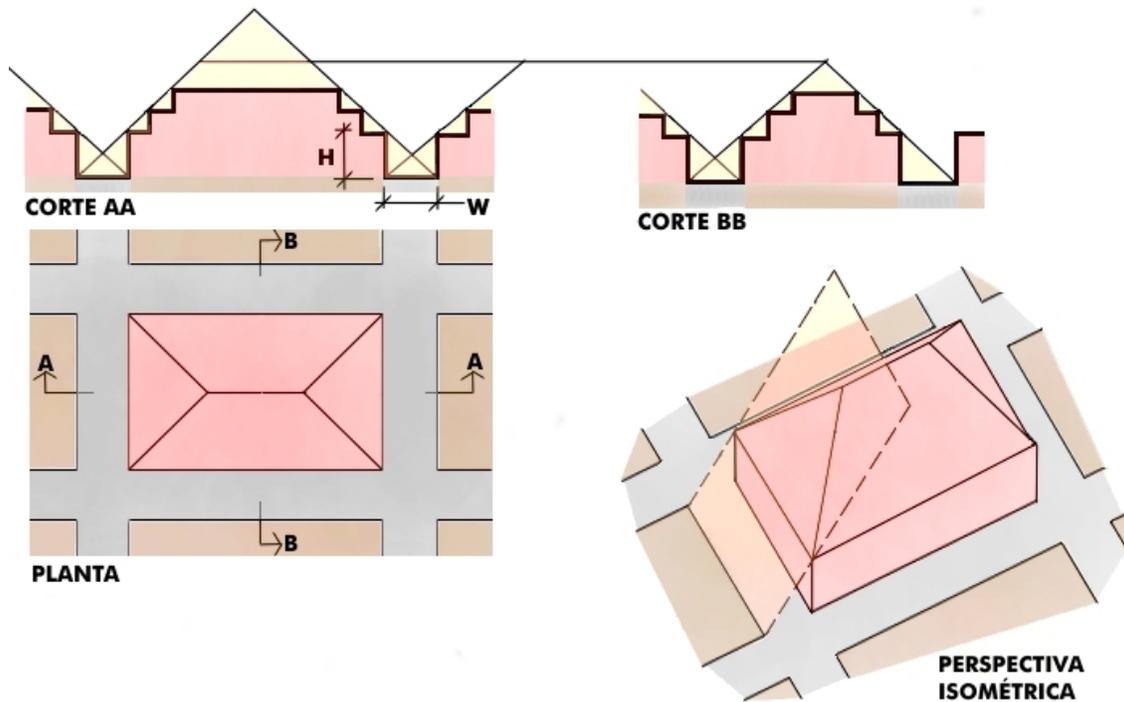


Fig. 42. Envelope de iluminação. Fonte Brown e Dekay, 2004. Adaptado por Daniel B. Pérez, 2006

2.5. Aplicações do envelope solar

Os envelopes solares são conceituados, para a informática, como “nomogramas que definem o espaço de todas as soluções possíveis para a determinação de um projeto que considere tanto a insolação solar quanto o sombreamento solar”. Há trabalhos para computação que tratam dos envelopes solares para finalidades diferentes e têm sido investigados por Shaviv (1975), que propôs um modelo computadorizado para o projeto de para-sóis externos fixos; Arumi (1979) desenvolve um modelo computadorizado que permite determinar a altura máxima de um edifício de forma a não violar os direitos ao sol dos edifícios vizinhos existentes; Knowles (1981) sugere o método para assegurar o acesso solar a cada unidade de moradia de uma comunidade; Dekay (1992) fez uma análise comparativa dos envelopes solares que permitem o acesso da luz do dia; Schiller e Ueng-Fang (1993) desenvolvem um programa de computador que gera envelopes solares para locais plano-retangulares, baseados nos trabalhos de Knowles (1981); e Koester (1994) apresenta estruturas de energia usando recursos passivos, como ventos e água de chuva, para o desenvolvimento sustentável urbano.

Os professores Edna Shaviv, Abraham Yezioro e Isaac Guedi Capeluto, da *Faculty of Architecture and Town Planning Technion, do Israel Institute of Technology, Haifa, Israel*³¹, vêm desenvolvendo métodos, modelos e ferramentas CAD para determinação de formas fixas e móveis de brises e toldos, simulação de prognósticos de desempenho térmico nos edifícios, determinação de direitos solares, avaliação de sombreamento mútuo entre edifícios, determinação da configuração ótima de edifícios residenciais multi-familiares, desenho de estratégias para sistemas solares passivos, avaliação de arquitetura sustentável, e outros programas computacionais.

Esta equipe apresentou um modelo chamado SUSTARC – *Sustainable Architecture*, que foi desenvolvido por Shaviv e Capeluto (1997), para projeto de grades

³¹ Associados da *Helios – Climate Energy CAD and architecture Ltd.* Haifa, Israel. Disponível em: <www.dse-energy.com/c-helios.htm>. Acesso em 26 mai 2007

e malhas urbanas com considerações de direito ao sol; o modelo permite a geração e avaliação das configurações do edifício, preservando os direitos ao sol para cada edifício vizinho e para os espaços abertos entre eles. Este modelo, além de ser uma ferramenta CAD para o projeto de espaços abertos entre edifícios, com respeito à insolação, sombras e determinação de direitos ao sol, considera diversas outras questões do projeto ambiental, as quais incluem a radiação solar, ventos predominantes, energia necessária para o transporte e produção de materiais, com aspectos diferentes de visualização.

Shaviv e Capeluto (2001) definem dois tipos de envelopes: O Envelope de Direito Solar - SER - apresenta as alturas máximas dos edifícios que não violam o direito ao sol de nenhum dos edifícios existentes durante um período dado do ano. Este modelo pode tratar qualquer geometria em qualquer terreno, inclusive nos inclinados (figura 43). E o Envelope Solar Coletor - SCE – que apresenta a superfície mais baixa possível para colocar os coletores solares no edifício em consideração, de modo que os coletores não sejam sombreados pelos edifícios vizinhos existentes durante um período do inverno, podendo ser sombreados no verão (figura 44).

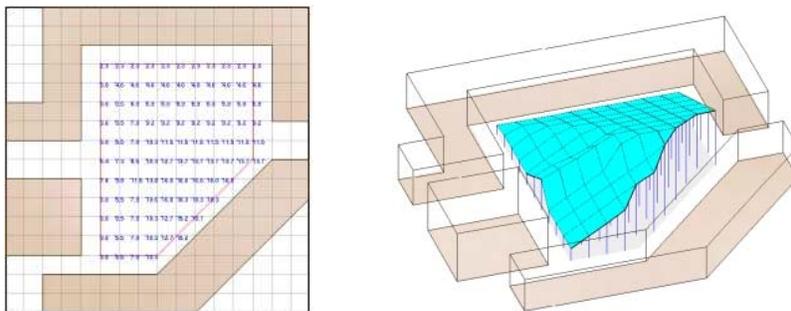


Fig. 43. SER - Envelope de Direito Solar, Fonte: Shaviv e Capeluto, 2001. Adaptado por Daniel B. Pérez, 2006.

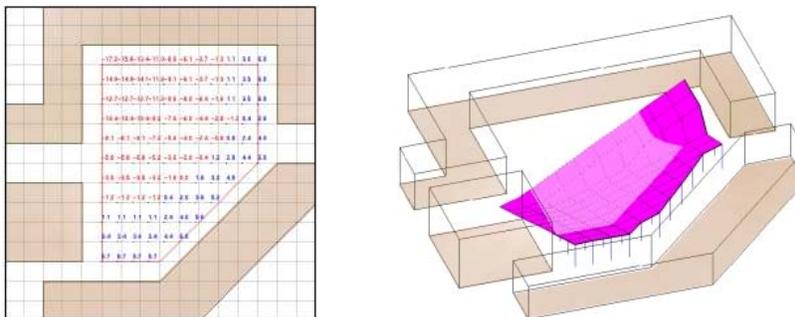


Fig. 44. SCE – Envelope solar Coletor, Fonte: Shaviv e Capeluto, 2001. Adaptado por D. Pérez, 2006.

É definido, também, o Volume Solar como sendo o volume incluído entre os SER e SCE, e que contém todas as alturas dos edifícios que permitem o acesso solar a cada edifício circunvizinho; e, ao mesmo tempo, não é sombreado pelos edifícios vizinhos (fig. 45). Usando estes envelopes, pode-se determinar a geometria preferida e a orientação das calçadas, espaços abertos e a configuração dos edifícios, de forma a assegurar sua exposição ao sol de inverno e conseguir a proteção adequada do indesejável sol de verão.

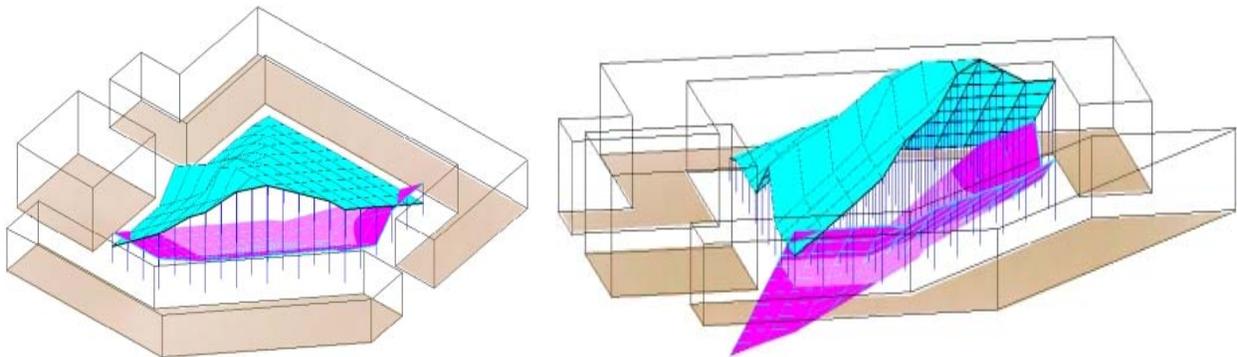


Fig. 45. Volume solar. Fonte Shaviv e Capeluto, 2001. Adaptado por D. Pérez, 2006

Conforme apresentado na fig. 46, para estabelecer este volume solar, a altura da edificação h é determinada de acordo com a altura de um pólo locado num ponto P do corpo, de forma que sua sombra atinja exatamente a parte mais baixa da borda da edificação vizinha, ou calçada. Assim fica garantido que a altura do pólo será a máxima permitida sem lançar sombras (durante o período definido) que alcancem esta linha.

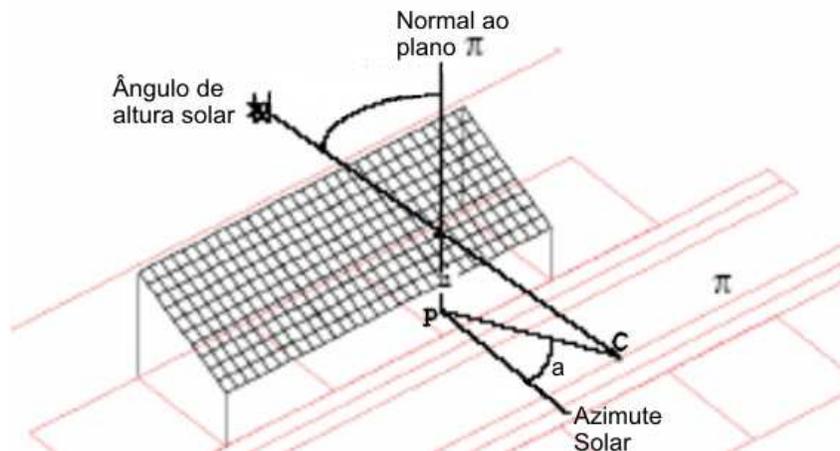


Fig. 46. Determinação da altura h do edifício e do ponto P , de forma que o ponto C da calçada não seja sombreada. Fonte: Shaviv e Capeluto, 2001.

Este método leva em consideração a altura de cada edifício em relação ao seu nível térreo, sendo possível analisar qualquer geometria em qualquer plano, até inclinado. O valor mínimo de altura para o período integral é a altura máxima possível para construir naquele ponto durante o período de insolação pré-definido. O período para insolação deve ser definido de acordo com a separação entre o verão e o inverno - quanto maior o período, mais baixo será o Volume Solar, assim como a densidade urbana. As áreas insoladas podem ser as calçadas, os espaços abertos, ou as fachadas dos edifícios, como mostradas nas figuras 47 e 48.

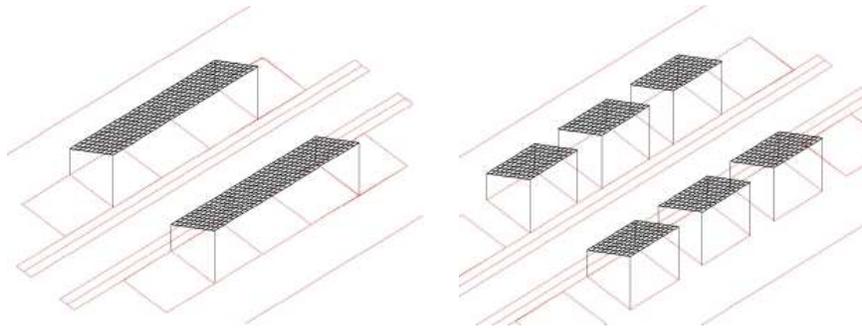


Fig. 47. Acesso solar para uma fachada. Fonte: Shaviv e Capeluto, 2001

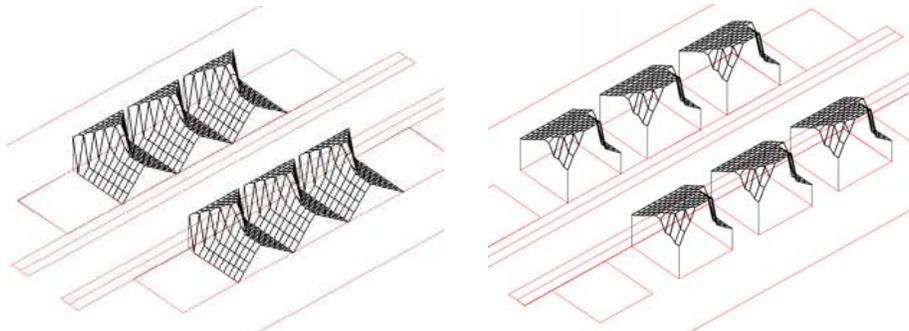


Fig. 48. Acesso solar para todas as fachadas. Fonte: Shaviv e Capeluto, 2001

Entre os diversos métodos investigados por Shaviv, Capeluto e Yezioro , há um relativo a sombreamento entre edifícios, denominado de SHADING – ferramenta que analisa todo o projeto, considerando os direitos solares e exigências de sombreamento mútuo entre edifícios e outros objetos, como árvores; pode-se executar uma avaliação exata do projeto de sombreamento de todas as janelas, externa e internamente. Shaviv e Yezioro (1999) introduzem termos como o GSC – Coeficiente Geométrico de Sombra, para expressar a relação entre áreas examinadas de superfícies sombreadas e totais e

que depende da geometria dos obstáculos que bloqueiam o sol da superfície examinada e do ângulo de incidência da radiação solar.

Pelas figuras 49, 50 e 51, pode-se verificar o sombreamento, inicialmente apenas num edifício existente e depois com a implantação de um novo edifício ao lado.

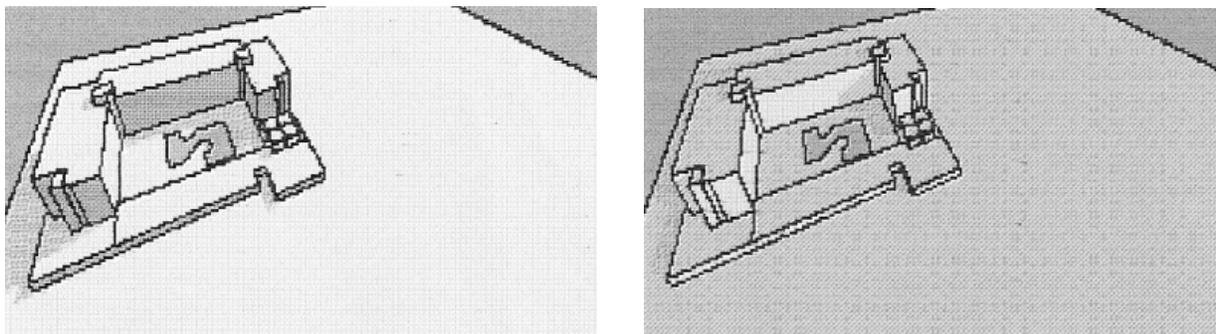


Fig. 49. Avaliação visual e qualitativa de auto-sombreamento do edifício existente sobre a piscina e pátio. Dezembro 11:00 h, à esquerda e às 15:00 h à direita. Fonte: Shaviv e Yezioro, 1999.

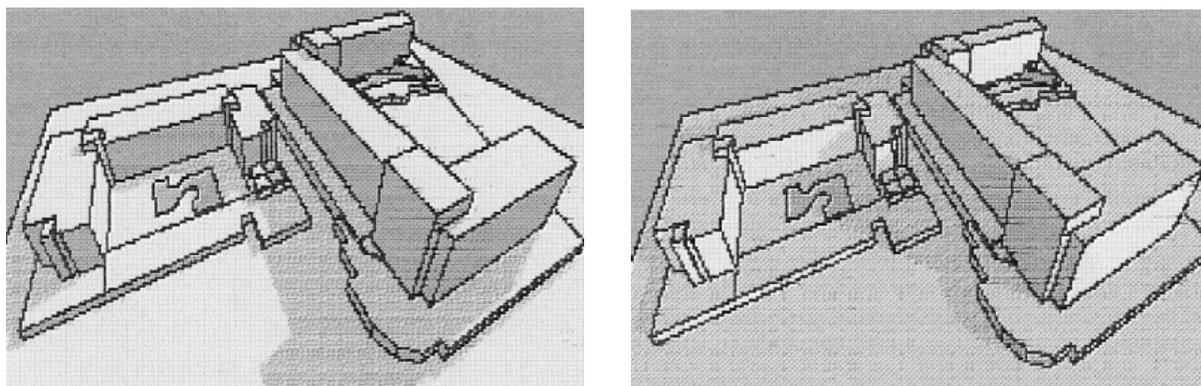


Fig. 50. Avaliação visual e qualitativa de áreas insoladas e sombreadas do edifício existente e do novo. Dezembro 11:00 e 15:00 h. Fonte: Shaviv e Yezioro, 1999.

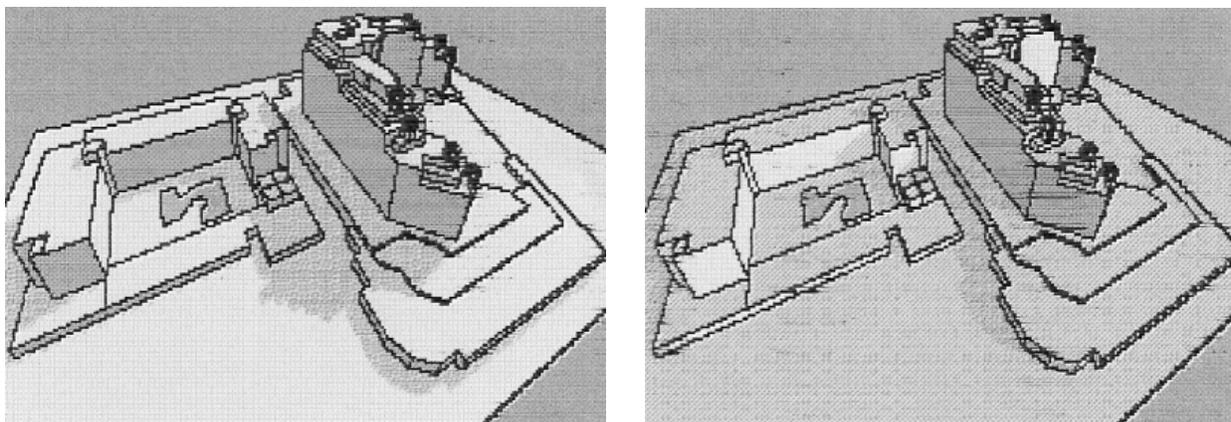


Fig. 51. Avaliação visual e qualitativa de áreas insoladas e sombreadas. A implantação do novo edifício não afeta a piscina e o pátio do edifício existente, nesse horário. Dezembro 11:00 e 15:00 h. Fonte: Shaviv e Yezioro, 1999

Issac Guedi Capeluto (2003) prepara um trabalho sobre o desempenho energético do envelope solar no edifício auto-sombreado, utilizando o modelo Sustarc na criação do nomograma do SCE – Envelope Solar Coletor, de forma a permitir que as fachadas do edifício estejam sombreadas durante um período exigido.

Argumenta que, nos estudos preliminares do projeto de um edifício, o arquiteto lida com fatores geométricos gerais relacionados com a forma do edifício; fatores que incluem a altura do prédio com relação às dimensões da rua, à orientação das fachadas e às proporções da edificação. Neste estágio inicial, o potencial solar da edificação e as áreas circunvizinhas são determinados assegurando a exposição das fachadas e das calçadas ao sol do inverno, e criando sombras apropriadas durante as horas críticas dos dias de verão.

Há diversos exemplos de tentativas para dar forma ao edifício, de modo a enaltecer o desempenho térmico, determinando essa forma pela auto-proteção da radiação solar durante um período requerido no verão, bem como a sua insolação no inverno, a fim de conseguir o aquecimento passivo do edifício. Qualquer edifício com uma geometria piramidal invertida tem a área da cobertura maior, ficando as superfícies verticais resultantes sombreadas.

É possível determinar o Envelope Solar Coletor produzido pela cobertura de um edifício durante um período no verão, sendo as superfícies resultantes sombreadas pela cobertura do mesmo edifício; assim, pode ser usado o SCE para determinar a forma do edifício, de maneira que fique garantido o auto-sombreamento das fachadas.

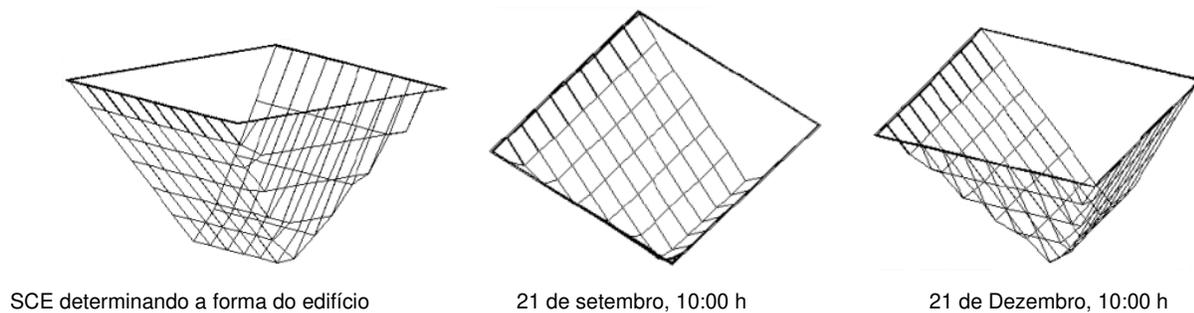


Fig. 52. SCE gera auto-sombreamento de maio a set. das 10:00 às 14:00 h. Avaliação visual do sol às 10:00 h, em 21 de set., a cobertura sombreada as paredes e, em dezembro, às 10:00 h, a fachada sul exposta ao sol. Fonte: Capeluto, 2003.

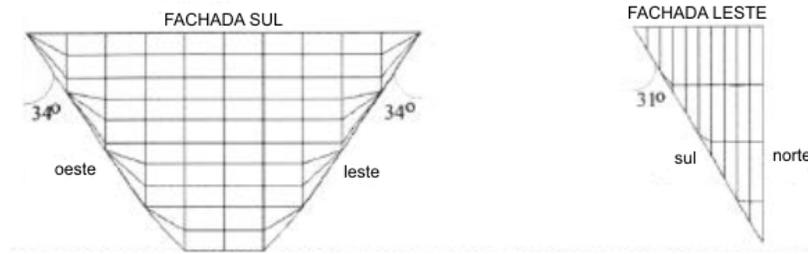


Fig. 53. Fachada sul e fachada leste. Fonte: Capeluto, 2003

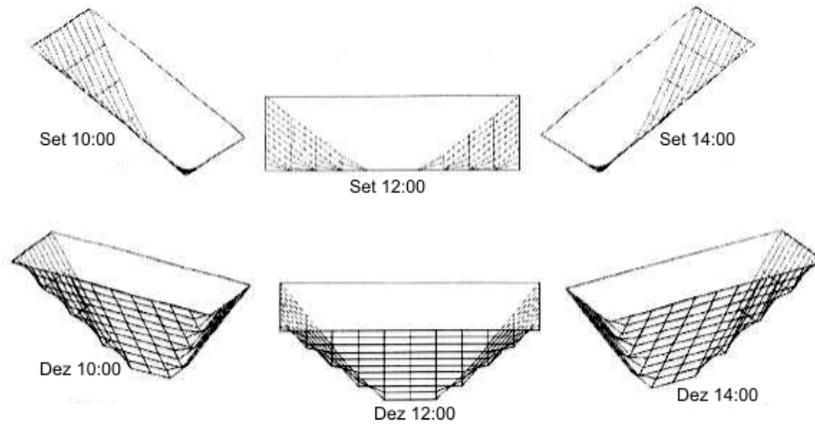


Fig. 54. Avaliação do SCE em Set. e Dez. Tempo crítico para o Sul às 12:00, ao E 10:00 e O às 14:00h. Fonte: Capeluto, 2003

Observa-se que, em setembro, o sol não encontra a fachada do edifício, e as janelas estão protegidas da radiação solar direta, como também as fachadas, no mês de dezembro, quando a radiação solar direta penetra na fachada do edifício, permitindo o aquecimento solar passivo. São apresentadas duas propostas diferentes para o projeto da fachada sul, como na figura a seguir.

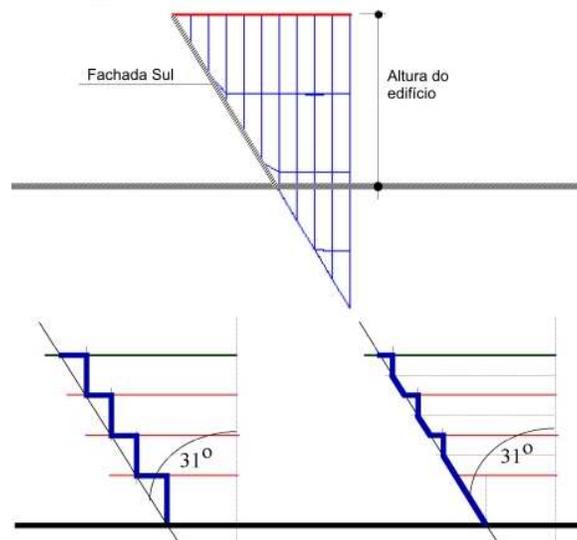


Fig. 55. Duas propostas para a fachada sul. Protegendo todo o vão, e a metade do vão à direita. Fonte: Capeluto, 2003.

Fica por conta do projetista a determinação da forma e do perfil de cada fachada de acordo com o número de andares. As janelas podem ser implantadas em planos verticais ou inclinados. A orientação da fachada tem um efeito importante na forma do envelope e na inclinação da parede, como na fig. 56. O método pode ser usado em nível urbano com a finalidade de determinar o perfil das ruas para obter calçadas e fachadas sombreadas durante um certo período no verão; e expostos ao sol, no inverno.

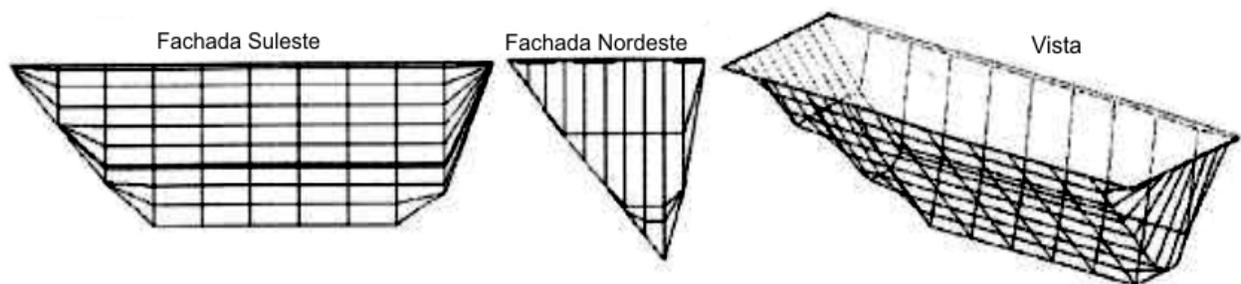


Fig. 56. SCE obtido para uma edificação inclinada a 30° do Norte. De maio a dezembro entre 10:00 e 14:00 h. Data crítica para a fachada norte: Junho 14:00 h e para a fachada sul: Setembro 10:00 h. Fonte: Capeluto, 2003.

Outra experiência de intervenção urbana foi realizada pela equipe de Yezioro, Shaviv e Capeluto (2001) para o novo distrito comercial de Tel Aviv, Israel, com o objetivo de incorporar os conceitos de direitos solares e direitos aos ventos, contando com os dois modelos SUSTARC e FLUENT. Projetado numa área de alta densidade e ao lado de um quarteirão de um velho bairro residencial com edificações baixas. Com o Sustarc, foi criado um envelope solar para proteger os direitos ao sol do bairro residencial, de forma que os novos edifícios não projetem sombras sobre as residências, ruas e calçadas; e os direitos aos ventos (brisas marinhas) foram também resguardados, pelo controle dos ventos, com o modelo Fluent.

A equipe explica que, em muitas cidades, foram construídos edifícios altos, e a maioria destes causou uma série de problemas - obstrução da radiação solar, sombreamento, perda da luz do dia, criação de ventos fortes em volta dos edifícios e, simultaneamente, estagnação dos ventos em outras regiões, o que tem provocado uma reflexão nos projetistas, no sentido de controlar os prováveis impactos que possam causar os edifícios altos, para seus vizinhos. Não obstante, na grande maioria das

idades, o planejamento para controle da insolação e da proteção dos ventos não tem sido levado em consideração, faltando legislação para tal. A área para a implantação do novo distrito com 250.000,00 m², no centro de Tel Aviv (figura 57), permite a construção de edifícios altos, até de 40 andares, porém a vizinhança é constituída por edifícios baixos, do bairro residencial, portanto, foi necessário adotar certas regras para assegurar os direitos ao sol e aos ventos desta vizinhança.

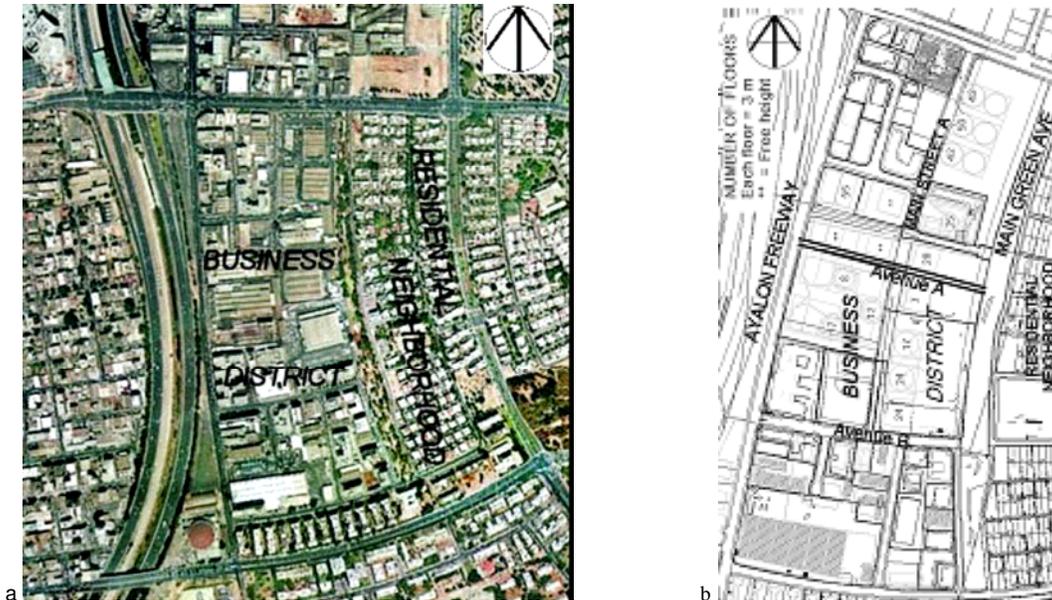


Fig. 57 a) Vista aérea da área de intervenção, b) Planta geral. Fonte: Yezioro et al, 2001

O clima de Tel Aviv é quente e úmido e as brisas do mar, no verão, trazem conforto térmico aos espaços abertos, por isso os edifícios altos não devem obstruir os ventos vindos do mar. Além disso, os edifícios altos podem provocar ventos fortes ao nível do chão e podem causar mudanças bruscas na velocidade dos mesmos. O sol é indesejável no verão, mas muito agradável no inverno; assim, o sombreamento permanente, se é bom no verão, no inverno compromete o conforto. Uma solução dinâmica é sombrear as calçadas e espaços abertos com árvores decíduas, já que no inverno ficam sem folhas, permitindo a insolação. Uma calçada pode ser exposta ao sol do inverno; e a outra, que é sombreada pelo edifício no inverno, pode ser sombreada no verão por dispositivos permanentes ou por árvores não decíduas.

O uso de envelopes solares (figura 58) foi recomendado para proteger os direitos solares, que devem admitir o acesso solar durante todo o inverno, das 8:00 às 15:00 h,

para toda a vizinhança residencial, para as duas avenidas principais, para as calçadas e para a área verde existente.

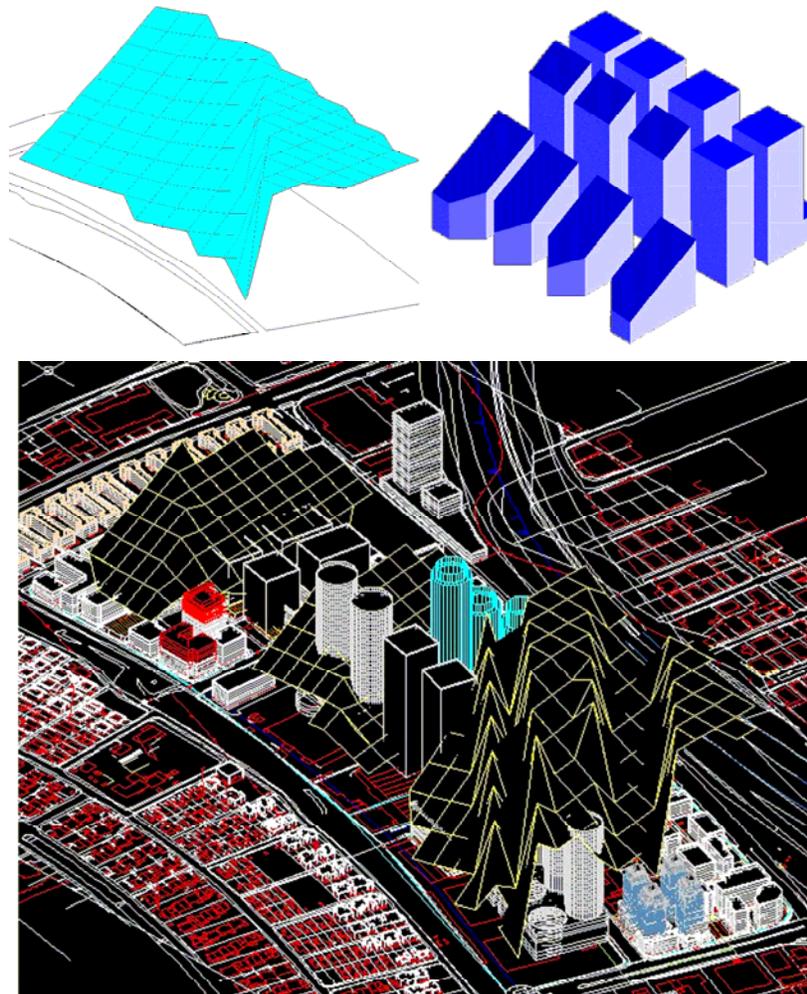


Fig. 58. O envelope solar aceito para garantir os direitos ao sol. Fonte: Yezioro et al, 2001.

O arquiteto David Pearlmuter (2000) também tem se dedicado a realizar outras experiências, trabalhando em regiões desérticas de Israel, onde foram efetuados estudos sobre a forma das cidades, relativos ao caráter compacto dos traçados, ruas estreitas que obstruem a radiação solar com aproveitamento dos ventos, e que têm, como resultado, quadras frescas que se protegem das tormentas de areia. A densidade urbana é relativa: as cidades americanas têm entre 5 e 10 vezes densidades mais baixas, com um consumo de gasolina 5 vezes maior do que as cidades européias, que se comportam exatamente ao contrário; mas, anota que uma malha urbana compacta pode ser identificada pela sua estrutura tridimensional, ou seja, representada pela

relação entre a altura dos seus edifícios e a largura de suas ruas. Esta relação de H/W (altura sobre largura) é conceituada por Oke (1987) como “cânion urbano” (rua corredor com edifícios altos, que importa na razão da altura dos prédios em relação à largura da rua), em seqüência e justaposta a um eixo, também correlacionada ao fenômeno chamado de “ilhas de calor”, que se caracteriza pela presença de temperaturas do ar mais elevadas dentro das cidades do que nas áreas das redondezas, ou nas áreas rurais.

Ciente das experiências inadequadas da implantação de bairros do tipo “cidade-jardim” - modelo utilizado em outras partes do mundo e que, por suas características de grandes jardins e espaçamentos generosos entre as edificações, causavam efeito contrário no deserto, pela falta de água para irrigar os jardins e pelo calor que não era amenizado - Pearlmutter (2000), analisou o micro-clima do deserto de Dimona, 31°4'N e 35°1'L, a 600 ms acima do nível do mar (com variações de temperatura no verão de 20° a 32°C, com ventos fortes provenientes do noroeste e umidade relativa baixa). Constatou que, para uma relação H/W de 1 para 1, a temperatura a 1,70 m. do nível da rua é maior do que na cobertura das edificações, provavelmente pelo superaquecimento das paredes. Verificou, também, que as ruas orientadas no sentido norte-sul são menos quentes do que as orientadas no sentido leste-oeste, pois estas ficam mais tempo expostas ao sol.

A vizinhança é composta por fileiras de casas térreas geminadas e pátios fechados com paredes; com uma grade estreita (3,00 m de largura) de ruas para pedestres. As condições micro-climáticas, tanto no verão quanto no inverno, foram monitoradas dentro de duas ruas perpendiculares, cujos eixos se aproximam dos norte-sul e leste-oeste e comparadas com as condições das coberturas lisas das casas. Os resultados encontrados são que o ar é relativamente quente nos cânions durante as horas de pico no verão e a velocidade do vento reduzida, sobretudo nas ruas com orientação norte-sul, provocando uma absorção menor de energia térmica do que ao ar livre.

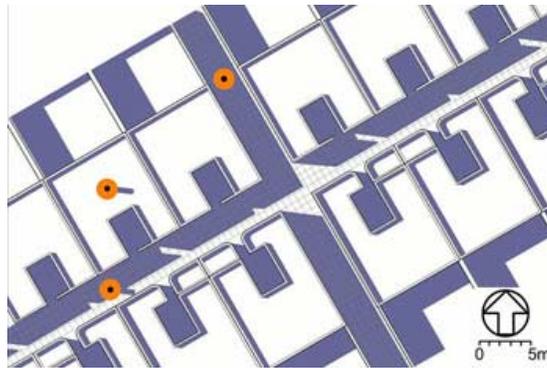


Fig. 59. Plano do sítio Dimona. Fonte: Pearlmutter, 2000.

Outro estudo analisado foi um bairro residencial no deserto de Negev, Israel, conhecido como “*Neve-Zin*”, projetado pelo *Institute's Desert Architecture and Urban Planning Unit*, de Negev, composto de 80 lotes com casas unifamiliares e um sistema de ruas: uma principal para veículos, orientada no eixo leste-oeste, com largura suficiente para comportar duas mãos de tráfego e mais pedestres, com a função de deixar uma distância razoável norte-sul, entre as edificações, para que as fachadas ao sul possam ter seu acesso à radiação solar desobstruído durante o inverno. Outra rede de ruas para pedestres, no sentido norte-sul, com 2,50 m de largura, bem protegidas do sol da manhã e da tarde, proporcionando conforto para os pedestres. Os lotes de mais ou menos 600,00 m² são agrupados em 4, com um ponto “P”, no canto, onde deve ser edificada a casa. Estas estratégias moldam a malha urbana, com sombreamento no verão e o acesso solar às edificações no inverno (fig. 60). Com a limitação legal na altura das edificações pelo plano inclinado a 26,5° para o sul, são garantidos os direitos de acesso ao sol a todas as edificações, sem sombras no inverno (fig. 61).

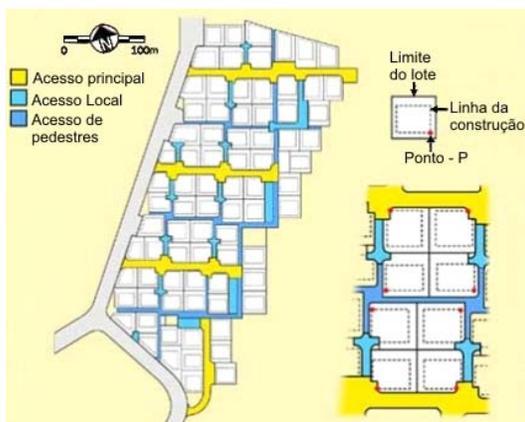


Fig. 60. Plano de Neve-Zin. Fonte: Pearlmutter, 2000

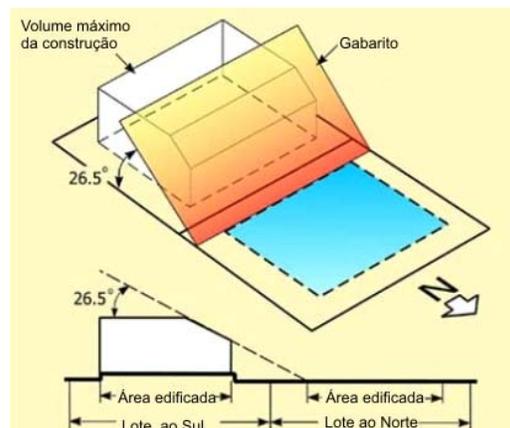


Fig. 61. Plano inclinado. Fonte: Pearlmutter, 2000

Na Bélgica, o LEMA – *Laboratory of Architectural Methodology at the University of Liege*, desenvolveu um programa chamado Townscope, durante o projeto de pesquisa Polis (1996-98), de autoria dos professores Sleiman Azar, J. Teller e P. Petillon, dedicado às ações de pesquisa do planejamento urbano para melhorar o acesso solar, a iluminação natural, a refrigeração passiva e o microclima, desenvolvido sobre uma pesquisa de projeto urbano sustentável, com enfoque na radiação solar direta. Hoje, na versão Townscope III, o programa acopla um sistema tridimensional de informações urbanas com ferramentas de análise de projeto. Apresenta uma visualização de ferramentas que ajuda a compreender a influência de qualquer construção no meio ambiente e que calcula os elementos do microclima urbano afetado por decisões de projeto, as quais consistem na avaliação da radiação solar direta, difusa e refletida, na avaliação do conforto térmico humano em espaços abertos, e na análise da abertura do céu, comprimentos de visão e visibilidade.

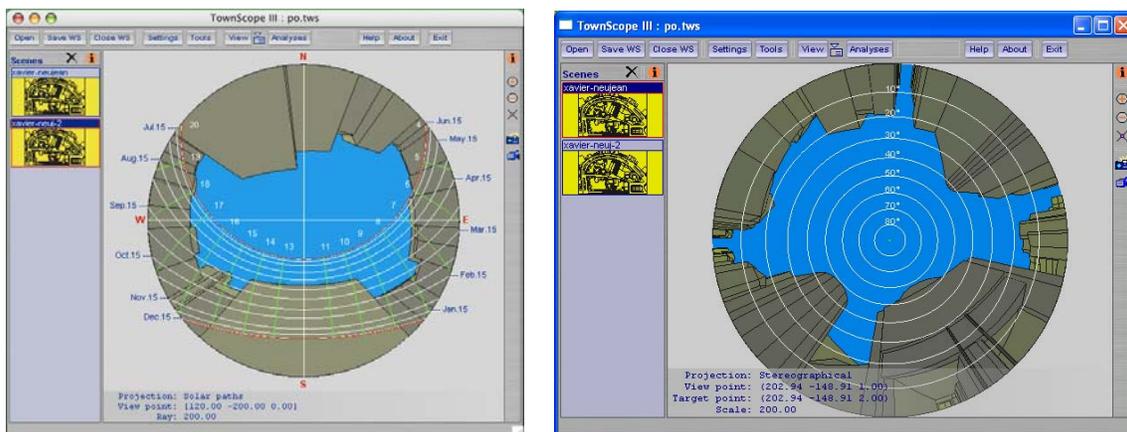


Fig. 62 e 63. Janelas da trajetória solar e vista estereográfica dos ângulos de elevação. Fonte: Townscope III

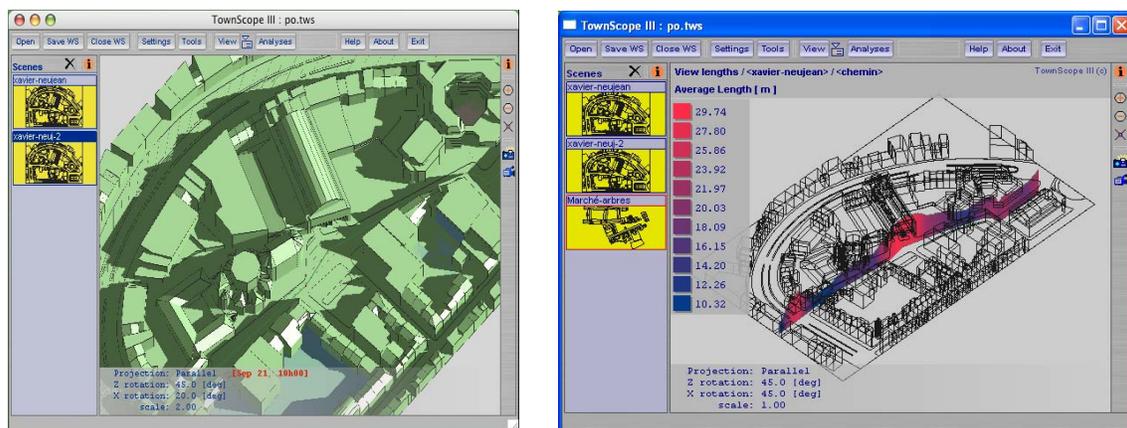


Fig. 64 e 65. Sombras em vista paralela e resultados de polyline, comprimentos de vista em 3D. Fonte: Townscope III

Uma projeção estereográfica da trajetória solar mostra a máscara da obstrução gerada por uma cena urbana em qualquer hora e dia do mês, numa dada posição, e, desta informação, são obtidas as sombras (figuras 62 e 63). O programa apresenta construções em 3d, e resultados de insolação e sombras, em latitudes, horas e dias anotados na entrada de dados (figuras 64 e 65).

No Reino Unido, o professor Koen Steemers (2005) do *The Martin Centre for Architectural and Urban Studies* da *University of Cambridge*, em Cambridge, assim como a professora Susannah Hagan da *School of Architecture and Visual Arts* da *University of East London*, e o professor Simos Yanas da *Architectural Association*, dedicam-se a estudar as conseqüências do consumo de energia nos centros urbanos, e a sua relação com as edificações. No intuito de melhorar o desempenho da energia nos edifícios, estudam e simulam seu comportamento, desenvolvendo modelos e técnicas para essa finalidade; Steemers apresentou, em 2005, o modelo DEM – *Digital Elevation Model*, que é uma forma compacta de armazenar informações urbanas em 3D, usando uma matriz em 2D para os valores das elevações (figura 66).

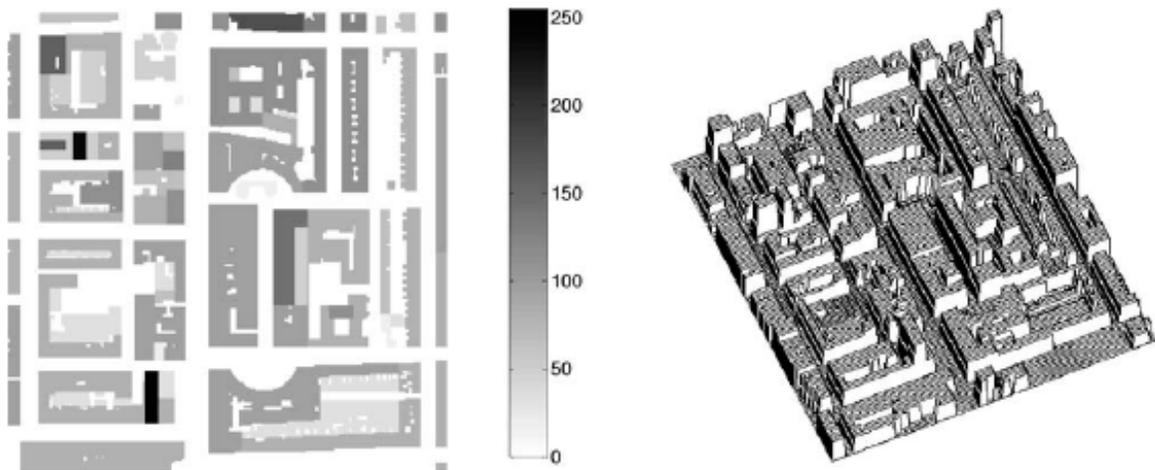


Fig. 66. Estudo de caso para a área central de Londres, com DEM à esquerda e vista axonométrica à direita. Fonte: Steemers, 2005

O desempenho energético é entendido, normalmente, como dependente da geometria urbana, do projeto do edifício, do sistema de eficiência e do comportamento dos ocupantes. A geometria urbana relaciona-se principalmente com a disponibilidade

da luz do sol e da iluminação natural nas fachadas do edifício, e afeta também o microclima urbano. O impacto do sombreamento em edifícios isolados é importante para o consumo de energia, na medida em que, se as fachadas sul (para o hemisfério norte), no inverno, são privadas dos ganhos solares, incrementa-se a carga de aquecimento, sendo que os ganhos solares são insignificantes se as fachadas norte não forem afetadas.

Leslie Martin, Lionel March e Michael Trace, em 1972, junto com outros colegas, analisaram algumas tipologias de disposições urbanas com critérios de radiação solar e iluminação natural; e demonstraram, por meio de estudos geométricos e matemáticos, que a escala e o padrão da malha viária afetam diretamente a eficiência dos arranjos edificadas, comprovando a ilimitada capacidade de adaptação da malha em xadrez (DEL RIO, 1995, p. 38), encontrando, como resultado, duas formas para a textura urbana: pátios e pavilhões, ou seja, espaços abertos contra blocos fechados construídos. Lembram o diagrama de Fresnel, no qual todos os anéis têm a mesma superfície, inclusive igual à área central (fig. 67a). O logotipo do Centro Martin mostra que a superfície do perímetro preto é igual à área do quadrado preto central, como na figura 67b.

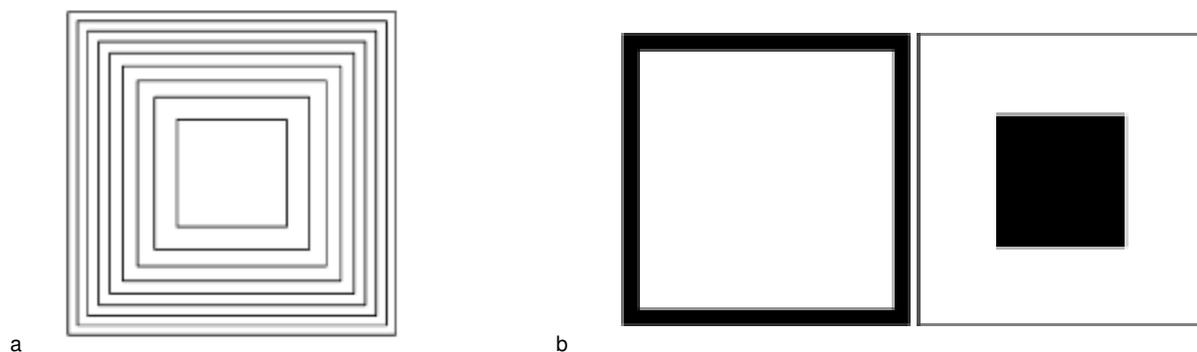


Fig. 67. a) Diagrama de Fresnel, e b) Logotipo do Centro Martin, áreas em negro iguais. Fonte: Steemer, 2003

Martin e March (1972), de acordo com Steemers (2003), apresentaram uma proposta radical para a substituição de parte da área central construída de Manhattan, na busca de mais espaços abertos, como mostra a figura 68. Haveria a mesma quantidade de área por pavimento; isso porque, aumentando os espaços abertos, reduzir-se-ia a altura dos edifícios de 21 para 7 pavimentos.

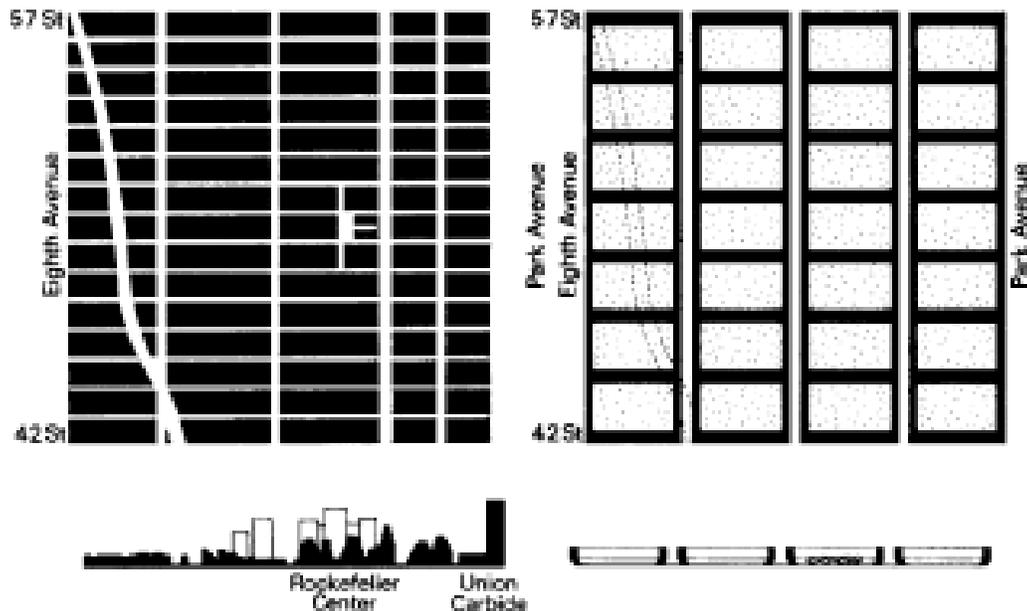


Fig. 68. Proposta de Martin e March para Manhattan. Fonte: Steemers, 2003.

Os resultados destas análises comprovam que os pátios são mais convenientes no sentido de se obter um potencial construtivo maior, para melhorar a ventilação e a insolação, bem como a iluminação natural e o desempenho ambiental.



Fig. 69. Tipologias de forma urbana. Fonte: Steemers, 2003

A forma urbana representada como um DEM pode ser analisada pela radiação solar, consumo de energia, ambiente de ventos e o efeito da forma no movimento poluidor. Os seis protótipos apresentados na figura 69 foram analisados no formato DEM; a altura do edifício e a largura foram ajustadas a fim de que todas as formas tivessem a mesma relação da área total do pavimento com a área do lote. De acordo com Steemers (2003), grandes áreas urbanas podem ser analisadas pelo DEM, como foi o estudo de caso de áreas de Londres, Toulouse e Berlim (fig. 70), aplicando-se as relações de superfície (horizontais e verticais) construídas e não construídas, e o volume, como mostra a tabela a seguir.

Tabela 2: **COMPARATIVOS SUPERFÍCIE/VOLUME**

	Londres	Toulouse	Berlin
Área do terreno (m ²)	89.663	64.368	55.978
Área livre (m ²)	70.377	95.632	104.022
Volume construído (m ³)	1.221.499	966.768	1.042.199
Superfície Vertical (m ²)	174.757	174.888	119.698
Relação Superfície/volume	0,216	0,248	0,169

Dados para Londres, Toulouse e Berlin. Fonte: Steemers et al., 2005

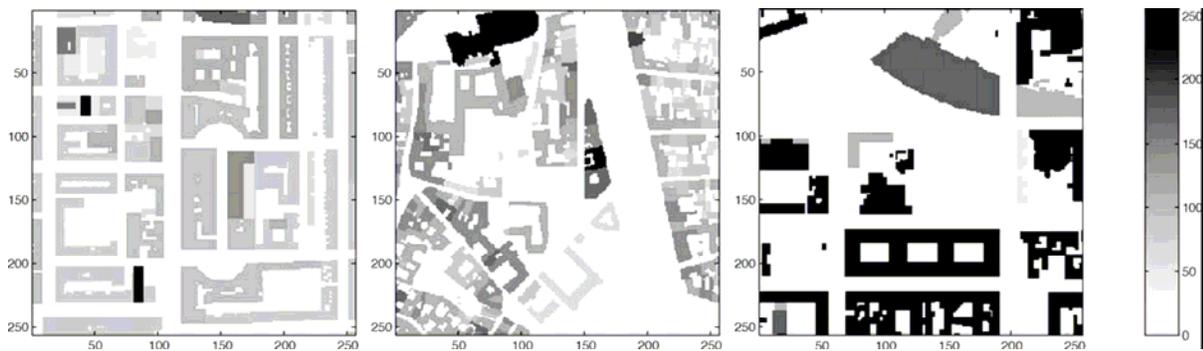


Fig. 70. DEMs de áreas centrais de Londres, Toulouse e Berlin. Alturas representadas em escalas com 256 níveis em cinza.

Alturas máximas: Londres = 40 m., Toulouse = 32 m., e Berlin = 21 m. Fonte: Steemers et al., 2005

A relação de superfície-volume define a quantidade exposta da superfície externa construída por unidade de volume, e pode ser usada para diferentes aplicações. No consumo de energia, por exemplo, para diminuir as perdas de calor, durante o inverno, é preciso minimizar a relação s/v ; isto implica, porém, a redução da superfície das fachadas do edifício, o que reduz a área para disponibilidade de luz do dia e de luz solar, aumentando o consumo de energia para a iluminação artificial, ventilação natural etc. O método LT (*Lighting and Thermal*) sugere que a distinção principal da energia a ser extraída de dentro dos edifícios é uma função da exposição ao ambiente exterior, e define duas zonas, passivas e ativas, que quantificam o potencial de cada parte de um edifício para usar a luz do dia, a luz solar e a ventilação natural. As partes do perímetro de um edifício que se encontram 6 m dentro da fachada (ou duas vezes a altura do pé direito) são consideradas passivas, e as restantes não (figuras 71 e 72).

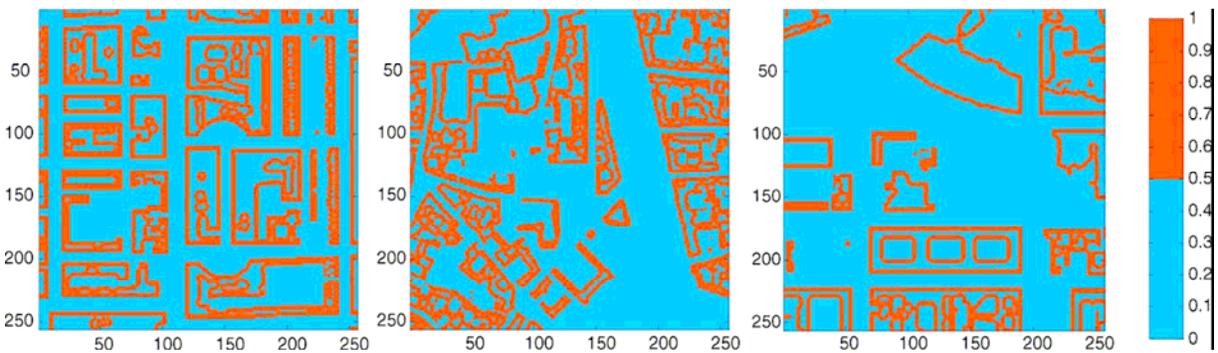


Fig. 71. Zonas passivas (6 m para dentro das fachadas) para Londres, Toulouse e Berlin. Fonte: Steemers et al., 2005

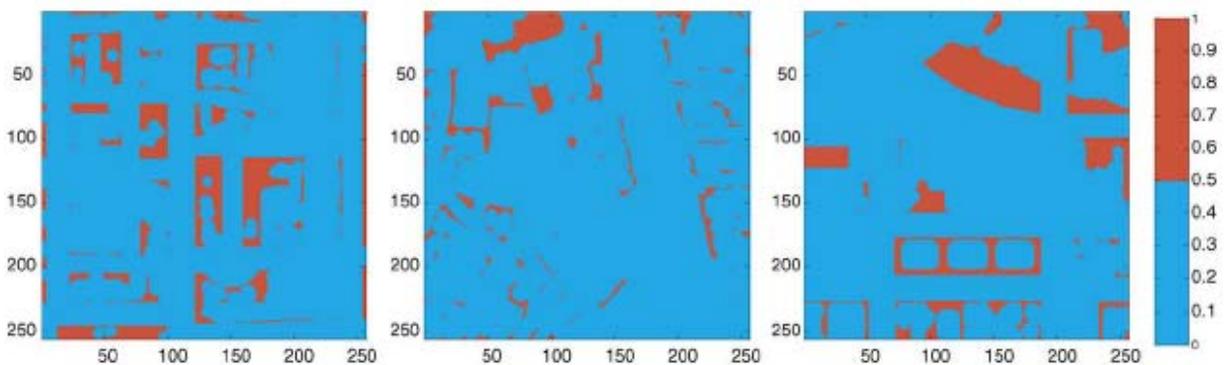


Fig. 72. Zonas não-passivas (mais de 6 m para dentro das fachadas). Fonte: Steemers et al., 2005

Steemers (2003) e colegas trabalham o relacionamento entre o micro-clima urbano e a forma, identificando características ambientais chave, como a densidade relacionada ao uso da energia, e avaliando, no desenvolvimento de técnicas de pesquisa, os projetos urbanos sustentáveis e eficientes energeticamente.

Na Argentina, Gabriela Casablanca, Silvia de Schiller, Maria F. Perina e Mariana Nickish (2001) da Faculdade de Arquitetura, Design e Planejamento Urbano da Universidade de Buenos Aires, investigam a praticidade dos critérios do envelope solar como um mecanismo para controlar e proteger o acesso solar em áreas urbanas em diferentes regiões e latitudes da Argentina, com ênfase nos climas frios, quando a energia solar é importantíssima para reduzir a demanda de energia convencional para aquecimento durante todo o ano. Além disso, avaliam os efeitos da altura dos edifícios altos em áreas urbanas consolidadas, levando em consideração as características da projeção da sombra e seu efeito na disponibilidade da luz solar em edifícios vizinhos.

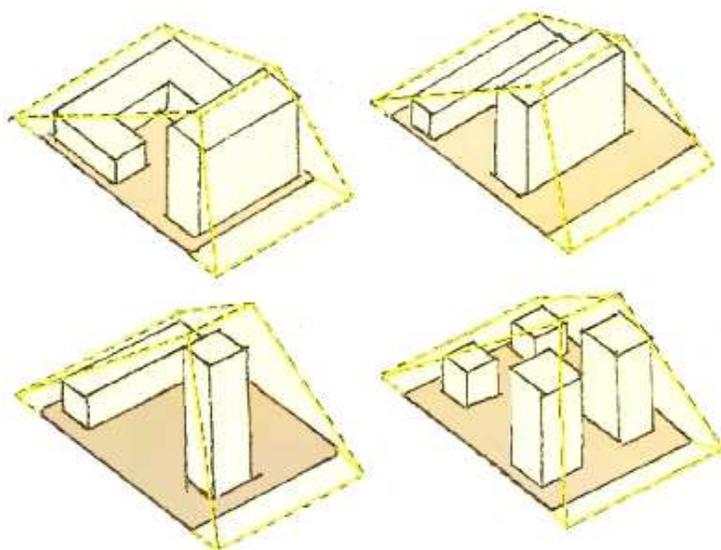


Fig. 73. Opções de diferentes tipologias dentro do volume definido pelo envelope solar. Fonte: Casablanca et al., 2001.

Pereira (1995) apresenta o trabalho “Envelope Solar: um exercício teórico ou uma proposição viável”, sugerindo a utilização do conceito do envelope solar como proposta para auxiliar na concepção de metodologias para o planejamento urbano, e para checar a sua praticidade e limitações na área do desenho urbano. Algumas considerações foram colocadas, como a preocupação de adensar as cidades, de forma a evitar os vazios urbanos e otimizar a utilização das estruturas urbanas existentes, além de novas configurações do espaço urbano que possam realmente ser geradas a partir do uso do envelope solar, vinculado a regulamentações que levem em consideração tipologias edilícias que reflitam os aspectos socioculturais de cada região.

Surgiram, assim, algumas regras novas em propostas para gerar o envelope solar, fundamentadas, então, no controle racional da insolação ou no balanceamento das exigências de acessibilidade (aquecimento), ou ainda de rejeição (sombreamento) da radiação solar e da visão da abóbada celeste (disponibilidade de luz natural). A diferença principal foi que a densidade resultante foi maior do que a permitida em planos diretores de várias cidades.

Pereira e Nome Silva (1997), da Universidade Federal de Santa Catarina, lançam uma “proposta sistemática do uso do envelope solar em planejamento urbano como

forma de controle de ocupação do solo urbano em função da insolação”, objetivando sistematizar a aplicação do envelope solar nas questões ligadas ao impacto da insolação no ambiente construído. Acompanha um estudo de caso para a cidade de Florianópolis, onde se verifica o impacto da insolação no ambiente construído, na ótica do planejamento integrado. Pereira e Nome Silva (1997) cruzam informações de um envelope solar com a situação do plano diretor e outras condicionantes da cidade, para possibilitar a sua aplicação em distintas situações urbanas. Para compreender o real funcionamento do envelope solar, assim como as suas limitações, foi necessária a sua aplicação direta sobre áreas definidas, como a do Conjunto Habitacional Panorama (figuras 74 a 76), adotado por ser de caráter social e porque reflete a organização da maioria dos conjuntos habitacionais do país. Após o levantamento das áreas e ruas contíguas com respectivo cadastro das edificações existentes, construíram-se os modelos tridimensionais via computador, para realizar simulações que poderiam sugerir formas de garantia de insolação e iluminação natural para todos os blocos e entre eles, assegurando uma qualidade maior nos espaços abertos.

No estudo de caso, o envelope solar é aplicado lote a lote com uma base de 2,00 m acima da linha do terreno, e no caso dos lotes que fazem frente para as ruas, foi adotado o passeio oposto ao lote como limite para o envelope solar, de modo a garantir que algumas edificações não interfiram nas outras, no que diz respeito à insolação e iluminação natural, criando dois módulos de orientação.

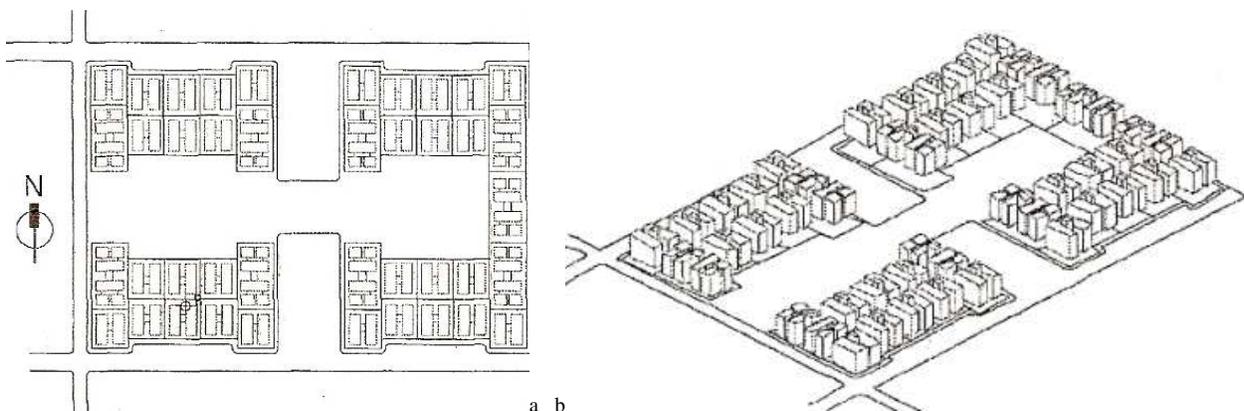


Fig. 74. a) área selecionada com o parcelamento utilizado; b) perspectiva volumétrica do Conjunto Habitacional Panorama.
Fonte: Pereira e Nome Silva, 1997

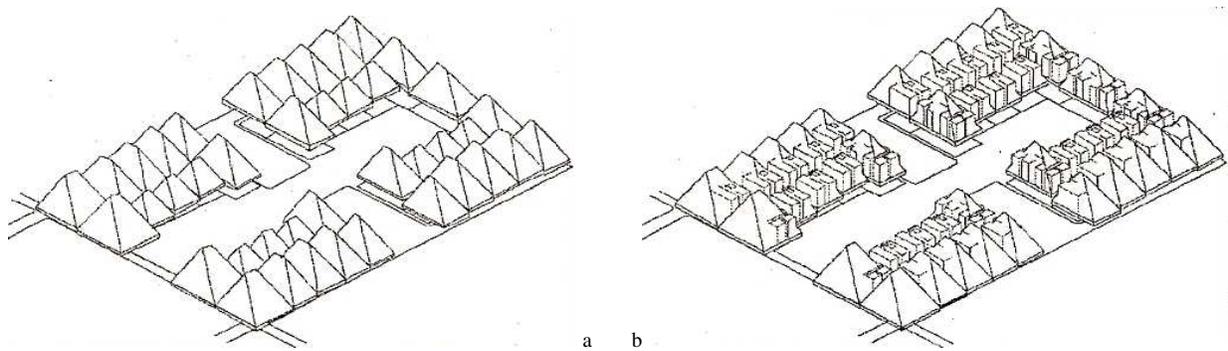


Fig. 75. a) perspectiva com a colocação do envelope solar; b) sobreposição da situação atual com a proposta pelo envelope solar.
Fonte: Pereira e Nome Silva, 1997

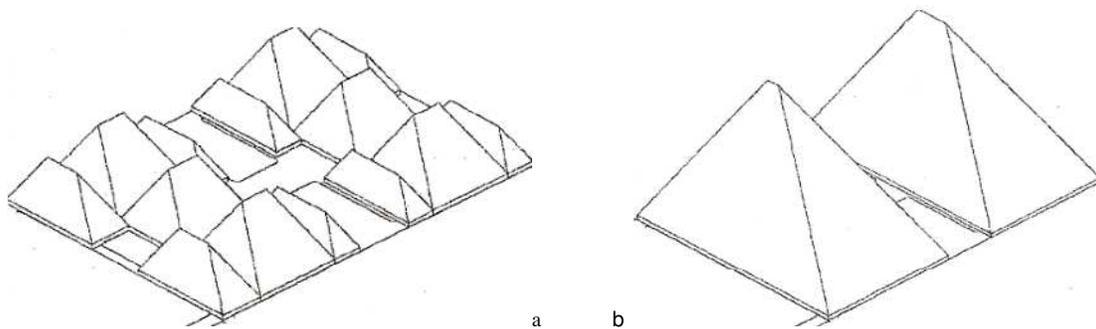


Fig. 76. a) configuração de envelopes solares resultantes do parcelamento do meio da quadra; b) configuração de envelopes solares resultante de um parcelamento com apenas dois grandes lotes. Fonte: Pereira e Nome Silva, 1997

Ao efetuar a sobreposição dos envelopes solares sobre as edificações (fig. 75b), percebe-se que há diferenças entre a situação existente e a tolerada pelo envelope (os volumes das edificações excedem os limites propostos pelo envelope). A fig. 76 mostra que, com o uso do envelope como instrumento de geração de formas urbanas, mudando a estrutura do parcelamento, é possível proporcionar distintas volumetrias.

Grazziotin, Freitas, Turkienicz e Sclovsky (2002), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Porto Alegre, prepararam alguns trabalhos relacionados com o envelope solar e suas aplicações no planejamento urbano, desenvolvendo técnicas na simulação de ambientes urbanos, considerando o acesso solar para melhorar a qualidade das edificações no conforto térmico e iluminação natural.

Grazziotin et al (2004) afirma que a legislação urbanística, com seus regulamentos (Plano Diretor, Planos locais de gestão, Leis de Uso e Ocupação do Solo, Leis de parcelamento do solo etc.), ferramentas de planejamento usadas para controlar

e/ou estimular mudanças na estrutura urbana, tenta influenciar diretamente na qualidade dos ambientes urbanos, por meio de diversos aspectos, como a altura dos edifícios, taxas de ocupação, coeficientes de aproveitamento etc., e que são determinantes de atributos como as obstruções visuais, conforto térmico, disponibilidade de infra-estrutura, consumo de energia, drenagem urbana etc. Estes regulamentos não determinam como a cidade será, e não constituem uma matriz para a forma final das cidades, estabelecem simplesmente algumas diretrizes, algumas restrições, e algumas potencialidades que devem ser seguidas por aqueles que querem construir edifícios.

De acordo com os autores, é possível simular uma cidade desejada de acordo com os regulamentos urbanos; não é possível, porém, construí-la desta maneira, pois os construtores nem sempre seguem os regulamentos quando levantam uma edificação em cada lote, e também porque a legislação muda a cada ano: o resultado sempre será uma cidade diferente daquela idealizada.

Uma disponibilidade de ferramentas adequadas para a simulação da influência recíproca entre os diferentes atributos na cidade real ajudará os planejadores a intervir na brecha entre a cidade ideal e a cidade real. A correlata simulação entre a forma construída, os regulamentos urbanos, e os diferentes atributos poderia contribuir para que os próprios regulamentos urbanos se tornem mais flexíveis; isso, conseqüentemente, iria aproximar mais a cidade real dos objetivos principais da cidade ideal (GRAZZIOTIN et al, 2004). Como não havia ferramentas para a correlação de regulamentos urbanos com atributos energéticos, climáticos, estruturais, e outros no mesmo ambiente computacional, foi apresentado o CITYZOOM como um sistema que integra diversas ferramentas de desempenho, e que permite a simulação de diferentes atributos relacionados a uma cidade existente ou planejada. Estes atributos são mostrados em forma de tabelas de valores de atributos estimados de um modelo de avaliação, ou em cenário 3D, no qual o usuário pode observar sombras reais e estimar a luz do dia com base no conceito do envelope solar, como mostrado na figura 77.

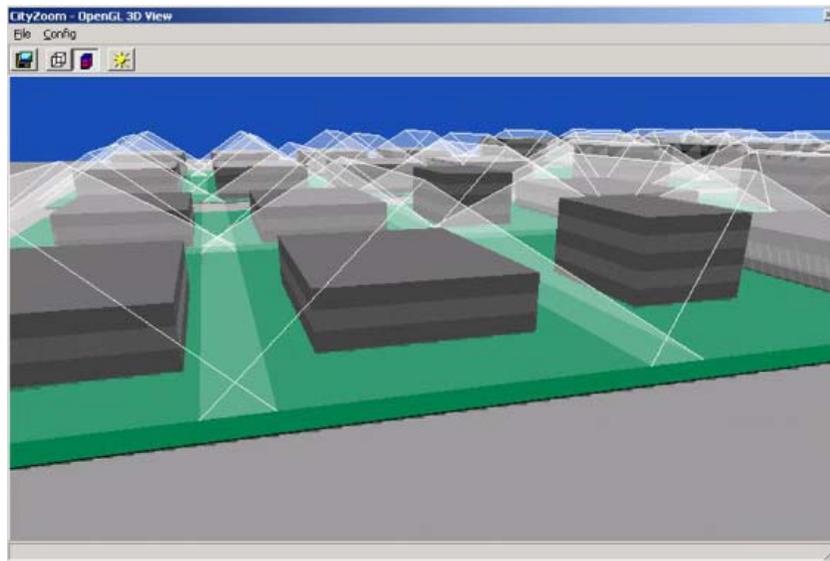


Fig. 77. Vista em 3D do Cityzoom. Fonte: Grazziotin et al., 2002.

A ferramenta principal do Cityzoom é um editor gráfico de estruturas urbanas. Os dados podem ser introduzidos como desenho à mão livre da estrutura urbana, usando uma vista aérea de fundo como referência, com a importação de outros programas neutros (Autocad.DXF, Arc View. SHP, etc.), ou por uma conexão direta a uma base de dados espacial.

O modelo Blockmagic, componente do Cityzoom, é usado para simulação do potencial construtivo em lotes urbanos com base na legislação, e pode rapidamente gerar conjuntos de edifícios nos mais diferentes cenários urbanos. Os edifícios são gerados, aplicando-se os regulamentos urbanos na geometria do lote, de acordo com a entrada de parâmetros que determinem quais as características que devem ser avaliadas ou otimizadas: número de pavimentos, dimensão da frente, da largura, área da laje, taxa de ocupação e proporção do lote, sendo possível encaixar a forma do edifício à forma e tamanho do lote, ou usando o projeto da forma da edificação. O editor de Regulamentos Urbanos permite a entrada de regras arbitrariamente e a imediata avaliação do seu impacto num único lote, conjunto de lotes ou quadras inteiras. O Blockmagic também aborda questões de conforto ambiental, com o uso de técnicas do envelope solar. Ajustando as divisas físicas dos vizinhos e o tempo de garantia de acesso solar, obtém-se o tamanho e forma do envelope solar.

Os resultados podem ser visualizados por meios quantitativos e qualitativos. O usuário pode observar os resultados desejados e navegar por cenários hipotéticos. Os dados numéricos podem ser obtidos de objetos geométricos da cidade, como a área de uma quadra, ou associados a eles, como por exemplo, a população de um edifício. Estes dados podem ser extraídos de uma cidade ou região, e visualizados no módulo de Visor de Resultados Numéricos. A área do terreno, área construída, proporções do lote, média de altura do edifício etc., podem ser obtidos rapidamente.

Com a ferramenta de visualização em 3D, é possível ver as sombras reais, baseadas na data e hora introduzidas pelo usuário e o envelope solar pode ser mostrado superposto aos objetos da cidade existente ou simulada, permitindo a verificação das relações entre os edifícios, observando o impacto da iluminação de um edifício no outro. Assim, é possível antecipar o provável resultado dos diferentes regulamentos urbanos e escolher o melhor conjunto de regras e parâmetros a fim de conseguir objetivos ambientais desejados (Grazziotin et al, 2004).

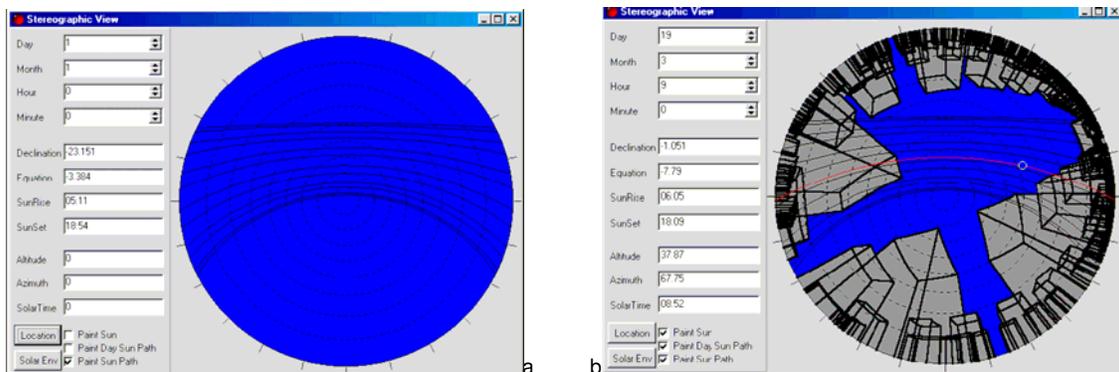


Fig. 78. a) Blockmagic gerando o percurso do sol; b) gerando vista da obstrução da abóbada celeste. Fonte: Grazziotin et al. 2002

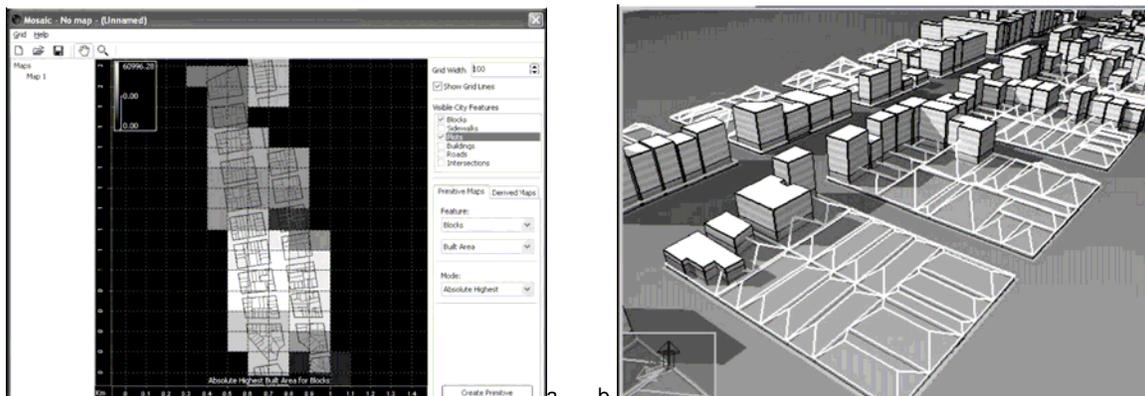


Fig. 79 a) Modelo de avaliação do Cityzoom; b) Vista em 3d com envelopes solares superpostos. Fonte: Grazziotin et al. 2004

3. Do Direito Urbanístico

O Direito Urbanístico é uma disciplina jurídica ainda em formação, e o seu método de estudo desenvolve-se num processo dialético, normativo e científico. O Direito Urbanístico objetivo consiste no *conjunto de normas jurídicas reguladoras da atividade do poder público destinada a ordenar os espaços habitáveis*, o que equivale dizer: *conjunto de normas jurídicas reguladoras da atividade urbanística*. Já o Direito Urbanístico, como ciência, busca o *conhecimento sistematizado daquelas normas e princípios reguladores da atividade urbanística* (SILVA, 1997, p. 31).

3.1. Conceito de Urbanismo e Direito Urbanístico

O Urbanismo, segundo Ferrari (2004, p. 370), é o conjunto de disciplinas científicas e artísticas que estudam a problemática da menor unidade territorial, a qual, administrativamente, tem por sede uma cidade (município), abrangendo seus aspectos físico-territorial, social, econômico e administrativo, vinculando seus objetivos aos objetivos maiores de suas regiões envolventes, desde a microregião até a macroregião em escala nacional. Primitivamente, o urbanismo estudava apenas os aspectos físico-territoriais das cidades, atendendo ao significado etimológico do vocábulo. Já para Meirelles (1977), é “o conjunto de medidas estatais destinadas a organizar os espaços habitáveis de modo a propiciar melhores condições de vida ao homem na comunidade”, ou seja, “consiste na ciência e na técnica de ordenar os espaços habitáveis, visando o bem-estar geral”.

Gomes Rojo (2003) afirma que o urbanismo tem por objeto o estudo da organização, da definição e da determinação dos ambientes urbanos, tanto no que se refere ao seu ambiente físico, como pelo que concerne ao conjunto de normas que explicam e regulam as formas como os peculiares contextos sociais se assentam respectivamente no território. Esta maneira de entender o conceito de urbanismo, totalmente dirigido aos problemas do planejamento e da projeção territorial, deriva, por sua vez, da ampliação do conceito de arquitetura, que se entende como um âmbito disciplinar bastante amplo (e variável, de acordo com o país e com a configuração

acadêmica em alguns casos diferenciada), o que leva a compreender o conjunto das operações que se realizam sobre o território, seja para configurar e delinear os assentamentos e cada uma de suas construções, seja, pelo contrário, para delimitar os ambientes que, mesmo definidos e configurados numa determinada forma espacial, pretende-se que fiquem sem edificar, ou que sejam caracterizados com obras distintas das de construção (viabilidade, distribuição de zonas verdes etc.). Em conexão com a arquitetura e o urbanismo, há os instrumentos institucionais, políticos, demográficos, antropológicos, industriais, técnicos, administrativos, normativos etc., os quais, por sua vez, estarão em conexão com as opções culturais peculiares dos grupos sociais. Neste sentido, os limites entre a arquitetura e o urbanismo nem sempre resultam claros.

O espanhol Antonio Carceller Fernandez (1977) pensa que o urbanismo deixa de ser mera disciplina da cidade e passa “de uma série de técnicas e conhecimentos relacionados com a construção, reforma e extensão das cidades, para projetos de estruturação regional e, posteriormente, a planos mais ambiciosos que abarcam a ordenação de todo o território de um país”. De acordo com Leopoldo Mazzaroli³², na sua obra *I Piani Regulatori Urbanistici*, o urbanismo, do ponto de vista técnico, é “a ciência que se preocupa com a sistematização e desenvolvimento da cidade, buscando determinar a melhor posição das ruas, dos edifícios e obras públicas, de habitação privada, de modo que a população possa gozar de uma situação sã, cômoda e estimada”. Para Le Corbusier, o urbanismo é “a ciência da organização do espaço, para além das restritas fronteiras da cidade”.

A consideração científica dos problemas da cidade leva a reconhecer que o urbanismo não se apresenta como entidade com vida autônoma, destacada, considerado separadamente do território em que surge; antes, ele deve ultrapassar os limites da cidade para abrigar um território inteiro, quer na sua parte urbana, quer na sua parte rural (MUKAI, 2002, p. 16), sendo que “urbanismo” não mais significa “do urbano”, mas “do território”. O Urbanismo, como ciência, arte ou técnica de construir cidades gera um denso e complexo conjunto de relações que devem ser reguladas por

³² Citado por Toshio Mukai, no livro *Direito Urbano-Ambiental Brasileiro* (2002, p. 15)

normas jurídicas. Assim, o Direito Urbanístico ordena as relações implicadas no urbanismo e condiciona a forma de se fazer a cidade. Portanto, Urbanismo e Direito Urbanístico são elementos de difícil separação na realidade que se trata de estudar.

José Afonso da Silva (1997, p. 31) define o Direito Urbanístico, como o “conjunto de normas jurídicas reguladoras da atividade do Poder Público destinada a ordenar os espaços habitáveis, o que equivale dizer: conjunto de normas reguladoras da atividade urbanística”. O Direito Urbanístico apresenta-se como uma especialização do Direito Administrativo, pois para cada situação enfrentada pelo Poder Público para dar à cidade e ao território circundante a sua mais ampla funcionabilidade, exige-se a aplicação de instrumentos legais administrativos: limitações urbanísticas, uso das desapropriações, servidões administrativas, alvarás de construção (licenças administrativas), execução de planejamento e planos urbanísticos (por desapropriações, obras públicas, serviços públicos), controle e fiscalização das construções etc. Por isso o direito urbanístico ainda não se libertou da dependência do direito administrativo.

O Direito Urbanístico, afirma Aidê M. Guarnieri Galil (2004)³³, é o reflexo, no mundo jurídico, dos desafios e problemas derivados da urbanização moderna e das idéias da ciência do urbanismo. O Direito Urbanístico é o direito da política espacial da cidade. E, como política pública, a política urbanística não pode existir isoladamente, ao contrário, deverá harmonizar-se com a política geral do Estado e com as demais políticas setoriais. Mesmo com normas urbanísticas delineadas em tempos passados, o Direito Urbanístico só vem a acontecer a partir do século XX.

3.2. Conceito de urbanização

A urbanização “é um processo pelo qual a população urbana cresce em proporção superior à população rural, não resultando no mero crescimento físico das

³³ Aidê M. Guarnieri Galil é membro do Centro de Pesquisas Estratégicas “Paulino Soares de Sousa” da UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora, em O Direito Urbanístico no Brasil: Aspectos estratégicos para a elaboração do Plano Diretor. Disponível em: www.defesa.ufjf.br/fts/DIREITOURBANBR.pdf acesso em: 03 jul 2007.

idades, mas em um fenômeno de concentração urbana da população.” (FÁVERO, 1996, p. 13). Quando a população urbana ultrapassa os 50% da população do país, diz-se que o país está urbanizado. No Brasil, de acordo com Edésio Fernandes (2002), aproximadamente 82% da população vive em cidades.

O êxodo da população rural para as cidades causou uma série de problemas, deteriorando o ambiente urbano, provocando a desorganização social, desemprego, falta de saneamento básico, carência habitacional etc., modificando o uso do solo e transformando a paisagem urbana. Lira (1997), preocupado com o fenômeno urbano, já dizia que, a partir do implacável crescimento demográfico, “gerando condições de vida dilacerantes, pela violência urbana, precárias condições de saúde e educação, poluição social e ambiental, descrença nas instituições, grave comprometimento das políticas públicas em geral”, advertiu: “o futuro não se oferece promissor, muito menos tranqüilizante”. Com a intervenção do Poder Público, é possível solucionar estes problemas, pois ele procura diminuir o êxodo rural e, assim, transformar o meio urbano, melhorando as suas condições, criando novas formas urbanas.

A atividade urbanística, então, é um conjunto de ações destinadas a realizar os fins do urbanismo; ações destinadas a aplicar os princípios do urbanismo, o qual compreende momentos (planejamento, política do solo, urbanificação³⁴ e ordenação das edificações) distintos, que se acham entre si ligados e em recíproca dependência.

A atividade urbanística consiste, em síntese, na intervenção do Poder Público com o objetivo de ordenar e disciplinar o meio habitável. Para que sejam obtidos resultados positivos nesta função, é necessário que se encontrem meios de disciplinar a propriedade privada e a vida econômica e social nas aglomerações urbanas. Assim, com este propósito, a atuação urbanística do Poder Público pode gerar conflitos entre o interesse coletivo, por uma ordenação adequada do espaço físico, e os interesses dos proprietários que pretendem ver resguardados os seus fins particulares qual seja, fazer o uso que melhor lhe convém de suas propriedades, tentando obter o melhor

³⁴ Urbanificação: processo deliberado de correção da urbanização, consistente na renovação urbana, que é a *reurbanização*, ou [...]. “Urbanização é o mal, Urbanificação é o remédio”. SILVA (1997, p. 21).

aproveitamento da superfície de seus terrenos e lotes, procurando neles edificar o máximo volume possível (FÁVERO, 1996, p. 13 e14).

3.3. Evolução do Direito Urbanístico

O fato urbanístico existiu desde o início da civilização, da criação das cidades, como reflexo da condição social do homem. Os estágios intermediários, desde o fato urbanístico até o direito urbanístico, são classificados em três níveis: O primeiro estágio, pré-urbano, que consiste em pequenos grupos dedicados à busca de alimentação, de base familiar, e que depois se constituirão em agrupamentos mais complexos, como as frátrias, tribos e confederações de tribos, as quais, com a especialização do trabalho e com o surgimento da propriedade privada e de uma classe dirigente, dão origem à cidade. O segundo estágio corresponde à cidade pré-industrial, que conta com a metalurgia, o arado e a roda, além da palavra escrita. As primeiras cidades surgiram há 10.000 anos: Gatal Huyuk, na Turquia, e Jericó, na Palestina, junto com Ur, Urk, Eridu, Erech e Dish, na Suméria; Khontaton, no Egito; Babilônia, na Mesopotâmia. Depois, surgiram as cidades-estado da Grécia e Roma; as cidades americanas, como as Aztecas, Maias e Incas, e as cidades medievais européias. Até então, as cidades abrigavam pequenos territórios, se comparados com os territórios rurais. O terceiro estágio é o da cidade industrial moderna.

No direito romano apareceram as primeiras normas urbanísticas, com limitações à propriedade impostas por lei, ou estabelecidas no interesse dos proprietários vizinhos. Na Lei das Doze Tábuas (450 AC), fica exposto, na Tábua VII, o direito relativo aos edifícios e às terras; que entre os edifícios vizinhos deve existir um espaço de 2,5 pés (0,85 m) destinados à circulação. Na época de Augusto (20 AC), estabeleceu-se em lei, para Roma, uma altura máxima para os edifícios, de 70 pés (23,80 m). Justiniano (Sec. VI) reassumiu expressamente as normas sobre a ordenação urbanística e limitou a altura dos edifícios a 12 pés (4,09 m), de forma a não obstaculizar a visão do mar, além do acesso ao sol, como já vimos. Ainda se acrescentam distâncias entre edifícios, por conta da segurança e como prevenção de incêndios.

Na Idade Média, a maioria das cidades e vilas foi habitada por gente de distintas procedências, predominando a iniciativa pública no processo urbanizador: para novos núcleos populacionais, são incluídas disposições referentes à superfície dos parcelamentos, traçado e largura das ruas, da praça central, das fortificações, da igreja ou catedral, mercados, palácio e casas importantes.

Com a legislação das Índias, a criação de novas cidades configura-se como dever do conquistador e do poder público, mais do que como consequência do domínio privado da dotação de terras. Assim nas Ordenanças para Novos Descobrimientos e Fundações, de Felipe II, aplicam-se as idéias do urbanismo para fundar, erigir e povoar pelo menos três cidades, com certas características físicas, geográficas, de acesso etc.; dita-se a concepção da cidade, a forma das ruas, a disposição das casas, a distância que estas devem ter dos muros de divisa, a constituição dos bairros, e os terrenos que devem ser reservados para uso comum.

As técnicas básicas do moderno Direito Urbanístico surgem no século XIX, iniciando-se com a aprovação, na Inglaterra, dos primeiros regulamentos de caráter sanitário, contidos no *Public Health Act (1848)*. Esses, porém, apenas impunham limitações em função da higiene das habitações; por isso surgem, nos países anglo-saxões, diferenciações que levam à divisão das áreas urbanas em diferentes zonas, em razão de sua utilização (residencial, comercial, industrial etc.). Além do zoneamento, que vira uma técnica urbanística predominante, manifestam-se outras, como a cidade jardim de Ebenezer Howard, que aspirava a conjugar o ambiente urbano e rural, baseando-se em edificações uni-familiares rodeadas de espaços verdes. Depois aparece o regionalismo urbanístico, defendido por Lewis Mumford; o funcionalismo de Le Corbusier, e as técnicas surgidas depois da II Guerra Mundial, na Inglaterra, as *New Towns*, como unidades urbanas completas. O suporte jurídico para esta nova ordenação urbana será a técnica do planejamento procedente do campo da economia (GOMES ROJO, 2003).

No Brasil, pela antiga legislação portuguesa, sobretudo as Ordenações Filipinas, já havia dispositivos que tratavam do problema das construções; uma das grandes preocupações era a estética das cidades, bem como as limitações impostas ao direito de construir determinadas pelo direito de vizinhança ou decorrentes da proteção de um interesse público. Eis aí a origem remota de dois postulados fundamentais do direito urbanístico brasileiro. Um, de ordem legal: as limitações urbanísticas legitimamente impostas à propriedade particular; outro, de ordem jurisprudencial: o proprietário, lesado por outro porque este descumpriu os regulamentos administrativos, ou os cumpriu, mas causar-lhe prejuízo, tem direito de haver do Poder Público e do terceiro uma indenização (MUKAI, 2002, p. 25).

As Ordenações do Reino, como leis gerais, fixavam princípios básicos e genéricos, ficando a cargo das autoridades locais impor as restrições recomendadas pelas condições peculiares de cada cidade. A primeira lei brasileira de urbanização municipal deu-se no período imperial, quando se fixou a competência dos vereadores, deixando-lhes a incumbência de legislar sobre todos os aspectos relativos às edificações e suas decorrências para as cidades. Desde então, a doutrina administrativista tem reconhecido aos municípios o poder de regulamentar e policiar as construções. Ainda hoje o urbanismo é essencialmente de ordem municipal. A Carta de 1824 já encontrara distinto o domínio público do domínio privado e seu objetivo consistiu em manter os direitos patrimoniais de cada um.

Os bens urbanos dividiam-se em três categorias: os destinados ao uso público de todos os habitantes (praças, pontes, ruas, jardins e campos); os conceituados como propriedade pública (chafarizes, edifícios públicos, pastagens comuns); e os arrendados em proveito da municipalidade (mercados). As vias públicas não podem ser impedidas por particulares, pelo contrário, o particular deve ceder terrenos de sua propriedade, sem retribuição ou indenização, para a abertura de novos caminhos e novas ruas. Esta vem a ser uma das servidões que restringem os direitos dos construtores: a servidão de passagem, que impedia, inclusive, o plantio de árvores. Outro importante conjunto de servidão para definições posteriores da legislação referia-

se ao direito à vista, direito à luz e à elevação, em maior altura, em relação aos vizinhos. A servidão de vista visava garantir a aeração dos cômodos da casa e resguardar o desfrute da vista do céu e da atmosfera, das paisagens terrestres, marítimas, montanhas e matas; e algumas distâncias são dimensionadas como necessárias para assegurar ar, luz e visão para os edifícios.

As Ordenações Filipinas exigiam a distância mínima entre duas casas de “vara e meia de medir”, ou seja, 1,375 m quando as paredes vizinhas tivessem abertura de janelas, formando, assim, vielas ou becos. Já a distância entre paredes cegas deveria ser de dois pés, ou 0,44 m, de forma a permitir a caída das águas dos telhados, definindo, assim, uma servidão de águas pluviais (ROLNIK, 1997, p. 27). Quanto à distância frontal entre duas fachadas, deveria ser, no mínimo, de dez pés, e se houvesse um espaço ou edifício público, esta distância teria que ser de 15 pés, ou 3,3 m. E ninguém poderia fazer uma parede tão alta diante de alguma janela vizinha que impedisse sua vista. O resguardo do direito de vista referente ao mar, praias, montanhas e campos deveria ser de cem pés ou 22 m.

Na Primeira República (de 1889 até a Revolução de 1930), surge o Código Civil Brasileiro, que autorizou restrições ao direito de construir e determinou questões referentes a desapropriações. A Lei do Município de São Paulo, de nº 2.332 de 9 de novembro de 1920, estabelecia, para os edifícios construídos no alinhamento das vias públicas, uma altura mínima de 5 m e no máximo duas vezes a largura da rua, quando este for menor do que 9 m (dois ou três andares); no máximo 2,5 vezes a largura da rua quando superior a 9 m e inferior a 12 m (5 a 7 andares); ou 3 vezes a largura da rua quando for maior do que 12 metros (mais de 9 andares). O artigo seguinte, inspirado no *Building Code of New York*, abria a possibilidade de aumentar a altura dos edifícios, desde que se recuasse da via pública o número de metros necessários para atingir as larguras de rua tratadas no artigo anterior (SOMEKH, 1997, p. 130).

A Segunda República³⁵ foi marcada por uma concepção revolucionária, trazendo profundas modificações ao urbanismo brasileiro, que passa a ter preocupações mais funcionais e sociais para as cidades. Aparecem os primeiros Códigos de Obras, disciplinando as construções; o Decreto nº 311, que operou a primeira divisão territorial administrativa e judiciária do Brasil, de forma racional e ordenada; os primeiros processos sobre o problema do alinhamento; e o Decreto-lei nº 25, que organizou a proteção do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. O conceito de propriedade como função social, introduzido pela Constituição de 1934, sujeita a propriedade às limitações da lei impostas ao particular em benefício do bem comum.

A Carta de Atenas configurou em 1933, pela primeira vez, os postulados sobre planejamento local e regional, deixando claras as funções do urbanismo (habitar, trabalhar, recrear, circular), além de prever a necessidade de um programa específico de leis para cada município, surgindo, aí, a moderna concepção do urbanismo contemporâneo.

Depois de 1937, estabeleceu-se a necessidade da construção verticalizada recuar das vias públicas quando implantadas em ruas residenciais. As alturas eram definidas em função da largura das ruas, número máximo de andares, recuos etc. A partir de uma proposta de Anhaia Mello, em 1954, encaminhada à Câmara Municipal de São Paulo, do coeficiente de aproveitamento e do controle da densidade, foi introduzido, no marco da legislação urbanística, o tema da edificabilidade dos terrenos, uso e ocupação do solo da cidade, controle da verticalização e idealização de um plano de zoneamento extensivo para toda a cidade (ROLNIK, 1997, p. 190).

A Constituição de 1946 tratou a propriedade sob dois ângulos: como direito individual, no Capítulo dos Direitos e Garantias Individuais, e quanto ao seu uso, no Capítulo da Ordem Econômica e Social, empregando aqui a expressão “bem-estar social”. A Constituição Federal de 1988 contemplou a regra segundo a qual “a propriedade atenderá a sua função social” como um dos princípios fundamentais da

³⁵ De 1930 em diante.

Ordem Econômica. No seu artigo 182, que trata da política de desenvolvimento urbano, delega ao Poder Público Municipal o seu desenvolvimento, com o objetivo de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes.

Em virtude dos municípios não terem adotado a técnica do planejamento, e com o caos urbano estabelecido na maioria das grandes cidades, a União promulgou a Lei 10.257/01, conhecida como o Estatuto de Cidade, que tem como principal objetivo pôr um freio aos abusos cometidos pelos municípios. É um princípio constitucional que já confere autonomia ao direito urbanístico dentro da disciplina jurídica.

A Lei 10.405 de 10 de janeiro de 2002, o novo Código Civil, entra em vigor traçando novos contornos do direito de propriedade e de regras que disciplinam o direito de construir.

3.4. Direito de Propriedade

De acordo com Mukai (2002, p. 55), no Congresso de Cidades Alemãs, realizado em 1957, ficou resumido que: “Para se alcançarem os objetivos e metas do urbanismo moderno é necessário contar com uma política do solo que se inspire num justo equilíbrio entre o direito de propriedade imobiliária, constitucionalmente garantido, e o dever que, por sua função social, recai sobre ela e que tem idêntico fundamento constitucional”.

É esse equilíbrio que o direito do urbanismo não pode olvidar, sem deixar de buscar, por meio de suas normas de conteúdo regulatório e ordenador, objetivos da política do uso do solo (MUKAI, 2002, p. 55). A atividade urbanística como função do poder público, que se realiza por meio de procedimentos e normas que buscam transformar a realidade urbana, interfere amplamente na propriedade privada urbana.

O Direito de propriedade, cunhado pelo Estado liberal como um dos direitos e garantias individuais, encontrou na Declaração dos Direitos do Homem e do Cidadão, adotada na França o seu conceito inicial, um “direito inviolável e sagrado”, mas ficava resguardada a privação dessa propriedade em favor do Estado “quando a necessidade pública legalmente verificada o exigisse de modo evidente e mediante justa e prévia indenização”. Era esse o conceito absolutista de propriedade dos romanos, que repousava no poder de usar, gozar e abusar da coisa sob o domínio do cidadão.

3.4.1. Direito de Construir

O Código Civil Brasileiro – CCB - (Lei Federal nº 3.071 de 1º de Janeiro de 1916), no seu artigo 524 determina: “a lei assegura ao proprietário o direito de usar, gozar e dispor de seus bens, e de reavê-los do poder de quem quer que injustamente os possua”. O dispositivo correspondente ao artigo 1.228 do Novo Código Civil (Lei Federal nº 10.406 de 10 de janeiro de 2.002) fundamenta o direito de construir, visto que no uso, gozo e disponibilidade da coisa se compreende a faculdade de transformá-la, edificá-la, beneficiá-la, enfim, com todas as obras que lhe favoreçam a utilização ou lhe aumentem o valor econômico (MEIRELLES, 2005, p. 30). Embora amplo, o direito de construir não é absoluto, porque as relações de vizinhança e o bem-estar coletivo impõem ao proprietário certas limitações a esse direito, como de resto, a todo direito individual, visando assegurar a coexistência pacífica dos indivíduos em sociedade.

O parágrafo primeiro deste artigo - “o direito de propriedade deve ser exercido em consonância com as finalidades econômicas e sociais e de modo que sejam preservados, de conformidade com o estabelecido em lei especial, a flora, a fauna, as belezas naturais, o equilíbrio ecológico e o patrimônio histórico e artístico, bem como evitada a poluição do ar e das águas” - é totalmente inovador, adaptando-se à questão atual da necessidade e da obrigatoriedade constitucional de preservação do meio ambiente. Está indicando claramente que a propriedade só se justifica se utilizada com respeito ao meio ambiente.

Igualmente, pelo CCB/1916, no seu artigo 572: “o proprietário pode levantar, em seu terreno, as construções que lhe aprouver, salvo o direito dos vizinhos, e os regulamentos administrativos”, o que se mantém no artigo 1.299 do Novo CCB/2002. No poder de levantar em seu terreno as construções que entender, está consignada, para o proprietário, a regra da liberdade de construção; porém, pelo artigo 1.277 (art. 554 do CCB/1916): “o proprietário, ou possuidor de um prédio tem o direito de fazer cessar as interferências prejudiciais à segurança, ao sossego e à saúde dos que o habitam, provocadas pela utilização de propriedade vizinha”: o direito de construir fica limitado pelo mau uso ou uso anormal da propriedade. A normalidade do direito de construir traduz-se, portanto, no respeito ao direito dos vizinhos, às prescrições administrativas sobre a construção (MEIRELLES, 2005, p. 31). O CCB, ao dispor sobre os direitos de vizinhança, estabeleceu restrições ao uso da propriedade, e principalmente ao direito de construir, em prol da segurança, do sossego e da saúde dos vizinhos. E, quando especifica saúde, não se refere à saúde pública, mas à saúde individual de cada vizinho.

3.4.2. Vizinhança

Entende-se vizinhança como relação de proximidade, o que abrange não só os prédios confinantes, como os mais afastados, desde que afetados pelo uso nocivo das propriedades que os rodeiam.

A urbanização e os progressos da tecnologia densificaram a sociedade moderna de tal modo, que os conflitos entre vizinhos tornaram-se praticamente inevitáveis (DEKKERS dito por ALVES, 1999, p. 90). O crescimento das populações, o desenvolvimento da tecnologia, sobretudo industrial, bem como outros fatores, geraram a necessidade de se traçarem os limites da esfera jurídica de cada um, das pessoas inseridas no relacionamento de vizinhança, criando os direitos e deveres da vizinhança.

3.4.3. Restrições de vizinhança

Uma restrição de vizinhança é toda imposição de ordem privada, pessoal, recíproca e gratuita, instituída em benefício dos vizinhos. As restrições de vizinhança são obrigações de ordem privada, porque atuam em proveito das propriedades particulares e do bem-estar de seus habitantes (MEIRELLES, 2005, p. 48). São de caráter pessoal, recíproco e gratuito, porque atuam como preceitos de coexistência entre vizinhos, e não como ônus real sobre o prédio alheio, porque operam simultaneamente e porque não exigem qualquer indenização pela sua observância (MEIRELLES, 2005, p. 49). Estas restrições podem ser positivas (fazer), negativas (não fazer) ou permissivas (deixar fazer).

Nas restrições legais de vizinhança, que estabelecem limitações ao direito de construir, em benefício dos prédios confrontantes e do sossego, saúde e bem-estar, encontram-se os limites entre prédios, pois a primeira atitude dos vizinhos é conhecer as divisas de suas propriedades.

Limites entre prédios. O CCB/2002 assim dispõe sobre a demarcação de prédios (terrenos):

Art. 1.297. “O proprietário tem direito a cercar, murar, valar ou tapar de qualquer modo o seu prédio, urbano ou rural, e pode constranger o seu confinante a proceder com ele à demarcação entre os dois prédios, a aviventar rumos apagados e a renovar marcos destruídos ou arruinados, repartindo-se proporcionalmente entre os interessados as respectivas despesas.”

§ 1º “os intervalos, muros, cercas e tapumes divisórios, tais como sebes vivas, cercas de arame ou de madeiras, valas ou banquetas, presumem-se, até prova em contrário, pertencer a ambos os proprietários confinantes, sendo estes obrigados, de conformidade com os costumes da localidade, a concorrer, em partes iguais, para as despesas de sua construção e conservação.”

Art. 1.298 “sendo confusos os limites, em falta de outro meio, se determinarão de conformidade com a posse justa; e, não se achando ela provada, o terreno contestado se dividirá por partes iguais entre os prédios, ou, não sendo possível a divisão cômoda, se adjudicará a um deles, mediante indenização ao outro.”

O direito de demarcar seu prédio (terreno) é atribuído a qualquer proprietário. Para o exercício deste direito, é importante que os limites entre as propriedades

estejam confundidos por nunca terem sido fixados, ou por já haverem desaparecido; assim, ou se estabelecem as divisas, ou aviventam-se os rumos antigos.

Distância entre construções. O CCB/2002 fixou a distância mínima entre as construções rurais: “na zona rural, não será permitido levantar edificações a menos de três metros do terreno vizinho” (art. 1.303), deixando a fixação de afastamento entre construções urbanas a critério da legislação edilícia e administrativa – Código de Obras, Código Sanitário, etc. Realmente, as distâncias entre as construções serão ditadas pelas leis de uso e ocupação do solo.

Tapumes divisórios, muros e cercas. O CCB/2002 dispõe no seu artigo 1.297: “o proprietário tem direito a cercar, valar ou tapar de qualquer modo o seu prédio, urbano ou rural...” Os tapumes presumem-se comuns, e, por isso mesmo, os proprietários confinantes são obrigados a concorrer, em partes iguais, para a sua construção e conservação. Já o muro divisório é aquele que é construído rente à linha de divisa, e pertence a quem o construiu. O CCB/2002 também contempla as paredes divisórias, que se distinguem dos muros divisórios, pois estas, além de vedar, sustentam a edificação, ou seja, fazem parte da estrutura da construção além de vedação, são de sustentação e podem pertencer a um proprietário ou aos confinantes.

Invasão de área vizinha, aberturas, terraços. A invasão de área vizinha fica expressa no artigo 1.300 do CCB: “o proprietário construirá de maneira que o seu prédio não despeje águas, diretamente, sobre o prédio vizinho”. As aberturas para a luz e para a ventilação também são contempladas no CCB, no seu artigo 1.301: “é defeso abrir janelas, ou fazer eirado, terraço ou varanda, a menos de um metro e meio do terreno vizinho”, no seu parágrafo primeiro: “as janelas cuja visão não incida sobre a linha divisória, bem como as perpendiculares, não poderão ser abertas a menos de setenta e cinco centímetros [do terreno vizinho]”, e no parágrafo segundo: “as disposições deste artigo não abrangem as aberturas de luz ou ventilação, não maiores de dez centímetros de largura sobre vinte de comprimento e construídas a dois metros de altura de cada piso”.

“O proprietário pode, no lapso de ano e dia após a conclusão da obra, exigir que se desfaça janela, sacada, terraço ou goteira sobre seu prédio; escoado o prazo, não poderá, por sua vez, edificar sem atender ao disposto no artigo antecedente, nem impedir, ou dificultar, o escoamento das águas da goteira, com prejuízo para o prédio vizinho” (art. 1.302). “Em se tratando de vãos, ou aberturas para luz, seja qual for a quantidade, altura e disposição, o vizinho poderá, a todo tempo, levantar a sua edificação, ou contramuro, ainda que lhes vede a claridade” (art. 1.302, parágrafo único).

Estas normas deixam claro que o confrontante, ao edificar, não pode apossar-se do terreno vizinho, pelo avanço da construção além da meia espessura da parede por sobre a linha divisória, assim, a cobertura tampouco poderá avançar sobre o terreno vizinho, sendo também proibido o lançamento direto de suas águas. A distância mínima de 1,50 m da divisa vizinha inclui ruas, estradas, caminhos ou qualquer outra passagem pública; para a construção de terraços e janelas, pode ser infringida, desde que não haja reclamação, transcorridos um ano e um dia de sua execução. Se essas aberturas excederem as dimensões legais, nem por isso perderá, o vizinho, o direito de construir até a linha divisória. A jurisprudência tem entendido que os vãos para luz, mesmo que divirjam das dimensões e do formato estabelecidos pelo Código Civil, ficam sempre sob o regime da tolerância do vizinho, que, a todo tempo, poderá vedar-lhes a claridade com a sua edificação (MEIRELLES, 2005, p. 65).

3.4.4. Limitações administrativas

Meirelles (2005, p. 89) conceitua: “Limitação administrativa é toda imposição geral, gratuita, unilateral e de ordem pública condicionadora do exercício de direitos ou de atividades particulares às exigências do bem-estar social.” As restrições de vizinhança são estabelecidas para a proteção da propriedade particular e resguardo da segurança, do sossego e da saúde dos que a habitam; já as limitações administrativas são editadas em normas de ordem pública, leis e regulamentos, em benefício do bem-estar da comunidade, tendo em vista a função social da propriedade. Ambas incidem

sobre o mesmo objeto: a propriedade privada, mas com finalidades diversas: as restrições protegem especificamente os vizinhos, enquanto as administrativas protegem, genericamente, a coletividade. A limitação administrativa protege e obriga indistintamente todos os indivíduos, como membros da comunidade administrada, ao passo que a restrição de vizinhança, como medida de interesse particular dos vizinhos, só alcança os proprietários e inquilinos sujeitos aos efeitos da vizinhança.

Entre as principais limitações administrativas encontram-se as limitações urbanísticas. Essas, por natureza, de ordem pública, destinam-se a regular o uso do solo, as construções e o desenvolvimento urbano, objetivando o melhoramento das condições de vida coletiva, sob o aspecto físico-social. Para isto, o Urbanismo prescreve e impõe normas de salubridade, conforto, segurança, funcionalidade e estética para a cidade e suas adjacências, ordenando desde o traçado urbano, as obras públicas, até as edificações particulares que vão compor o agregado humano.

As limitações urbanísticas são de toda ordem: imposições sobre a área edificável, altura e estilo dos edifícios, volume e estrutura das construções; alinhamento, nivelamento, afastamento, áreas livres e espaços verdes; mínimos de insolação, iluminação e aeração, estabelecimento de zoneamento, loteamento, arruamento, sistema viário etc.; ordenam, enfim, a cidade e todas as atividades das quais depende o bem-estar da comunidade. As limitações urbanísticas municipais expressam-se no Plano Diretor e na regulamentação edilícia (delimitação do perímetro urbano, traçado urbano, uso e ocupação do solo, zoneamento, loteamento, estética urbana etc.), os quais abrangem todo o ordenamento urbano e áreas urbanizáveis.

As limitações administrativas de proteção à higiene e segurança públicas atingem direta e profundamente as construções, regulamentando desde a localização das edificações até sua estrutura e equipamento sanitário domiciliar. Os assuntos de higiene e saúde pública ficam sujeitos à tríplice regulamentação federal, estadual e municipal, por interessar simultaneamente a essas três entidades. Assim, é estabelecido na Constituição Federal de 1988, em seu art. 24, XII e § 1º, c/c art. 30, VII:

“compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre normas gerais de proteção e defesa da saúde”.

Os Códigos Sanitários estaduais, visando complementar a legislação federal, devem atender aos preceitos gerais e aos mínimos legais impostos pela União, em tudo que se refira à defesa e proteção da saúde. Estes códigos, em geral, impõem à propriedade particular, e especialmente às construções, uma série de limitações administrativas de ordem sanitária, relegando aos Municípios a regulamentação estrutural e urbanística das obras.

Os regulamentos municipais de higiene e segurança têm por objetivo principal o controle técnico-funcional das edificações particulares e dos recintos públicos, bem como dos gêneros alimentícios destinados ao consumo local (MEIRELLES, 2005, p. 148). A Constituição Federal outorga competência direta ao Município para promover o ordenamento do seu território, mediante planejamento, controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano. O CCB/2002 autoriza as construções, respeitando-se o direito dos vizinhos e os regulamentos administrativos (Códigos de Obras e outras normas edilícias).

3.5. A Constituição Federal

A Constituição Federal de 1988 contém vários dispositivos relacionados ao Direito de Construir:

Artigo 5º... XXII – é garantido o direito de propriedade; e o XXIII – a propriedade atenderá a sua função social.

Art. 30º Compete aos Municípios: ... VIII – promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano.

Art. 170º. A Ordem Econômica, fundada na valorização do trabalho humano e da livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames de justiça social, observados os seguintes princípios: ... II – propriedade privada; III – função social da propriedade,...

Já no capítulo da política urbana, o artigo 182 dispõe, entre outros pontos, que:

- a política de desenvolvimento urbano executada pelo Poder Público municipal tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes;
- a propriedade urbana cumpre sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no plano diretor, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes;
- é facultado ao Poder Público municipal, mediante lei específica para área incluída no plano diretor, exigir, nos termos da lei federal, do proprietário do solo urbano não edificado, subutilizado ou não utilizado, que promova seu adequado aproveitamento, sob pena, sucessivamente, de: parcelamento ou edificação compulsórios; imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana progressivo no tempo; e desapropriação com pagamento mediante títulos da dívida pública de emissão previamente aprovada pelo Senado Federal, com prazo de resgate de até dez anos, em parcelas anuais, iguais e sucessivas, assegurados o valor real da indenização e os juros legais.

O art. 183 anota que aquele que possuir como sua área urbana de até duzentos e cinquenta metros quadrados, por cinco anos, ininterruptamente e sem oposição, utilizando-a para sua moradia ou de sua família, adquirir-lhe-á o domínio, desde que não seja proprietário de outro imóvel urbano ou rural.

Estes dois artigos serão regulamentados posteriormente com a Lei 10.257 de 10 de julho de 2001 – O Estatuto da Cidade.

3.6. O Estatuto da Cidade

A Constituição de 1988 havia ratificado o papel dos municípios na formulação de diretrizes de planejamento urbano e na condução do processo de gestão das cidades; o Estatuto da Cidade veio consolidar o espaço da competência jurídica e da ação política municipal. Desta forma, o Estatuto da Cidade confirmou de maneira inequívoca o Direito Urbanístico como ramo autônomo do direito público brasileiro (FERNANDES, 2002).

O Estatuto abarca um conjunto de princípios, no qual está expressa uma concepção de cidade e de planejamento e gestão urbanos, bem como uma série de instrumentos que pretendem assegurar o exercício dos direitos sociais e individuais - o bem-estar, o desenvolvimento, a igualdade e a justiça como valores supremos de uma sociedade fraterna, pluralista e sem preconceitos, fundada na harmonia social.

Fernandes (2002) esclarece que, pela Constituição de 1988 e pelo Estatuto da Cidade, é dada uma nova concepção ao direito de propriedade imobiliária urbana, qual seja, o princípio constitucional da função social da propriedade urbana e da cidade, que as leis urbanísticas e ambientais se encarregam de materializar - é o princípio fundamental do Direito Urbanístico e do Direito Ambiental. E cabe ao governo municipal promover o controle jurídico do processo de desenvolvimento urbano, por meio de políticas de ordenamento territorial, de forma a manter o equilíbrio entre os interesses individuais e coletivos quanto à utilização desse bem não renovável essencial ao desenvolvimento sustentável da vida nas cidades: o solo urbano.

Observa-se, porém, que o princípio da função social da propriedade ainda é uma figura retórica, pois o Novo Código Civil de 2002 está pautado na noção de direito de propriedade individual irrestrito, baseado no Código Civil de 1916, quando apenas 10% de brasileiros viviam em cidades; portanto, este conceito não é coerente com o do Estatuto da Cidade.

O Código Civil ainda considera a terra e o direito de propriedade imobiliária quase que exclusivamente em função das possibilidades econômicas oferecidas aos proprietários individuais, reduzindo a ação do estado no controle dos processos de uso, ocupação e parcelamento do solo urbano, de forma a compatibilizar os diferentes interesses existentes com o desenvolvimento urbano.

Já o Estatuto da Cidade não só regulamentou os instrumentos urbanísticos pela Constituição de 1988, como criou outros, de forma a promover não apenas a regulação normativa dos processos de uso, desenvolvimento e ocupação do solo urbano, mas

também para induzir os rumos de tais processos. A combinação dos instrumentos regulatórios tradicionais de planejamento urbano, zoneamento, loteamento, desmembramento, taxas de ocupação, coeficientes de aproveitamento, gabaritos, recuos etc., com os novos instrumentos indutores regulamentados pelo Estatuto da Cidade, como a determinação de edificação, parcelamento, utilização compulsórios; a aplicação extrafiscal de IPTU progressivo no tempo; a imposição da desapropriação-sanção com pagamento em títulos da dívida pública; o estabelecimento do direito de superfície; o uso do direito de preempção; a outorga onerosa do direito de construir, com certeza abriu todo um novo e amplo leque de possibilidades para a ação dos municípios na construção de uma nova ordem urbana, economicamente mais eficiente e politicamente mais justa e sensível às questões sociais e ambientais das cidades (FERNANDES, 2002).

O Plano Diretor torna-se o instrumento básico da política de desenvolvimento urbano. Ele deixa de ser o plano de alguns para ser o Plano de todos, concebido com base na partir da participação dos diferentes setores sociais. O Plano Diretor deve ser aprovado por lei municipal. E o Estatuto da Cidade estabelece que o Plano Diretor deverá ser considerado em todo o território municipal.

Entre os diversos instrumentos previstos no Estatuto da Cidade, encontra-se o EIV – Estudo de Impacto de Vizinhança, que incluirá, ao se analisarem os impactos de um novo empreendimento, os seus efeitos positivos e negativos na qualidade de vida da população residente na área e em suas proximidades; o aumento da população na vizinhança; o uso e a ocupação do solo no entorno do empreendimento previsto; o tráfego que vai ser gerado e a demanda por transporte público; **as condições de ventilação e de iluminação** (grifo nosso); bem como as conseqüências, para a paisagem, da inserção deste novo empreendimento no tecido urbano e, também, suas implicações no patrimônio cultural e natural.

A legislação tradicional atribuía ao Zoneamento toda a função de garantir a proteção da população em relação aos usos incômodos, na medida em que estabelece

zonas homogêneas, no interior das quais apenas determinados usos são permitidos. O Zoneamento, por si só, não é capaz de mediar todos os conflitos de vizinhança, apesar de, em inúmeras cidades, ter logrado garantir a proteção da qualidade de vida de alguns bairros – principalmente aqueles ocupados por residências unifamiliares em lotes grandes. Estes últimos podem comportar grandes empreendimentos que, mesmo atendendo aos requisitos da Lei, provocam profundos impactos nas vizinhanças: sobrecarga no sistema viário, saturação da infra-estrutura – drenagem, esgoto, energia elétrica, telefonia – **sombreamento** (grifo nosso) e poluição sonora, entre outros.

O Estatuto da Cidade prevê este novo instrumento para que se possa fazer a mediação entre os interesses privados dos empreendedores e o direito à qualidade de vida urbana daqueles que moram ou transitam em seu entorno. O objetivo do Estudo de Impacto de Vizinhança é democratizar o sistema de tomada de decisões sobre os grandes empreendimentos a serem realizados na cidade, dando voz a bairros e comunidades que estejam expostos aos impactos dos grandes empreendimentos. Dessa maneira, consagra o Direito de Vizinhança como parte integrante da política urbana, condicionando o direito de propriedade.

Conforme o art. 37, o Estudo de Impacto de Vizinhança “será executado de forma a contemplar os efeitos positivos e negativos do empreendimento”. Deverá incluir, no mínimo, a análise dos impactos do empreendimento ou atividade em relação ao adensamento populacional, os equipamentos urbanos e comunitários, o uso e ocupação do solo, a valorização imobiliária, a geração de tráfego, a demanda por transporte público, a paisagem urbana, o patrimônio natural e cultural. Além de contemplar as questões citadas, deverá considerar a opinião da população diretamente afetada pelo empreendimento, bem como a abrangência destes impactos, que podem vir a se estender para área além dos limites da própria cidade.

As conclusões do Estudo de Impacto de Vizinhança poderão aprovar o empreendimento ou atividade, estabelecendo condições ou contrapartidas para seu funcionamento; ou poderão impedir sua realização. O Estudo de Impacto de Vizinhança poderá, também, exigir alterações no projeto do empreendimento, como diminuição de

área construída, reserva de áreas verdes ou de uso comunitário no interior do empreendimento, alterações que garantam para o território do empreendimento parte da sobrecarga viária, aumento no número de vagas de estacionamento, medidas de isolamento acústico, recuos ou alterações na fachada, normatização de área de publicidade do empreendimento etc.

3.7. Da Ordenação do Solo

O regime urbanístico do solo é constituído por um conjunto de normas, instituições e institutos que disciplina sua utilização no exercício das funções de habitar, trabalhar, circular e recrear. Trata-se da formulação jurídica da política do solo, que constitui requisito essencial e parte integrante do moderno urbanismo, consoante conclusão do Congresso das Cidades Alemãs, realizado em dezembro de 1957 (SILVA, 1997, p. 149). A finalidade do regime urbanístico do solo consiste em assegurar a sua utilização conforme a função social da propriedade.

3.7.1. Parcelamento do Solo Urbano

Parcelamento do solo é a subdivisão de um terreno urbano ou rural em lotes, por uma rede viária ou sem ela (FERRARI, 2004). Parcelamento urbanístico do solo é o processo de urbanificação de uma gleba, mediante sua divisão ou redivisão em parcelas destinadas ao exercício das funções elementares urbanísticas (SILVA, 1977, p. 294). Entende-se por urbanificação um processo diferente da urbanização - um fenômeno espontâneo de crescimento das aglomerações urbanas em relação à população rural. A urbanificação constitui um meio de aplicar os princípios do urbanismo, a fim de propiciar o desenvolvimento urbano equilibrado por meio do beneficiamento do solo bruto, ainda não urbanizado. (SILVA, 1997, p. 289).

O parcelamento do solo urbano poderá ser feito mediante loteamento ou desmembramento. O loteamento vai exigir o prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes; ou a abertura de novas vias e de novos logradouros públicos. O

desmembramento não interfere nem para modificar, aumentar ou criar vias públicas ou logradouros públicos. Basta, portanto, a abertura de uma rua para que se trate de loteamento (MACHADO, 1998, p. 325).

Alguns dispositivos legais referentes ao parcelamento do solo foram colocados em prática; entre os mais importantes, podemos citar o **Decreto - Lei Federal nº 58/37**, que, visando regulamentar o loteamento, a compra e venda de terrenos em prestações; e com o objetivo de amparar os compradores, exigiu dos loteadores a apresentação dos documentos no Registro imobiliário, inclusive plantas do loteamento aprovadas pela Prefeitura Municipal, com responsável técnico. O desenvolvimento das cidades brasileiras praticamente ocorreu sob a égide deste decreto, ou melhor, à sua margem, destacando, entretanto, que este instrumento legal não tinha qualquer intenção quanto à regulamentação urbanística nos procedimentos de parcelamento do solo, mas, apenas, à proteção dos compradores de lotes a prestação (FÁVERO, 1996, p. 39).

O crescimento urbano, que vinha acontecendo de forma alarmante, exige do governo federal novas posturas. É publicado, em 28 de fevereiro de 1967, o **Decreto-Lei nº 271/67**, que define o loteamento urbano, o desmembramento e a zona urbana. Dá ao Poder Municipal um papel mais ativo na análise e aprovação de loteamentos, com a possibilidade de recusa, se não fossem do interesse do município. Institui a concessão do direito real de uso para urbanização. Porém, a aplicação deste decreto obteve resultados pouco expressivos, porque serviu como mera norma reguladora dos contratos de compra e venda de lotes à prestação e de outros dispositivos dependentes de regulamentação não levada a efeito.

Em 1979, é sancionada a **Lei nº 6.766** de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, loteamentos e desmembramentos urbanos, sendo seus principais objetivos: proteger os adquirentes de lotes, estabelecer regras urbanísticas mínimas para loteamento e desmembramento; e estabelecer penalidades criminais para empreendedores que iniciarem o parcelamento do solo sem autorização ou em desacordo com a Lei ou normas dos Estados e Municípios, ou venderem seus

lotes antes do registro imobiliário obrigatório. Esta lei já representa um considerável avanço na legislação urbanística do parcelamento do solo para loteamentos e desmembramentos urbanos, dando orientação técnica para sua concepção, além de estabelecer sanções penais, no sentido de conter a conduta abusiva dos loteadores (FÁVERO, 1996, p. 44).

A Lei 6766/79 é alterada pela **Lei 9785** de 1º de fevereiro de 1999, que modifica o percentual (35% da área da gleba destinada a sistemas de circulação, implantação de equipamentos urbanos e comunitários, e espaços livres de uso público), deixando aos municípios determinar o que entenderem, bem como determinar as áreas mínimas e máximas dos lotes, assim como os coeficientes máximos de aproveitamento. Ainda são publicados outros diplomas legais, como a **Lei nº 4.711** de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal), alterada pela **Lei nº 7.803** de 18 de julho de 1989, que determina como faixas de preservação permanente, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, assim como ao redor das nascentes. Também há as **Resoluções CONAMA**³⁶, que obrigam a elaboração de Estudos de Impacto Ambiental, Relatórios e outras exigências ambientais. A **Lei nº 9.605** de 12 de fevereiro de 1998 (Lei de Crimes Ambientais) dispõe sobre sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

No Estado de São Paulo, as principais leis sobre loteamentos vêm desde 1939, com a publicação das Normas Gerais de Urbanismo, que estabeleciam as condições mínimas de resguardo urbanístico à construção de casas salubres, mediante o zoneamento de uso do solo urbano, relacionado com o índice de ocupação e a altura dos edifícios; o **Decreto nº 13.069**, de 29 de dezembro de 1978, estabelece as Normas Técnicas Especiais (NTE), em complemento ao **Decreto nº 12.342/78**, no que diz respeito ao Saneamento Ambiental nos Loteamentos Urbanos ou para fins urbanos. Exige a criação de zonas institucionais e mistas e dispõe uma ocupação para os lotes residenciais de 50%, com a distância entre vizinhos de 1,50 m. A **Lei Estadual nº 4.056/84** dispõe sobre a área mínima dos lotes (125,00 m²) e frente mínima (5,00 m).

³⁶ CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

Atualmente (julho de 2007), encontra-se em trâmite no Congresso Nacional, pela Comissão de Desenvolvimento Urbano e Interior, o substitutivo ao Projeto de Lei nº 3.057/2000, que dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos e apresenta o chamado condomínio urbanístico como uma divisão de gleba ou subdivisão de lote em unidades autônomas destinadas à edificação, por meio da implantação de vias de circulação interna e outras áreas de uso comum dos condôminos.

3.7.2. Condomínios e Incorporações imobiliárias

A palavra propriedade, vinda do latim *proprietas*, derivada de *proprius*, significa o que pertence a uma pessoa; deriva, ainda, de *domare*, significando dominar, idéia correspondente à de *domus*, casa, em que o senhor da casa se denomina *dominus*; conseqüentemente, *domínio* significa dominação, poder que se exerce sobre as coisas, que a este respeito estiverem submetidas³⁷. Do domínio, derivou-se o condomínio, consubstanciado pela divisão da propriedade, ou pelo domínio compartilhado entre diversas pessoas.

Na Antiga Roma, a casa geminada era construída para abrigar mais de uma família, e cada uma vivia sem exercer, em comum, direitos sobre o todo, mas exercia o *dominus* sobre uma parte da coisa, de uma fração, porém autônoma. E mais: não era ignorada a superposição habitacional; era conhecida e praticada, mas o direito romano não tolerava a divisão da casa por planos horizontais, por lhe parecer contrária aos princípios dominantes. Em 1720, um grande incêndio destruiu grande parte da cidade de Rennes, obrigando seus habitantes a construírem suas moradias em edifícios de três a quatro andares, com autonomia. Este acontecimento precipita a formação de um critério até então mantido em linhas indefinidas, que é a subdivisão imobiliária em planos horizontais (PEREIRA, 1981, p. 61).

Depois da Primeira Guerra Mundial, em razão da grave crise habitacional, surgiu o condomínio em edifícios de apartamentos, que teve grande aceitação, devido ao

³⁷ Curso de Direito Civil, Direito das Coisas, Vol. VI. 4ª ed. Revisada e atualizada por José Serpa Santa Maria, 1996, p. 282.

melhor aproveitamento do solo, da infra-estrutura urbana e comercial, o que tornou as unidades acabadas mais econômicas. Com o crescente êxodo das populações rurais para as cidades, acentuou-se o fenômeno, gerando a necessidade de mais moradias, daí o grande impulso para a construção de edifícios, substituindo as vilas operárias. O condomínio edilício integra a transformação na linha da evolução do individual para o social, fazendo deslocar a conceito dominial da exclusividade para a utilização coletiva.

O CCB/1916 não tratou do assunto, assim, os primeiros prédios, no Brasil, passaram a reger-se pelos usos e costumes, até o surgimento da primeira legislação específica, que é o Decreto nº 5.481 de 25 de junho de 1928, o qual permitiu que os edifícios com mais de cinco andares se constituíssem em propriedades autônomas designadas numericamente e passíveis de serem averbadas em registro imobiliário; posteriormente, foram promulgadas outras leis, alterando o seu conteúdo. Durante e depois da Segunda Grande Guerra, por um período relativamente curto, mas no mundo inteiro, da Europa aos países americanos, até Japão e China, surgiram as leis chamadas de co-propriedade, propriedade em comum, condomínio em edifícios, condomínio relativo, propriedade em planos horizontais etc.

Ferrari (2005, p. 90) define o condomínio como propriedade ou domínio em comum de um bem, tendo cada condômino, ou proprietário, uma fração autônoma do bem (edifício de apartamentos, por exemplo); ou, em caso de bem indivisível ou ainda não dividido, uma fração ideal do bem (propriedade pro-indiviso).

Em 16 de dezembro de 1964, é publicada a Lei Federal nº 4.591, complementada pela Lei Federal nº 4.728 de 14 de julho de 1965, com alterações introduzidas pelo CCB/2002, que dispõe sobre o Condomínio em Edificações e as Incorporações Imobiliárias.

O CCB/2002, pelos seus artigos 1331 a 1358, regulamenta expressamente o Título I da Lei 4.591/64, que trata do condomínio. Além das restrições comuns de vizinhança, o novo CCB estabeleceu como deveres dos condôminos: não realizar obras

que comprometam a segurança da edificação; não alterar a forma e a cor da fachada, das partes e esquadrias externas; dar às suas partes a mesma destinação que tem a edificação, e não as utilizar de maneira prejudicial ao sossego, salubridade e segurança dos possuidores, ou aos bons costumes. Estes dispositivos complementam as restrições de vizinhança, regulando situações peculiares ao condomínio edilício, mas sem derogar as normas gerais da lei comum. Assim, a Lei 4.591/64 continua sendo aplicada naquilo que não confrontar com as disposições estabelecidas pelo CCB/2002.

Além das restrições legais de vizinhança, podem os interessados estabelecer, convencionalmente, outras restrições ao direito de construir, em relação às suas propriedades, visando fixar a natureza das construções admitidas, assim como a altura, o recuo, o afastamento, o tipo de edificações e o que mais convier aos confrontantes e ao bairro. Estas restrições podem ser individuais e gerais. As restrições convencionais e individuais de vizinhança sujeitam-se às normas gerais das obrigações de natureza pessoal, firmadas civilmente entre as partes. As restrições gerais de vizinhança são comuns e freqüentes nos planos de loteamento e nos compromissos desses terrenos, visando assegurar, ao bairro, os requisitos urbanísticos convenientes à sua destinação.

Apesar de todos os direitos dos condôminos e de suas respectivas unidades serem iguais na forma da convenção condominal, o acesso ao sol fica prejudicado, pois não se orientam os edifícios adequadamente, e o conforto térmico das unidades mais elevadas é diferente das unidades mais baixas e/ou orientadas de forma distinta. A lei 4.591/64 e o CCB/2002 são omissos na questão insolação. A Lei Estadual nº 1.561/51, que exigia para os dormitórios, um mínimo de 1 hora de insolação no dia mais curto do ano (ver folha 47), não é obedecida; e mais: já foi até esquecida - os órgãos públicos não mais a exigem, o que prejudica a salubridade. Existia um mínimo de exigências que garantia o acesso ao sol, hoje, ao contrário, as administrações públicas e suas legislações urbanísticas, relegam a segundo plano, ou simplesmente não contemplam esta questão.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido na cidade de Campinas, no estado de São Paulo, com a finalidade de verificar a influência da legislação de uso e ocupação do solo e legislações complementares nos terrenos, edificações e entorno. Para tanto, levou-se em consideração suas relações com as volumetrias, densidades e outros índices urbanísticos. Foram construídos os envelopes solares sobre os terrenos e construções correspondentes escolhidos para esta pesquisa, com o objetivo de analisar todas essas relações.

1. O Município de Campinas

Campinas está localizada na latitude 22°54'S e a 47°04'W de longitude a uma altitude média de 680 m. O clima da região de Campinas situa-se numa zona de transição, conhecida como sub-tropical de altitude, entre os climas úmido e seco, apresentando variações ao longo do ano. De acordo com dados climáticos obtidos do IAC – Instituto Agrônomo de Campinas (período de 1998 a 2005), para a região, os meses de Novembro a Abril - verão - apresentam dias considerados quentes com temperaturas médias máximas entre 29,4 e 29,7°C, e os meses considerados mais frios - Junho e Julho – com temperaturas médias mínimas variando entre 13,3 e 12,7°C, respectivamente. A média da umidade relativa do ar de Dezembro a Junho apresenta valores 82,6%, e de 76,1% de Julho a Novembro. Como o verão é mais quente e úmido, a precipitação total aponta valores maiores nessa época (o mês de Janeiro apresenta-se como o mais chuvoso, com 287 mm). O período médio de insolação, no ano, é de 2.628 horas, sendo que, para o Brasil, a média anual é de 280 dias.

O Município de Campinas encontra-se no interior do Estado de São Paulo, a 100 km da capital; tem uma área territorial de 797,6 km², ocupando, a área urbana, uma extensão de 388,9 km². Sua população é de mais de 1 milhão de habitantes, 98% dela estabelecida na área urbana. Os seus limites são: ao norte, Jaguariúna; ao Leste, Pedreira, Morungaba e Valinhos; ao Sul, Itupeva e Indaiatuba; ao Oeste, Monte Mor; ao

Noroeste, Sumaré, Hortolândia e Paulínia. E há, ainda, quatro distritos: Sosas, Joaquim Egídio, Barão Geraldo e Nova Aparecida.

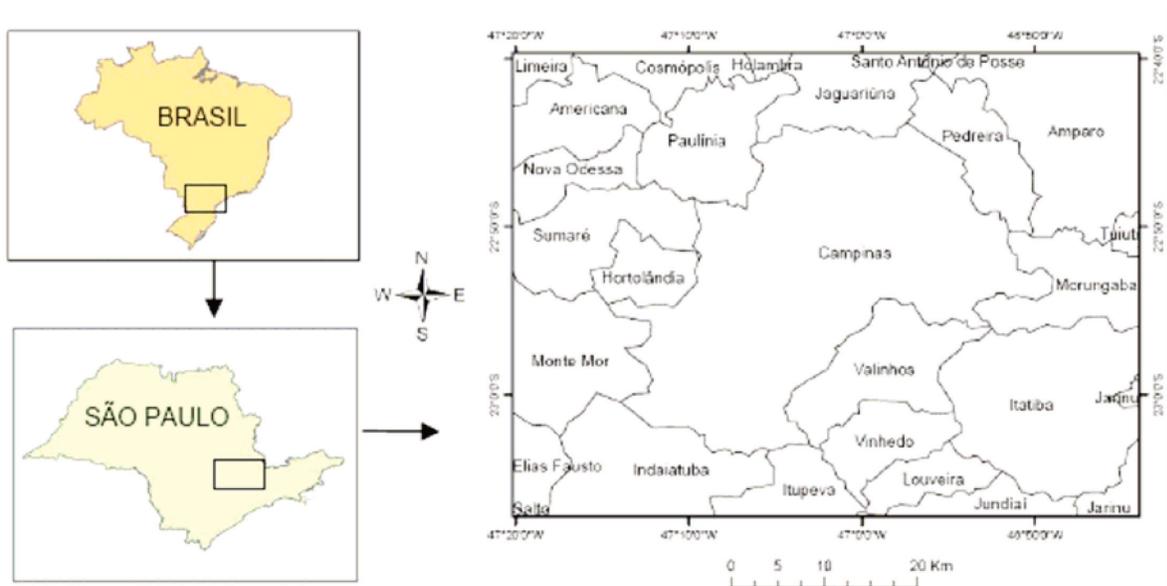


Fig. 80. Localização do Município de Campinas. Fonte: INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

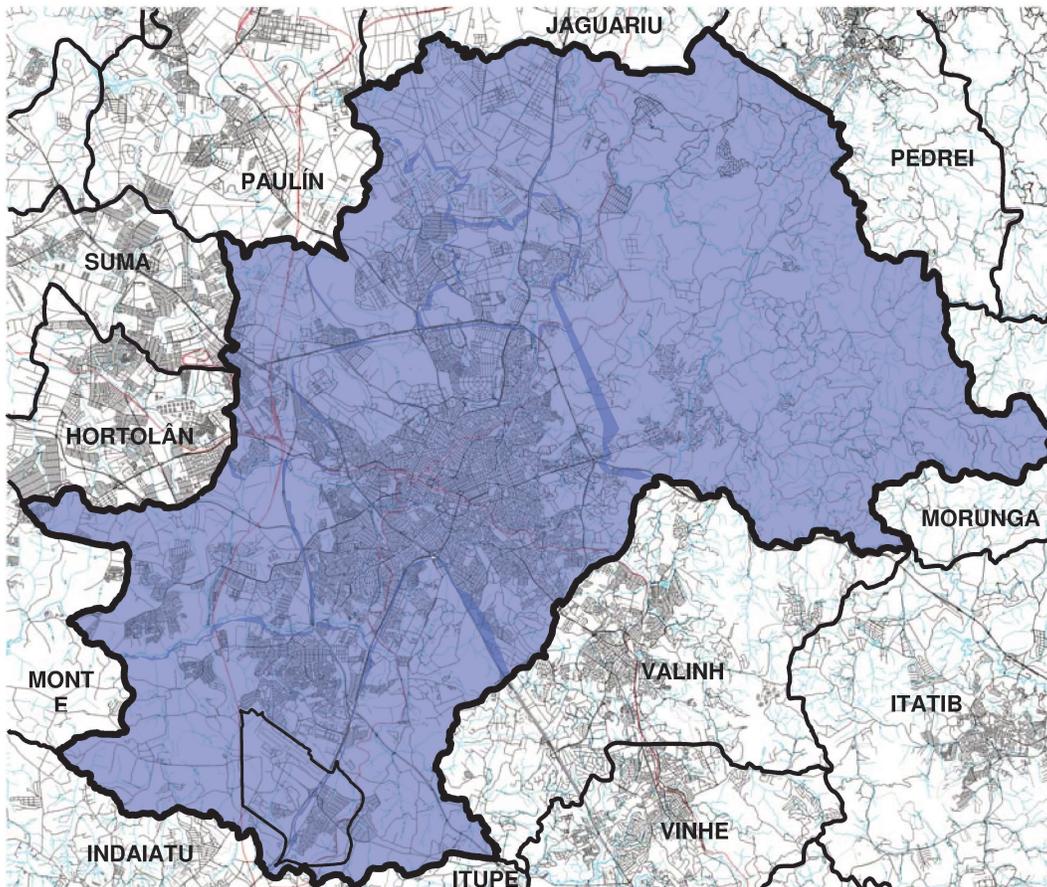


Fig. 81. Mapa do Município de Campinas. Fonte: Seplama, 2005

1.2. Legislação Municipal

Campinas teve quatro momentos importantes na elaboração dos seus planos urbanísticos. Em 1938, com o Plano de Melhoramentos Urbanos de Prestes Maia, lançaram-se as bases do traçado urbano atual, preparando a cidade para a era do automóvel. Em 1970, ocorre a segunda tentativa, com o Plano Preliminar de Desenvolvimento Integrado de Campinas, que aborda não só os aspectos físico-territoriais, mas também, os socioeconômicos, estabelecendo diretrizes e projetando necessidades futuras. A expansão urbana, porém, não acontece como o previsto, para o norte, e sim para o oeste, no sentido do Aeroporto de Viracopos. Durante 20 anos, pouco foi feito, até que, em 1990, houve a aprovação da Lei Orgânica do Município, que prevê a elaboração do Plano Diretor; o parcelamento e edificações compulsórios; o IPTU progressivo; a desapropriação; o solo criado e as operações urbanas. A partir daí, iniciam-se os trabalhos para a elaboração da Lei Complementar nº 02 de 26 de junho de 1991, que dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Campinas.

O Plano Diretor de 1991 também prevê instrumentos como o solo criado, o imposto progressivo sobre vazios urbanos e operações interligadas, cria o CMDU – Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano, estabelece critérios para a elaboração do plano rural e de drenagem, dá ênfase à questão ambiental e propõe a criação das leis de APAs – Áreas de Proteção Ambiental. Critica o modelo radio-concêntrico reafirmado pela LUOS – Lei de Uso e ocupação do Solo, assim como pretende a reformulação desta lei e do Código de Obras, no prazo de dois anos - o que não foi concretizado - bem como quer o adensamento dos vazios urbanos. Tenta descentralizar as atividades comerciais, industriais e terciárias, enfocando a integração das políticas municipais e propondo a divisão do município em cinco Macrozonas Ambientais.

O Plano Diretor de 95/96 propôs-se a revisar o Plano Diretor de 1991 e verificar a situação à época; também pretendia preparar uma proposta de estruturação urbana (macrozoneamento, inter-relação do ordenamento físico-territorial com o meio

ambiente, sistema viário, drenagem, transportes, habitação, infra-estrutura, serviços públicos e equipamentos sociais), com caracterização do macrozoneamento e diretrizes físico-territoriais gerais do município, além do detalhamento dos Planos Locais de gestão urbana e dos investimentos previstos.

Aprovado como Lei Complementar nº 004 de 17 de janeiro de 1996, o Plano Diretor define Macrozoneamento como o instrumento que determina a macroorganização do assentamento urbano em face das condições do desenvolvimento socioeconômico e espacial do Município, consideradas a capacidade de suporte do ambiente e das redes de infra-estrutura para o adensamento populacional, devendo-se orientar, a política urbana, no sentido da consolidação ou reversão de tendências quanto ao uso e ocupação do solo. Finalidades: conjugar as demandas socioeconômicas e espaciais com as necessidades de otimização dos investimentos públicos e privados, de conservação do ambiente e de melhoria dos padrões urbanos; racionalizar o uso e ocupação do território, em especial dos espaços dotados de melhores condições de infra-estrutura ou com previsão para alocação de infra-estrutura e serviços no horizonte temporal do Plano, promovendo economias de aglomeração; fornecer bases para o dimensionamento e expansão das redes de infra-estrutura e para a implantação de equipamentos e serviços urbanos; estabelecer limites para o adensamento populacional e de ocupação do solo; valorizar o ambiente e a paisagem urbana.

A divisão físico-territorial do município estabelece sete macrozonas: Macrozona 1: Área de Proteção Ambiental – APA; Macrozona 2: Área de Restrição à Urbanização – ARU; Macrozona 3: Área de Urbanização Controlada Norte – AUC-N; Macrozona 4: Área de Urbanização Consolidada – ACON; Macrozona 5: Área de Recuperação Urbana – AREC; Macrozona 6: Área de Urbanização Controlada Sul – AUC-S; Macrozona 7: Área Imprópria à Urbanização – AIU. As macrozonas foram divididas em 37 Áreas de Planejamento (APs), para as quais definiram-se diretrizes específicas; e subdivididas em 77 unidades territoriais básicas (UTBs), que correspondem, cada uma, a um bairro ou a um conjunto de bairros. O critério desta subdivisão foi a identificação

de barreiras físicas, tais como o sistema viário, córregos e rios etc., e, a análise de informações relativas a níveis de renda e a padrões de ocupação.

1.2.1. A Lei Municipal Complementar 15/2006 – Plano Diretor de Campinas

Por força do Estatuto da Cidade, o Plano Diretor foi revisto, discutido e aprovado, finalmente, em 25 de dezembro de 2006. Este Plano foi baseado no anterior, com algumas mudanças, como a subdivisão física territorial em nove Macrozonas, permanecendo a Macrozona 1: Área de Proteção Ambiental – APA; Macrozona 2: Área de Controle Ambiental – ACA; Macrozona 3: Área de Urbanização Controlada – AUC; Macrozona 4: Área de Urbanização Prioritária – AUP; Macrozona 5: Área de Requalificação Urbana – ARU; Macrozona 6: área de Proteção Agrícola – AGRI; Macrozona 7: Área de Influência Aeroportuária – AIA; Macrozona 8: Área de Urbanização Específica – AURBE; e Macrozona 9: Área de Integração Noroeste – AIN-NO (figura 82).

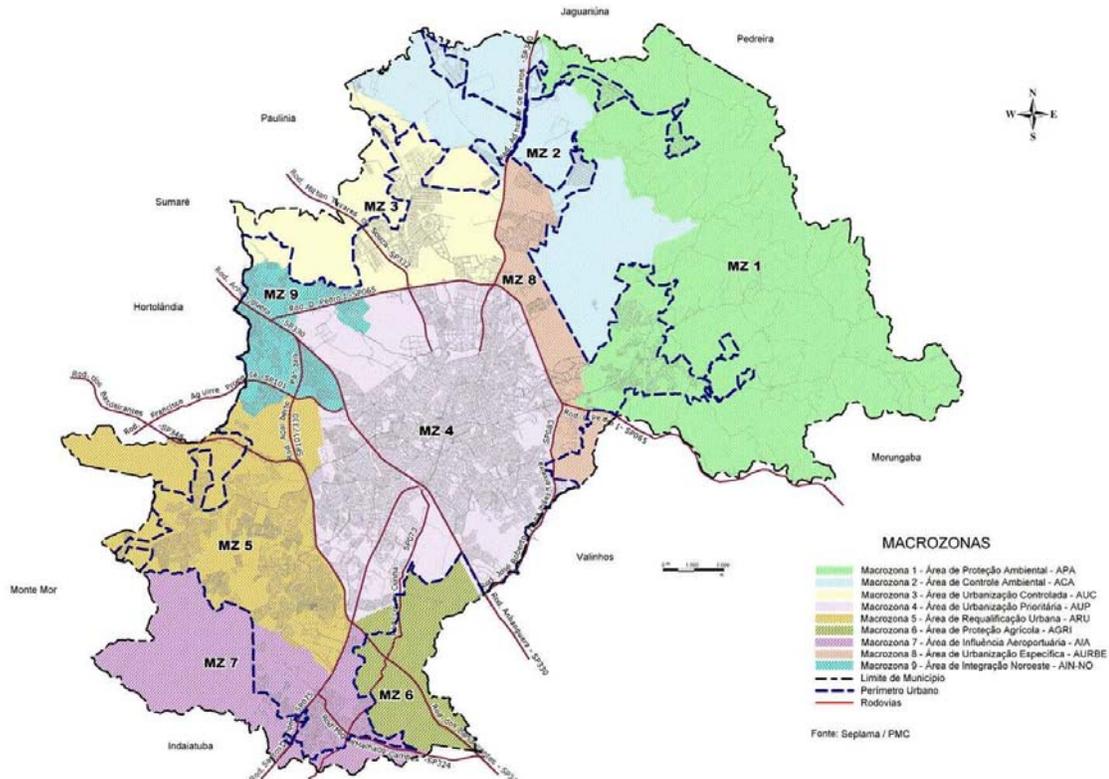


Fig. 82. Lei Complementar 15/06 - Plano Diretor de Campinas. Macrozonas. Fonte: Seplama

Para o ordenamento territorial, as 09 (nove) Macrozonas foram divididas em 34 (trinta e quatro) Áreas de Planejamento – APs, e 77 (setenta e sete) Unidades Territoriais Básicas (UTBs), constituindo recortes espaciais delimitados em função da dinâmica de estruturação territorial, sendo que novas Unidades Territoriais Básicas poderão ser instituídas por meio dos Planos Locais de Gestão ou do Plano Estratégico de Desenvolvimento Rural. Cada Macrozona será objeto de, no mínimo, 01 (um) Plano Local de Gestão. As Áreas de Planejamento (APs) e as Unidades Territoriais Básicas (UTBs) constituirão as bases espaciais para a elaboração dos Planos Locais de Gestão, que poderão corresponder a uma ou mais Áreas de Planejamento ou Unidades Territoriais Básicas.

1.2.2. A Lei 6031/88 – Lei de Uso e Ocupação do Solo

De acordo com Ferrari (2004), a lei de zoneamento é um preceito legal, de natureza administrativa, que, em benefício do bem comum e de cada cidadão, regulamenta os usos e a ocupação do solo urbano, estabelecendo para cada zona as normas e restrições urbanísticas. Consiste, praticamente, na divisão das zonas urbanas e de expansão urbana de um Município em zonas menores, claramente definidas e delimitadas (planta de zonificação), para as quais são prescritos: os tipos de uso de solo permitidos (residencial, comercial, industrial e constitucional); as taxas, coeficientes ou índices de ocupação e de aproveitamento dos lotes pelas construções; os recuos mínimos com relação às divisas do lote, gabaritos de altura das construções, áreas e medidas mínimas dos lotes, densidades demográficas e algumas outras normas urbanísticas (lei propriamente dita). A legislação sobre usos e ocupação do solo urbano compreende duas partes: a lei propriamente dita (aspecto normativo) e a documentação gráfica (planta de zonificação ou das zonas de uso do solo urbano, quadros demonstrativos, projetos viários, paisagísticos, de obras-de-arte etc.), sendo de competência exclusiva do município.

Desde 1959, o Título 8 - que trata do zoneamento - da Lei nº 1933/59 – Código de Obras e Urbanismo do Município de Campinas, na seção 8.1., capítulo 8.1.1., divide

o município em zonas, e as classifica em: a) zonas comerciais (C), b) zona residencial coletiva 2 (RC2), c) zonas residenciais singulares (RS), d) zonas rurais (RU), e) zonas industriais (I) e zonas de transição (T). A mesma seção, capítulo 8.1.2., trata da constituição das zonas, sendo a comercial de dois tipos: C1 (coeficiente de aproveitamento 8) e C2 (coeficiente de aproveitamento 6) - os núcleos comerciais na zona residencial, zona residencial coletiva 1 (RC1) e zona residencial coletiva 2 (RC2). Leis posteriores tratam especificamente do Distrito Industrial e da Av. Aquidabã.

Em 29 de dezembro de 1988, entra em vigor, e até o presente momento, a Lei Municipal nº 6031/88 – Lei de Uso e Ocupação do Solo, que divide o município de Campinas em 18 zonas e estabelece disposições construtivas e parâmetros de ocupação do solo. Estabelece também, as cinco Categorias de Uso do Solo: uso habitacional, uso comercial, de serviços, institucional e industrial; e classifica as edificações quanto à ocupação do solo em usos residenciais, comerciais, mistos e industriais. Classifica, por fim, os estabelecimentos, quanto à área construída: estabelecimentos comerciais, de serviços e industriais, de pequeno porte, de médio porte e grande porte (ver o texto de lei no anexo III).

Sobre a adequação dos usos do solo ao zoneamento legal, classifica: usos permitidos, tolerados e proibidos. E, sobre as disposições construtivas e parâmetros de ocupação do solo, para lotes e glebas, relaciona todas as restrições para todos os tipos de ocupação. Tamanho do lote ou gleba, taxa de ocupação, coeficiente de aproveitamento, número de pavimentos, recuos frontais e laterais, afastamentos, locais destinados à guarda de veículos, vias internas de circulação, áreas cobertas e descobertas de lazer e altura das edificações (ver anexo III). Todavia, nada há que indique uma preocupação expressa com relação à insolação e à iluminação natural.

1.2.3. A Lei Complementar 09/2003. Código de Obras

O Código de Obras e Urbanismo do Município de Campinas, Lei 1933/59, vigorou durante 33 anos, até a publicação da Lei Municipal 7.413 de 30 de dezembro

de 1992 – Código de Projetos e Execução de Obras e Edificações do Município de Campinas, que dispõe sobre direitos e responsabilidades do município, do proprietário, do possuidor e do profissional; do licenciamento, alvará de autorização, de aprovação, de execução, de uso e certificado de conclusão; dos procedimentos administrativos; do projeto, implantação, arejamento e insolação das edificações; da circulação e segurança, dos compartimentos (classificação e dimensionamento, dimensionamento das aberturas) e da execução das obras.

A última versão do Código de Projetos e Execuções de Obras e Edificações do Município de Campinas foi aprovada em 23 de dezembro de 2003, sob a denominação de Lei Complementar nº 09/03. É uma versão atualizada do Código anterior, com poucas mudanças substanciais. O capítulo VI – Dos Projetos, nas seções I e II, trata das condições gerais de implantação, do arejamento e insolação da edificação, entre outros. Neste capítulo, a legislação preocupa-se com os afastamentos entre as edificações, a altura das edificações junto às divisas; e exige que a implantação dos edifícios respeite as normas previstas neste código, de modo a minimizar sua interferência sobre as edificações vizinhas, na forma apresentada nos artigos 49º a 61º (ver o texto de lei no anexo IV).

Na seção II – do arejamento e insolação da edificação, o código trata da volumetria da edificação com base nos desníveis entre pisos, dos índices volumétricos (parciais e totais); e dos volumes inferiores e superiores. Também cuida das faixas de arejamento “A” e do espaço de insolação “I”, para edifícios que apresentem volume superior, respeitando os mínimos de 3 m. O Código define claramente as opções de arejamento e insolação, mas abre uma brecha para a apresentação de alternativas (ver o texto de lei no anexo IV).

O Código de Obras, com a apresentação da faixa “A” e do espaço “I”, pretende garantir aeração e insolação mínimas para as edificações, podendo, a aeração, ser correspondida, mas, em termos de insolação, é possível essa garantia apenas para as fachadas dos edifícios altos com frente para as ruas ou avenidas (devendo, ainda, certificar-se da largura destas e das alturas dos edifícios), com a ressalva da orientação

das fachadas norte; já para as faces dos edifícios voltadas para os fundos e laterais, não há essa garantia. Para tanto, seriam necessárias verificações pela Carta Solar dos ângulos e tempos de insolação, para os dias críticos de inverno.

1.2.4. O Parcelamento do Solo Urbano. Lei 1933/59

O Código de Obras e Urbanismo do Município de Campinas, Lei 1933/59, em seu capítulo 7, que trata da Urbanização de áreas e condições gerais, e ainda em vigor, dispõe sobre o parcelamento urbano. Esse tópico necessita de urgente revisão, pois, na prática, são utilizados os preceitos da Lei Federal 6766/79, atualizada pela Lei Federal 9.785/99, e complementada por legislações ambientais e exigências do Graprohab³⁷ estadual. Os projetos devem ser encaminhados à Prefeitura Municipal de Campinas, que os analisa em diferentes secretarias, e cuja aprovação, exige protocolo do Graprohab. Após a aprovação pela Prefeitura Municipal de Campinas, todos os documentos devem ser encaminhados ao registro imobiliário para o seu devido arquivamento.

Com relação à orientação das vias estruturais, arteriais, coletoras, ou locais; quarteirões e lotes; dimensionamentos, áreas etc., em função de diretrizes bioclimáticas, ou das trajetórias aparentes do sol, a lei é absolutamente omissa, nada existe.

1.2.5. Lei 10.850/01 – Lei da APA - Área de Proteção Ambiental

Em 07 de Junho de 2001, é sancionada a Lei 10.850/01, que cria a Área de Proteção Ambiental - APA do Município de Campinas, e que regulamenta o uso e ocupação do solo, bem como o exercício de atividades pelo setor público e privado, como um instrumento de política ambiental do município. A APA Municipal, que corresponde à macrozona 1 do Plano Diretor do Município de Campinas, compreende

³⁷ GRAPROHAB - Grupo de Análise e Aprovação de Projetos Habitacionais, criado na Secretaria de Habitação, por Decreto Estadual nº 33.499 de 10 de julho de 1991 objetivando centralizar e agilizar o trâmite dos projetos habitacionais apresentados para apreciação no âmbito do Estado (SP).

os Distritos de Sousas e de Joaquim Egídio; a região a nordeste do município localizada entre o distrito de Sousas, o Rio Atibaia e o limite intermunicipal Campinas-Jaguariúna e Campinas-Pedreira.

Tem como objetivos principais: a conservação do patrimônio natural, cultural e arquitetônico da região, visando à melhoria da qualidade de vida da população e à proteção dos ecossistemas regionais; a proteção dos mananciais hídricos utilizados ou com possibilidade de utilização para abastecimento público, notadamente as bacias de contribuição dos Rios Atibaia e Jaguari; e o controle das pressões urbanizadoras e das atividades agrícolas e industriais, compatibilizando as atividades econômicas e sociais com a conservação dos recursos naturais, com base no desenvolvimento sustentável.

A APA foi subdividida em cinco zonas ambientais, tendo como base as bacias e microbacias hidrográficas da região, como consta do Capítulo II – do zoneamento ambiental da APA:

Art. 4º - A APA fica subdividida em cinco zonas ambientais, tendo como base as bacias e microbacias hidrográficas da região:

I. Z.AMB - Zona de Conservação Ambiental Especial - compreendendo toda a microbacia do Ribeirão Cachoeira e ainda o loteamento rural Colinas do Atibaia I, II e parte do III, e caracterizada pela presença do maior remanescente florestal natural da APA, a Mata Ribeirão Cachoeira, que representa 15% (quinze por cento) da área total desta zona, para a qual o município pretende garantir a preservação, visando a salvaguarda da biota nativa, criando uma zona de vida silvestre;

II. Z.HIDRI - Zona de Conservação Hídrica dos Rios Atibaia e Jaguari - subdividida em 2 (duas) zonas caracterizadas por localizarem-se a montante do ponto de captação existente no Rio Atibaia e do ponto previsto no Rio Jaguari, para as quais o município pretende garantir a conservação dos recursos hídricos, de forma a proteger o abastecimento público de água potável, a saber:

a) Z.HIDRI-A - Zona de Conservação Hídrica do Rio Atibaia: refere-se a toda a porção da bacia de contribuição do Rio Atibaia à montante do ponto de captação de água da SANASA;

b) Z.HIDRI-J - Zona de Conservação Hídrica do Rio Jaguari: refere-se a toda a porção da bacia de contribuição do Rio Jaguari inserida no território da APA Municipal;

III. Z.AGRO - Zona de Uso Agropecuário - compreendendo toda a porção da bacia de contribuição do Rio Atibaia à jusante do ponto de captação de água da SANASA, com exceção das microbacias

do Ribeirão das Cabras (Z.TUR), do Ribeirão Cachoeira (Z.AMB) e das áreas circunscritas pelo perímetro urbano (Z.URB), e caracteriza-se pela potencialidade do solo para agropecuária, pois detém grande parte das áreas agrícolas de culturas anuais, semi perenes e perenes da região, e para a qual o município pretende garantir a compatibilidade do aproveitamento econômico com a conservação do meio ambiente;

IV. Z.TUR - Zona de Uso Turístico - compreendendo toda a microbacia do Ribeirão das Cabras, com exceção das áreas circunscritas pelo perímetro urbano do município (Z.URB), caracterizada por apresentar potencial turístico devido a seus atributos naturais, existência de patrimônio histórico arquitetônico e a presença do Observatório Municipal, para a qual o município pretende garantir o ecoturismo visando despertar o desenvolvimento de atividades científicas, educativas e de lazer, podendo representar um importante incremento de recursos econômicos para a região;

V. Z.URB - Zona de Uso Urbano - compreendendo as áreas urbanas do município, delimitadas pelo perímetro urbano descrito na Lei Municipal nº 8.161/94, em duas porções distintas inseridas ao norte e a sudoeste da APA Municipal, caracterizada por conter áreas legalmente urbanizadas e áreas ainda passíveis de urbanização e para as quais o município pretende planejar, disciplinar e fiscalizar a ocupação urbana em curso e futura.

No art. 10º, a lei da APA dita as diretrizes gerais para a zona Z.URB – zona de uso urbano, entre outras: preservar as características de baixa densidade do sítio atual da área urbana, proibindo a verticalização e o adensamento e permitindo-se melhor distribuição das atividades comerciais e de serviços no espaço urbano, desde que o grau de incomodidade seja controlável; adotar parâmetros construtivos que permitam maior grau de permeabilidade do solo; promover a recuperação da vegetação ciliar, em áreas já parceladas, por meio da revegetação por espécies nativas, com prioridade para a microbacia do Ribeirão das Cabras e, em áreas não parceladas, pela sua recomposição original; e, controlar os impactos sobre o meio físico resultantes da implantação de novos loteamentos, por meio de critérios de conservação do solo e da cobertura vegetal de interesse à preservação.

Qualquer modificação na topografia do terreno terá prévia autorização da Prefeitura Municipal de Campinas, assim manifestado no artigo 15:

Art. 15º - Dependerá de prévio licenciamento pela PMC, a execução de obra que se enquadre em uma ou mais das seguintes situações de movimento de terra:

- I. modificação da topografia do terreno com desnível de corte ou aterro de mais de 1,00 (um metro), em relação à superfície ou aos níveis existentes, junto às divisas com outras propriedades ou áreas públicas vizinhas;
- II. movimentação de mais de 1.000 m³ (mil metros cúbicos) de terra;
- III. modificação da superfície do terreno em área igual ou superior a 1.000 m² (mil metros quadrados);
- IV. em áreas com ocorrência de declividade superior a 30% (trinta por cento), para desníveis iguais ou superiores a 5 m (cinco metros) dentro da área do empreendimento, e ainda, quando a área apresentar processos erosivos;
- V. execução de movimentação de terra entre os meses de Novembro e Março.

Parágrafo Único - Para a licença a que se refere o caput deste artigo, a PMC poderá exigir laudo geológico-geotécnico referente à avaliação das condições físicas da área e à adequação do projeto, elaborado por profissional habilitado.

A lei da APA, preocupada com a permeabilidade do solo, estabelece taxas mínimas para os lotes, como no artigo 60:

Art. 60 - Para novas construções nas áreas urbanas da APA deverá ser adotada taxa mínima de permeabilidade do solo de acordo com os parâmetros seguintes, onde não serão permitidos revestimentos do solo, podendo incluir-se neste percentual as faixas de recuos e afastamentos:

- I. taxa mínima de 20% (vinte por cento) para lotes com área até 250,00 m² (duzentos e cinquenta metros quadrados);
- II. taxa mínima de 25% (vinte e cinco por cento) para lotes com área entre 251,00 m² (duzentos e cinquenta e um metros quadrados) e 1.000,00 m² (um mil metros quadrados);
- III. taxa mínima de 35% (trinta e cinco por cento) para lotes com área acima de 1.000,00 m² (um mil metros quadrados).

Para assegurar uma implantação racional que cumpra o objetivo de minimizar os impactos sobre o meio físico, o artigo 61 determina que os parcelamentos e empreendimentos na forma de conjuntos em condomínio para fins urbanos deverão atender aos seguintes critérios:

I. quanto à concepção do projeto:

- a) evitar a padronização dos lotes e frações ideais em terrenos com topografia irregular, visando a otimização das vias de acesso e a minimização dos cortes e aterros necessários à implantação das edificações;
- b) orientar a implantação dos lotes e frações ideais em relação à declividade natural do terreno, de modo a reduzir a altura de cortes e aterros e minimizar a interferência no terreno no caso de encostas, ou seja, terrenos com inclinação superior a 15% (quinze por cento).

A declividade dos terrenos é outro fator que a lei da APA trata com detalhes, como mostra o Artigo 65: “nas áreas definidas como Z3, Z11 e Z18 na APA os novos parcelamentos e conjuntos em condomínio para fins urbanos deverão atender aos seguintes parâmetros com relação ao dimensionamento de lotes ou frações ideais, referentemente à declividade natural do solo”:

I. nas áreas com declividade entre 0 e 10% (zero e dez por cento) a área mínima será de 250,00 m² (duzentos e cinquenta metros quadrados), com testada mínima de 10,00 m (dez metros);

II. nas áreas com declividade entre 10% e 20% (dez e vinte por cento), a área mínima será de 450,00 m² (quatrocentos e cinquenta metros quadrados), com testada mínima de 15,00 m (quinze metros);

III. nas áreas com declividade entre 20% e 30% (vinte e trinta por cento), a área mínima será de 1.000,00 m² (mil metros quadrados), com testada mínima de 15,00 m (quinze metros).

Parágrafo Único - As subdivisões de lotes resultantes de parcelamentos efetuados de acordo com este artigo somente poderão ocorrer se os lotes resultantes atenderem aos parâmetros mínimos nele previstos;

Já o artigo 66 complementa: nas áreas definidas como Z4 na APA os novos parcelamentos e conjuntos em condomínio para fins urbanos deverão atender aos seguintes parâmetros com relação ao dimensionamento de lotes ou frações ideais, referentemente à declividade natural do solo:

I. nas áreas com declividade entre 0 e 20% (zero e vinte por cento) a área mínima será de 1.000,00 m² (mil metros quadrados), com testada mínima de 15,00 m (quinze metros);

II. nas áreas com declividade entre 20% e 30% (vinte e trinta por cento) a área mínima será de 2.000,00 m² (dois mil metros quadrados), com testada mínima de 15,00 m (quinze metros).

Parágrafo Único - As subdivisões de lotes resultantes de parcelamentos efetuados de acordo com este artigo somente poderão ocorrer se os lotes resultantes atenderem aos parâmetros mínimos nele previstos;

Em suma, a lei da APA veio se aprofundar em questões ambientais, detalhando as restrições urbanísticas, de forma a definir claramente as intervenções na área de proteção ambiental. É uma lei inovadora, pois trabalha com diretrizes bioclimáticas, como foi visto, com a topografia (época do ano para terraplenagens), com a permeabilidade, com declividade e tamanho dos terrenos, e mais, com o controle da densidade e da infra-estrutura urbana.

2. Escolha das áreas de estudo

A escolha das áreas de estudo foi realizada, de início, em terrenos onde foram projetados, pelo autor, condomínios residenciais horizontais e verticais. A opção deu-se em razão da posse dos dados necessários para a pesquisa e da serenidade e liberdade para expor quaisquer críticas decorrentes das análises de validade de sua execução, nas considerações de direito ao sol, insolação e iluminação natural, bem como na adoção das legislações, sem ferir a ética profissional, na eventual análise de trabalhos de outros autores.

Como foi visto, o Plano Diretor de Campinas dividiu o município em nove macrozonas, e foi possível intervir em três delas, o que acreditou-se ter sido suficiente para alcançar os objetivos desta pesquisa, a saber: a Macrozona 1 – APA – Área de Proteção Ambiental, em Joaquim Egídio, com um projeto de condomínio residencial horizontal; a Macrozona 3 – AUC – Área de Urbanização Controlada, em Barão Geraldo, e a Macrozona 4: AUP – Área de Urbanização Prioritária, com frentes de intervenções: um condomínio residencial horizontal no bairro do Taquaral e um conjunto de quatro condomínios residenciais verticais no bairro do Cambuí. São três regiões distintas, cada uma com características territoriais próprias, com diferentes níveis sociais e econômicos, e principalmente pelas diferenças de zoneamento e das restrições urbanísticas com relação à ocupação do solo e uso. As intervenções foram realizadas, também, em momentos diferentes, antes e depois da lei 6031/88 - LUOS.

2.1. Descrição das áreas

Como primeiro passo, descreve-se as áreas escolhidas, caracterizando-as pela macrozona, zoneamento, dimensões, implantação dos condomínios, unidades projetadas, e índices urbanísticos decorrentes, tais como taxas de ocupação, coeficiente de aproveitamento, taxa de permeabilidade, áreas construídas úteis e comuns; densidades demográfica, habitacional e construída. Estes dados serviram para efetuar as análises e comparações, os quais, junto com a construção dos envelopes

solares sobre cada uma das áreas - por tempos determinados em horas do dia 21 de junho, solstício de inverno, quando o sol se apresenta mais inclinado e provoca sombras maiores – permitiram avaliar as relações entre terrenos, construções, ruas, vizinhança, legislações e os envelopes solares.

2.1.1. Área de estudo I: Joaquim Egídio

A área escolhida encontra-se localizada dentro da APA – Área de Proteção Ambiental de Sousas e Joaquim Egídio - macrozona 1, e qualquer intervenção urbanística e arquitetônica tem que obedecer a toda a legislação pertinente, sobretudo a Lei Municipal 10.850/01. A gleba dos Jatobás, assim batizada, tem 42.000,00 m². O terreno encontra-se na estrada entre Sousas e Joaquim Egídio³⁸, ao lado direito, na entrada de Joaquim Egídio, e tem uma topografia agradável, com inclinações de até 10%, com declividade para a estrada que está ao norte; os ventos predominantes do sudeste são protegidos pela própria configuração do terreno e do seu entorno. Belas vistas do terreno para o nascente, onde está a cidade de Joaquim Egídio; para o norte, onde está, em primeiro plano, o Ribeirão das Cabras e o antigo ramal férreo do bonde Campinas – Joaquim Egídio, convertida hoje na “trilha” tombada pelo CONDEPACC³⁹, e, em seguida, as montanhas; e do lado oeste, a cidade de Sousas, com o rio Atibaia.



Fig. 83. Foto aérea do local. Fonte: Google Earth, 2007

³⁸ Com a aprovação do projeto, a Estrada passou a ser denominada Rua Heitor Pentead

³⁹ CONDEPACC – Conselho de Defesa do Patrimônio Cultural de Campinas. Tombada pela Resolução nº 44 de 13/05/2004

O projeto⁴⁰ do condomínio residencial multifamiliar horizontal do tipo HMH-4⁴¹ implanta 20 residências assobradadas, com área útil construída de 133,88 m² no térreo e mais 79,48 m² no pavimento superior, totalizando, cada unidade, 213,36 m². O total de área útil do condomínio é de 4.267,20 m², e de área comum, de 17,48 m², composta pela guarita e lixeira, totalizando 4.284,68 m² de construção.

Vários índices urbanísticos são decorrentes desta implantação, como:

1. Taxa de ocupação: 2.695,08 m² de 42.000,00 m² de terreno = 0,0642.
2. Coeficiente de aproveitamento: 4.284,68 m² de 42.000,00 m² = 0,102
3. Sistema de áreas verdes:
 - Mata a preservar: 3.491,40 m² = 8,31%
 - Reserva ambiental: 10.460,30 m² = 24,9% - Total: 13.951,70 m² = 33,21%
4. Área livre: 39.304,92 m² = 93,583%
5. Taxa de permeabilidade: 39.304,92 m² = 93,58%
6. Densidade demográfica: 6 hab/un. = 120 hab/42.000,00 m² = 28,57 hab/ha
7. Densidade habitacional: 20 residências/42.000,00 m² = 4,76 res/ha
8. Densidade de construção: 4.284,68 m²/42.000,00 m² = 1.020,16m²/ha

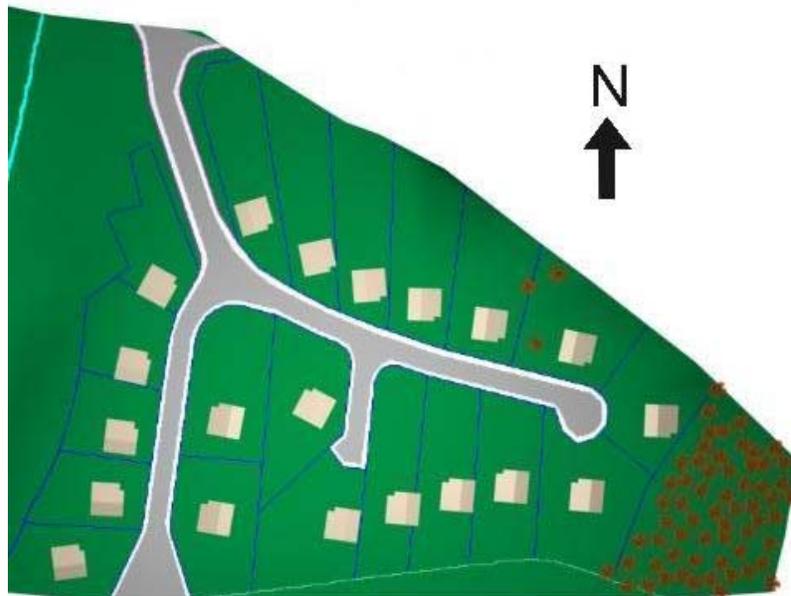


Fig. 84. Implantação Geral.

⁴⁰ O projeto foi desenvolvido e aprovado em 2.005, em pleno vigor da Lei da APA.

⁴¹ O tipo HMH-4, na zona 4, pela Lei Municipal 6031/88 – LUOS, permite frações ideais de terreno de 1.000,00 m² para áreas com declividades menores do que 20% e de 2.000,00 m² com declividades de até 30%.

A implantação das residências (figura 84) levou em consideração a topografia do terreno e a orientação, de forma a reservar a parte norte dos terrenos privativos para futura colocação de piscinas com insolação o dia todo; os dormitórios, na parte superior; e as salas de estar, na parte inferior das residências, orientados para a face leste. Os abrigos de veículos, as áreas de serviço e os banheiros foram orientados para o poente. Cuidadoso estudo foi feito com relação à implantação de árvores e suas sombras, de forma a não sombrearem as edificações vizinhas. A orientação das residências facilita a colocação de placas receptoras para aquecimento solar e de células fotovoltaicas.

2.1.2. Área de estudo II. Barão Geraldo

Esta área encontra-se na macrozona 3 - AUC - Área de Urbanização Controlada, em Barão Geraldo, distrito que tem seu Plano Local aprovado com legislação específica - Plano de Gestão Urbana de Barão Geraldo, Lei nº 9.199 de 27 de dezembro de 1996, cujo zoneamento determina a zona 03-BG para o terreno. O loteamento Bosque de Barão encontra-se junto à Reserva Florestal Mata Santa Genebra⁴², tombada como bem de interesse ambiental pela Resolução nº 11 de 29 de setembro de 1992, do CONDEPACC, que estabelece uma área envoltória de bem tombado de 300,00 m e determina o zoneamento de preservação ZP, exigindo 40 % de taxa de permeabilidade para terrenos maiores do que 300,00 m², e mais a altura máxima das edificações em 8,00 m (considerados desde a cota do passeio até o nível mais alto da cumeeira). Também o CONDEPHAAT – Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado (de São Paulo), manifesta-se pela Ordem de Serviço nº 02/94, não permitindo novos loteamentos, nem adensamentos.

O empreendimento localizado à Rua Célia Aparecida de Souza Bouffier, nº 51, projetado no lote 21, apresenta uma topografia com suave caimento para os fundos, com distância de 100,00 m da frente aos fundos; e com uma distância de 33,50 m de

⁴² A Reserva Florestal Mata Santa Genebra é a maior área verde da cidade de Campinas, que possui apenas 2,5% de toda cobertura vegetal nativa distribuída em pequenos fragmentos. Possui área de 251,7 hectares, numa extensão de nove quilômetros de perímetro. Trata-se de um remanescente de Mata Atlântica composto por rica biodiversidade, protegida por leis.

frente para a rua. Pela LUOS – Lei de Uso e Ocupação do Solo, seria permitido um condomínio horizontal com apenas 13 unidades (resultado da divisão do terreno – $3.227,10 \text{ m}^2$, por $250,00 \text{ m}^2$ - fração ideal de terreno, mínima). Com o projeto de uma via interna, fica completamente inviável qualquer solução de implantação das treze unidades, assim, optou-se por propor uma solução de implantação do condomínio em EHIS – Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social, regidos pela Lei 10.410/2000, que permitem uma fração ideal de $125,00 \text{ m}^2$; teoricamente, daria para edificar o dobro de unidades, ou seja, 26. Mas, para atendimento das resoluções 11/92 do CONDEPACC e 02/94 do CONDEPHAAT, o empreendimento foi dimensionado com 17 unidades. A orientação das edificações atende parcialmente a insolação, mas não atende a colocação de coletores solares, pois esta condição não foi contemplada à época, pelo custo inicial de instalação do sistema de aquecimento solar, em comparação com o tamanho e custo total da edificação.



Fig. 85. Foto aérea do local. À esquerda a Mata Santa Genebra. Fonte: Google Earth, 2007

O projeto foi aprovado pela Prefeitura Municipal de Campinas, em 2001, com 17 residências assobradadas, tendo, cada uma, área total não superior a $80,00 \text{ m}^2$ por força da lei dos EHIS, totalizando $1.356,94 \text{ m}^2$ de área útil, e $44,00 \text{ m}^2$ de área comum, perfazendo um total de $1.400,94 \text{ m}^2$ de construção.

Os índices urbanísticos obtidos a seguir, são:

1. Taxa de ocupação: $722,47 \text{ m}^2$ de $3.227,10 \text{ m}^2$ de terreno = 0,224
2. Coeficiente de aproveitamento: $1.400,94 \text{ m}^2$ de $3.277,10 \text{ m}^2$ = 0,427
3. Áreas de lazer descoberta e circulação: $963,06 \text{ m}^2$ = 29,38%
4. Área livre: $2.504,63$ = 77,61%
5. Taxa de permeabilidade: $2.117,24 \text{ m}^2$ de $3.227,10 \text{ m}^2$ = 60,608%
6. Densidade demográfica: 4 hab/un = 68 hab/ $3.227,10$ = 210 hab/ha
7. Densidade habitacional: 17 un/ $3.227,10$ = 52 un/ha
8. Densidade de construção: $1.400,94 \text{ m}^2/3227,10$ = 4.341,17 m^2/ha

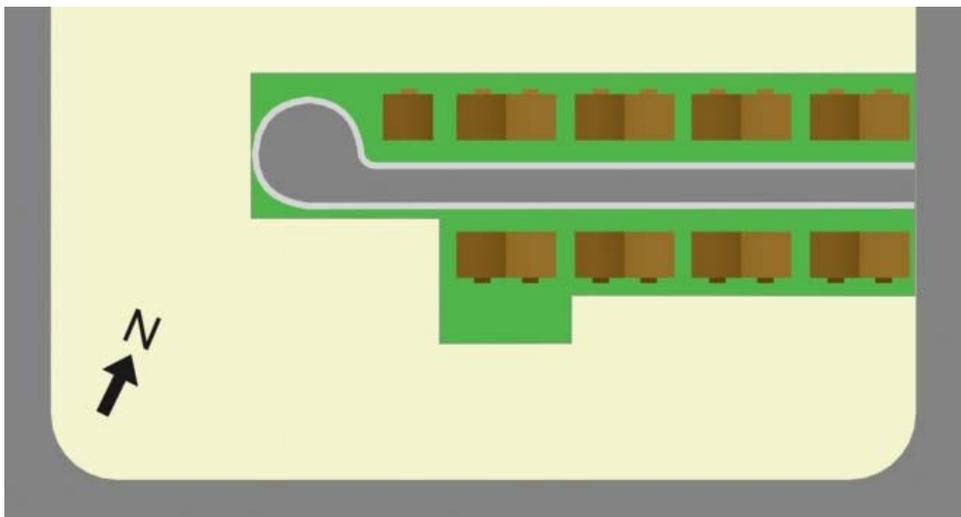


Fig. 86. Implantação geral. Fonte: a pesquisa

2.1.3. Área de estudo III. Parque Taquaral

Esta área foi escolhida por encontrar-se numa zona residencial Z3, que permite, pela LUOS, o tipo de ocupação HMH-3⁴³. O projeto foi elaborado, porém, antes da publicação da lei, quando não havia legislação para este tipo de implantação. De qualquer forma, a área encontra-se num bairro parcialmente urbanizado, de um lado, com residências térreas e assobradadas, a maioria em lotes de $250,00\text{m}^2$ ou de $300,00 \text{ m}^2$, com algumas edificações de pequeno comércio em âmbito local e alguns pequenos conjuntos de apartamentos de três ou quatro pavimentos; e, de outro lado, com

⁴³ O tipo HMH-3, na zona 3, pela Lei Municipal 6031/88 – LUOS, permite frações ideais de terreno mínimas de $250,00 \text{ m}^2$

residências maiores em terrenos de mais de 1.000,00 m², próximos ao Parque Taquaral, onde se realizam eventos de lazer e cultura, um pólo de atração, que gera trânsito de veículos, ciclistas e pedestres. O condomínio está localizado à rua João Chatti, 112, Parque Taquaral, em terreno de 15.173,00 m², com topografia levemente inclinada para a frente, no meio de um quarteirão ocupado por outro condomínio residencial multifamiliar vizinho, residências unifamiliares, pequenos conjuntos de apartamentos e alguns terrenos sem ocupação. (fig. 87).



Fig. 87. Foto aérea. Implantação geral. Fonte: Google Earth, 2007

O projeto⁴⁴ do condomínio residencial (antes da LUOS) implanta 35 residências assobradadas, com área útil construída de 122,00 m² no térreo e mais 79,00 m² no pavimento superior, totalizando, cada unidade, 201,00 m². O total de área útil do condomínio é de 7.035,00 m², e de área comum de 197,70 m², composta pela guarita, lixeira e salão de festas, totalizando uma área de 7.232,70 m² de construção. Foram construídas, também, uma piscina e uma quadra poliesportiva.

⁴⁴ O projeto foi aprovado e desenvolvido, e a obra executada, antes da Lei Municipal 6031/88.

Como resultado desta implantação, obtemos vários índices urbanísticos:

1. Taxa de ocupação: $4.467,70 \text{ m}^2$ de $15.173,00 \text{ m}^2$ de terreno = 0,294.
2. Coeficiente de aproveitamento: $7.232,70 \text{ m}^2$ de $15.173,00 \text{ m}^2$ = 0,477
3. Área livre: $10.705,30 \text{ m}^2$ = 70,555%
4. Densidade demográfica: 5 hab/un. = $175 \text{ hab}/15.173,00 \text{ m}^2$ = 115,33 hab/ha
5. Densidade habitacional: 35 residências/ $15.173,00 \text{ m}^2$ = 23,06 res/ha
6. Densidade de construção: $7.232,70 \text{ m}^2/15.173,00 \text{ m}^2$ = 4.766,82m²/ha

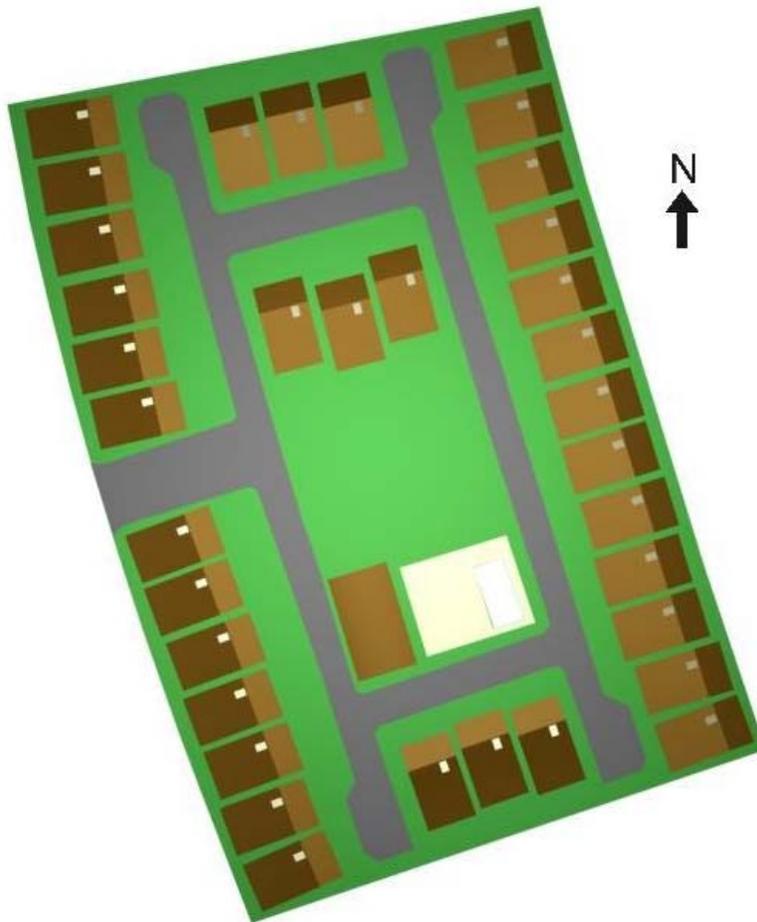


Fig. 88. Implantação Geral.

A implantação das residências deu-se na orientação leste-oeste, com as salas de estar localizadas na parte inferior e os dormitórios na parte superior, orientados para o leste; deixando as garagens e áreas de serviço para o oeste. As faces laterais têm poucas aberturas, apenas para banheiros, áreas de serviço, cozinhas, corredores, closets etc.

2.1.4. Área de estudo IV. Cambuí

Escolheu-se esta quadra (fig. 89), em razão de estar num bairro bem próximo ao centro da cidade, rodeada de ruas de tráfego intenso, como é o caso das ruas Cel. Francisco de Andrade Coutinho e Cel. Quirino, e da Av. Dr. Moraes Sales, avenida principal da cidade, com características de verticalização e de densidades mais elevadas do que as áreas de estudo I, II e III. Pela Lei 6031/88 - de Uso e Ocupação do Solo, o bairro encontra-se na zona 7, o que permite a construção de edifícios do tipo HMV-3, cujos parâmetros principais são: recuos frontal e de fundos de 6,00 ms., laterais de 3,00 ms.; com taxa de ocupação para a torre menor de 0,5; e coeficiente de aproveitamento de $3 + 1,2(0,5-t_0)$, sendo t_0 = a taxa de ocupação da torre; geralmente o resultado varia de 3,2 a 3,4 para os pavimentos, excluídos o térreo e os subsolos.



Fig. 89. Foto aérea de parte da quadra com os quatro edifícios. Fonte: Google Earth, 2007

A altura das edificações é calculada pela fórmula $H=L+2R$, em que H corresponde à altura do edifício, L à largura da rua e R ao recuo frontal. É o gabarito e significa que para uma rua de 14,00 ms de largura, e pelo recuo obrigatório de 6,00 ms., a altura desse edifício, obedecendo o recuo, é de $14,00 + 12,00 = 26,00$ ms., o que estabelece um ângulo de $52^{\circ}30'$, variando para mais de acordo com o aumento do recuo. Ex. recuo de 10,00 ms $H= 14,00 + 20,00 = 34,00$ ms. Se o o recuo for de 15,00 ms., $H= 14,00 + 30,00 = 44,00$ ms., e o respectivo ângulo de $54^{\circ}50'$.



Fig. 90. Implantação dos quatro edifícios. Fonte: a pesquisa

Com este levantamento, conseguiu-se analisar e comparar as edificações executadas de acordo com o tipo RC-2⁴⁵ da Lei 1933/59, em cuja vigência foram projetados, bem como em conformidade com a lei 6.031/88, atualmente em vigor; e, sequencialmente, as relações dos envelopes solares construídos com estas legislações e respectivos edifícios. São quatro empreendimentos projetados⁴⁶ na mesma quadra (fig. 89 e 90), com orientações diferentes, sendo:

O primeiro edifício, denominado Águas Marinhas, está localizado à rua Cel. Francisco de Andrade Coutinho, nº 56, em terreno de 1.126,00 m² e 5.277,30 m² de área construída, com 40 apartamentos de dois dormitórios, em 10 pavimentos.

⁴⁵ A zona classificada como RC2 – Residencial Coletiva 2, que permitia um coeficiente de aproveitamento igual ou menor a 4.

⁴⁶ Os quatro edifícios foram projetados, aprovados e construídos antes da Lei 6031/88.

A implantação deste empreendimento fornece vários índices urbanísticos:

1. Taxa de ocupação: $346,53 \text{ m}^2$ de $1.126,00 \text{ m}^2$ de terreno = 0,3077
2. Coeficiente de aproveitamento: $3.465,30 \text{ m}^2$ de $1.126,00 \text{ m}^2$ = 3,077
3. Área livre: $779,47 \text{ m}^2$ = 69.23%
4. Densidade demográfica: 4 hab/un. = $160 \text{ hab}/1.126,00 \text{ m}^2$ = 1.420,96 hab/ha
5. Densidade habitacional: 40 residências/ $1.126,00 \text{ m}^2$ = 355,24 res/ha
6. Densidade de construção: $5.277,30 \text{ m}^2/1.126,00 \text{ m}^2$ = 46.867,67 m^2/ha

O segundo edifício encontra-se na mesma rua Cel. Francisco de Andrade Coutinho, nº 4, esquina com Rua Coronel Quirino, em frente a um balão, e orientado para o norte. O terreno tem $496,00 \text{ m}^2$, no qual foi erigido o edifício Huari, projetado com um total de $2.990,00 \text{ m}^2$, constituído de dois subsolos, com $253,00 \text{ m}^2$ cada um; do térreo, com $163,00 \text{ m}^2$ e de treze apartamentos duplex, com três e quatro dormitórios, distribuídos em catorze pavimentos, com área de $2.321,00 \text{ m}^2$.

Os índices urbanísticos obtidos com esta implantação são os seguintes:

1. Taxa de ocupação: $169,90 \text{ m}^2$ de $496,00 \text{ m}^2$ de terreno = 0,3425
2. Coeficiente de aproveitamento: $2.100,00 \text{ m}^2$ de $496,00 \text{ m}^2$ = 4,23
3. Área livre: $326,10 \text{ m}^2$ = 65.75%
4. Densidade demográfica: 5 hab/un. = $65 \text{ hab}/496,00 \text{ m}^2$ = 1.310,48 hab/ha
5. Densidade habitacional: 13 residências/ $496,00 \text{ m}^2$ = 262,096 res/ha
6. Densidade de construção: $2.990,00 \text{ m}^2/496,00 \text{ m}^2$ = 60.282,26 m^2/ha

O terceiro edifício, denominado Carla Cristina, encontra-se na Rua Coronel Quirino, nº 380, em terreno de $696,00 \text{ m}^2$. O projeto contempla dois subsolos, um com $496,00 \text{ m}^2$ e outro, com $576,00 \text{ m}^2$, somados, perfazem $1.072,00 \text{ m}^2$; o térreo, com $496,00 \text{ m}^2$ e 10 pavimentos, com 40 apartamentos de dois dormitórios, perfazendo uma área construída total de $4.348,59 \text{ m}^2$.

Esta implantação forneceu os seguintes índices urbanísticos:

1. Taxa de ocupação: $278,06 \text{ m}^2$ de $696,00 \text{ m}^2$ de terreno = 0,3995

2. Coeficiente de aproveitamento: $2.780,59 \text{ m}^2$ de $496,00 \text{ m}^2 = 3,995$
3. Área livre: $417,94 \text{ m}^2 = 60.05\%$
4. Densidade demográfica: $4 \text{ hab/un.} = 160 \text{ hab}/696,00 \text{ m}^2 = 2.298,85 \text{ hab/ha}$
5. Densidade habitacional: $40 \text{ apartamentos}/696,00 \text{ m}^2 = 574,71 \text{ res/ha}$
6. Densidade de construção: $2.990,00 \text{ m}^2/496,00 \text{ m}^2 = 62.479,74 \text{ m}^2/\text{há}$

O quarto edifício, batizado de Marco Polo, localizado na mesma rua Coronel Quirino, nº 320, em terreno de $1.762,70 \text{ m}^2$, é constituído de dois blocos; dois subsolos, com um total de $3.084,40 \text{ m}^2$; térreo com $555,47 \text{ m}^2$ e 13 pavimentos tipo, com quatro apartamentos de 3 dormitórios por pavimento, perfazendo 52 apartamentos com $6.619,99 \text{ m}^2$. Total de construção: $10.259,86 \text{ m}^2$.

Os índices urbanísticos fornecidos por esta implantação são os seguintes:

1. Taxa de ocupação: $509,23 \text{ m}^2$ de $1.762,70 \text{ m}^2$ de terreno = $0,289$
2. Coeficiente de aproveitamento: $6.619,99 \text{ m}^2$ de $1.762,70 \text{ m}^2 = 3,755$
3. Área livre: $1.253,47 \text{ m}^2 = 71,111\%$
4. Densidade demográfica: $5 \text{ hab/un.} = 260 \text{ hab}/1.762,70 \text{ m}^2 = 1.475,00 \text{ hab/ha}$
5. Densidade habitacional: $52 \text{ apartamentos}/1.762,70 \text{ m}^2 = 295,00 \text{ res/ha}$
6. Densidade de construção: $10.259,86 \text{ m}^2/1.762,70 \text{ m}^2 = 58.205,366 \text{ m}^2/\text{ha}$

3. Construção dos envelopes solares

Existem alguns softwares que tratam da insolação, trajetória solar, iluminação natural, sombreamento e acesso ao sol, desenvolvidos recentemente, além dos já vistos, como o Cityzoom, Townscope e Sustarc; além dos nacionais, como Luz do Sol, desenvolvido por Roriz, 1994. Esses programas permitem a geração de cartas solares, transferidores de ângulos de sombra, intensidade de radiação solar incidente em superfícies horizontais e incidência de raios solares em ambientes, bastando, para tanto, inserir os dados de latitude e longitude, data da análise e orientação da fachada em estudo, o que possibilita verificar a quantidade de horas de incidência solar, em diferentes épocas do ano. O DLN é outro software desenvolvido por Scarazatto, 1995,

dispõe de um banco de dados sobre a disponibilidade de luz em planos horizontais e verticais externos às edificações em localidades brasileiras, com três tipos de céu: claro, parcialmente nublado e encoberto.

Entre os softwares estrangeiros, sobressai o ECOTECT, desenvolvido na Escola de Arquitetura e Belas Artes da Universidade da Austrália Ocidental, por Andrew Marsh, em 1997. Este programa permite a possibilidade de simulação de conforto térmico, acústico e luminoso para os ambientes, com visualização em três dimensões. Com o ECOTECT é possível verificar o sombreamento dos edifícios no seu entorno, fornecendo os dados de latitude, longitude, hora e dia do ano, como mostra a figura 91.

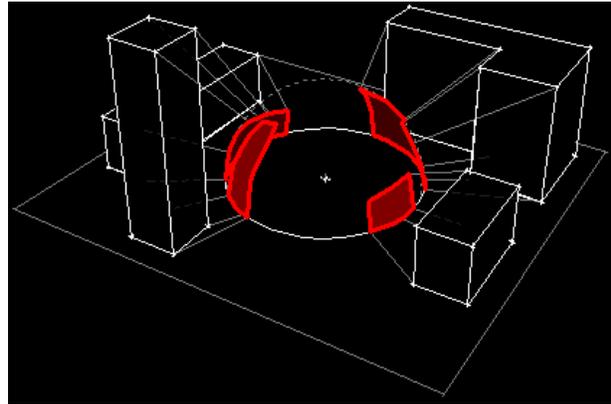
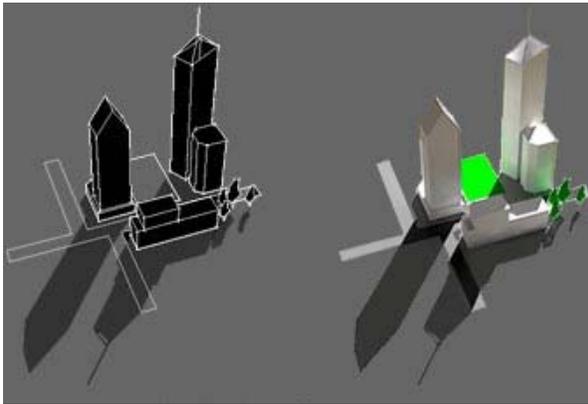


Fig. 91. Imagem computadorizada 3D das projeções de sombras pelo Ecotec e Radiance. Fonte: Square One. Fig. 92. Imagem criada de uma janela solar. Ecotec. Fonte: Square One.

As sombras podem ser construídas numa única imagem, de hora em hora, entre 9:00 h e 16:00 h. Tem interface com programas como o RADIANCE, que simula as condições de luz natural e artificial, mas, infelizmente, não interage com os sistemas CAD, o que não permitiu desenvolver o trabalho nesse ambiente. O ECOTECT também gera diagramas de janelas solares projetadas dentro de um hemisfério imaginário em torno de objetos, criando imagens como a da figura 92.

Na dificuldade momentânea para utilizarmos os softwares Townsop III, Sustarc, e o Ecotect, para gerar sombras e parâmetros, foi utilizado o comando de insolação *sunlight*, do 3ds max⁴⁷, e comparado com o *sun tool* do programa *The Solar Tool*⁴⁸,

⁴⁷ 3d studio max. Software desenvolvido inicialmente pela Discreat e depois pela Autodesk.

para verificação dos dados de latitude, longitude, dia, mês e hora, bem como dos resultados em azimutes e altitude do ângulo solar; somente quando estes parâmetros estiveram coerentes e em perfeita sintonia, iniciou-se a sua aplicação na construção dos envelopes solares.

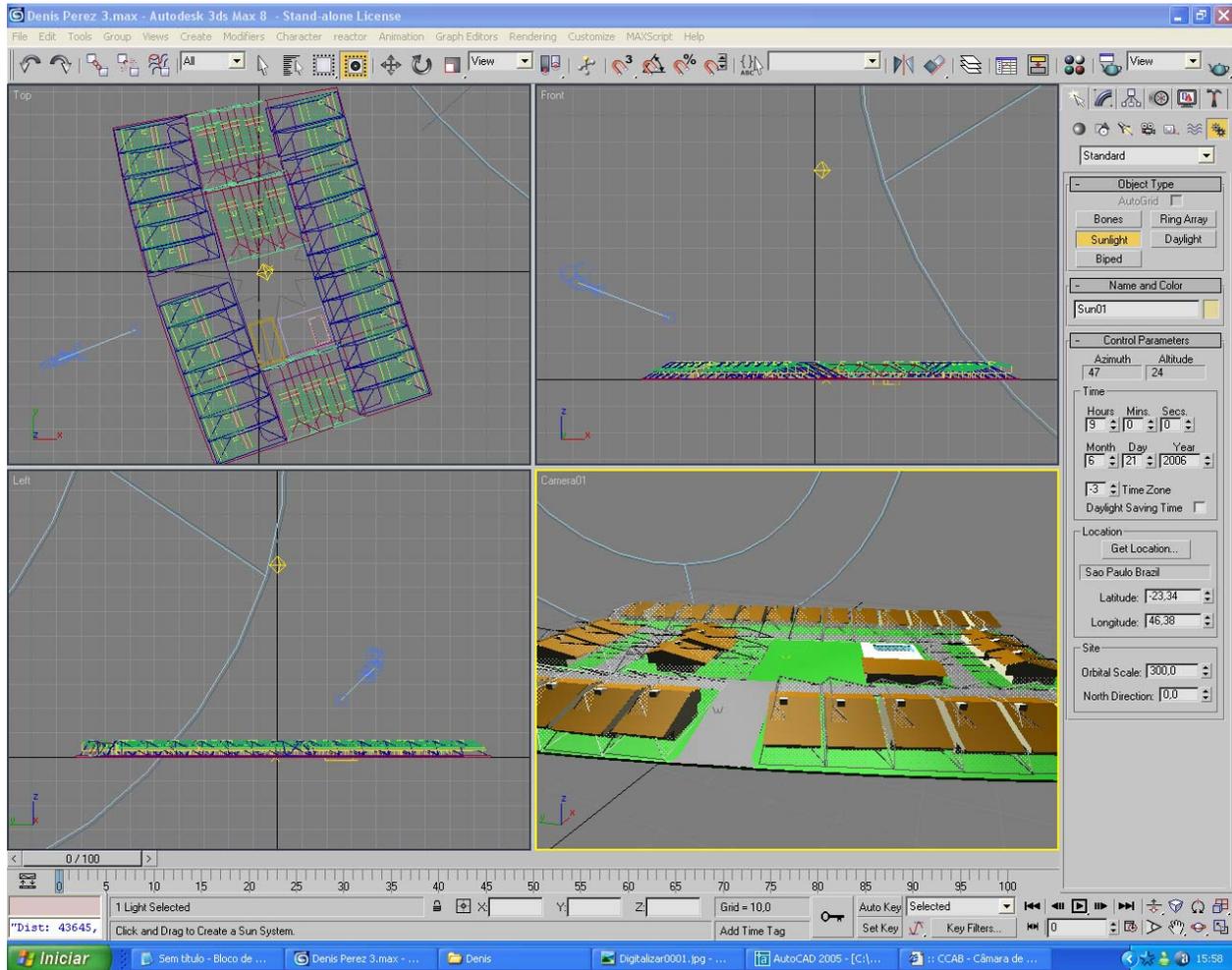


Fig. 93. Janela do 3ds.

A construção dos envelopes foi realizada no ambiente 3ds max8 (fig. 93), inicialmente, colocando a implantação geral dos empreendimentos na posição certa em relação ao norte. Paralelamente, foi usado o software *The Solar Tool*, no qual, fornecendo-se a latitude (23°S), e a longitude (46,5°O), o dia 21 de junho e as horas desejadas, de manhã e de tarde (fig. 94), tomaram-se os parâmetros indicados relativos a azimutes e ângulos de altura solar. A seguir, foram construídas, no ambiente 3ds

⁴⁸ The Solar Tool, software desenvolvido por Andrew Marsh, da Escola de Arquitetura e Belas Artes da Universidade da Austrália Ocidental, em 1998.

max8, as primeiras linhas na horizontal, depois de tomados os ângulos das alturas solares, construídas as linhas respectivas na vertical. E ainda, foram utilizadas as orientações contidas nas Tabelas criadas por Brown & Dekay, 2004 (anexos I e II) para verificação.

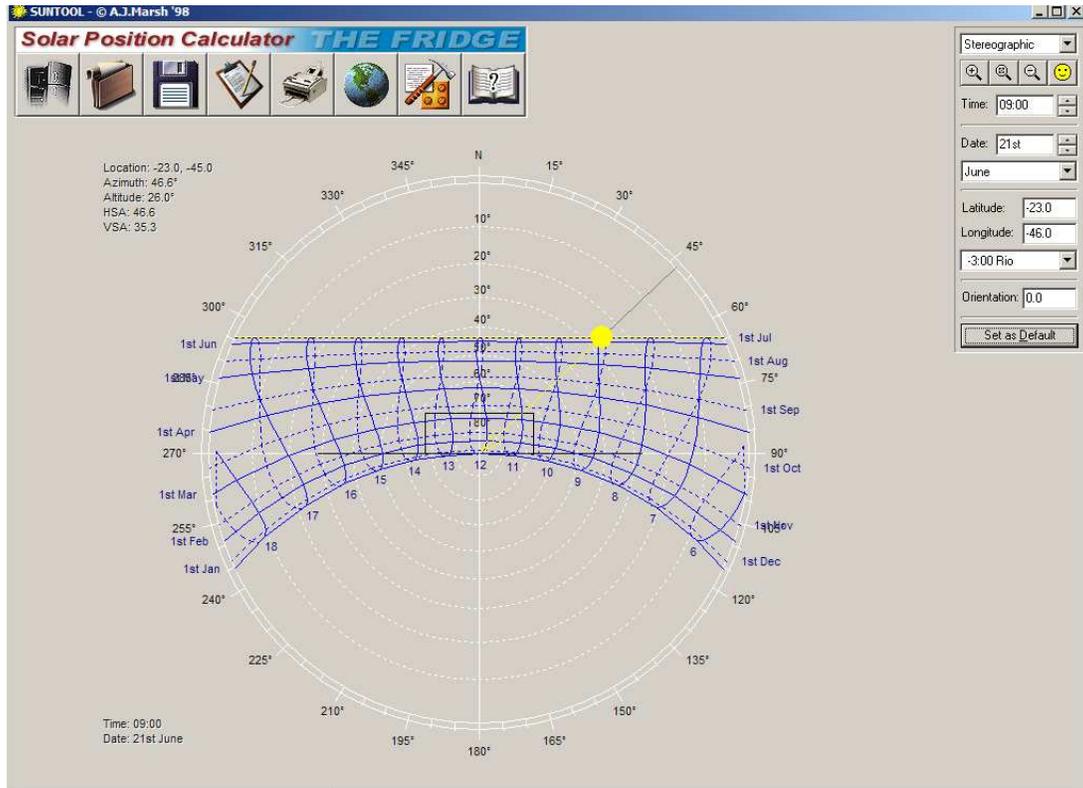


Fig. 94. Janela do *The Solar Tool*. Fonte: Suntool

Foram analisadas as posições críticas, nos dias 21 de junho. Nos horários entre 9:00 h e 15:00 h, período de 3 horas de insolação pela manhã e 3 horas durante a tarde, para as soluções residenciais horizontais, Joaquim Egídio e Taquaral; e das 10:00 às 14:00 hs para Barão Geraldo, solução em EHIS – Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social; e das 11:00 às 13:00h, para as soluções verticais, nos quatro condomínios no Cambuí. O intervalo de insolação foi adotado, pelos critérios de desejabilidade ou não de insolação, e em função da salubridade, apenas. As questões relativas ao aquecimento de água mediante coletores solares e transformação de energia por meio de células fotovoltaicas não foram tratados neste trabalho, e deverão ser objeto de estudos posteriores, mais específicos e precisos.

IV. ANÁLISE E RESULTADOS

A utilização do software Autodesk 3ds max8 permitiu a visão das imagens nas áreas escolhidas, nos dias 21 de junho, nos horários pré-determinados (das 9:00 às 15:00h, das 10:00 às 14:00h, e das 11:00 às 13:00h), com as construções e respectivas sombras; possibilitou a averiguação das condições de insolação nas fachadas das edificações e entre elas; e, ainda, verificar, com a construção dos envelopes solares, se a legislação está apropriada ou não aos terrenos, às edificações e à vizinhança.

Para melhor compreensão das relações entre os índices urbanísticos e densidades resultantes dos levantamentos de dados, elaborou-se duas tabelas: uma, de parâmetros urbanísticos, com a indicação do número de unidades, área do terreno, área total construída, taxa de ocupação, coeficiente de aproveitamento e área livre; e a outra, com indicação das densidades demográficas, habitacionais e construtivas.

Tabela 3 – **PARÂMETROS URBANÍSTICOS**

	Empreendimento	Número Unidades	A. Terreno (m ²)	Taxa de Ocup. (1)	Coef. de Aprov (1)	A. Livre (%)	Total de Área construída (m ²)
01	Joaquim Egídio	20	42.000,00	0,0642	0,102	93,58	4.284,68
02	Barão Geraldo	17	3.227,10	0,224	0,427	77,61	1.400,94
03	Taquaral	35	15.173,00	0,294	0,477	70,555	7.232,70
04	Cambuí						
	1. Águas Marinhas	40	1.126,00	0,307	3,077	69,23	5.277,30
	2. Huari	13	496,00	0,3425	4,23	65,75	2.990,00
	3. Carla Cristina	40	696,00	0,3995	3,995	60,05	2.780,59
	4. Marco Polo	52	1.762,70	0,289	3,755	71,111	6.619,99

Tabela 4 - **DENSIDADES**

	Empreendimento	Nº Unid.	A. Terreno (m ²)	Demográfica (hab/ha)	Habitacional (res/ha)	Construída (m ² /ha)	Total Área constr. (m ²)
01	Joaquim Egídio	20	42.000,00	28,57	4,76	1.020,16	4.284,68
02	Barão Geraldo	17	3.227,10	210	52	4.341,17	1.400,94
03	Taquaral	35	15.173,00	115,33	23,06	4.766,82	7.232,70
04	Cambuí						
	1. Águas Marinhas	40	1.126,00	1.420,96	355,24	46.867,67	5.277,30
	2. Huari	13	496,00	1.310,48	262,096	60.282,26	2.990,00
	3. Carla Cristina	40	696,00	2.298,85	574,71	62.479,74	2.780,59
	4. Marco Polo	52	1.762,70	1.475,00	295,00	58.205,36	6.619,99

1. Área de estudo I. Joaquim Egídio

Os envelopes solares foram construídos sobre a área privativa da fração ideal de terreno, de cada unidade condominial, tendo, a maioria delas, variação nas medidas frontais de 15,00 a 20,00m, pois a lei da APA não permite frentes menores de 15,00m; e, nas distâncias da frente aos fundos, de 50,00 até 80,00m, ainda foram acrescentados 2,00m nas laterais, e na frente, da largura da via interna (10,00m), mais o recuo do vizinho da frente (6,00m), completando as superfícies base para os envelopes solares, variando de 19,00m x 66,00m a 24,00m x 96,00m.

No solstício de inverno, dia 21 de junho, a partir das 9:00h, as faces orientadas para o leste das edificações estão totalmente insoladas, sem sombras. O azimute é de $46,5^\circ$ e o ângulo da altura solar é de 26° , baixo ainda no horizonte, mas que garante um bom tempo de insolação durante a manhã, três horas (fig. 95 e 96).

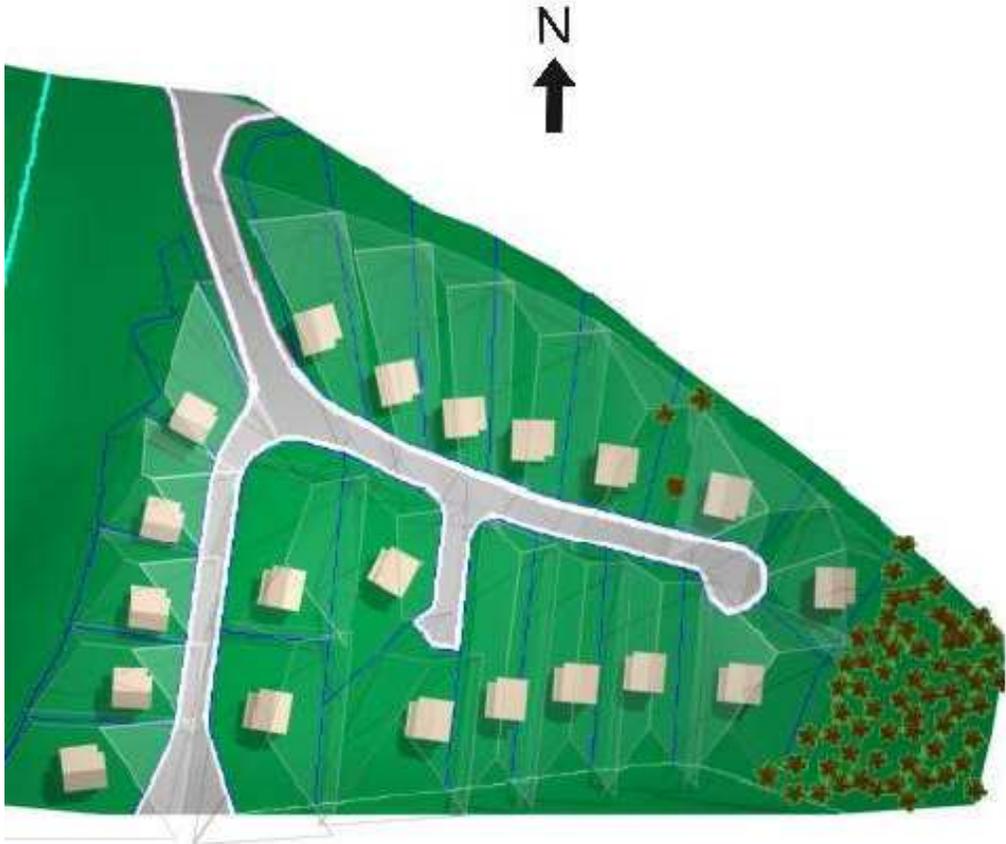


Fig. 95. Implantação geral com as casas, suas sombras e envelopes solares. 21 de junho. 9:00 h.

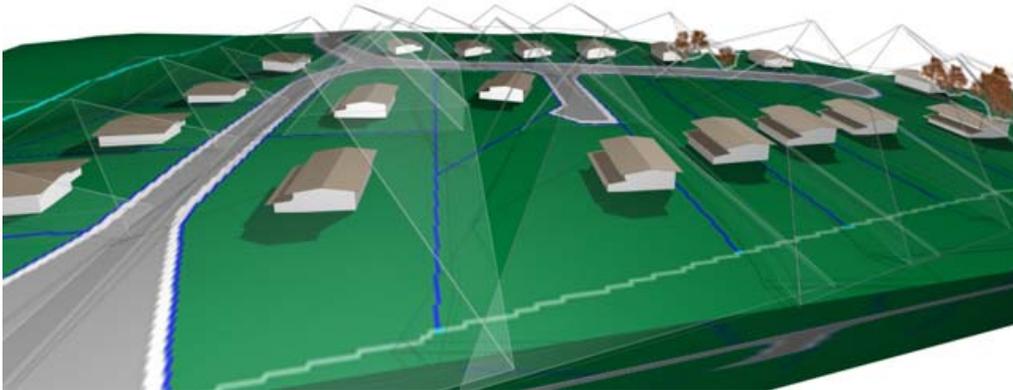


Fig. 96. Vista em 3d. 21 de junho. 9:00 h.

Observa-se que, pelas sombras lançadas pelas casas, nas figuras 95 e 96; e 98 e 99, mesmo às 15:00h do solstício de inverno (o azimute de $-46,1^\circ$ e o ângulo da altura solar de $26,4^\circ$), e às 9:00h, quando o sol está mais inclinado, as sombras não atingem as edificações vizinhas. O tempo de insolação, para este estudo, durante a tarde, é de 3,00 h, podendo ser, na prática, maior ainda.



Fig. 97. Corte esquemático.

Os envelopes solares apresentam uma grande volumetria em relação às edificações; assim, existe bastante flexibilidade para posicionar as casas e as árvores também. Os envelopes solares podem permitir, ainda, um adensamento maior, porém, como a legislação não o permite, pois que foi elaborada com esta finalidade (Plano Diretor, LUOS e Lei da APA), de muita restrição à urbanização, as densidades decorrentes são muito baixas.

Como as casas só podem ter dois pavimentos, exceto quando a declividade for maior do que 8% - a qual permite mais um pavimento; e a distância entre as edificações é de um mínimo de 4,00m, o acesso ao sol em todas as unidades residenciais é garantido.

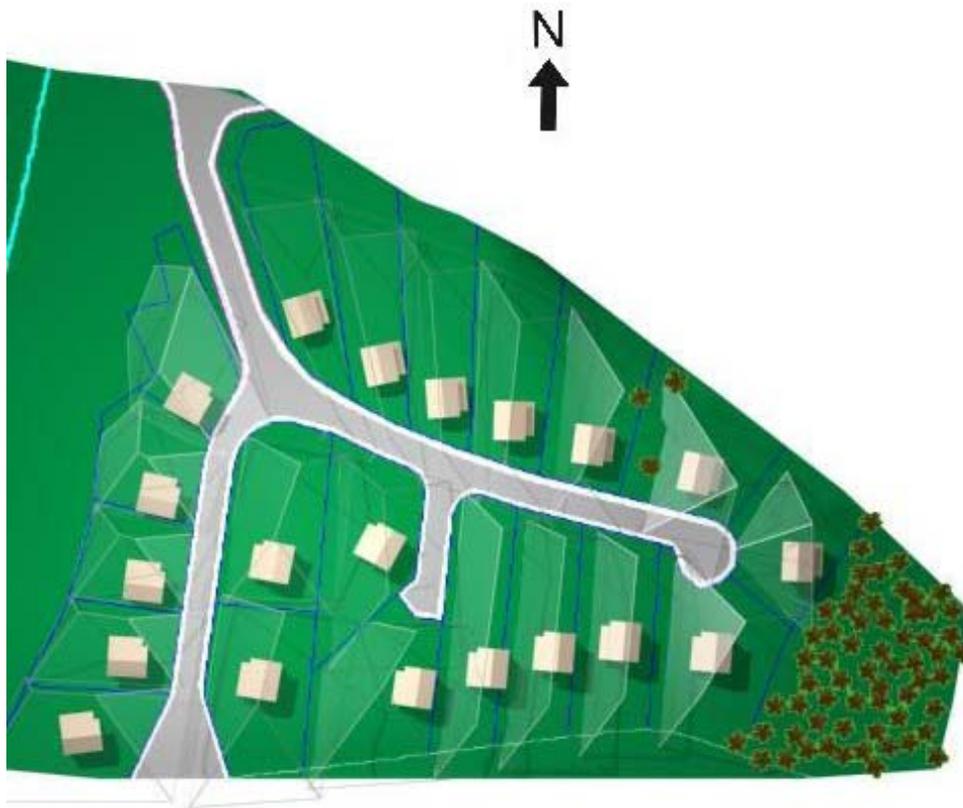


Fig. 98. Implantação geral com as casas, suas sombras e envelopes solares. 21 de junho. 15:00 h.

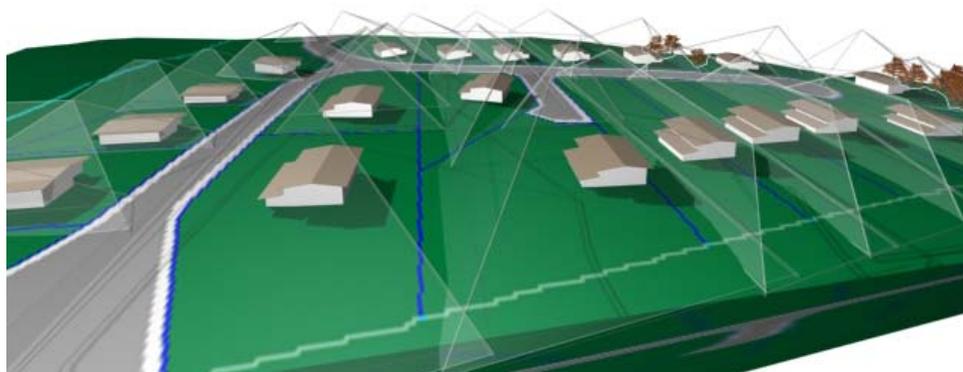


Fig. 99. Vista em 3d. 21 de junho. 15:00 h.

Fazendo considerações à respeito, pode-se constatar que:

- Pela tabela 3, a implantação das 20 residências numa gleba com 42.000,00 m² - o que representa uma fração ideal de terreno de 2.000,00 m² por unidade - com 4.284,68 m² de construção, proporciona uma taxa de ocupação de 0,0642, um coeficiente de aproveitamento de 0,102 e uma área livre de 93,583%.

- Pela tabela 4, tem-se uma densidade demográfica de 28,57 habitantes por hectare, uma densidade habitacional de 4,76 residências por hectare e uma densidade construtiva de 1.020,16 m² por hectare, índices de urbanização muito baixos.
- Foi uma opção de maior conforto, pois a legislação permite uma taxa de ocupação de 0,4 (x 0,6 por tratar-se de gleba = 0,24), um coeficiente de aproveitamento de 0,8 (x 0,6 por tratar-se de gleba = 0,48) e área livre de 70%, assim como permite um número de 40 unidades com fração ideal de terreno de 1.000,00 m² por unidade.
- Se fosse dobrado o número de unidades, seriam obtidos índices ainda muito baixos, e bons, pois a taxa de ocupação resultaria em 0,128 (sendo permitida 0,24), o coeficiente de aproveitamento de 0,204 (sendo permitido 0,48), e a área livre de 87,166% (sendo permitida 70%); as densidades seriam de: 57,14 hab/ha, densidade habitacional de 9,52 res/ha e densidade construída de 8.569,36 m²/ha, índices ainda baixos. O envelope solar, ainda assim, mantém uma grande volumetria, em proporção às edificações.

A implantação do condomínio residencial multifamiliar HMM-4, na APA, desta forma, oferece espaços generosos, que se assentam amigavelmente no local, com baixas densidades, mantendo a horizontalidade da cidade em evidência, com a valorização do solo e boa qualidade de vida. É uma constatação de que a legislação: Plano Diretor, Lei da APA e LUOS, desta forma, intervém diretamente, com o projeto do edifício e o planejamento do lugar, na ocupação e no uso do solo.

2. Área de estudo II. Barão Geraldo

Os envelopes solares foram construídos sobre dois terrenos privativos, contendo um edifício com duas casas geminadas. Cada edifício tem 17,84m de frente por 13,25m da frente aos fundos, acrescidos de 4,36m nas laterais, que é a distância entre edifícios; e, na frente, de mais 7,00m correspondentes à via interna, e 2,00 de afastamento de fundo do vizinho externo ao condomínio. Total da superfície base dos envelopes solares de 22,20m x 24,25m. A base foi levantada 1,0m acima do terreno.

Nesta área, os períodos de análise foram realizados para o mesmo dia 21 de junho, porém em horários diferentes e em intervalos menores, por considerarmos que o empreendimento tem as suas unidades residenciais muito próximas e de pequenas dimensões, e os envelopes solares poderiam ser um pouco mais altos; adotou-se, pois, o tempo de insolação, a partir das 10:00 h, quando o azimute é de $35,8^\circ$ e o ângulo da altura solar de $38,5^\circ$, o que garante quatro horas de insolação nas fachadas - duas de manhã e duas à tarde, até às 14:00 h, quando o azimute é de $-36,0^\circ$ e o ângulo de altura solar de $39,9^\circ$. A orientação das edificações, pela colocação da via interna no meio do terreno, da frente aos fundos, única opção para implantação das 17 residências, prejudicou a insolação nas fachadas orientadas a SE (fig. 100 e 101).

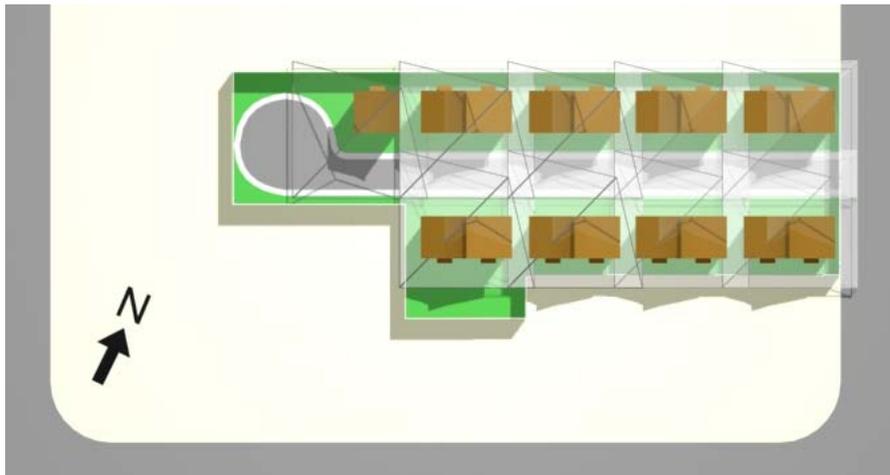


Fig. 100. Implantação das casas, suas sombras e envelopes solares. 21 de junho, 10:00 h.

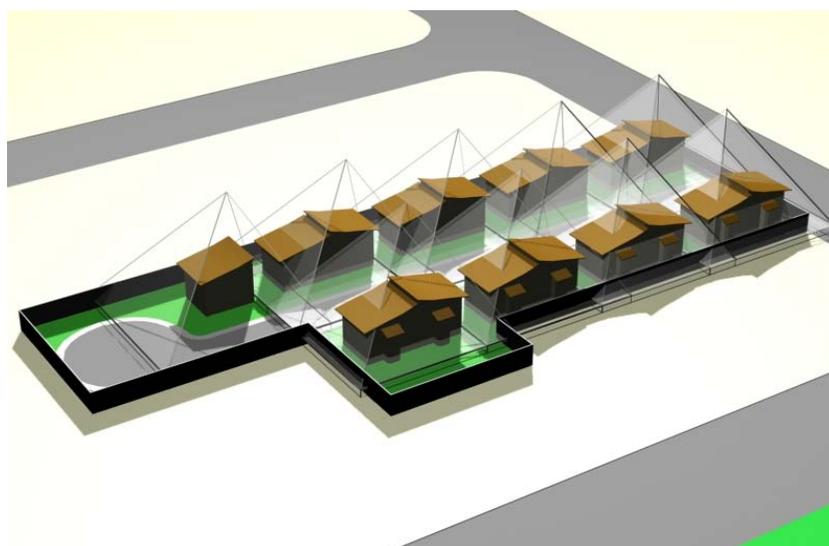


Fig. 101 Vista em 3d. 21 de junho, 10:00 h.

Analisando este projeto, verificou-se que:

- A lei 10.410/2000, dos EHIS, permite empreendimentos em até 10.000,00m² de terreno, e unidades residenciais que variam de 125,00m² a 200,00m² de fração ideal de terreno, o que representa uma média de 80 a 50 unidades por hectare, considerada bastante elevada (52 é o nosso número). Não permite construções acima de 80,00m², tanto que consideramos 04 habitantes por moradia, o que totaliza 68 habitantes para todo o empreendimento, ou 210 habitantes por hectare, índice que consideramos elevado entre as baixas densidades.
- A taxa de ocupação de 0,224 está dentro das taxas admitidas para a zona residencial 3BG, que permite 0,6, e o coeficiente de aproveitamento de 0,427 também, pois a legislação permite o índice 1.
- Fazendo uma simulação, e dobrando estas quantidades para 0,448 e 0,854, respectivamente, ainda se estaria atendendo a LUOS e Plano Local de Gestão de Barão Geraldo, porém, com relação às densidades, segundo a tabela 3, a densidade demográfica passaria de 210 hab/ha para 420 hab/ha, a densidade habitacional de 52 res/ha para 104 res/ha e a construtiva de 4.341,17 m²/ha para 8.682,34 m²/ha, índices considerados bastante altos para agrupamentos horizontais, e que certamente não seriam aprovados pelo Condepacc, em atendimento à Resolução 02/94 do Condephaat, que permite dois pavimentos e 8,0m de altura da edificação.
- A legislação de EHIS, em conjunto com as demais aplicadas para o local, apesar de restritiva, pode-se verificar, é omissa nas questões de insolação das fachadas, deixando por conta do projetista a orientação destas.

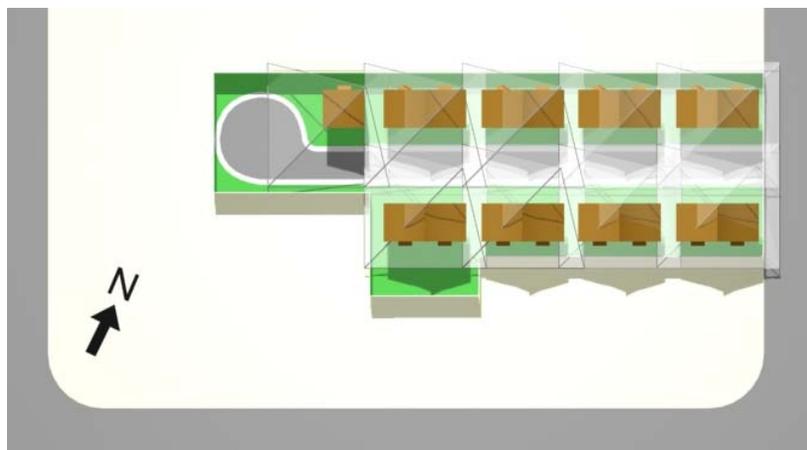


Fig. 102. Implantação das casas, suas sombras e envelopes solares. 21 de junho, 14:00 h

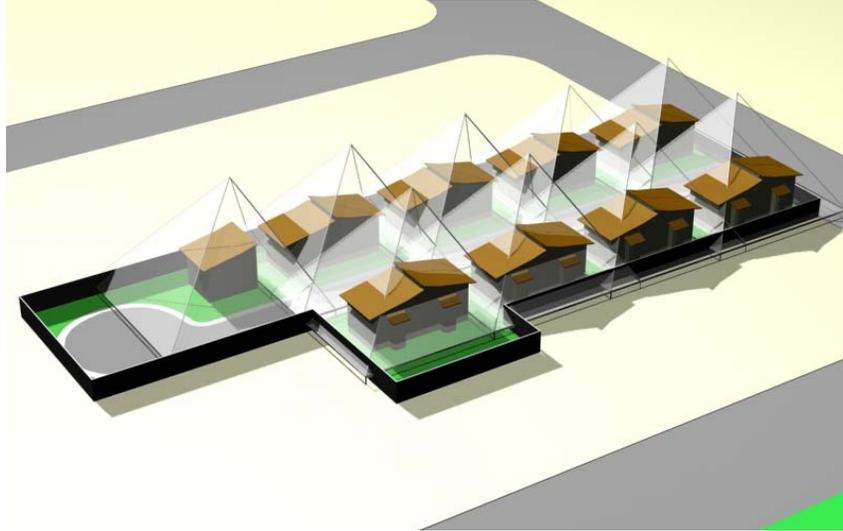


Fig. 103. Vista em 3d, 21 de junho, 14:00 h

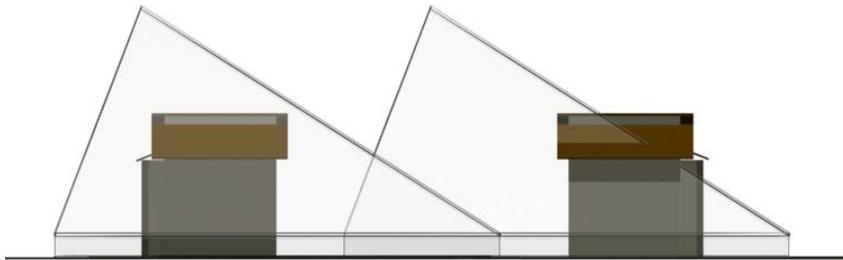


Fig. 104. Corte esquemático transversal



Fig. 105. Corte esquemático longitudinal

Pelos envelopes solares, é possível verificar que: as residências implantadas na parte inferior da via interna (face principal a nordeste), extrapolam os limites do envelope, e as sombras, tanto às 10:00 h quanto às 14:00 h, invadem o terreno vizinho. Desta forma, o direito de acesso ao sol do vizinho fica violado, por outro lado, a fileira de casas na parte superior da via (face principal sudeste), não extrapola os limites do envelope e as sombras não atingem o vizinho ao norte, nem os vizinhos do condomínio (fig. 100, 101, 102 e 103). Pode-se deduzir que, se a fileira de casas da parte inferior

fosse deslocada para o norte, colocando-a para dentro dos limites do envelope solar, estaria atendendo aos direitos de acesso ao sol do vizinho (fig. 104 e 105). Também, poderia ser aumentado o coeficiente de aproveitamento, ampliando as dimensões dos pavimentos da fileira de casas ao norte e rever as dimensões dos recuos e afastamentos, para o que haveria que se introduzir em alterações na legislação. Outra opção poderia ser a de reduzir ainda mais o tempo de insolação, assim, o envelope, ficando mais alto, e as sombras menores, asseguraria, à vizinhança do acesso ao sol.

3. Área de estudo III. Parque Taquaral

Nesta área de estudo, os períodos da análise são, também, no solstício de inverno, dia 21 de junho, das 9:00 h (azimute de $46,5^\circ$ e ângulo de altura solar de 26°) às 15:00 h (azimute de $-46,1^\circ$ e ângulo de altura solar de $26,4^\circ$). Este condomínio apresenta frações ideais de terreno pequenas (média de $433,51\text{m}^2$) e áreas privativas da ordem de $280,00\text{ m}^2$, com $12,00\text{m}$ de frente, e distâncias da frente aos fundos de $24,00\text{m}$. Para as superfícies base dos envelopes solares, foram acrescentadas a essas distâncias, $1,50\text{m}$ em cada lateral e $8,50\text{m}$ da via interna, totalizando $15,00\text{m} \times 32,50\text{m}$. Os resultados da construção dos envelopes foram analisados de duas formas: uma que atende a esta divisão - envelopes por unidade residencial - e a segunda, que considera o envelope para agrupamento de unidades residenciais.

Os envelopes solares foram construídos, um para cada unidade área privativa de fração ideal de terreno, e constata-se que eles ficam menores do que as edificações. Como os ângulos de altura solar de $24,6^\circ$, são baixos demais para uma distância de $12,00\text{m}$, acabam por não admitir uma altura para a cumeeira do envelope solar capaz de abrigar as edificações, o que demonstra que os envelopes solares não são adequados para terrenos com medidas pequenas, de pouca frente (vide figuras 106, 107, 110 e 111), inviabilizando a ocupação desse solo. Os cortes ilustram, também, estas limitações, como mostram as figuras 108 e 109.

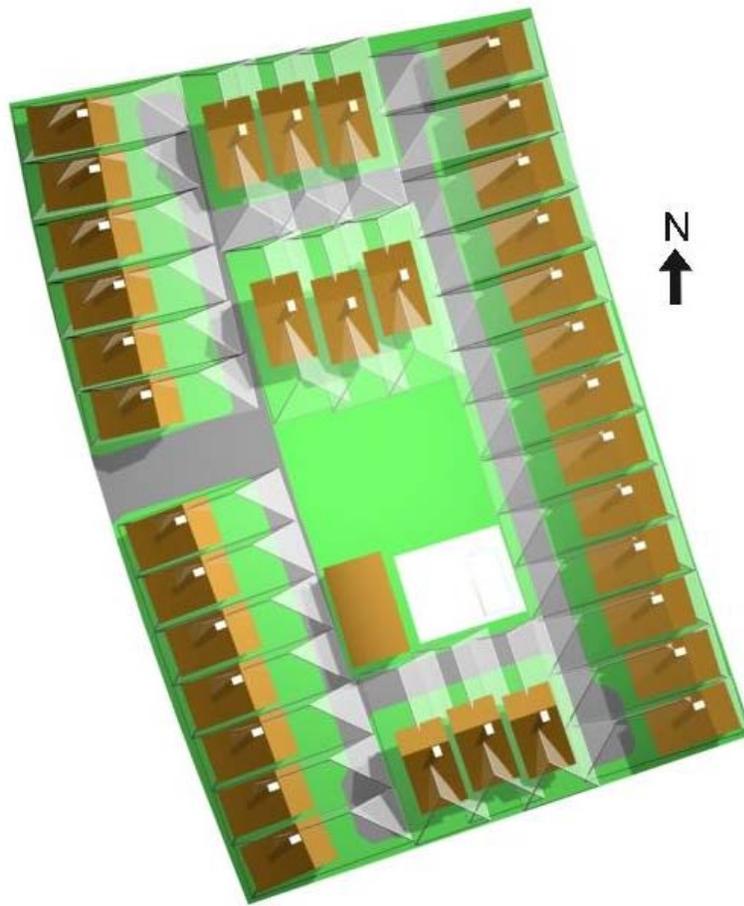


Fig. 106. Implantação das edificações, suas sombras e envelopes solares. 21 de junho. 9:00 h.

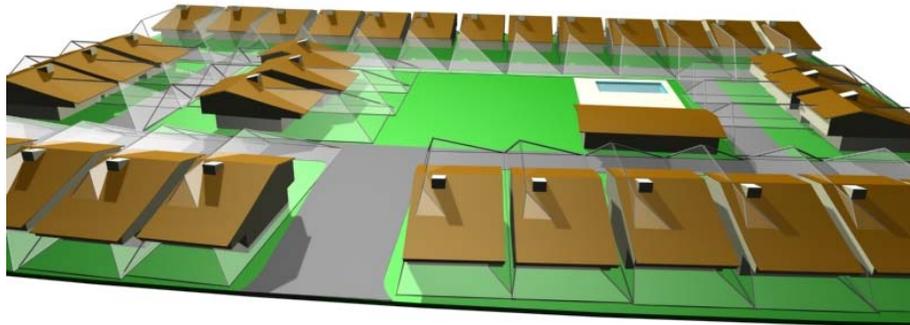


Fig. 107. Vista em 3d da rua João Chatti. 21 de junho. 9:00 h.



Fig. 108. Corte transversal. Envelopes pequenos e insuficientes.



Fig. 109. Corte longitudinal. Envelopes pequenos e insuficientes

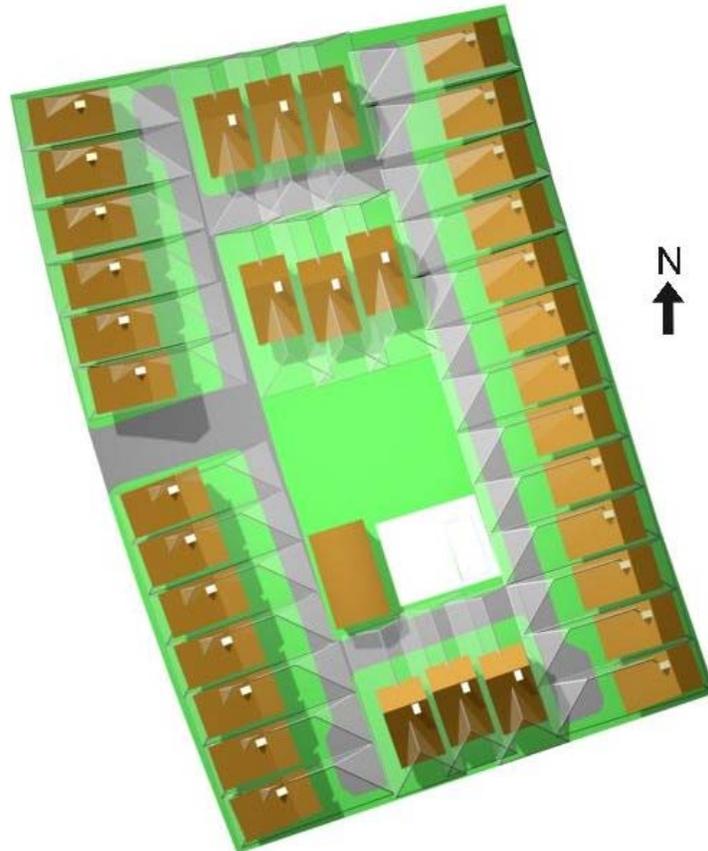


Fig. 110. Implantação das edificações, suas sombras e envelopes solares. 21 de junho. 15:00 h.

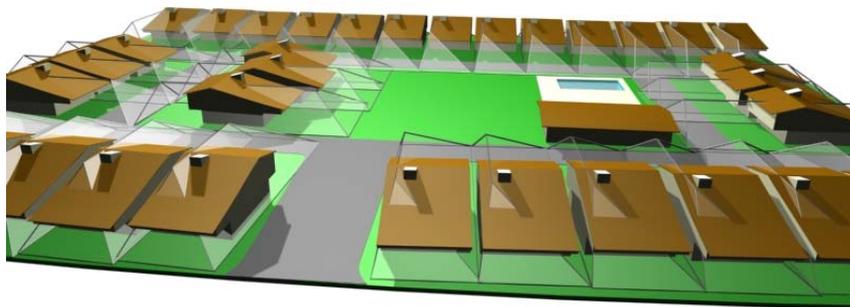


Fig. 111. Vista em 3d. 21 de junho. 15:00 h.

Em razão do envelope solar por terreno privativo não englobar a edificação, optou-se pela construção dos envelopes solares sobre agrupamento de casas

contíguas e separadas por corredores para onde se abrem, apenas, janelas de ventilação, obtendo um resultado melhor, como mostram os cortes nas figuras 112 e 113; e, já que a insolação é desejada de manhã, as fachadas estão orientadas para o leste, na maioria das casas, ou para a face norte (figuras de 114 a 117).



Fig. 112 Corte transversal. Envelope solar para grupo de residências.

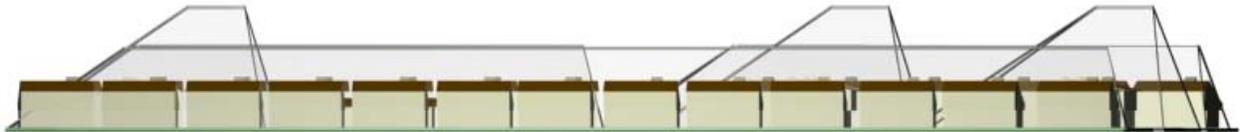


Fig. 113. Corte longitudinal. Envelope Solar.

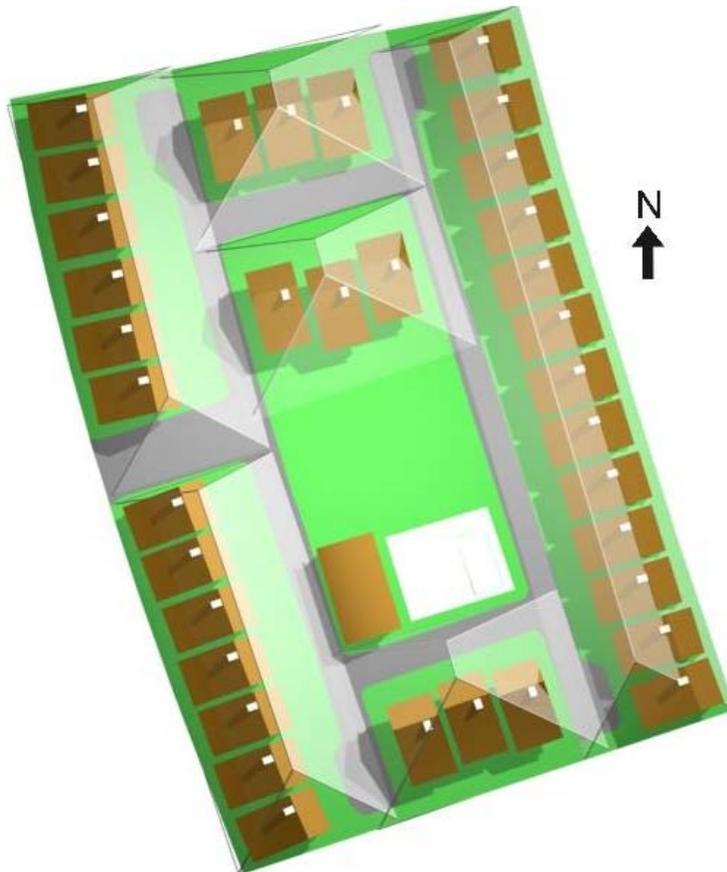


Fig. 114. Implantação das edificações, suas sombras e envelopes solares para agrupamento de residências. 21 de junho. 9:00 h.

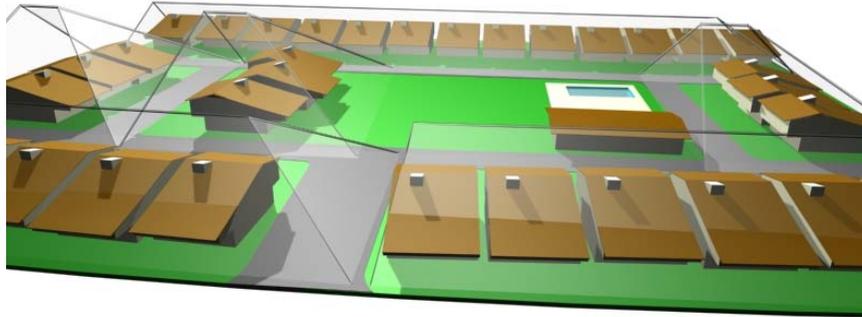


Fig. 115. Vista em 3d. 21 de junho. 9:00 h. Envelopes solares para agrupamento de residências.

A implantação das edificações foi efetuada com dois tipos de casas padrão: aquelas que se encontram à direita, e cujos dormitórios ficam na parte superior e as salas de estar na parte inferior, estão orientados para o leste, recebendo o sol da manhã; os compartimentos de acesso (abrigo para carros) e áreas de serviço estão voltados para receber o sol da tarde. Nas casas do lado esquerdo, os dormitórios encontram-se na parte superior, voltada para o leste, assim como os acessos na parte inferior; as salas de estar estão voltadas para os fundos das áreas privadas da fração ideal de terreno e recebem o sol da tarde (figuras 116 e 117).

Pode-se deduzir que:

- Como os envelopes solares mostram-se inadequados para os terrenos pequenos, e foram construídos os envelopes solares agrupando fileiras de residências, apresentando-se, desta forma, suficientemente apropriados, as edificações visualizam-se bem colocadas, havendo folgas nos volumes, o que sugere ser possível uma otimização, aumentando o índice de aproveitamento, que é de 0,477.
- A lei de Uso e Ocupação do Solo permite o coeficiente 0,6 para glebas, que não têm a infra-estrutura necessária, e o coeficiente 1,0 para lotes que possuem toda infra-estrutura, que é o caso. A legislação poderia permitir, por exemplo, mais um pavimento, assim alcançaria um aproveitamento melhor, mantendo a mesma taxa de ocupação e área livre.
- Pela tabela 4, a densidade demográfica é de 115,33 hab/ha, podendo ser aumentada, no caso de se ampliar o número de unidades (a legislação permite até 60 unidades),

até 197,70 hab/há; o número de residências passaria de 23,06 res/ha para 39,53 res/ha, e a densidade construtiva, de 4.766,82 m²/ha para 8.171,69 m²/ha.

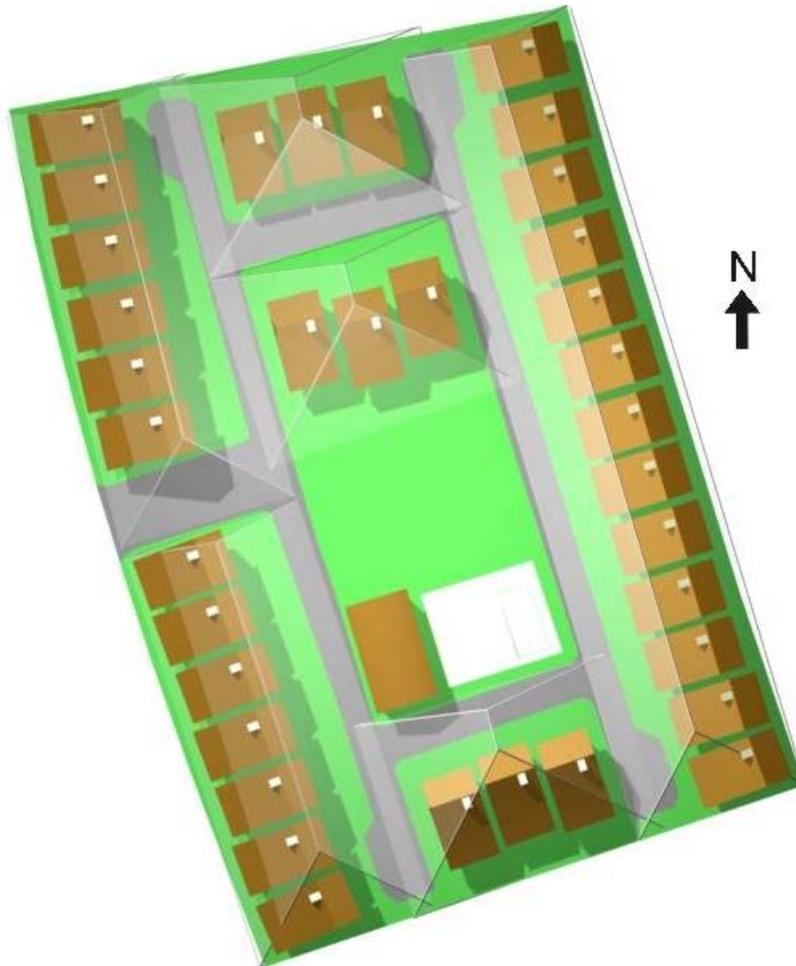


Fig. 116. Implantação das edificações, suas sombras e envelopes solares para agrupamento de residências. 21 de junho. 15:00 h

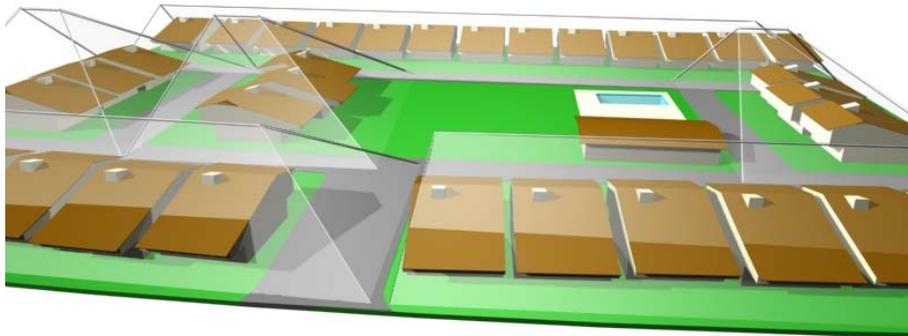


Fig. 117. Vista em 3d. 21 de junho. 15:00 h. Envelopes solares para agrupamento de residências.

4. Área de estudo IV. Cambuí.

O bairro do Cambuí, contíguo ao Centro de Campinas, era constituído por chácaras e casarões, até a publicação da Lei 1.933/59, quando foi iniciada a verticalização, de início um pouco discreta, até a década de 80, quando foi acentuada por pressões do mercado imobiliário, valorizando o solo urbano. A nova lei 6.031/88, na tentativa de controlar esse desenvolvimento, reduziu o índice de aproveitamento de 4 para 3, assim mesmo, a lei mostrou imperfeições, já que, com esse índice, permite garagens só nos subsolos e térreos. Na nossa vivência profissional, observamos que a lei, traz outras dificuldades: quando é utilizado todo o coeficiente de aproveitamento, as áreas para as garagens tornam-se insuficientes, provocando dificuldades para projetar. E se, por acaso, fosse permitido construir as garagens nos pavimentos superiores ao térreo, teríamos mais impacto no tráfego, já caótico, no bairro. A impermeabilização dos lotes, com a construção das pavimentações para os estacionamentos, e a ocupação nos pavimentos térreos, de praticamente o lote todo, provoca enchentes e alagamentos nas ruas.

As análises dos quatro edifícios neste quarteirão do bairro Cambuí foram realizadas para o dia 21 de junho, os horários, porém, sofreram variação. Tendo em vista que no bairro é permitida a verticalização, e que os afastamentos laterais são de 3,00m, podendo balançar 1,20m, ou seja, afastamento de 1,80m (Pela Lei 1933/59), que se mostram, a priori, insuficientes para insolação de edifícios altos, optamos por reduzir o horário de insolação para uma hora de manhã e uma à tarde, isto é, das 11:00h (azimute de $18,7^\circ$ e ângulo de altura solar de $41,3^\circ$) às 13:00h (azimute de $-17,4^\circ$ e ângulo de altura solar de $41,9^\circ$). Os resultados obtidos inicialmente, indicam a gravidade do problema, pelas sombras projetadas como são apresentadas nas figuras 118 e 119. Cada edifício foi projetado de acordo com a legislação vigente, e para cada um foram resolvidas as questões de insolação de forma isolada, ou seja, resolvendo seu próprio problema, sem pensar na vizinhança.

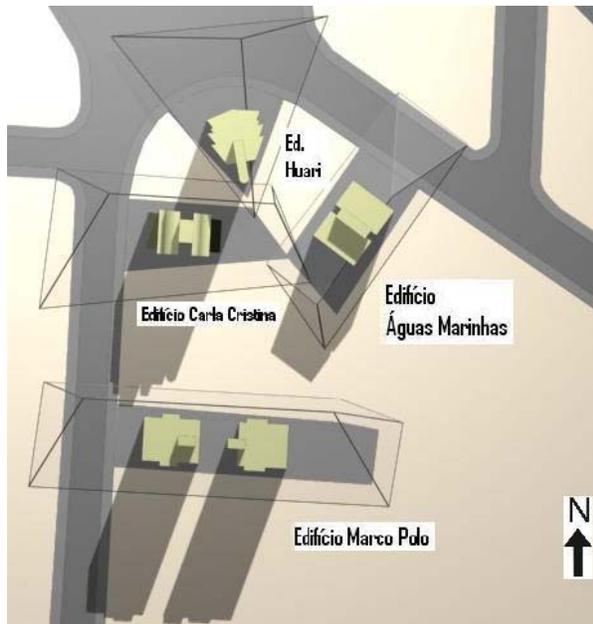


Fig 118. Implantação. Envelopes e sombras. 21 junho, 11:00 h

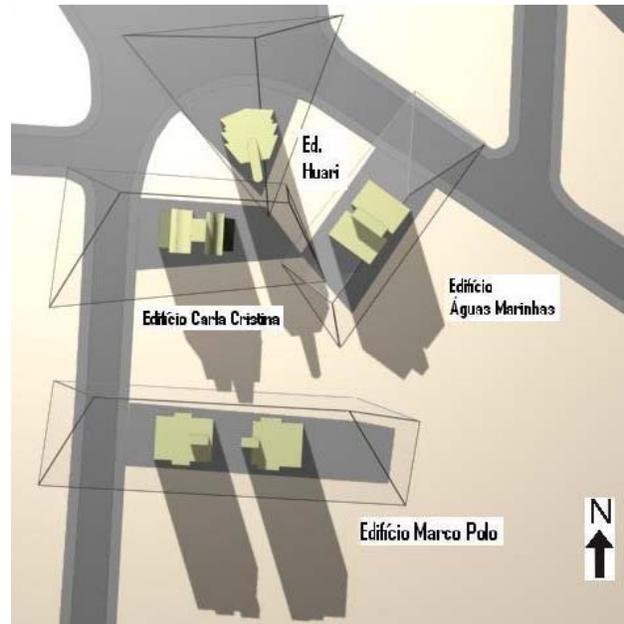


Fig. 119. Implantação. Envelopes e sombras. 21 junho 13:00 h

Em geral, as aberturas das salas e dormitórios foram colocadas para as frentes e para os fundos do terreno, deixando as laterais só para as aberturas de banheiros, cozinhas e áreas de serviço. No período da manhã, os edifícios Águas Marinhas e Huari, pela rua Coronel Francisco de Andrade Coutinho, não são atingidos por sombras de outros edifícios, visto que as suas fachadas principais estão localizados nas posições nordeste e norte do quarteirão, mas eles provocam sombras sobre seus confrontantes e vizinhança, havendo até sobreposição de sombras de um edifício com sombras do outro, sobre os vizinhos. O envelope solar construído sobre o lote, mostra que o a altura do edifício extrapolou os seus limites (fig. 120).

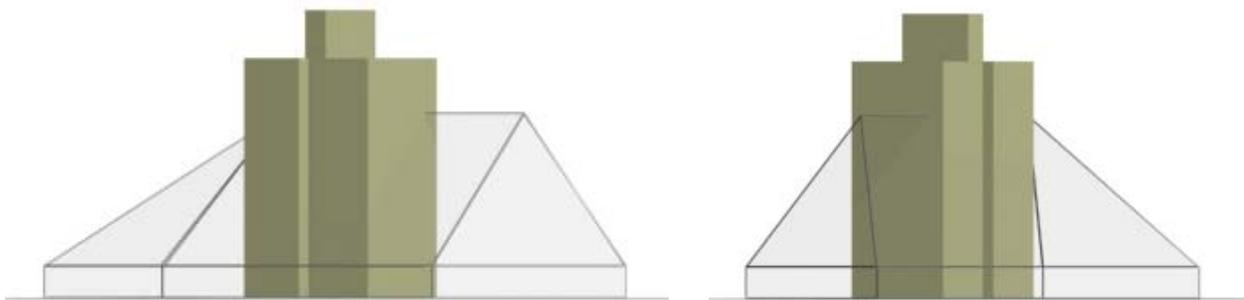


Fig. 120. Cortes esquemáticos do Edifício Águas Marinhas e respectivo envelope solar.

O edifício Huari, por estar localizado frente a uma pequena praça, teve o seu gabarito aumentado, portanto, pode-se aumentar, também, a altura. Neste edifício, todas as salas e dormitórios foram voltados para a frente, por isso, a concepção dos apartamentos foi feita em duplex, ficando para os fundos a caixa da escada e janelas de banheiros. O envelope solar foi construído sobre o lote, 1,80m sobre os vizinhos nas laterais, e avança sobre a rua e a praça em frente, adotando uma forma descentralizada com relação ao terreno e à edificação (fig. 121).

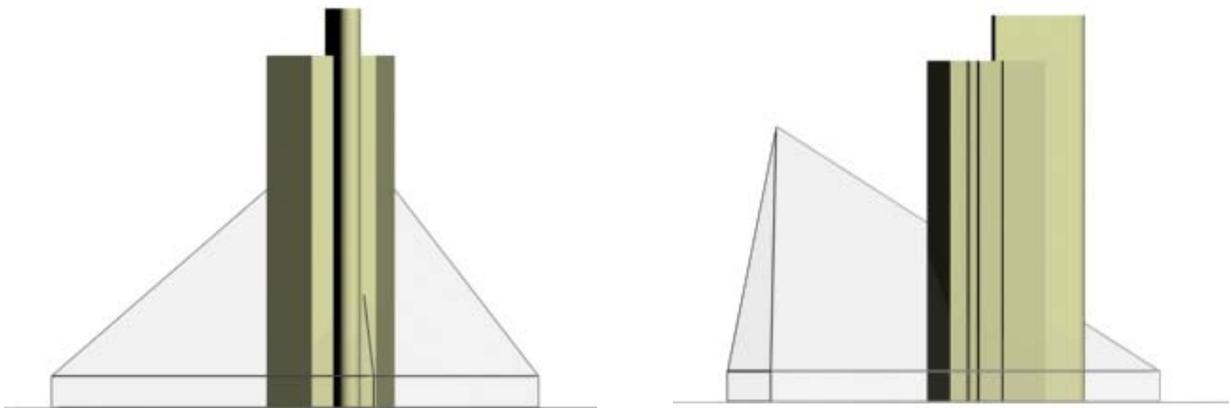


Fig. 121. Corte esquemático do Edifício Huari com seu envelope solar.

Igualmente no período da tarde, os edifícios Carla Cristina e Marco Polo, pela rua Coronel Quirino (posicionados ao oeste do quarteirão), não são atingidos pelas sombras dos edifícios do lado oposto da rua, pela própria distância entre eles (14,00m. da largura da rua e mais 12,00m. correspondentes aos recuos obrigatórios formam a distância de 26,00m.); estes edifícios, por outro lado, lançam sombras sobre o centro do quarteirão, atingindo também a vizinhança. Estas situações são ratificadas pelos envelopes solares (fig. 122 e 123).

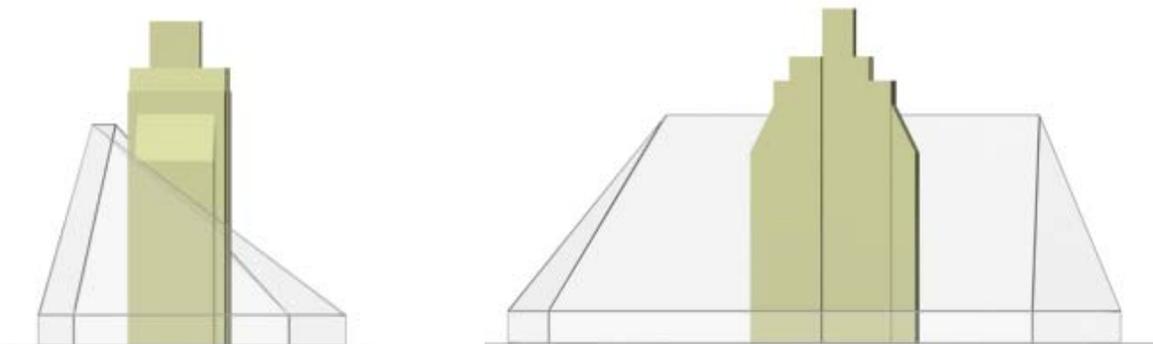


Fig. 122. Corte esquemático do Edifício Carla Cristina e seu envelope solar

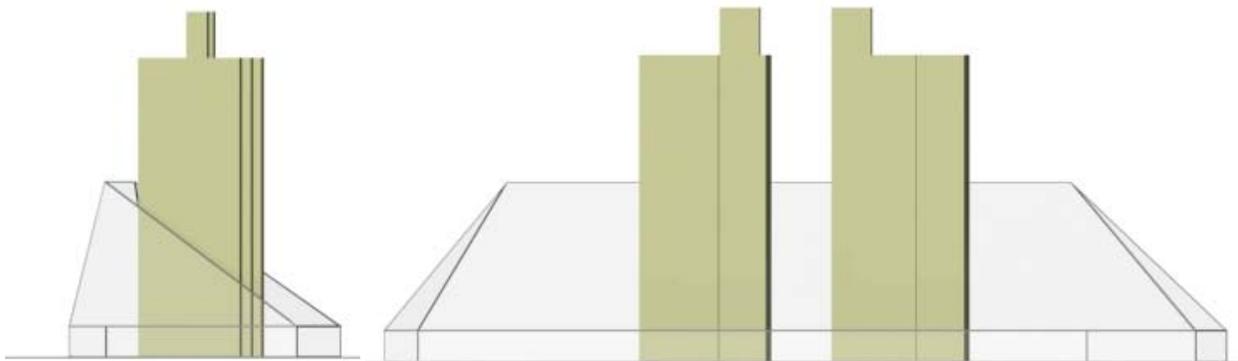


Fig. 123. Corte esquemático do Edifício Marco Pólo e seu envelope solar

As aberturas das salas de estar e dos dormitórios estão voltadas para as frentes e para os fundos dos respectivos terrenos, ficando, as aberturas laterais, apenas para banheiros, cozinhas, áreas de serviço ou corredores. Os envelopes foram construídos para cada terreno e avançaram pela rua até alcançar os 6,00m de recuo frontal obrigatório dos terrenos ao outro lado da rua. Nos fundos também avançaram sobre os terrenos vizinhos em 6,00m, que são os afastamentos de fundo obrigatórios. E nas laterais, 1,80m sobre os terrenos vizinhos. Em todos os casos, os envelopes foram levantados 4,00m do chão (3,00m para a altura do térreo e 1,00m para o peitoril das janelas), em razão da insolação ser necessária para os apartamentos do primeiro andar, desconsiderando o pavimento térreo, onde a legislação não permite a construção de unidades residenciais, mas, apenas para acessos, áreas comuns e garagens.

As figuras 124 e 125 mostram os envelopes solares construídos sobre cada terreno e suas edificações, que se apresentam baixos; e os edifícios ultrapassam os limites de suas volumetrias. Fica claro que a altura dos edifícios permitida pela legislação (Lei 1.933/59 que adotava o coeficiente de aproveitamento 4 e a Lei 6.031/88 que adota o coeficiente 3, assim como a regra para adotar a altura dos edifícios (gabarito) não está em concordância com os envelopes solares. Torna-se evidente, portanto, que as legislações não têm sido as mais adequadas, pois não contemplam estas situações de insolação e sombreamento entre edifícios vizinhos.

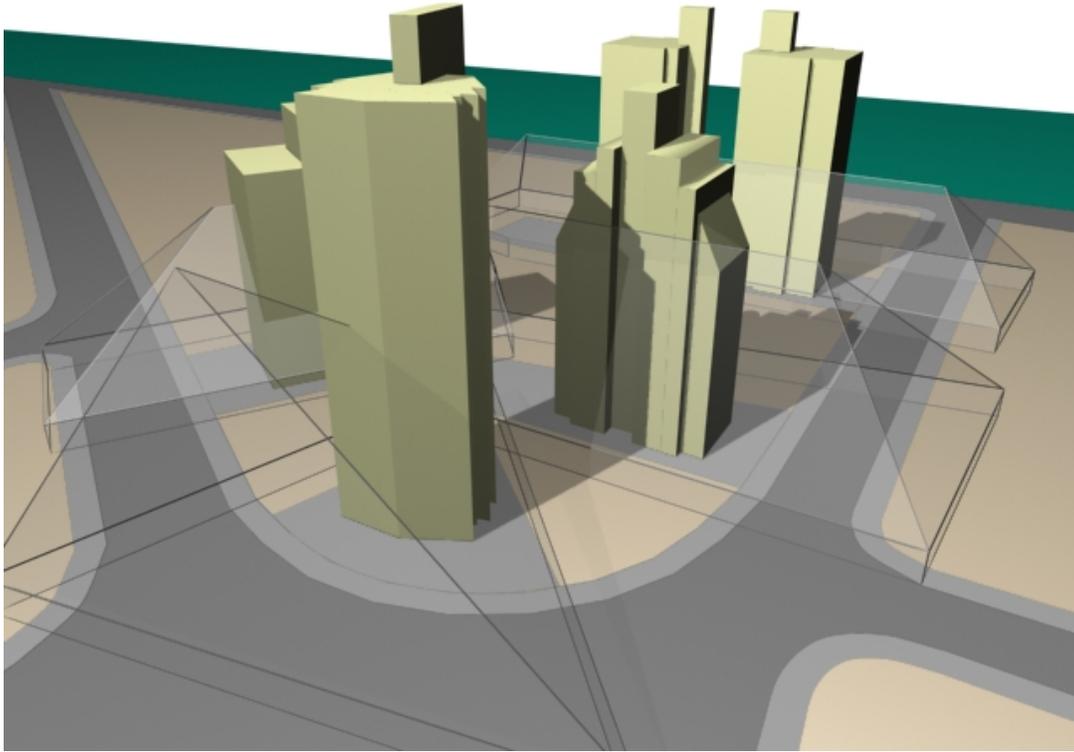


Fig. 124. Vista 3d. 21 de junho às 11:00 hs.

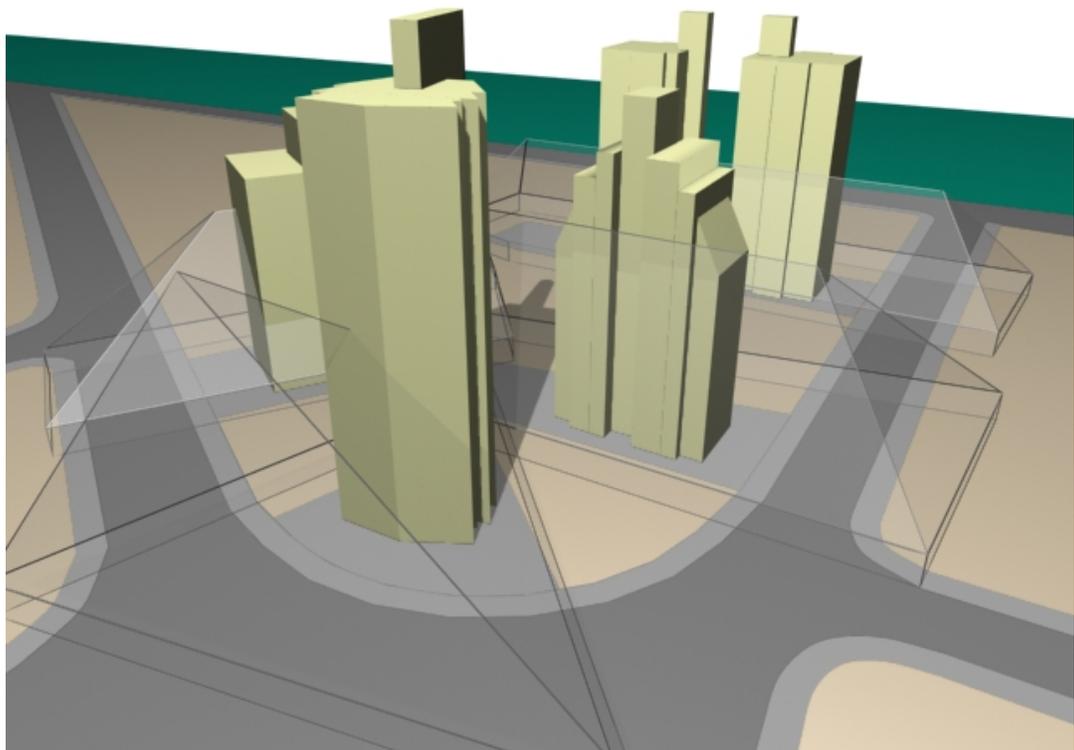


Fig. 125. Vista 3d. 21 de junho às 13:00 hs.

5. Considerações sobre as áreas em análise

Os empreendimentos multifamiliares horizontais – condomínios residenciais - até dois ou três pavimentos, pelos índices urbanísticos apresentados, aparentam estar bem resolvidos pela legislação; e pela construção dos envelopes solares sobre as três áreas escolhidas, constatou-se que, com poucos ajustes, os empreendimentos poderiam ser otimizados, aumentando as densidades com aproveitamento da infra-estrutura, sem provocar maiores custos e sem causar grandes impactos urbanísticos e ambientais, com garantia de insolação, de iluminação natural e ventilação natural, preservando, sobretudo, o direito de acesso ao sol. Certamente, se os envelopes solares tivessem sido construídos antes de se iniciarem os projetos dos condomínios, não haveria maiores problemas relativos ao direito de acesso ao sol.

Já os quatro empreendimentos no Cambuí mostraram que, para os lotes em áreas urbanas, onde é permitida a verticalização, com coeficientes de aproveitamento acima de 1, os parâmetros para a construção de edifícios devem ser cuidadosamente estudados pela legislação. Com densidades menores às apresentadas, pode-se projetar edifícios mais coerentes com a infra-estrutura existente, sem causar os indesejados impactos na estrutura urbana. A LUOS permite, além de verticalizar as edificações para uso residencial, o comércio nos pavimentos térreos e mezzaninos – o que se mostra mal concebido, pois que o comércio, com a abertura de bares e restaurantes, lojas diversas e escritórios, provoca confusão no trânsito e insegurança. A falta de uma insolação adequada traz insalubridade e má qualidade de vida ao bairro.

As administrações municipais, pelas leis de uso e ocupação do solo, podem deter, com a construção de envelopes solares, total controle das densidades, das alturas e recuos das edificações e de seus afastamentos com os edifícios vizinhos, das taxas de ocupação, das áreas livres, largura de ruas, calçadas, espaços públicos etc. Os regulamentos urbanos, como ferramentas de planejamento, podem ser adaptados às circunstâncias decorrentes das necessidades urbanas, e os envelopes solares oferecidos para acompanhar tais mudanças.

V. CONCLUSÕES

No estudo de casos apresentados, foram analisados vários aspectos na implantação das edificações nos lotes e a legislação urbana; e, com a construção dos envelopes solares, constatou-se, ademais, as relações entre estes e a ocupação do solo urbano, as suas densidades, taxas de ocupação e de aproveitamento, áreas livres etc. Verifica-se que, para os empreendimentos horizontais, as leis urbanísticas correspondem adequadamente, e ainda existem folgas na sua aplicação. Porém, não só para os edifícios altos no bairro do Cambuí, mas para outras partes da cidade, de urbanização consolidada, percebe-se que a legislação permitiu, pelos gabaritos, alturas que extrapolam os limites da volumetria dos envelopes solares, o que acarreta sombreamentos, considerados indesejáveis, que não garantem os direitos de acesso ao sol, e provocam, com as densidades atingidas, transtornos no trânsito, e na infraestrutura.

Constatou-se, pois, que a morfologia urbana atual é resultado da acumulação de edificações, que sempre ignoraram as vantagens da boa orientação, negligenciando totalmente as conseqüências energéticas do projeto urbano e arquitetural, deixando de se aproximar do que seria um futuro sustentável. Os estudos efetuados apresentaram resultados que servem perfeitamente para auxiliar as legislações urbanas, leis de uso e ocupação do solo urbano, códigos de edificações, de posturas, planos locais de gestão urbana etc.

Constatou-se, também, que o conceito do envelope solar traz vantagens para a elaboração das legislações urbanísticas, e que o seu uso e a sua aplicação permitem um dimensionamento muito mais preciso da horizontalidade que se quer dar à cidade, ou da sua verticalidade; objetiva, também, a manutenção do equilíbrio entre densidades e consumo de energia. Se as administrações municipais adotarem estes critérios, estarão evitando cometer os mesmos equívocos do bairro Cambuí, e dotariam os outros bairros periféricos de melhores condições urbanas, com o direito de acesso ao sol, resguardado.

Os lotes, na maioria dos casos, em toda a cidade de Campinas, bem como no Estado e praticamente em toda a nação, têm tipologias similares: de pouca frente e bastante profundidade. Esta forma permite, aos lotes, boa insolação, iluminação natural e aeração na frente, desde que bem orientados; razoavelmente e sujeitos à verificação nos fundos, desde que se somem os afastamentos obrigatórios entre lotes contíguos; muito deficientes, porém nas laterais, que detêm as maiores dimensões

Se, para a concepção dos loteamentos, forem tomadas as diretrizes climáticas, da trajetória aparente do sol, em dias e meses considerados, em determinadas horas desejadas, certamente será iniciado o planejamento para um crescimento urbano organizado e sustentável, o que propiciará novas possibilidades para a morfologia urbana e para a arquitetura. O correto parcelamento do solo, com a adequada orientação das ruas, e o dimensionamento das quadras e lotes conforme diretrizes climáticas garantirão o acesso ao sol a todas as edificações, além de facilitar o seu projeto para sistemas passivos de energia. Os envelopes solares devem ser aplicados sobre cada lote para assegurar, às futuras edificações, o direito ao sol.

Os envelopes solares, sendo considerados dispositivos para o controle do adensamento e da ocupação do solo urbano, servirão de base para iniciar o processo de revisão da legislação urbanística. A apresentação destas considerações aos órgãos públicos, executivo, legislativo, conselhos metropolitanos e até ao Ministério Público, pode fornecer subsídios para introduzir nas legislações o conceito de acesso ao sol e do envelope solar, garantindo assim o direito ao sol (insolação, iluminação natural, uso de sua energia para aquecimento de ambientes e de água, e conversão em outras energias), oferecendo a participação de todos na fonte de energia renovável que é o Sol. Propor-se-á, também, às faculdades de arquitetura e de engenharia, a adoção de diretrizes que contemplem o direito ao sol, já no início das ações de projeto do edifício e na tomada de decisões em planejamento e projeto do urbano.

As cidades pequenas, com menos de 20.000 habitantes, excluídas da obrigatoriedade de elaborar o seu Plano Diretor, com falta de recursos financeiros, que

não possuem um quadro qualificado de funcionários, nem legislação específica, poderão adotar estes conceitos para resolver de forma simples, e muito clara, as questões com o desenvolvimento urbano, adensamento dos seus centros, ocupação dos vazios urbanos existentes, e controle da verticalização, com aproveitamento de toda a infra-estrutura existente. Os bairros ao redor dos centros das grandes cidades também poderão ter o seu crescimento controlado com a obrigatoriedade do envelope solar, de forma muito clara e simples, nas legislações, o que, certamente, resolverá as questões de desenvolvimento urbano. As novas leis urbanísticas deverão suprir a incapacidade que têm apresentado os municípios, para administrar seus territórios, com o uso e ocupação inadequados do solo, com a política de zoneamento incoerente, injusta e de segregação social. Com o aproveitamento da infra-estrutura urbana existente, com a redução dos vazios urbanos e conseqüente economia de custos, e o uso da energia solar em edifícios corretamente orientados, poder-se-á ajudar a prevenir, por meio do planejamento e do projeto urbano, os prejuízos materiais e sociais provenientes de tantos males que a urbanização descontrolada traz às cidades.

Uma legislação baseada no uso e na aplicação dos envelopes solares, como um dos dispositivos para zoneamento, ajudará a encontrar o equilíbrio entre densidades e consumo de energia, tamanho dos edifícios e transportes, suporte de circulação de veículos, execução de infra-estrutura, custo/benefício, valorização imobiliária, dimensão dos bairros e da cidade que queremos. A concepção de direito ao sol no projeto do edifício e no projeto urbano torna-se essencial para melhorar as condições de conforto das pessoas no ambiente urbano, nas ruas, nas calçadas, nos espaços abertos etc.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. Referência Bibliográfica

ALVES, Vilson R. **Direito de Construir nas relações de Vizinhança**, Lex editora, São Paulo, 1999, 569 p.

ASSIS, Eleonora S. **Impactos da forma urbana na mudança climática: método para previsão do comportamento térmico e melhoria de desempenho do ambiente urbano**. São Paulo, 2.000. Tese de doutorado - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

BOULDER CITY, Colorado. **Solar Access Guide or Solar Shadow Analysis**, 2000. www.ci.boulder.co.us/buildingservices. Acesso em 07/04/2007

BRASIL. **Código Civil**, obra coletiva Editora Saraiva, 9ª ed. São Paulo, Saraiva, 2003.

BROWN, G. Z. e DEKAY, Mark. **Sun, Wind & Light, architectural design strategies**. 2d. ed. John Wiley & Sons, Inc. New York, 2001. 381 p.

CALIFORNIA CIVIL CODE, Section 714, 2007. <http://law.onede.com/california/civil/714.html>. Acesso em 07/04/2007.

CAPELUTO, Guedi. Energy performance of the self-shading building envelope. **Energy and buildings**, Haifa, Isr, v. 35, n. 3, p. 327-336, 2003. 2002.

CASABIANCA, Gabriela; SCHILLER, Silvia; PERINA, Maria; NICKISH, Mariana. Solar access in medium and high density urban areas in Argentina *In: PLEA - PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE*, p. 651-652, Florianópolis, SC. , 2001.

CHVATAL, Karin; LABAKI, Lucila e KOWALTOWSKI, Doris. Estudo do clima de Campinas: a dificuldade de caracterização e proposição de recomendações de projeto para climas compostos. ENTAC, VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Salvador, 2002.

COSTA, R. Helena. **Temas de Direito Urbanístico**, Cahourb, São Paulo, 1999.

DEL RIO, Vicente. **Introdução ao Desenho Urbano no Processo de Planejamento**, Pini, São Paulo, 1995, 198 p.

ESPÍ, Mariano V. Una brevíssima historia de la arquitectura solar. Boletín CF+S>9 – Por una arquitectura y un urbanismo contemporáneos > <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n9/> Acesso em 26/05/2007.

FÁVERO, Édison. **A função do Parcelamento do Solo na Organização Urbana nas Cidades Médias Paulistas. A experiência de Limeira**, Dissertação, USP, 1996.

FERNANDES, Edésio. Do Código Civil ao Estatuto da Cidade, algumas notas sobre a trajetória do direito urbanístico no Brasil. **Revista Urbana**, vol. 7, nº 30. Caracas, Jan. 2002. Disponível em: www.scielo.org.ve. Acesso em 11/05/2005

FERNANDEZ, A. Carceller. **Instituciones de Derecho Urbanístico**, Madrid, Montecorvo, 1977.

FERRARI, Celson. **Dicionário de Urbanismo**, Disal Editora, São Paulo, 2004. 451 p.

FROTA, Anésia B. **Geometria da Insolação**, Geros, São Paulo, 2004, 289 p.

GOMES ROJO, Maria E. **Revista de Estudos histórico-jurídicos**. XXV. Valparaíso, Chile, 2003.

GRAZZIOTIN, Pablo et al. Visualization Techniques in a Building Potential Simulator Using Sunlight Access Control. SIACG – Ibero-American Symposium in Computer Graphics, Guimaraes, Portugal, 2.002.

GRAZZIOTIN, Pablo et al. Cityzoom – a tool for the visualization of the impact of urban regulations. SIGRADI – Proceedings of the 8th Iberoamerican Congress of Digital Graphics. Porto Alegre, nov. 2004.

HAROUEL, Jean-Louis, **História do Urbanismo**. Campinas, S. P. Papyrus Editores, 1.990.

KEPPL, Julian; SPACEK, Robert e PIFKO, Henrich. Solar Envelope, a Tool for an Environmental Approach to Architectural Design. FA STU Bratislava, Dep. of Experimental and Ecologically Determined Design. Disponível em: www.ta.stuba.sk/old/katedry/keevt/keevtre1.htm. Acesso em 02/04/2003.

KNOWLES, Ralph L. **Energy and Form - An Ecological Approach to Urban Growth**, The Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, 1.974. 198 p.

KNOWLES, Ralph L. **Sun Rhythm Form**, The Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, 1981. 289 p.

KNOWLES, Ralph L. The solar envelope: its meaning for energy and buildings. **Energy and buildings**, Los Angeles, v. v 35, n. n 1, p. 15-25, 2003 2003.

LECHNER, Norbert. **Heating, Cooling, Lighting – Design Methods for Architects**. John Wiley & Sons, USA, 1.990. 523 p.

LEMA - Laboratory of Architectural Methodology, University of Liege. Townscope III, 2006. Disponível em: www.townscope.com. Acesso em 26/05/2007.

LIRA, Ricardo P. **Elementos de Direito Urbanístico**. Rio de Janeiro, Renovar, 1.997. 411 p.

MACHADO, Paulo A. Leme. **Direito ambiental brasileiro**. 7ª ed. São Paulo: Malheiros, 1998. 894 p.

MEIRELLES, Hely L. **Direito de Construir**. 9ª edição, São Paulo, Malheiros Editores. 2005. 480 p.

MEIRELLES, Hely L. **Direito Municipal Brasileiro**, 3ª ed., São Paulo, RT, 1977.

MORAES, O e SCARAZATTO, P. Iluminação natural no meio urbano: Estudo de caso com o método dos indicadores de altura admissíveis aplicado a Campinas, SP. ENCAC – ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Curitiba, PR., 2.003.

MUKAI, Toshio. **Direito Urbano Ambiental Brasileiro**. 2ª edição, São Paulo, Dialética, 2.002. 351 p.

NEW SOUTH WALES GOVERNMENT. **Solar Access for lots – guidelines for residential subdivision in NSW**, 1998.

OKE, T. R. **Boundary layer climates**. Methuen & CO., 2nd edition, London, 1987.

PEARLMUTTER, David. Patterns of sustainability in desert architecture. **Arid Lands Newsletter**, nº 47, May 2000. Disponível em: <http://ag.arizona.edu/OALS/ALN/aln47/pearlmutter.html>. Acesso em 26/05/2007.

PEREIRA, Caio M. da Silva. **Condomínio e Incorporações**, 4ª ed. Rio de Janeiro, Forense, 1981, 566 p.

PEREIRA, Fernando O. R., PEREIRA, Alice, T. C. Envelope solar: um exercício teórico ou uma proposição viável *In*: ENCAC - ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., Gramado, RS. , 1995.

PEREIRA, Fernando O. R., NOME, Carlos A. S. Proposta sistemática de uso em planejamento urbano do envelope solar como forma de controle da ocupação do solo urbano em função da insolação. ENCAC – ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Salvador, BA, 1997.

ROLNIK, Raquel. **A Cidade e a Lei, legislação, política urbana e territórios na cidade de São Paulo**, Studio Nobel, São Paulo, 1997, 242 p.

ROMERO, Marta A. B. **Princípios Bioclimáticos para o desenho urbano**. 2ª ed. São Paulo, ProEditores, 2000, 128 p.

ROMERO, Marta A. B. **A Arquitetura Bioclimática do espaço público**, Brasília, Universidade de Brasília, 2.001. 225 p.

SÃO PAULO (Estado). DECRETO Nº 12.342. Regulamento da promoção, preservação e recuperação da saúde no campo de competência da Secretaria de Estado da Saúde. Imprensa Oficial do Estado S/A – IMESP, São Paulo, 1979

SCARAZZATO, P. e LABAKI, L. Iluminação natural e Insolação: o pionerismo de Paulo Sá revisitado. ENCAC – ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, São Pedro, SP, 2001.

SEGAWA, Hugo. Clave de Sol: notas sobre a história do conforto ambiental. **Ambiente Construído**, Revista da Antac. Porto Alegre, v. 3, nº 2, p. 37- 46, 2003.

SHAVIV, E. Design tools for bio-climatic and passive solar buildings. **Solar energy**, Haifa, Isr, v. 67, n. 4, p. 189-204, 1999.

SHAVIV, E. YEZIORO, A. CAPELUTO, I. G. Sun and winds in a new business district in Tel Aviv. In: IBPSA - INTERNATIONAL BUILDING SIMULATION, 7, 2001, Rio de Janeiro. 2001.

SHAVIV, E. YEZIORO, A. Analyzing mutual shading among buildings. Israel Institute of Technology, Haifa, 32000 Israel, 1999.

SHAVIV, E. Capeluto, G. Modeling the design of Urban fabric with Solar Rights considerations, **Solar Energy**, Israel Institute of Tecnology, Haifa, Israel, v.70, Issue 3, pg. 275-280, 2.001

SILVA, José Afonso da. **Direito Urbanístico brasileiro**, 3ª ed. São Paulo: Malheiros, 1997. 421 p.

SOMEKH, Nadia. **A Cidade Vertical e o Urbanismo Modernizador**, Estúdio Nobel, São Paulo, 1997. 173 p.

STEEMERS, Koen; RATTI, Carlo e BAKER, Nick. Energy consumption and urban texture, **Energy and Buildings**, Cambridge, nº 37, p. 762-776, 2005.

STEEMERS, Koen; RATTI, Carlo e RAYDAM, Dana. Building form and environmental performance: archetypes, analysis and an arid climate. **Energy and Buildings**, Cambridge, nº 35, p. 49-59, 2003.

SUGA, Mauro. **Avaliação do potencial de aproveitamento de luz natural em cânions urbanos: estudo realizado nos eixos estruturais de Curitiba**, Curitiba, 2005. Dissertação mestrado. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná.

VAYE, Marc e NICOLAS, Frederic. Pour une approche bio-climatique de l'architecture. **L'Architecture D'Aujourd'hui**, nº 92. Set. 1977, p. 28.

2. Bibliografia Consultada

AL-SALLAL, KHALED A. Solar access/shading and building form: geometrical study of the traditional housing cluster in Sana'a. 1996.

AMADEI, Vicente C. e Vicente de Abreu. **Como lotear uma gleba: o parcelamento do solo urbano em seus aspectos essenciais – loteamento e desmembramento**, Millennium Editora, Campinas, SP, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: referências bibliográficas. Rio de Janeiro, 2001.

BITTENCOURT, Leonardo. **Uso das Cartas Solares: diretrizes para arquitetos**, 3ª ed. Maceió, EDUFAL, 2.000. 95 p.

BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. **Estatuto da cidade: política urbana e cidadania**. Rio Claro - SP: Unesp, 2000. 113 p.

CHVATAL, Karin; LABAKI, Lucila e KOWALTOWSKI, Doris. Estudo do clima de Campinas: a dificuldade de caracterização e proposição de recomendações de projeto para climas compostos. ENTAC, VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Salvador, 2002.

COTTON, John F. The solid modeling as a tool for constructing solar envelopes. **Automation in construction**, USA, v. 5, n. 3, p. 185-192, 1996 1996.

EVANS, Martin; SCHILLER, Silvia. **Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar**, Universidad de Buenos Aires, Série Ediciones Previas, 1.988. 187 p.

FONTOYNONT, Marc. **Daylight performance of buildings**. London: James & James, 1999. 304 p.

FROTA, Anésia B. & SCHIFFER, Sueli R. **Manual de Conforto Térmico**. 2ª ed. São Paulo, Studio Nobel, 1995, 243 p.

GIVONI, Baruch. **Man, Climate and Architecture**, London, Second edition, London, Applied Science publishers Ltd, 1.976. 483 p.

GOUVEIA, Luis A. **Biocidade**, São Paulo, Nobel, 2002. 174 p.

KOHLSDORF, Maria E, **Manual de Técnicas de Apreensão do Espaço Urbano**, Brasília, Universidade de Brasília. 1986

LITTLEFAIR, Paul. Passive solar urban design: Ensuring the penetration of solar energy into the city. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, U.K., v. v 2, n. n 3, p. 303-326, 1998.

LITTLEFAIR, Paul. Daylight, sunlight and solar gain in the urban environment. **Solar energy**, Great Britain, v. 70, n. 3, p. 177-185, 2001.

MASCARÓ, Juan Luis; MASCARÓ, Lucía A. Raffo de. **Incidência das variáveis projetivas e de construção no consumo energético dos edifícios**. 2ª ed. Porto Alegre: D.C. Luzzatto, 1992. 134 p.

MASCARÓ, Juan, **Loteamentos Urbanos**, Porto Alegre, L. Mascaró, 2003. 207 p.

MASCARÓ, Lucía A. R.; MASCARÓ, Juan Luis. **Vegação Urbana**. Porto Alegre: L Mascaró, J. Mascaró, 2002. 143 p.

OLGAY, Victor. **Arquitectura y Clima - Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. Barcelona, Gustavo Gili, 1.998. 203 p.

RIVERO, Roberto, **Arquitetura e Clima**, Porto Alegre, DC. Luzzatto, 1985. 239 p.

SANTOS, Carlos N. F. **A cidade como um jogo de cartas**, São Paulo. Projeto. 1.988. 192 p.

SHAVIV, E. Capeluto, G. Modeling the design of Urban grids and fabric with Solar Rights considerations, Israel Institute of Technology, Haifa 32000 – Israel.

TOMBAZIS, A.N.;PREUSS, S.A. Design of passive solar building in urban areas. **Solar energy**, Great Britain, v. 70, n. 3, p. 311-318, 2001 2001

ANEXO I: Tabela 1: Altura das cumeeiras dos envelopes solares – Orientação nos pontos cardeais. Primeira parte
 Fonte: Brown & Dekay, 2004

Latitude sul	Cobertura (vista superior)	Datas no hemisfério sul	Horário	Ângulo em planta, w ou s	Cume leste/oeste	Cume norte/sul	Datas no hemisfério norte	Cobertura (vista superior)	Latitude norte
72° de Lat. S		21 Abr/21 Ago	11/15 h	75	0,11 y	0,06 x	21 Out/21 Fev		72° de Lat. N
		21 Mar/21 Set	9/15 h	44	0,31 y	0,15 x	21 Set/21 Mar		
		21 Mar/21 Set	10/14 h	59	0,31 y	0,15 x	21 Set/21 Mar		
		21 Fev/21 Nov	9/15 h	41	0,67 y	0,33 x	21 Ago/21 Abr		
64° de Lat. S		21 Abr/21 Ago	9/15 h	46	0,17 y	0,09 x	21 Out/21 Fev		64° de Lat. N
		21 Abr/21 Ago	10/14 h	60	0,23 y	0,11 x	21 Out/21 Fev		
		21 Mar/21 Set	9/15 h	42	0,47 y	0,23 x	21 Set/21 Mar		
		21 Mar/21 Set	10/14 h	58	0,47 y	0,23 x	21 Set/21 Mar		
56° de Lat. S		21 Jun	10/14 h	63	0,13 y	0,06 x	21 Dez		56° de Lat. N
		21 Mai/21 Jul	10/14 h	62	0,19 y	0,10 x	21 Nov/21 Jan		
		21 Abr/21 Ago	9/15 h	45	0,32 y	0,16 x	21 Out/21 Fev		
		21 Abr/21 Ago	10/14 h	59	0,39 y	0,19 x	21 Out/21 Fev		
48° de Lat. S		21 Jun	9/15 h	49	0,18 y	0,09 x	21 Dez		48° de Lat. N
		21 Jun	10/14 h	62	0,27 y	0,14 x	21 Dez		
		21 Mai/21 Jul	9/15 h	45	0,25 y	0,13 x	21 Nov/21 Jan		
		21 Mai/21 Jul	10/14 h	61	0,34 y	0,17 x	21 Nov/21 Jan		
40° de Lat. S		21 Jun	9/15 h	45	0,33 y	0,17 x	21 Dez		40° de Lat. N
		21 Jun	10/14 h	61	0,43 y	0,21 x	21 Dez		
		21 Mai/21 Jul	9/15 h	46	0,41 y	0,21 x	21 Nov/21 Jan		
		21 Mai/21 Jul	10/14 h	59	0,51 y	0,25 x	21 Nov/21 Jan		

Tabela 1: Altura das cumeeiras dos envelopes solares – Orientação nos pontos cardeais. Segunda parte
 Fonte: Brown & Dekay, 2004

Latitude sul	Cobertura (vista superior)	Datas no hemisfério sul	Horário	Ângulo em planta, w ou s	Cumeeira		Cumeira norte/sul	Datas no hemisfério norte	Cobertura (vista superior)	Latitude norte
					leste/oeste	leste/oeste				
32° de Lat. S		21 Jun	9/15 h	46	0,48 y	0,25 x		21 Dez		32° de Lat. N
		21 Jun	10/14 h	59	0,60 y	0,30 x				
		21 Mai/21 Jul	9/15 h	44	0,59 y	0,28 x				
		21 Mai/21 Jul	10/14 h	57	0,70 y	0,25 x				
24° de Lat. S		21 Jun	9/15 h	44/9	0,65 y	0,34 x		21 Dez		24° de Lat. N
		21 Jun	10/14 h	56/5	0,82 y	0,41 x				
		21 Mai/21 Jul	9/15 h	42/9	0,79 y	0,39 x				
		21 Mai/21 Jul	10/14 h	54/5	0,93 y	0,46 x				
16° de Lat. S		21 Jun	9/15 h	41/5	0,91 y	0,46 x		21 Dez		16° de Lat. N
		21 Jun	10/14 h	53/30	1,03 y	0,64 x				
		21 Mai/21 Jul	9/15 h	38/5	1,05 y	0,62 x				
		21 Mai/21 Jul	10/14 h	50/20	1,23 y	0,61 x				
8° de Lat. S		21 Jun	9/15 h	37/25	1,30 y	0,60 x		21 Dez		8° de Lat. N
		21 Jun	10/14 h	48/32	1,44 y	0,72 x				
		21 Mai/21 Jul	9/15 h	32/25	1,39 y	0,70 x				
		21 Mai/21 Jul	10/14 h	44/32	1,65 y	0,63 x				
0° de Lat. S		21 Jun	9/15 h	32/32	1,62 y	0,61 x		21 Dez		0° de Lat. N
		21 Jun	10/14 h	41/41	1,96 y	0,89 x				
		21 Mai/21 Jul	9/15 h	28/32	1,95 y	0,82 x				
		21 Mai/21 Jul	10/14 h	37/41	2,24 y	0,77 x				

ANEXO II:

Tabela 2: Altura das cumeeiras dos envelopes solares. Orientação: 45 graus de inclinação. Primeira parte
 Fonte: Brown & Dekay, 2004

Latitude sul	Cobertura (vista superior)	Datas no hemisfério sul	Horário	Ângulo em plança, p	Diagrama de cobertura (vista superior)	Diagrama de cobertura (vista superior)	Cobertura (vista superior)	Latitude norte	Datas no hemisfério norte
72° de Lat. S		21 Abr/21 Ago	10/13 h	1				72° de Lat. N	21 Out/21 Fev
		21 Mar/21 Set	9/15 h	0					21 Set/21 Mar
		21 Mar/21 Set	10/14 h	3					21 Set/21 Mar
		21 Fev/21 Out	10/14 h	0					21 Ago/21 Abr
64° de Lat. S		21 Abr/21 Ago	9/15 h	2				64° de Lat. N	21 Out/21 Fev
		21 Abr/21 Ago	10/14 h	0					21 Out/21 Fev
		21 Mar/21 Set	9/15 h	5					21 Set/21 Mar
		21 Mar/21 Set	10/14 h	0					21 Set/21 Mar
56° de Lat. S		21 Jun	10/14 h	2				56° de Lat. N	21 Dez
		21 Mai/21 Jul	10/14 h	0					21 Nov/21 Jan
		21 Abr/21 Ago	9/15 h	4					21 Out/21 Fev
		21 Abr/21 Ago	10/14 h	0					21 Out/21 Fev
48° de Lat. S		21 Jun	9/15 h	3				48° de Lat. N	21 Dez
		21 Jun	10/14 h	2					21 Dez
		21 Mai/21 Jul	9/15 h	4					21 Nov/21 Jan
		21 Mai/21 Jul	10/14 h	2					21 Nov/21 Jan
40° de Lat. S		21 Jun	9/15 h	7				40° de Lat. N	21 Dez
		21 Jun	10/14 h	5					21 Dez
		21 Mai/21 Jul	9/15 h	5					21 Nov/21 Jan
		21 Mai/21 Jul	10/14 h	5					21 Nov/21 Jan

Tabela 2: Altura das cumeeiras dos envelopes solares. Orientação: 45 graus de inclinação. Primeira parte
 Fonte: Brown & Dekay, 2004

Latitude sul	Coertura (vista superior)	Datas no hemisfério sul	Horário	Ângulo em planta, p	Diagramas de inclinação 45°		Coertura (vista superior)	Datas no hemisfério norte	Latitude norte
					Diagrama 1	Diagrama 2			
32° de Lat. S		21 Jun	9/15 h	12				21 Dez	32° de Lat. N
		21 Jun	10/14 h	9				21 Dez	32° de Lat. N
		21 Mai/21 Jul	9/15 h	14				21 Nov/21 Jan	32° de Lat. N
		21 Mai/21 Jul	10/14 h	10				21 Nov/21 Jan	32° de Lat. N
24° de Lat. S		21 Jun	9/15 h	16				21 Dez	24° de Lat. N
		21 Jun	10/14 h	15				21 Dez	24° de Lat. N
		21 Mai/21 Jul	9/15 h	20				21 Nov/21 Jan	24° de Lat. N
		21 Mai/21 Jul	10/14 h	17				21 Nov/21 Jan	24° de Lat. N
16° de Lat. S		21 Jun	9/15 h	26				21 Dez	16° de Lat. N
		21 Jun	10/14 h	24				21 Dez	16° de Lat. N
		21 Mai/21 Jul	9/15 h	28				21 Nov/21 Jan	16° de Lat. N
		21 Mai/21 Jul	10/14 h	25				21 Nov/21 Jan	16° de Lat. N
8° de Lat. S		21 Jun	9/15 h	35				21 Dez	8° de Lat. N
		21 Jun	10/14 h	34				21 Dez	8° de Lat. N
		21 Mai/21 Jul	9/15 h	37				21 Nov/21 Jan	8° de Lat. N
		21 Mai/21 Jul	10/14 h	36				21 Nov/21 Jan	8° de Lat. N
0° de Lat. S		21 Jun	9/15 h	45				21 Dez	0° de Lat. N
		21 Jun	10/14 h	45				21 Dez	0° de Lat. N
		21 Mai/21 Jul	9/15 h	47				21 Nov/21 Jan	0° de Lat. N
		21 Mai/21 Jul	10/14 h	47				21 Nov/21 Jan	0° de Lat. N

ANEXO III

Lei Municipal 6031 de 29 de dezembro de 1988 – Lei de Uso e Ocupação do Solo

Alterada pela Lei no 6.367 de Dez /90, Lei Complementar no 03 de Set /91, Lei no 7.408 de Dez /92, Lei no 7.896 de Maio /94, Lei no 9.627 de Jan /98, Lei no 9.785 de Jul. /98, Lei no 10.405/00 de Jan /00, Lei no 10.618/00 de Set /00, Lei no 10.640 de Out /00, Lei Complementar no 05 de Dez /00, Lei no 10.727 de Dez /00, Lei no 10.733 de Dez /00, Lei Complementar nº 006 de Jan/03, Lei nº 11.471 de Jan/03 e Lei nº 12.195/04

SEÇÃO II - DAS CATEGORIAS DE USO DO SOLO

ARTIGO 2º As Categorias de Uso do Solo com finalidade urbana são as seguintes:

I - Categoria de Uso Habitacional;

II - Categoria de Uso Comercial;

III - Categoria de Uso de Serviços;

IV - Categoria de Uso Institucional;

V - Categoria de Uso industrial.

ARTIGO 3º A Categoria de Uso Habitacional compreende duas Subcategorias:

I - HABITAÇÕES UNIFAMILIARES - H

Edificações destinadas exclusivamente ao uso residencial, com apenas uma unidade de habitação por lote;

II - HABITAÇÕES MULTIFAMILIARES - HM

Edificações destinadas exclusivamente ao uso residencial, isoladas ou agrupadas horizontal e/ou verticalmente, com mais de uma unidade de habitação por lote ou gleba e com espaços e instalações de uso comum.

ARTIGO 4º A Categoria de Uso Comercial compreende três Subcategorias:

I - COMÉRCIO DE ÂMBITO LOCAL - CL

Comércio exclusivamente varejista, de produtos de consumo diretamente relacionados ao uso residencial, podendo ser:

a) CL-1 - Comércio Local Básico;

b) CL-2 - Comércio Local Ocasional.

II - COMÉRCIO EM GERAL – CG

Comércio exclusivamente varejista, de produtos diversos, podendo ser:

a) CG-1 - Comércio Ocasional;

b) CG-2 - Comércio de Materiais em Geral;

c) CG-3 - Comércio de Produtos Perigosos.

III - COMÉRCIO ATACADISTA - CA

Comércio exclusivamente atacadista ou atacadista e varejista simultaneamente, podendo ser:

a) CA-1 - Comércio de Produtos Alimentícios;

- b) CA-2 - Comércio de Produtos de Pequeno e Médio Porte;
- c) CA-3 - Comércio de Produtos de Grande Porte;
- d) CA-4 - Comércio de Produtos Perigosos;
- e) CA-5 - Comércio de Produtos Agropecuários e Extrativos.

ARTIGO 5º A Categoria de Uso de Serviços compreende quatro Subcategorias:

I - SERVIÇOS PROFISSIONAIS - SP

Serviços prestados por profissionais de nível universitário ou técnico, de forma autônoma ou associativa, em estabelecimentos específicos ou na própria residência, podendo ser:

- a) SP-1 - Serviços exercidos de forma autônoma, na própria residência do profissional, desde que esta pertença à subcategoria das Habitações Unifamiliares - H;
- b) SP-2 - Serviços exercidos de forma autônoma ou associativa, em locais apropriados.

II - SERVIÇOS DE ÂMBITO LOCAL - SL

Serviços direta e exclusivamente relacionados ao uso residencial, podendo ser:

- a) SL-1 - Serviços Pessoais e Domiciliares;
- b) SL-2 - Serviços de Educação Informal;
- c) SL-3 - Serviços de Reparação e Conservação;
- d) SL-4 - Condomínios Habitacionais com Serviços Próprios de Hotelaria.

III - SERVIÇOS EM GERAL - SG

Serviços diversos, podendo ser:

- a) SG-1 - Serviços Administrativos, Financeiros e Empresariais;
- b) SG-2 - Serviços Pessoais e de Saúde;
- c) SG-3 - Serviços de Hotelaria;
- d) SG-4 - Serviços de Lazer e de Diversões;
- e) SG-5 - Serviços de Instrução Esportiva e de Preparação Física;
- f) SG-6 - Serviços de Estúdios, Laboratórios e Oficinas Técnicas;
- g) SG-7 - Serviços de Reparação e Conservação em Geral;
- h) SG-8 - Serviços de Aluguel e de Distribuição de Bens Móveis;
- i) SG-9 - Serviços de Guarda de Bens Móveis;
- j) SG-10 - Serviços de Oficina.

IV - SERVIÇOS ESPECIAIS - SE

Serviços incompatíveis, por sua natureza, com o uso residencial, podendo ser:

- a) SE-1 - Serviços de Manutenção de Frotas e Garagens de Empresas de Transportes;
- b) SE-2 - Serviços de Armazenagens e de Depósitos;
- c) SE-3 - Serviços de Motéis e Estabelecimentos Congêneros.

ARTIGO 6º A Categoria de Uso Institucional compreende quatro Subcategorias:

I - INSTITUIÇÕES DE ÂMBITO LOCAL - EL

Instituições destinadas à educação, à saúde, à cultura, ao esporte, ao lazer, à assistência social, a

cultos religiosos e à administração, segurança e serviços públicos, cujas atividades relacionam-se às populações localizadas em áreas restritas;

II - INSTITUIÇÕES EM GERAL - EG

Instituições destinadas à educação, à saúde, à cultura, ao esporte, ao lazer, ao turismo, à assistência social, a cultos religiosos e à administração, segurança e serviços públicos, cujas atividades relacionam-se às populações diversificadamente localizadas;

III - INSTITUIÇÕES ESPECIAIS - EE

Instituições destinadas à educação, à saúde, à cultura, ao esporte, ao lazer, turismo, à assistência social, a cultos religiosos e à administração, segurança e serviços públicos, cujas atividades realizam-se em instalações que, por suas características, necessitam de localização especial;

IV - USOS PARA PRESERVAÇÃO E CONTROLE URBANÍSTICO - UP

Usos que permitam a preservação das condições naturais ou originais de áreas e/ou edificações, em decorrência de valores próprios ou para fins de controle urbanístico; incluem-se nesta subcategoria os monumentos e edificações de valor histórico, arquitetônico ou artístico, os mananciais, as áreas de valor estratégico para a segurança pública e as áreas de valor paisagístico.

ARTIGO 7º A Categoria de Uso Industrial compreende quatro Subcategorias:

I - INDÚSTRIAS NÃO INCÔMODAS - IN

Indústrias cujos processos e resíduos não ocasionam poluição ambiental em níveis incompatíveis com outros usos do solo urbano;

II - INDÚSTRIAS INCÔMODAS - II

Indústrias cujos processos e resíduos ocasionam poluição ambiental em níveis que requerem maior controle de sua localização;

III - INDÚSTRIAS ESPECIAIS - IE

Indústrias cujos processos e resíduos ocasionam poluição em níveis altamente prejudiciais ao meio ambiente, devendo localizar-se, preferencialmente, em distritos próprios;

IV - DISTRITOS INDUSTRIAIS - DI

Conjunto de Indústrias, preferencialmente agrupadas em função de características comuns, podendo ser distritos de indústrias não incômodas, de indústrias incômodas e de indústrias especiais.

ARTIGO 8º O Uso do Solo na Zona Rural também poderá compreender usos urbanos, dependendo de análise específica da Prefeitura Municipal de Campinas, a qual levará em conta, especialmente, a natureza do empreendimento e a sua localização, dada a necessidade de proteção às áreas rurais do Município.

PARÁGRAFO ÚNICO - Os usos rurais ainda existentes na Zona de Expansão Urbana poderão ser preservados e ampliados desde que haja interesse sócio-econômico.

SEÇÃO III - DA CLASSIFICAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES QUANTO À OCUPAÇÃO DO SOLO

ARTIGO 9º As Habitações Unifamiliares classificam-se, quanto à ocupação do solo, nos tipos:

I - H-1

edificações destinadas a uma única habitação e suas construções acessórias, em terrenos com área mínima de 125,00m² (cento e vinte cinco metros quadrados), resultantes de desmembramentos de lotes, que serão aprovados conjuntamente com um dos projetos de construção;

II - H-2, H-3 e H-4

edificações destinadas a uma única habitação por lote e suas construções acessórias.

ARTIGO 10º As Habitações Multifamiliares subdividem-se, quanto à ocupação do solo, em dois grupos:

I - HMH

Habitações Multifamiliares Horizontais - conjuntos de unidades habitacionais isoladas ou agrupadas horizontalmente, que se classificam nos tipos: HMH-1, HMH-2, HMH-3 e HMH-4;

II - H MV

Habitações Multifamiliares Verticais - conjuntos de unidades habitacionais agrupadas verticalmente, em um ou mais blocos, que se classificam nos tipos: H MV-1, H MV-2, H MV-3, H MV-4 e H MV-5.

ARTIGO 11º As edificações destinadas aos Usos Comercial, de Serviços e Institucional classificam-se, quanto à ocupação do solo, nos tipos CSE, CSE-1, CSE-2, CSE-3, CSE-4, CSE-5 e CSE-6.

ARTIGO 12º As edificações destinadas ao Uso Industrial classificam-se, quanto à ocupação do solo, nos tipos:

I - IND-1

edificações destinadas a Indústrias Não Incômodas - IN;

II - IND-2

edificações destinadas a Indústrias Incômodas - II e à Indústrias Especiais - IE.

ARTIGO 13º As edificações destinadas ao Uso Misto, assim entendidas aquelas em que uma parte de sua área construída destina-se a unidades habitacionais e a outra parte a unidades comerciais, de serviços ou institucionais, classificam-se, quanto à ocupação do solo, nos tipos: HCSE, HCSE-1, HCSE-2, HCSE-3, HCSE-4 e HCSE-5. *(conforme redação dada pelo art. 4º da Lei nº 6.367/90)*

SEÇÃO IV - DA CLASSIFICAÇÃO DOS ESTABELECIMENTOS QUANTO À ÁREA CONSTRUÍDA

ARTIGO 14º Os estabelecimentos Comerciais, de Serviços e Institucionais a serem instalados nas edificações classificam-se, em função do porte, em: *(conforme redação dada pelo art.2º da Lei nº 9.785/98)*

I - ESTABELECIMENTO DE PEQUENO PORTE

estabelecimento instalado em unidade autônoma ou módulo comercial, com área privativa máxima de 500,00m², para atividades comerciais e de serviços, e de 1.000,00m², para atividades institucionais;

II - ESTABELECIMENTO DE MÉDIO PORTE

estabelecimento instalado em unidade autônoma ou módulo comercial, com área privativa máxima de 1.000,00m², para atividades comerciais e de serviços, e de 2.500,00m², para atividades institucionais;

III - ESTABELECIMENTO DE GRANDE PORTE

estabelecimento instalado em unidade autônoma ou módulo comercial, com área privativa acima de 1.000,00m², para atividades comerciais e de serviços, e acima de 2.500,00m², para atividades institucionais.

PARÁGRAFO ÚNICO – Não serão consideradas, para cálculo do porte do estabelecimento, as áreas das garagens a ele vinculadas.

ARTIGO 15º Os Estabelecimentos Industriais classificam-se, em função da área do terreno e da área total construída, em:

I - ESTABELECIMENTO DE PEQUENO PORTE

quando a área do lote ou da gleba for menor ou igual a 3.000,00m² (três mil metros quadrados) ou 5.000,00m² (cinco mil metros quadrados), respectivamente, e a área da construção for menor que 3.000,00m² (três mil metros quadrados);

II - ESTABELECIMENTO DE MÉDIO PORTE

quando a área do lote ou gleba for maior que 3.000,00m² (três mil metros quadrados) ou 5.000,00m² (cinco mil metros quadrados), respectivamente, e menor ou igual a 10.000,00m² (dez mil metros quadrados) ou 17.000,00m² (dezesete mil metros quadrados), respectivamente, ou a área da construção for maior que 3.000,00m² (três mil metros quadrados) e menor ou igual a 8.000,00m² (oito mil metros quadrados);

III - ESTABELECIMENTO DE GRANDE PORTE

quando a área do lote ou da gleba for maior que 10.000,00m² (dez mil metros quadrados) ou 17.000,00m² (dezesete mil metros quadrados), respectivamente, ou a área da construção for maior que 8.000,00m² (oito mil metros quadrados).

SEÇÃO V - DA ADEQUAÇÃO DOS USOS DO SOLO AO ZONEAMENTO LEGAL

ARTIGO 16º Os Usos do Solo classificam-se, quanto ao grau de adequação ao zoneamento legal, em:

I - PERMITIDOS

usos já existentes ou não, enquadrados em categorias ou subcategorias incluídas no zoneamento da área;

II - TOLERADOS

usos existentes ou usos estabelecidos a mais de um ano não enquadrados em categorias e subcategorias permitidas ou toleradas no zoneamento da área, aceitando-se sua permanência, observadas outras exigências do Código de Obras e Urbanismo, desde que não haja aumento de áreas edificadas; **(conforme redação dada pela Lei Complementar nº03 de 19 de setembro de 1991), (vide também Resolução nº2/2001 - Seplama)**

III - PROIBIDOS

usos não enquadrados nas categorias e subcategorias permitidas ou toleradas no zoneamento da área, não sendo aceita sua permanência após prazo a ser estabelecido para cada caso. **(conforme redação dada pelo art. 5º da Lei nº 6367/90)**

ANEXO IV

Lei Complementar nº 09 de 23 de dezembro de 2003 - Dispõe sobre o código de projetos e execuções de obras e edificações do município de Campinas.

CAPÍTULO VI - DOS PROJETOS

Seção I - Das Condições Gerais de Implantação

Art. 48 - Além do atendimento às disposições previstas na LUOS e dos afastamentos em relação às águas correntes ou dormentes, faixas de domínio público de rodovias e ferrovias, linhas de alta tensão, dutos e canalizações, a implantação de qualquer edificação deverá respeitar as normas previstas neste Código de modo a minimizar sua interferência sobre as edificações vizinhas.

Art. 49 - A edificação, no todo ou em parte, que possuir junto às divisas altura superior a 8,00 m (oito metros) para residências e 6,00 m (seis metros) para edificações comerciais, medidos a partir do piso térreo até a cumieira, ficará condicionada, a partir dessa altura, a afastamento mínimo de 3,00 m (três metros) no trecho em que ocorrer tal situação. (Alterado pela Lei Complementar nº 11 de 13/07/2004)

§ 1º - A edificação situada em zona para qual a LUOS exige afastamento em relação às suas divisas não poderá possuir, junto às mesmas, muros com altura superior a 2,50 m (dois metros e cinquenta centímetros), medidos a partir do piso que se apresentar mais alto.

§ 2º - O disposto no "caput" deste artigo não se aplica a edificação situada em zona para a qual haja expressa dispensa, pela LUOS, de recuos e afastamentos.

Art. 50 - Os elementos que apresentarem superfície vazada uniformemente distribuída inferior a 80% (oitenta por cento) de sua superfície total serão considerados como elementos opacos, integrantes do conjunto edificado do imóvel para fins do disposto na presente seção.

§ 1º - Incluem-se no disposto no presente artigo, dentre outros, os gradis, os muros vazados e as pérgolas.

§ 2º - É livre a utilização de elementos que apresentarem superfície vazada uniformemente distribuída igual ou superior a 80% (oitenta por cento) de sua superfície total.

Art. 51 - Para os terrenos, edificados ou não, a construção de muro em suas divisas obedecerá a altura máxima de 3,00 m (três metros) contados do lado em que o terreno se apresentar mais alto.

Art. 52 - Nos cruzamentos dos logradouros públicos deverá ser previsto canto chanfrado de 3,50 (três metros e cinquenta centímetros) normal à bissetriz do ângulo formado pelo prolongamento dos alinhamentos, salvo se tal concordância tiver sido fixada de forma diversa em arreamento ou plano de melhoramento público.

Parágrafo único - Em zonas sujeitas a diretrizes urbanísticas próprias para as quais haja expressa dispensa da observância dos recuos previstos na LUOS será admitido o avanço sobre o canto chanfrado da parte da edificação que se situar em altura superior a 3,00 m (três metros) do passeio.

Art. 53 - Respeitados os limites indicados para cada caso, é livre a implantação e execução, ainda que em recuos, afastamentos ou espaços exigidos por este Código ou pela LUOS, de:

I- saliências, terraços, varandas quando construídas em balanço, floreiras e ornatos com avanço máximo de 0,40 m (quarenta centímetros);

II- beirais e marquises com avanço máximo de 1,50 m (um metro e cinquenta centímetros);

III- piscinas descobertas;

IV- espelhos d'água.

§ 1º - As extremidades dos elementos previstos no inciso II não poderão distar menos de 0,50 m (cinquenta centímetros) da divisa do lote.

§ 2º - Nas construções em condomínio, as extremidades dos elementos previstos no inciso II em unidades autônomas deverão estar distantes uma da outra, no mínimo, 1,00 m (um metro).

§ 3º - O disposto nos parágrafos anteriores não se aplica aos estacionamentos, postos de serviço, galpões de fábricas, cobertura de docas e edificações similares.

§ 4º - As coberturas com metragem superior à estabelecida nos parágrafos anteriores não serão consideradas beirais.

§ 5º - Os elementos relacionados no inciso I poderão ser colocados à razão de 0,40 m² (quarenta decímetros quadrados) por metro de testada, com avanço máximo de 1,00 m (um metro) quando no recuo obrigatório e 1,50 m (um metro e cinquenta centímetros) quando no recuo facultativo.

Art. 54 - Respeitados os limites indicados individualmente para cada caso e os limites coletivos indicados nos parágrafos do presente artigo, é livre a execução, ainda que em recuos, afastamentos ou espaços exigidos por este Código ou pela LUOS, de: (Alterado pela Lei Complementar nº 11 de 13/07/2004)

I- pérgolas cujas nervuras tenham altura máxima de 0,60 m (sessenta centímetros) e ocupem até 15% (quinze por cento) da área contida em seu perímetro; (Alterado pela Lei Complementar nº 11 de 13/07/2004)

II- passadiços com largura máxima de 20% (vinte por cento) da testada do imóvel, limitado ao máximo de 3,00 m (três metros). Neste caso beirais serão considerados como áreas construídas para todos os efeitos; (Alterado pela Lei Complementar nº 11 de 13/07/2004)

III- abrigos de gás e guarda de lixo; (Alterado pela Lei Complementar nº 11 de 13/07/2004)

IV- guarita de segurança com 5,00 m² (cinco metros quadrados) quando simples e 7,00 m² (sete metros quadrados) quando possuir instalação sanitária. (Alterado pela Lei Complementar nº 11 de 13/07/2004)

V - (Acrescido pela Lei Complementar nº 11 de 13/07/2004)

§ 1º - A execução, individual ou em conjunto destes elementos, deverá respeitar as seguintes disposições:

a) não poderá ocupar área superior à porcentagem "P" da área não ocupável do terreno fixada pela LUOS, obtida pela fórmula:

$P = 500V/S$ sendo "S" área do terreno;

b) respeitada a porcentagem "P" máxima obtida, não poderá ocupar mais de 60% (sessenta por cento) da faixa de recuo em que se situarem.

§ 2º Será considerado como parte integrante da edificação, para efeito deste Código e dos índices da LUOS, tudo aquilo que ultrapassar os limites previstos neste artigo e no parágrafo anterior

Parágrafo Único - (Acrescido pela Lei Complementar nº 11 de 13/07/2004)

a) (Acrescido pela Lei Complementar nº 11 de 13/07/2004)

b) (Acrescido pela Lei Complementar nº 11 de 13/07/2004)

Art. 55 - Em atendimento ao Código Civil Brasileiro, deverá ser observado que:

I- nenhuma abertura poderá estar voltada para a divisa do lote e dela distar menos de 1,50 m (um metro e cinqüenta centímetros), exceto divisa com logradouro;

II- haverá previsão para passagem de canalização de águas pluviais provenientes de lotes a montante.

Parágrafo único - Serão permitidas as seteiras, óculos de luz ou aberturas de ventilação, desde que não ultrapasse a dimensão de 10 x 20 cm (dez por vinte centímetros) e não sejam indispensáveis às exigências de ventilação, iluminação e insolação obrigatórias.

Art. 56 - É permitida a instalação de toldos com área de até 2,00 m²/m (dois metros quadrados por metro) de testada da construção, não sendo necessária a aprovação da PMC e obedecidas as seguintes condições: (Ver Ordem de Serviço nº 02, de 22/06/2004 - SMOP)

I- Quando instalados em zonas nas quais não é exigido recuo, o toldo deverá manter uma altura mínima sobre o passeio de 2,50 m (dois metros e cinqüenta centímetros), não avançar além da metade da largura do mesmo e ter no máximo 1,20 m (um metro e vinte centímetros).

II- Nas zonas nas quais é exigido recuo obrigatório não será permitido o avanço sobre o passeio.

Art. 57 - Fica permitida a Cobertura Leve sobre Recuo em atividades comerciais das categorias de uso tipo restaurante, bar, lanchonete, sorveteria, destinadas exclusivamente a ambiente para alocação de público usuário no consumo de alimentos e dentro das seguintes condições:

I- tenham altura máxima de 4,00 m (quatro metros) e não haja possibilidade de circulação ou permanência de pessoas sobre os mesmos; (Alterado pela Lei Complementar nº 11 de 13/07/2004)

II- as coberturas não despejem águas pluviais, através de beiral, sobre o passeio público e lote vizinho;

III- não alterem as condições de atendimento dos dispositivos da Lei nº 8.232/94 (PGT);

IV- não infrinjam disposições exigidas por lei quanto à insolação e aeração dos ambientes existentes;

V- não ocupem área maior do que 60% (sessenta por cento) da área do recuo e tenham dimensão frontal correspondente, no máximo, a 60% (sessenta por cento) do alinhamento, devendo, neste caso, permanecer totalmente livre de qualquer cobertura a área restante da faixa de recuo;

VI- permaneçam abertas, pelo menos, duas faces da área coberta, sendo uma delas a voltada para rua, a qual poderá receber vedação fixa maciça até 0,90 m (noventa centímetros) de altura, sendo que o restante desse vão só poderá receber fechos fixos do tipo grade vazada ou fechos inteiriços que possam ser recolhidos, destinados unicamente à proteção casual contra intempéries.

§ 1º - As coberturas de que trata o "caput" deste artigo serão consideradas edificações transitórias e sua autorização deverá ser renovada anualmente.

§ 2º - Na hipótese de desapropriação, o proprietário não fará jus a qualquer valor indenizatório relativo a esse tipo de edificação.

§ 3º - Os interessados deverão protocolizar requerimento na Prefeitura, anexando as respectivas plantas, a fim de obterem a devida autorização para implantação.

§ 4º - Será devida, pela instalação da cobertura, uma taxa anual de 15 (quinze) UFICs por metro quadrado de cobertura.

Art. 58 - Fica permitida a instalação de passadiço para acesso a hotéis, escolas e hospitais, desde a porta de entrada até 0,40 m (quarenta centímetros) da guia do passeio, dentro das seguintes condições:

I- manter uma altura mínima de 2,50 m (dois metros e cinqüenta centímetros) em relação ao solo;

II- ter uma largura máxima de 3,00 m (três metros);

III- ter a parte sobre o passeio apoio somente se este tiver mais do que 3 m (três metros) de largura sendo o apoio feito por meio de até duas colunas metálicas, igualmente distantes do alinhamento, a uma distância deste de até 0,50 m (cinqüenta centímetros) da guia.

§ 1º - As coberturas de que trata o "caput" deste artigo serão consideradas edificações transitórias e sua autorização deverá ser renovada anualmente;

§ 2º - Na hipótese de desapropriação, o proprietário não fará jus a qualquer valor indenizatório relativo a esse tipo de edificação.

§ 3º - Os interessados deverão protocolizar requerimento na Prefeitura, com as respectivas plantas, para obterem a devida autorização para a implantação

§ 4º - Será devida, pela instalação da cobertura, uma taxa anual de 25 (vinte e cinco) UFIC's por metro quadrado de cobertura.

Art. 59 - Fica permitida a Cobertura Leve Retrátil, sendo que, uma vez construída sobre recuos, será considerada, para todos os efeitos deste Código, como Cobertura Leve sobre Recuo, não computada como área construída.

Art. 60 - A PMC poderá determinar a retirada de qualquer cobertura leve, caso julgue que estas possam causar prejuízo à estética, ao trânsito ou prejudicar outros imóveis. (Ver Ordem de Serviço nº 02, de 22/06/2004 - SMOP)

Art. 61 - Respeitados os limites impostos pela LUOS, quanto à taxa de ocupação, é livre a construção de área de lazer coberta e a cobertura de vagas para automóveis nos afastamentos obrigatórios, desde que as coberturas fiquem afastadas pelo menos 3,00 m (três metros) da construção principal, excetuando-se aqueles que não poderão receber este tipo de cobertura conforme disposto nas leis de zoneamento urbano. (Ver Ordem de Serviço nº 04, de 24/04/2006 – SMU)

Art. 62 - O arejamento da edificação e a insolação de seus compartimentos deverão ser proporcionados por uma das seguintes opções, em razão da volumetria apresentada:

I- recuos obrigatórios previstos na LUOS;

II- áreas livres internas do lote;

III- espaços dos logradouros;

IV- faixa de arejamento "A";

V- espaço de insolação "I";

VI- arejamento indireto;

VII- alternativa que garanta desempenho equivalente ou superior aos métodos previstos neste Código.

Parágrafo único - As reentrâncias em fachadas, com largura igual ou superior a uma vez e meia sua profundidade, serão integradas ao espaço lindeiro.

Art. 63. A volumetria da edificação, que determinará os afastamentos necessários ao arejamento e insolação, será obtida em razão da altura apresentada pelos andares a partir:

I- do desnível "d", medido em metros, de piso a piso entre pavimentos consecutivos;

II- do índice volumétrico "v" de cada andar da edificação, cujo valor será

$v = 1$, se 2,00 m d 3,00 m (resolução 01/94);

$v = 1 + 1/3 (d-2)$, se d 2,00 m;

$v = 1 + 1/3 (d-3)$, se d 3,00 m;

III- dos índices volumétricos "Vp" (parcial) e "Vt" (total) da edificação, determinados pela somatória, parcial ou total, dos índices "v" dos andares considerados.

§ 1º - Quando se tratar de andar único ou de cobertura, o desnível "d" será o pé direito do andar.

§ 2º - Quando o piso ou o teto for inclinado, o desnível "d" será considerado como a média da altura do andar.

65 - (4.1.03.02)

Art. 64 - Os volumes que uma edificação poderá apresentar são:

I- Volume Inferior - o volume cujo índice volumétrico "Vp" ou "Vt", obtido a contar do piso do pavimento térreo, não ultrapasse o valor 3 (três);

II- Volume Superior - o volume cujo índice volumétrico "Vp" ou "Vt", obtido a contar do piso do pavimento térreo, ultrapasse o valor 3 (três).

Art. 65 - Os compartimentos situados no Volume Inferior ou em andares abaixo do pavimento térreo terão arejamento e insolação naturais proporcionados por:

I- espaços constituídos pelos recuos obrigatórios previstos na LUOS;

II- espaço livre dos logradouros públicos, quando a LUOS admitir Implantação de edificação no alinhamento;

III- espaços livres internos aos lotes que possuam área mínima de 9,00 m² (nove metros quadrados), e largura mínima de 1,50 m (um metro e cinquenta centímetros).

Art. 66 - O Volume Superior de uma edificação deverá ser sempre contornado por uma faixa de arejamento "A", livre de qualquer interferência, destinada a arejamento da edificação e de seu entorno, independentemente da existência de aberturas, cuja dimensão será expressa em metros e obtida pela fórmula:

$$A = 3 + 0,35 (Vt - 14)$$

respeitada a dimensão mínima de 3,00 m (três metros).

§ 1º - A faixa "A" não poderá ser reduzida ou desatendida quando da aplicação de solução alternativa de arejamento e insolação.

§ 2º - O coroamento das edificações, as torres em geral e as chaminés, isoladas ou não, bem como as caixas d'água isoladas, deverão observar as faixas "A", do andar mais elevado da edificação.

§ 3º - O disposto neste Capítulo não se aplica a fachada voltada para divisa ou alinhamento para a qual haja expressa dispensa, pela LUOS, da observância de recuo ou afastamento em relação à divisa considerada.

Art. 67 - Será permitido o escalonamento da faixa "A" considerando-se, no cálculo parcial, o índice volumétrico "Vp" obtido a contar do piso do andar térreo até o andar considerado inclusive.

Parágrafo único - O ático deverá observar, no mínimo, a faixa "A", necessária ao andar mais elevado da edificação.

Art. 68 - A faixa "A" não poderá ultrapassar as divisas do lote nem poderá interferir com as faixas "A" de outra edificação do mesmo lote, exceto para edificações de até 5 (cinco) pavimentos ou 15 m (quinze metros) de altura. A distância entre os blocos de um mesmo lote ou gleba poderá ser de 3,00 m (três metros).

Parágrafo único - Será admitido o avanço de 20% (vinte por cento) da largura da faixa "A" sobre o logradouro público em até 1/3 (um terço) da largura deste, desde que o avanço seja acrescido à faixa "A" lindeira à face oposta da edificação, caracterizando o deslocamento da edificação em direção ao mesmo.

Art. 69 - Os compartimentos situados no Volume Superior que, em razão da classificação citada no Capítulo VIII, necessitem de condições privilegiadas de arejamento e insolação naturais, deverão ser insolados por um espaço "I", livre de qualquer interferência, fronteira às aberturas ou janelas de tais compartimentos.

Art. 70 - O espaço "I", cujo valor será expresso em metros, deverá ser dimensionado de forma a conter um semicírculo de raio "I", obtido pela fórmula:

$$I = 3 + 0,70 (Vt - 8)$$

respeitado o raio mínimo de 3,00 m (três metros) cujo centro deverá estar situado em plano vertical que contenha, em projeção horizontal, no mínimo um ponto da fachada.

Parágrafo único. Será integrado ao espaço "I" o espaço contado a partir do limite do semicírculo que apresente profundidade:

I- igual ao recuo à edificação;

II- igual à distância entre a edificação e a faixa "A" de outra edificação do mesmo lote.

Art. 71 - Será permitido o escalonamento do espaço "I", considerando-se, neste cálculo parcial, o índice volumétrico "Vp" obtido a contar do piso do andar mais baixo a ser insolado, independentemente do volume em que se situe, até o andar considerado inclusive.
Parágrafo único - O ático não poderá interferir no espaço "I" necessário ao andar mais elevado da edificação.

Art. 72 - O espaço "I" não poderá ultrapassar as divisas do lote nem poderá interferir com as faixas "A" de outra edificação do mesmo lote.
Parágrafo único - Será admitido avanço de 20% (vinte por cento) do raio "I" sobre logradouro público em até 1/3 (um terço) da largura deste.

Art. 73 - Os compartimentos que não necessitem de arejamento e insolação privilegiados poderão ser arejados por:
I- poço descoberto;
II- duto de exaustão vertical;
III- duto de exaustão horizontal;
IV- meios mecânicos.

Art. 74 - O poço descoberto deverá ter:
I- área mínima "AP" obtida pela fórmula:
 $AP = 4 + 0,40 (HP - 9)$
respeitada a área mínima de 4,00 m² (quatro metros quadrados), onde "HP" é a altura total das paredes dos compartimentos servidos pelo poço, não sendo admitido escalonamento;
II- relação mínima de 2:3 entre os lados.

Art. 75 - O duto de exaustão vertical deverá ter:
I- seção transversal capaz de conter um círculo de 0,40 m (quarenta centímetros) de diâmetro;
II- tomada de ar exterior em sua base, diretamente para andar aberto ou por duto horizontal com a mesma área útil do duto vertical, e saída de ar situada, no mínimo, 1,00 m (um metro) acima da cobertura.

Art. 76 - O duto de exaustão horizontal deverá ter:
I- área mínima de 0,40 m² (quarenta decímetros quadrados) observada a dimensão mínima de 0,20 m (vinte centímetros);
II- comprimento máximo de 5,00 m (cinco metros) quando houver uma única comunicação direta com o exterior;
III- comprimento máximo de 15,00 m (quinze metros) quando possibilitar ventilação cruzada pela existência, em faces opostas, de comunicações diretas para o exterior.

Art. 77 - Os meios mecânicos deverão ser dimensionados de forma a garantir quatro renovações por hora do volume de ar do compartimento.

Art. 78 - Poderão ser propostas soluções alternativas visando o arejamento e a insolação da edificação, desde que, respeitada a faixa "A" e comprovado desempenho, no mínimo, similar ao obtido quando atendidas as disposições deste Código.